

ESTABILIDAD NUTRITIVA DEL POTASIO, MAGNESIO Y CALCIO EN SITIOS FORESTADOS CON *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze EN FUNCIÓN DE LOS PRODUCTOS COSECHADOS.

Fernández, R^{1-2*}; Martiarena¹⁻², R; Goya³, J; Frangi, J³; Von Wallis, A¹⁻²; Lupi, A⁴; Pahr, N¹⁻².

¹ EEA Montecarlo, INTA, ² Fac. de Ciencias Forestales. UNaM, ³ Fac. de Ciencias Agrarias, LISEA UNLP, ⁴ Instituto de Suelos, INTA Castelar.

* Autor de contacto: rfernandez@montecarlo.inta.gov.ar; Av. El Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE 0054 3751 480512.

RESUMEN

Se simuló el efecto de diferentes escenarios de cosecha sobre la estabilidad nutritiva del potasio (K), magnesio (Mg) y calcio (Ca) en un rodal de *Araucaria angustifolia*, de 27 años de edad; localizado en el noroeste de Misiones, Argentina. Se estimó el contenido de K, Mg y Ca, de los estratos arbóreo, sotobosque, piso forestal y suelo; y se simularon tres escenarios de cosecha: 1. Extracción de fuste sin corteza; 2. Extracción de fuste con corteza; 3. Extracción de árbol entero. El impacto de cada escenario sobre el contenido de los nutrientes se evaluó mediante el comportamiento del índice de estabilidad nutritiva, $IEN = \text{nutriente exportado} / \text{nutriente remanente en el suelo}$; y de su variante $IEN_{s+p} = \text{nutriente exportado} / \text{nutriente remanente en el sitio (suelo + sotobosque + piso)}$. El contenido remanente de K, Mg y Ca en el sistema forestal varió significativamente y de manera proporcional a la intensidad de extracción de biomasa. Los mejores índices para los tres nutrientes se asociaron con la extracción de fustes sin corteza. Los índices del escenario 3 resultaron seis, ocho y diez veces mayores que los índices del escenario 1 para K, Mg y Ca, respectivamente. Estas proporciones indican el impacto relativo del tipo de cosecha sobre la conservación de estos nutrientes. Ambos índices, IEN y IEN_{s+p} derivaron en idénticas tendencias para los tres nutrientes, lo cual resalta el rol del suelo como reservorio de K, Mg y Ca en el sistema estudiado.

Palabras Clave: Exportación de nutrientes; Índice de estabilidad nutritiva; Cosecha forestal.

NUTRITIONAL STABILITY OF POTASSIUM, MAGNESIUM AND CALCIUM IN SITES FORESTED WITH *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze ACCORDING TO PRODUCTS HARVESTED.

The effect of different harvest regimes on Potassium (K), Magnesium (Mg) and Calcium (Ca) nutrient stability was simulated in a *Araucaria angustifolia* stand of 27 years old located in the northwest of Misiones, Argentina. The K, Mg and Ca, content were estimated for tree, shrub, and herb components, forest floor and soil. Three harvest regimes were simulated: 1. Harvest of stem without bark; 2. Harvest of stem with bark; 3. Harvest of whole tree. The impact of each regimes on the nutrient content was assessed by the nutrient stability index, $IEN = \text{exported nutrient} / \text{nutrient remaining in the soil}$, and its variant $IENs+p = \text{nutrient export} / \text{nutrient remaining at the site (soil + undergrowth + forest floor)}$. The remaining K, Mg and Ca contents in the forest site varied significantly and proportionally to the intensity of biomass removal. The best indexes for the three nutrients were associated with the harvest of stem without bark. The indexes for K, Mg and Ca of the regime 3 were six, eight and ten times higher than indexes of the regime 1, respectively. These ratios indicate the relative impact of the harvest strategy on the conservation of these nutrients. The IEN and IENs+p resulted in identical trends for all three nutrients, which highlight the role of the soil as a stock of K, Mg and Ca in the studied forest system. The results (useful for comparative purposes) strengthen the need for more information on the environmental and economic implications of the use of harvest residues for energy purposes.

Keywords: Nutrient removal, nutrient stability index, forest harvest.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones son sistemas abiertos sujetos a entradas y salidas de diferentes formas de materia y energía, entre las cuales se encuentran los nutrientes necesarios para el desarrollo vegetal (Odum, 1972). Según Pritchett (1990) las vías de entrada de los nutrientes son la meteorización, los aportes atmosféricos, la fijación biológica y la fertilización, mientras que las de salida están asociadas a los procesos de lixiviación, volatilización, erosión y cosecha. Schumacher *et al.* (2011) indican que la principal salida de nutrientes de un ecosistema forestal es causada por la cosecha y que las cantidades removidas del sitio dependen de la biomasa y los productos cosechados, entre otras variables. Al existir grandes diferencias en la concentración de nutrientes entre órganos

vegetales, el tipo de producto a cosechar puede tener un fuerte impacto en el balance de los nutrientes, aún en compartimientos de poca biomasa relativa (Rodríguez-Soalleiro *et al.*, 2004), lo cual sucede normalmente con hojas y corteza.

La cuantificación de los elementos inmovilizados en los diferentes compartimientos de los árboles permite conocer el balance nutricional de las plantaciones. Este conocimiento posibilita estimar la cantidad de elementos exportados, calcular las necesidades de reposición al suelo y orientar prácticas silvícolas tendientes a mantener la productividad del sitio (Goya *et al.*, 2009).

La *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze es originaria del sudeste de Brasil y noreste de Misiones, Argentina, provincia en la cual las plantaciones de esta especie ocupan el tercer lugar en superficie cultivada, estimada en 16.300 has (SIFIP, 2010).

Coincidente con lo sucedido durante los últimos años a nivel internacional, en la mesopotamia, principal región forestal de Argentina, se observa cierta tendencia hacia el aprovechamiento de la biomasa arbórea no maderable, principalmente para fines energéticos. Por ello es oportuno contar con la información necesaria a efectos de integrar al análisis ambiental –cambio climático- y económico, el impacto que dicho incremento en la utilización de biomasa no tradicional puede implicar en la sustentabilidad del sistema forestal y, consecuentemente, diseñar nuevas estrategias silvícolas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes escenarios de cosecha en la tala rasa de *A. angustifolia* de 27 años de edad sobre la estabilidad nutritiva del K, Mg y Ca del sistema forestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y características edafoclimáticas.

El estudio se realizó en un campo perteneciente a la empresa Puerto Laharrague S.A., próximo a la ciudad de Montecarlo, Misiones; (26° 30' de latitud sur y los 54° 40' de longitud oeste), noreste de Argentina.

El suelo pertenece al gran grupo kandudult (Soil Survey Staff, 2010), es rojo, bien drenado, libre de fragmentos gruesos, y con profundidad efectiva superior a los 2 metros; con buena aptitud para araucaria (Fernández *et al.*, 1999). El relieve es suave ondulado a ondulado con pendientes del orden del 8 al 15 %. El clima se clasifica como Cfa en el sistema de Köppen, subtropical húmedo con precipitaciones que oscilan entre 1900 y

2100 mm, con distribución del tipo isohigro. La temperatura media anual es 20°C y la amplitud térmica media anual es 11°C.

La araucaria fue sembrada en 1973, en un lote cuyo uso anterior fue un cultivo de Tung (*Eleurites fordii*).

Determinación de biomasa / necromasa y contenido de K, Mg y Ca.

Rodal de araucaria. Se instalaron tres parcelas de inventario de 650 m² en un rodal de 27 años de edad, mediante las cuales se registró el diámetro a la altura del pecho (dap) y la altura total de todos los individuos (ht). La biomasa -peso seco- de cada compartimiento se estimó mediante las siguientes ecuaciones ajustadas para la especie por Fernández Tschieder *et al.* (2004): Peso hojas=-67,01+4,389*dap; Peso ramas=-137,238+7,145*dap; Peso fuste con corteza (c/c)= 635,374+32,302*dap²*ht; Peso total de biomasa arbórea aérea=-41,713+0,565*dap².

La biomasa de corteza se estimó como un porcentaje de la biomasa del fuste c/c. El porcentaje de corteza se determinó mediante el peso con y sin corteza de secciones del fuste de distintos diámetros mayores a 5 cm.

La biomasa por compartimiento se estimó mediante la aplicación de las ecuaciones a cada individuo de cada parcela, seguido de la sumatoria de todos los pesos secos obtenidos. Estos valores fueron luego referidos a una hectárea.

Para la determinación del contenido de K, Mg y Ca en el estrato arbóreo se apearon 9 árboles, tres por cada parcela de inventario, seleccionados de forma proporcional a la distribución diamétrica. El material se separó en: (a) fuste c/c hasta 5 cm de diámetro; (b) ramas entre 1 y 5 cm de diámetro; (c) ramas mayores a 5 cm de diámetro en los extremos; (d) ramas secas; (e) hojas. Se consideró hoja a la estructura compuesta por hojas verdes más ramas menores a 1 cm de diámetro cubiertas con hojas.

De cada uno de estos compartimientos se extrajo una muestra representativa la cual se secó en estufa a 70° C hasta peso constante. De cada muestra se extrajo una alícuota para la determinación de la concentración de K, Mg y Ca. La estimación del contenido de N y P en el compartimiento ramas se realizó mediante la ponderación de biomasa correspondiente y el contenido de nutrientes de cada una de las fracciones.

Sotobosque. La biomasa del estrato arbustivo se estimó mediante 15 sub-parcelas de 8m², distribuidas al azar dentro del rodal. Se dividió el material en dos compartimientos: hojas y leñoso. De manera similar el herbáceo se muestreó en 10 unidades de 2 m². En

todos los casos se tomaron muestras para secarlas a 70° C hasta peso constante y se extrajeron alícuotas para el análisis de los nutrientes.

Piso forestal. Se estimó a partir del muestreo al azar de 10 sub-parcelas de 0,25 m² en cada una de las parcelas de inventario. Se muestreó la capa L conformada por restos poco alterados, y las capas F+H, donde la F incluye restos fragmentados y parcialmente desintegrados pero pasibles de identificar su origen, mientras que la H se corresponde con necromasa en avanzado proceso de transformación (Pritchett, 1986). Las muestras se llevaron a estufa a 70° C hasta peso constante. Alícuotas de las mismas se extrajeron para el análisis de K, Mg y Ca.

En todos los compartimientos el contenido de nutrientes se calculó como el producto entre la concentración del nutriente y la biomasa/necromasa correspondiente a una hectárea.

Suelos. Muestreo. Determinación del contenido de K, Mg y Ca. En cada parcela se muestreó hasta un metro de profundidad tomando muestras compuestas por horizonte. Para el horizonte A 1 se tomaron 10 muestras simples al azar en toda la superficie de la parcela, y 3 muestras simples en los demás horizontes, extraídas de las paredes de las calicatas. Se calculó la densidad aparente mediante cuatro repeticiones por horizonte y parcela. Las concentraciones de K, Mg y Ca intercambiables se determinaron por el método del NaCl 1 N. El contenido de los nutrientes se calculó mediante la sumatoria del producto entre su concentración y la masa de cada horizonte correspondiente a una hectárea.

Simulación del impacto de la cosecha. Escenarios e Índices.

Se evaluaron tres escenarios en función de los productos retirados del sitio: 1. Extracción de fuste hasta 5 cm sin corteza (fuste s/c) -descortezado en el sitio de apeo-; 2. Extracción de fuste entero hasta 5 cm (fuste con corteza –fuste c/c-), modalidad tradicional en la región; y 3. Extracción de árbol entero (fuste c/c, ramas y hojas), modalidad incipiente para fines energéticos.

La comparación entre escenarios de cosecha se realizó mediante el Índice de estabilidad nutritiva de Fölster & Khanna (1997) determinado como $IEN = \text{nutriente exportado} / \text{nutriente remanente en el suelo hasta 100 cm}$; y a través de una variante del mismo índice calculada como $IEN_{s+p} = \text{nutriente exportado} / \text{nutriente remanente en el sitio (suelo hasta 100 cm + sotobosque + piso)}$.

El análisis estadístico de los índices de estabilidad nutritiva se realizó mediante el análisis de la variancia, utilizando el test de Tukey con nivel de significancia de 0,05 para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa y necromasa aéreas. Contenido de nutrientes.

La Tabla 1 muestra la partición de la biomasa aérea del rodal de araucaria de 27 años de edad y el contenido de potasio, magnesio y calcio por compartimiento.

El fuste resultó el compartimiento de mayor acumulación de biomasa aérea, seguido de ramas, hojas y corteza. Los porcentajes de partición (Tabla 1) resultaron similares a los detectados para araucaria por Sanqueta *et al.* (2001), Schumacher *et al.* (2011), y Fernández *et al.* (2012), quienes trabajaron con rodales de 29 a 33 años, de 27, y de 40 años, respectivamente.

Tabla 1. Biomasa y contenido de potasio, magnesio y calcio, por compartimiento arbóreo en plantaciones de *Araucaria angustifolia* de 27 años.

Compartimiento	Biomasa		K		Mg		Ca	
	Mg.ha ⁻¹	%	(Kg.ha ⁻¹)	%	(Kg.ha ⁻¹)	%	(Kg.ha ⁻¹)	%
Hojas	17,9 (0,45)	13	155,3 (30)	38	27,3 (6,6)	40	155 (24)	31
Ramas	23,6 (1,8)	17	68,7 (62,1)	17	12,7 (4,3)	18	84,8 (31)	17
Corteza	17,7 (0,8)	12	122, (20,7)	29	19,8 (1,9)	29	208 (45)	42
Fuste s/c	80,6 (3,5)	58	64,2 (25,1)	16	9,0 (2,4)	13	51,5 (5,5)	10
Total	139,8 (5,5)	100	410,2 (95)	100	68,8 (9,9)	100	500 (107)	100

Entre paréntesis: desvío estándar.

El contenido de nutriente en hoja y corteza (Tabla1) representa el 38 y 29 % del K, el 40 y 29 % del Mg, y el 31 y 42 % del Ca del estrato arbóreo, respectivamente; mientras que estos compartimientos contienen sólo el 13 y 12 % de la biomasa aérea total.

La biomasa total del sotobosque fue 5,8 Mg.ha⁻¹ de materia seca, de la cual el 68 % provino del estrato arbustivo y el 32% del herbáceo.

La necromasa del piso forestal resultó en 14,9 Mg.ha⁻¹, correspondiendo 5,5 Mg.ha⁻¹ a la capa L y 9,4 Mg.ha⁻¹ a las capas F+H. Dado su escaso desarrollo no fue posible muestrear la capa H por separado, hecho relacionado probablemente con una elevada

tasa de transformación de la materia orgánica fresca y rápida incorporación del material al suelo mineral (Reis & Barros, 1990).

La biomasa del sotobosque representó cerca del 30%, y la del piso alrededor del 70%, respecto de los valores estimados por Schumacher *et al.* (2011). En comparación con Fernández *et al.* (2012), la del sotobosque resultó un 40% mayor, mientras que la del piso fue un 30% menor.

La Tabla 2 presenta los contenidos medios de potasio, magnesio y calcio correspondientes al estrato arbóreo, sotobosque, piso forestal y suelo. Se destaca la importancia relativa del suelo como reservorios de magnesio y calcio.

Tabla 2. Contenido de potasio, magnesio y calcio según estratos, en plantaciones de *Araucaria angustifolia* de 27 años.

Estrato	K (Kg ha ⁻¹)	Mg (Kg ha ⁻¹)	Ca (Kg ha ⁻¹)
Total biomasa arbórea	410,2 (95)	68,8 (9,9)	500 (107)
Sotobosque	106,6 (14,4)	21,8 (2,2)	72,2 (14,3)
Piso forestal	49,2 (11)	29 (6,6)	183 (45)
Suelo (1 metro)	1448 (413)	2332 (190)	21131 (360)

Entre paréntesis: desvío estándar.

Índices de estabilidad nutritiva según productos cosechados.

La Tabla 3 presenta los valores obtenidos para ambos índices de estabilidad nutritiva, el que considera exclusivamente al suelo como reservorio de nutrientes (IEN) y el que integra también los contenidos en el sotobosque y en el piso forestal (IEN_{s+p}). Estos índices informan sobre la estabilidad de la oferta nutritiva a largo plazo de un sitio; en la medida que aumentan disminuye la estabilidad nutritiva del sistema.

Los índices IEN y IEN_{s+p} del K, Mg y Ca resultaron aproximadamente seis, ocho y diez veces mayores, respectivamente, cuando se cosechó el árbol entero (Escenario 3), modalidad asociada al aprovechamiento de los residuos para energía, en relación a cuando sólo se extrajo el fuste s/c (Escenario 1). Estas proporciones indican el impacto relativo del tipo de cosecha sobre la conservación de estos nutrientes.

Tabla 3. Índices de estabilidad nutritiva del Potasio, Magnesio y Calcio en diferentes escenarios de cosecha en plantaciones de araucaria de 27 años.

Nutriente	Escenario	IEN	IEN _{s+p}
K	1	0,04 (0,01)a	0,04 (0,01)a
	2	0,13 (0,04)b	0,12 (0,04)b
	3	0,27 (0,06)c	0,26 (0,09)c
Mg	1	0,004 (0,001)a	0,004 (0,001)a
	2	0,012 (0,007)b	0,012 (0,003)b
	3	0,030 (0,005)c	0,029 (0,007)c
Ca	1	0,002 (0,001)a	0,002 (0,001)a
	2	0,012 (0,007)b	0,012 (0,004)b
	3	0,024 (0,009)c	0,023 (0,005)c

Escenario 1. Extracción de fuste sin corteza; 2. Extracción de fuste entero; 3. Extracción de árbol entero. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos de una misma columna para cada nutriente ($p > 0,05$). Entre paréntesis: desvío estándar.

Los valores estimados para ambos índices, IEN y IEN_{s+p}, resultaron muy similares para los tres nutrientes, lo cual resalta el rol del suelo como reservorio de K, Ca y Mg en el sistema forestal estudiado. En caso de utilizar sistemas de cosecha y preparación de terreno que mantengan la biomasa residual en el sitio, el IEN_{s+p} surge como el indicador más recomendable.

Los índices estimados para la cosecha de fuste entero con corteza (escenario 2) resultaron, para potasio y magnesio, tres veces mayores que los correspondientes a fuste entero sin corteza (escenario 1), mientras los de calcio hicieron lo propio en una proporción aún mayor, lo sextuplicaron. Observaciones similares sobre la importancia relativa de la corteza en el mantenimiento de los nutrientes en el sistema forestal fueron hechas por Thiers et al (2007), Martiarena et al (2010) y Fernández et al (2012).

Los valores de estabilidad nutritiva estimados para el Ca y el Mg indican estos nutrientes no presentan compromiso aparente en cuanto su disponibilidad en el mediano y largo plazo. En cambio, para el K pronostican cierta inestabilidad. En similares condiciones ambientales Goya, et al (2003) también detectaron baja estabilidad para el potasio.

En cuanto a las entradas al sistema, dado el alto grado de evolución de los kandiudalfes, los aportes vía meteorización probablemente sean despreciables; no así los atmosféricos

atento a que Caldato, (2011) registró ingresos anuales de 3,8, 24 y 2,7 Kg.ha⁻¹ de K, Ca y Mg, respectivamente, en un sitio relativamente cercano.

CONCLUSIONES

El impacto de la cosecha sobre los contenidos de K, Ca y Mg remanentes en el sitio varía de manera proporcional a la intensidad de extracción de biomasa de las plantaciones de *Araucaria angustifolia*.

Los mejores índices de estabilidad nutritiva para los tres nutrientes se asociaron con la extracción de fustes sin corteza. En la modalidad de cosecha de árbol entero los índices resultaron alrededor de seis, ocho y diez veces mayores, para K, Mg y Ca respectivamente, que cuando se extrajo el fuste sin corteza, lo cual implica un marcado impacto sobre la conservación de estos nutrientes.

La corteza representó el 13% de la biomasa aérea de araucaria, y acumuló el 29% del contenido de K, el 29% del Mg y el 42% del Ca, por lo cual su mantenimiento en el sitio del apeo es relevante, en particular para la estrategia de conservación del K.

Los valores de estabilidad nutritiva estimados para el Ca y el Mg indican que estos nutrientes no presentan compromiso aparente en cuanto a su disponibilidad en el mediano y largo plazo. En cambio, para el K los valores obtenidos pronostican baja estabilidad.

Los resultados obtenidos, útiles a efectos comparativos, permitieron visualizar la influencia del tipo de aprovechamiento sobre la dinámica del K, Mg y Ca, y refuerzan la necesidad de disponer de mayor información sobre las implicancias ambientales y económicas del aprovechamiento de restos de cosecha con fines energéticos.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF) por financiar las primeras etapas del estudio.

BIBLIOGRAFÍA

Caldato, SL. 2011. Ciclagem Biogeoquímica dos nutrientes em uma plantação de *Pinus taeda* L. no nordeste argentino. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 106p.

Fernández, R; Martiarena, R; Goya, J; Frangi, J; Von Wallis, A; Lupi, A; Pahr, N. 2012. Simulación del contenido de potasio, calcio y magnesio remanentes según escenarios de

- cosecha de rodales de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze de 40 años. En: Actas 19th Soil Tillage Research Organization Conference - IV Reunión Sociedad Uruguay Ciencia del Suelo. Montevideo. Uruguay.
- Fernández, R; A Lupi & N Pahr. 1999. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. Argentina. Yvyrareta 9: 41-49.
- Fernández Tschieder, E; R Martiarena; J Goya; A Lupi & J Frangi. 2004. Ajuste de ecuaciones para la determinación de la biomasa de plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze en el norte de la provincia de Misiones. En Actas 11ª Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. INTA - FCF UNaM. Eldorado.
- Fölster, H & K Khanna. 1997. Dynamics of nutrient supply in plantation soils. In: Management of soil, nutrient and water in tropical plantations forest. Editors: Nambiar and Brown. Published by ACIAR in Collaboration with CSIRO and CIFOR.
- Goya, J; C Perez; J Frangi & R Fernández. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda*. Ecología Austral Vol 13(2): 139-150.
- Goya, J.F; J.L Frangi; G Denegri & F Larocca. 2009. Simulación del impacto de diferentes regímenes de cosecha sobre el capital de nutrientes e indicadores económicos en plantaciones de *Eucalyptus grandis* del NE de Entre Ríos, Argentina. Revista DOMUS 1:1-17. Comité de Medio Ambiente AUGM DOI.
- Martiarena, R; J Goya; R Fernández; J Frangi & A Lupi. 2010. Exportación de nitrógeno y fósforo durante la cosecha de una cronosecuencia de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. En Actas XIV Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado.
- Odum, EP. 1972. Ecología. Editorial: Interamericana. 3º edición. México. 639 p.
- Pritchett, WL. 1986. Suelos Forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Limusa Noriega. México. 634 p.
- Reis, MGF & NF Barros. 1990. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: Barros, NF; Novais, RF. (eds). Relação solo eucalipto. Viçosa: Ed. Folha de Viçosa, cap. 7:265-302.
- Rodríguez-Soalleiro, R; M Balboa; J.G Álvarez-González; A Merino & F Sánchez. 2004. Efecto de la selvicultura en la extracción de nutrientes a lo largo del turno en plantaciones de tres especies de crecimiento rápido en el norte de España. Invest Agrar: Sist Recur For. Fuera de serie: 114-126.
- Sanquetta, C; L Watzlawick; M Schumacher & A Mello. 2001. Relações individuais de biomassa e conteúdo carbono em plantações de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul

do estado do Paraná, Brasil. 2º Simposio Latino Americano Sobre manejo florestal Santa María Rs. Brasil

Schumacher, M.V; R Witschoreck; F.N Calil; VG Lopes & M Viera. 2011. Produção de biomassa no corte raso em plantio de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze de 27 anos de idade em quedas do Iguaçu, PR. *Ciência Florestal* 21 (1):53-62.

SIFIP. 2010. Sistema de Información Foresto Industrial Provincial. Ministerio del Agro y de la Producción. Subsecretaría de Desarrollo Forestal de la Provincia de Misiones. <http://extension.facfor.unam.edu.ar/sifip/map.phtml>. Ultimo acceso: 22/11/2011.

Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy. 2010. United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service. 338p.

Thiers, O. E; V Gerding & J.E Schlatter. 2007. Exportación de nitrógeno y calcio mediante raleo en un rodal de *Eucalyptusnitens* de 5 años de edad, Chile. *Bosque* 28(3): 256- 262