

III EFECTOS AMBIENTALES DE LAS FORESTACIONES DE EUCALIPTOS EN EL NORESTE DE ENTRE RÍOS

Por: Diaz, Diana; Tesón, Natalia y García, María de los Ángeles

EEA Concordia INTA. ddiaz@concordia.com.ar; nteson@concordia.com.ar; mgarcia@concordia.com.ar

1. Introducción

Hacia 1964 existían en la zona de influencia de la ciudad de Concordia 16.000 hectáreas forestadas con eucaliptos, con lo cual la región era calificada como uno de los centros forestales más importantes del país (Mendoza, 1964). Desde entonces el sector forestal, basado en plantaciones forestales, se ha consolidado en la región.

Si bien las forestaciones de eucalipto forman parte del paisaje en el noreste de Entre Ríos desde hace más de cinco décadas y son la base que sustenta una de las actividades productivas que caracterizan la región, recientemente han comenzado a ser fuente de preocupación por parte de las comunidades locales debido a los potenciales efectos de estas plantaciones sobre el medio ambiente.

En el presente trabajo se analizan los principales aspectos ambientales que han sido el origen de preocupación, en particular los efectos sobre la calidad de los suelos, el consumo de agua, la diversidad biológica, la generación de empleo y sobre el desarrollo económico de la región. La información aquí presentada surge de la revisión de bibliografía publicada sobre el tema así como de los resultados de estudios llevados adelante por INTA en el marco de proyectos propios o a través de vinculaciones con instituciones de investigación, organizaciones y empresas del sector.

2 Los efectos sobre el ecosistema

Se analizan a continuación los principales efectos de la producción forestal sobre los ecosistemas.

2.1 La productividad del sitio: las propiedades del suelo y el uso de nutrientes

Entre las críticas más frecuentes a las plantaciones con eucaliptos se indica la degradación del suelo debida a cambios en sus propiedades químicas y físicas.

En los gráficos siguiente se comparan los resultados de un estudio sobre las propiedades químicas del suelo en usos apareados pradera - forestación de eucalipto (11 años), para dos sitios de la región noreste de Entre Ríos correspondientes a suelos Hapludol fluvéntico (Sitio A) y Haplumbrepte fluvéntico (Sitio B) respectivamente.

Con respecto al contenido de materia orgánica en el suelo, tal como se observa en siguiente Gráfico, las diferencias entre usos no son consistentes para los diferentes suelos. Mientras que en el Sitio A el uso como pradera presenta mayores contenidos de materia orgánica, para ambas profundidades estudiadas (0 a 10 cm y 10 a 20 cm), en el Sitio B se registran mayores tenores de materia orgánica bajo la forestación de eucalipto.

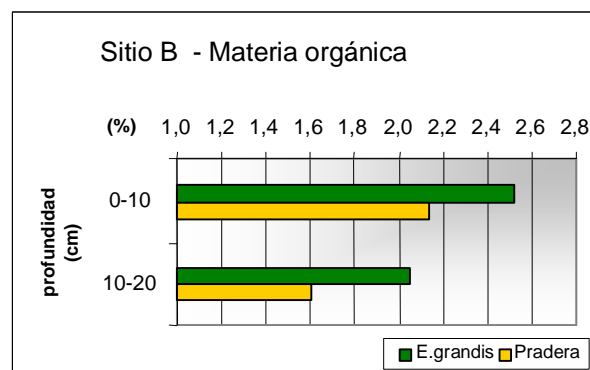
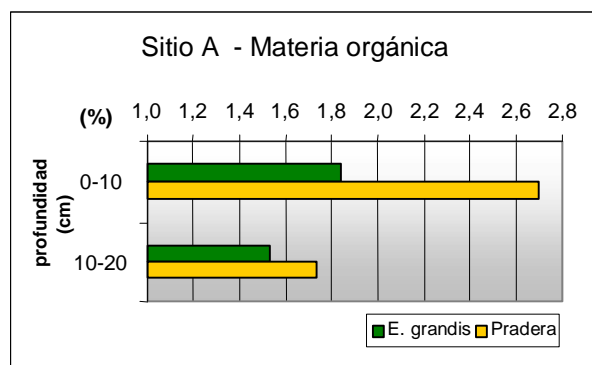


Gráfico 1: Contenido de materia orgánica (%), según sitio, uso y profundidad



Tampoco la bibliografía indica una tendencia clara respecto a los cambios en el contenido de materia orgánica de suelos transformados en plantaciones forestales. Así, por ejemplo, en suelos Argiudoles de Uruguay, Carrasco-Letelier et al (2004) detectaron pérdidas netas de Carbono del suelo bajo plantaciones de *Eucalyptus spp.* respecto a praderas naturales; en cambio, Jobbágy y Jackson (2003) registraron en suelos de pradera pampeana un aumento de aproximadamente el 30% en el carbono orgánico del suelo bajo eucalipto comparado con el del pastizal natural. Tampoco Grove et al (2001) encontraron diferencias entre el contenido de carbono total de los suelos de plantaciones de eucalipto y de pasturas, en 31 sitios estudiados en Australia, proponiendo que las variaciones entre sitios podrían atribuirse en gran medida a diferencias en la textura de los suelos y en las precipitaciones.

En cuanto a los contenidos de Nitrógeno total en el suelo (Gráfico 2), en ambos sitios se registran mayores contenidos bajo la pradera en los primeros 10 cm de profundidad; en cambio, a mayor profundidad, mientras que en el Sitio A se observa un contenido levemente mayor de Nitrógeno bajo la pradera, en el Sitio B se revierte esta tendencia, presentándose mayor contenido de Nitrógeno bajo el eucalipto. Cabe destacar que en ningún caso las diferencias son estadísticamente significativas. Los valores menores registrados en la capa superficial del suelo mineral bajo el Eucalipto en ambos sitios, podrían ser explicados por la extracción de este nutriente por las forestaciones (Frangi et al, 2000) y su acumulación en el mantillo.

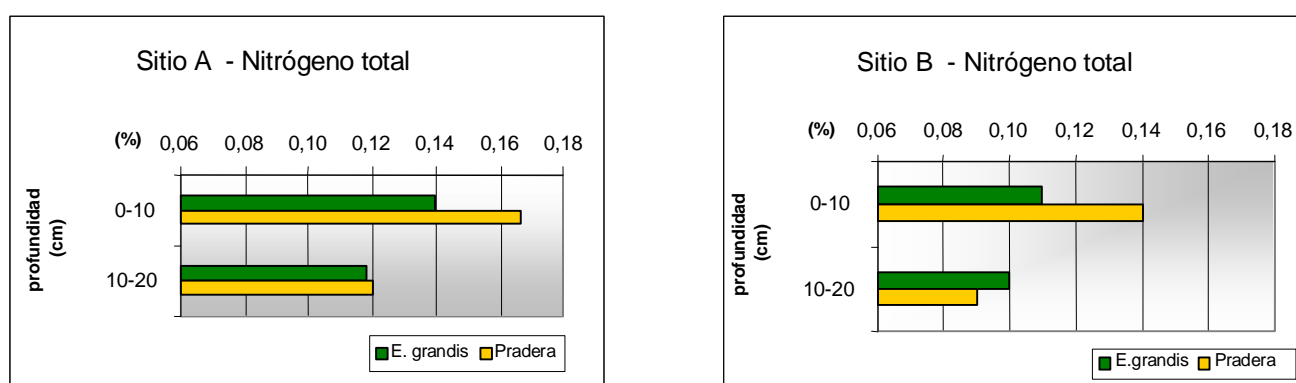


Gráfico 2: Nitrógeno total (%) según sitio, uso y profundidad

En relación al Fósforo asimilable, nuevamente existen diferencias según sitio: mientras que en el Sitio A los contenidos son menores bajo el eucalipto, en el Sitio B se registran valores medios mayores en el suelo bajo dicho uso. Las diferencias son estadísticamente significativas ($\alpha < 0,05$) solamente en los primeros 10 cm del suelo. En esta profundidad bajo uso forestal se registran valores medios de Fósforo asimilable de 3,2 ppm en el Sitio A y de 4,3 ppm en el Sitio B. En el suelo de pradera el valor medio de fósforo asimilable alcanza 5,1 ppm en los 10 cm superficiales en el Sitio A, y 2,8 ppm en el Sitio B.

También Leite et al en Brasil (2002) y Ligier (1997) en Corrientes registran valores de P asimilable mayores bajo plantaciones de Eucalipto que bajo praderas. Este aumento del P asimilable bajo la forestación de eucalipto podría deberse a la existencia de ácidos orgánicos de bajo peso molecular, cuyo efecto sobre la disponibilidad del fósforo en el suelo ha sido claramente demostrado (Fox, 1995).

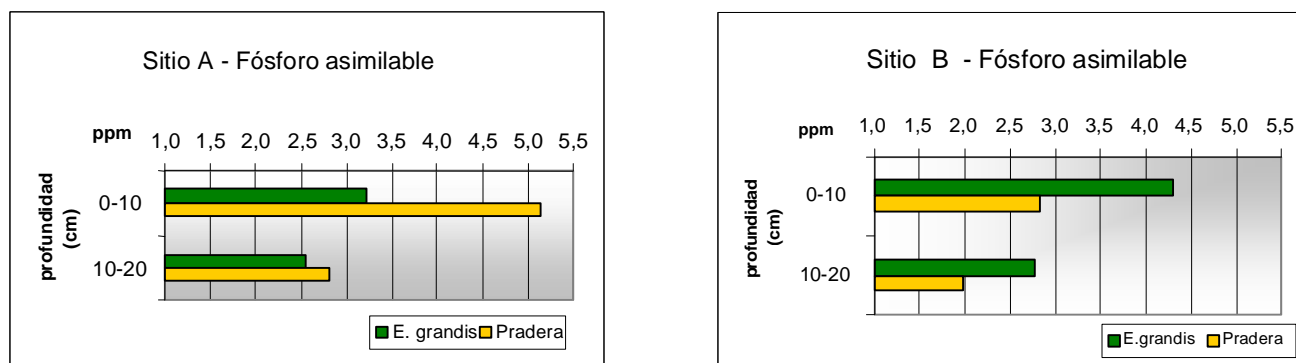


Gráfico 3: Fósforo asimilable (ppm), según sitio, uso y profundidad



En los gráficos siguientes (Gráfico 4 y Gráfico 5) se comparan los contenidos de Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K) intercambiables según uso, en los dos sitios estudiados. Nótese que en ambos casos el eje de abscisas se inicia con valores de Calcio de 2,5 meq. 100 gr⁻¹.

Sitio A

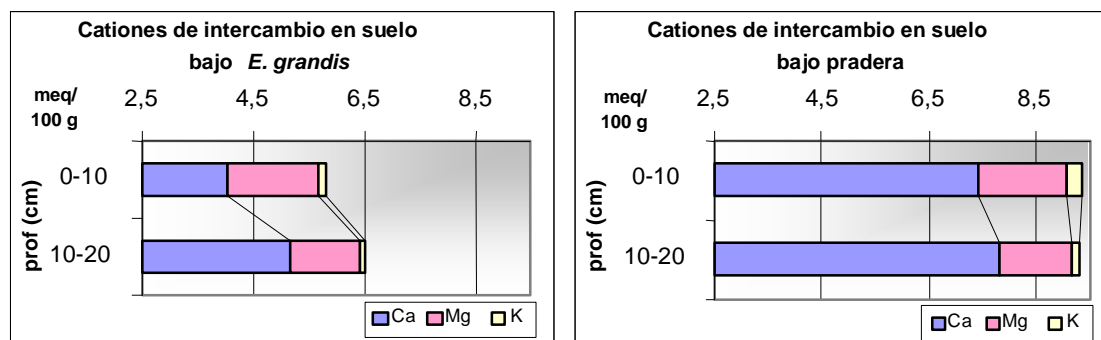


Gráfico 4: Cationes de intercambio del suelo en el Sitio A, según uso y profundidad

Con respecto a la diferencia entre usos para cada profundidad, en el Sitio A se presentan valores de Ca y K menores en el eucalipto que los registrados en la pradera, con diferencias estadísticamente significativas para las dos profundidades. En este sitio el contenido de Mg, si bien presenta valores más bajos en el eucalipto que en el uso de referencia, no difiere significativamente entre usos.

Sitio B

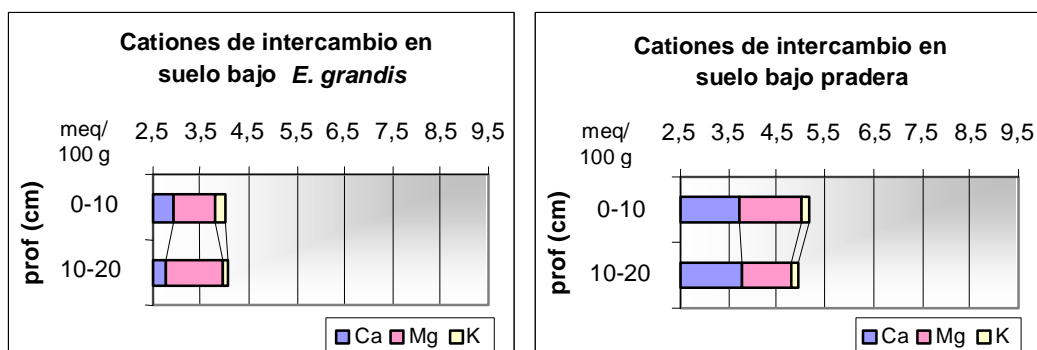


Gráfico 5: Cationes de intercambio del suelo en el Sitio B, según uso y profundidad

En el sitio B solamente el Ca presenta valores significativamente más bajos en el eucalipto que en la pradera. Los cambios no son consistentes en lo que respecta a Mg y K: mientras que en la profundidad de 0-10 cm el Mg presenta valores menores en el eucalipto respecto a la pradera, a la profundidad de 10-20 cm los valores de Mg en el eucalipto son superiores. En cambio, a la profundidad de 0-10 cm el K presenta valores levemente superiores en el suelo del eucalipto, en tanto que a mayor profundidad esta tendencia se invierte.

En síntesis, con respecto a los cationes intercambiables, solamente el Calcio presenta tendencias consistentes en los dos sitios, con valores medios más bajos en el suelo del eucalipto. Estos resultados son coincidentes con otros trabajos: Leite et al (2002) en Brasil, Ligier et al (1997) en Corrientes y Doubek y Dümig (2000) en Entre Ríos detectan reducciones de Ca intercambiable en el horizonte superficial del suelo mineral bajo forestaciones de eucalipto.

En la Tabla 1 se comparan los valores medios de pH registrados en los dos sitios, según los diferentes usos. Si bien las diferencias entre usos varían según el sitio, en ambos sitios se comprueba una reducción del pH a ambas profundidades.

Tabla 1: pH actual (H₂O) y según sitio, uso y profundidad

Profundidad	Sitio A		Sitio B	
	Eucalipto	Pradera	Eucalipto	Pradera
0 - 10	4.20	5.61	4.77	5.40
10 - 20	4.23	5.63	4.72	5.47

De acuerdo a Pritchard (1979) la mayoría de los suelos forestales son entre moderada- y extremadamente ácidos, con pH que varían entre 6,5 y 3,5. En el caso de las forestaciones, si bien se observa una tendencia a la reducción en el pH, la magnitud de los cambios respecto a otros usos del suelo es variable, tal como se observa en la siguiente Tabla, que resume la información publicada por diferentes autores.

Tabla 2: Efecto de las forestaciones sobre el pH (H₂O) del suelo

Autor, año	Localización; edad de la plantación	Especie forestal	pH bajo uso de referencia (prof 0-20 cm)	pH bajo forestación (prof 0-20 cm)
INTA Concordia	Entre Ríos, Argentina; 11 años	<i>Eucalyptus grandis</i>	5,4 - 5,6	4,2 - 4,7
Carrasco-Letelier et al, 2004	Paysandú, Uruguay; mayor de 20 años	<i>Eucalyptus sp.</i>	5,5	5,2
Leite et al, 2002	Brasil; 21 años	<i>Eucalyptus sp.</i>	5,09	4,64
Ligier et al, 1997	Corrientes, Argentina; 20 años	<i>Eucalyptus grandis</i>	4,7 - 5,0	4,2 - 4,7
Rohades y Binkley, 1996	Hawaii, USA; 8 años	<i>Eucalyptus saligna</i>	5,9	5,0
Farley et al, 2004	Cotopaxi, Ecuador; 10 años	<i>Pinus radiata</i>	5,5	5,0

Jobbagy y Jackson (2003) indican como posibles mecanismos de acidificación del suelo después del establecimiento de forestaciones en suelos de pastizales: 1) la entrada de ácidos orgánicos, 2) la respiración del suelo con el consecuente aumento del ácido carbónico, 3) el secuestro y la redistribución de cationes en el ecosistema. Cuál de estos mecanismos domina en cada caso, parece depender de diferentes factores, entre ellos la especie. Mientras que en el caso de las coníferas uno de los mecanismos dominantes sería la liberación de ácidos producidos por la descomposición del mantillo y el consecuente lixiviado de bases como el Ca (Alifragis, 2004), en el caso de los eucaliptos, el patrón de reducción de pH indicaría que la acidez está principalmente determinada por la extracción de cationes del complejo de intercambio, su redistribución en el ecosistema (Jobbagy y Jackson, 2003), y su reemplazo en la solución del suelo por protones que son aportados por las raíces de las plantas para neutralizar las cargas negativas (Veerhof et al, 1996, en Doubek y Dümig, 2000).

Resumiendo, al comparar las propiedades químicas de suelos bajo forestaciones de eucalipto con suelos de pradera en la región noreste de Entre Ríos se observaron tendencias definidas en el contenido de Calcio intercambiable y en los valores de pH.

En cuanto a las propiedades físicas de los suelos bajo uso forestal, no se han encontrado efectos negativos durante la fase de desarrollo de las forestaciones; por el contrario, en uno de los sitios se han determinado valores de densidad aparente menores bajo la plantación de eucalipto que bajo pradera, lo que coincide con otros estudios realizados en la región (Doubek y Dümig, 2000). Entre las causas a las cuales se atribuye el efecto mejorador de las propiedades físicas del suelo en sistemas forestales son: (i) la presencia de la hojarasca, que estimula la actividad de la fauna del suelo, y (ii) los efectos beneficiosos de los canales radicales en la porosidad total y en la macroporosidad (Noble y Randall, 1998). Sin embargo, las actividades de cosecha forestal pueden resultar en modificaciones de las características físicas del suelo (Monteiro, 1990;



Fernández, 2002), dependiendo la magnitud de los cambios de las características propias de los suelos y de su susceptibilidad a la compactación, así como de la forma en que se implementen las operaciones de cosecha.

Los efectos negativos de las plantaciones sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, pueden ser previstos y minimizados en base a la adopción de algunas medidas.

En el proceso de producción de biomasa las plantas extren los nutrientes del suelo. La concentración de los mismos varía según la fracción de biomasa que se considere: así por ejemplo, la corteza, las ramas finas y el follaje de los eucaliptos presentan mayores concentraciones de nutrientes que la fracción de biomasa que corresponde al fuste sin corteza (Frangi et al, 2000). Por tal motivo, se considera una buena práctica no realizar la cosecha del árbol entero, dejando las ramas finas y el mantillo distribuidos en el campo. Habida cuenta que la cantidad de calcio contenida en la corteza supera a la existente en el fuste sin corteza (Frangi, 2000; Goya et al, 1997), el descortezado en el campo de los fustes cosechados permitiría reintegrar al suelo parte de los minerales utilizados por la planta. La práctica de mantener los residuos de cosecha alterando el mínimo posible su características y disposición, a la que en Brasil se denomina “convivencia con los residuos vegetales”, tiene como objetivo economizar operaciones y al mismo tiempo reducir los daños al suelo (Gonçalves et al, 2002). Los mismos autores indican que el descortezado en el campo de los fustes es una práctica de gran relevancia en términos de preservación del suelo por la protección contra la erosión y la compactación y en la reducción de exportación de nutrientes del ecosistema. Actualmente la EEA Concordia INTA, conjuntamente con empresas e instituciones del sector, lleva adelante en la región noreste de Entre Ríos estudios que evalúan el efecto de diferentes prácticas de manejo de los residuos de cosecha sobre el crecimiento de las plantas, la humedad edáfica y las propiedades físicas y químicas del suelo.

Siendo la construcción de caminos, las operaciones de cosecha, y la instalación de la forestación luego de la cosecha las actividades con mayor potencial de impacto sobre la productividad del sitio (Fernández, 2002), se debe poner especial cuidado desde el momento de planificación de las mismas y particularmente al momento de su implementación. Las medidas para mitigar los efectos de la cosecha sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, han sido analizadas en detalle por Fernández (2002).

2.2 El consumo de agua: dos escalas de evaluación

Las plantaciones forestales, en particular las forestaciones realizadas con especies de eucalipto, son cuestionadas por presentar “graves impactos sobre el agua (superficial y subterránea)” (Carrere, 2006). El citado autor atribuye a las forestaciones la reducción del nivel del agua de arroyos y cañadas, y el secado de pozos en diferentes regiones de Uruguay. Asimismo otros autores adjudican a las forestaciones de eucaliptos altos consumos de agua e impactos negativos sobre su abastecimiento (Keenan et al, 2006).

La forma en que los bosques afectan el caudal de ríos y arroyos ha sido analizada por diferentes autores. Ya en 1967, Hibbert (en Bosch y Hewlett, 1982) concluía que la reducción de la cobertura forestal incrementa el aporte de agua a una cuenca, y viceversa, que la transformación a bosque de un área ocupada previamente por vegetación dispersa disminuye el aporte de agua de la misma. Posteriormente Bosch y Hewlett (1982) indicaban que los bosques, las áreas arbustivas, y las praderas (en ese orden) tienen una influencia decreciente en el aporte del agua de las áreas que cubren. Como resultado de su estructura vegetal, las copas de los árboles y arbustos (nativos o implantados) interceptan mayores cantidades de agua que una pradera.

Para una mejor comprensión del efecto de las plantaciones forestales sobre el ciclo hidrológico es necesario determinar los flujos que componen el balance hídrico en un bosque. En este tipo de ecosistemas, una fracción del agua de la precipitación es **interceptada** por la copa, evaporándose directamente a la atmósfera sin llegar al suelo. El agua que llega al piso forestal (**precipitación neta**), ya sea por transcolación entre las copas o por flujo caulinar, **infiltra** saturando el suelo o **escurre** en forma superficial alimentando los cursos de agua. El agua que infiltra en el suelo es absorbida por las raíces, trasladada a través del xilema hacia las hojas donde es utilizada en el proceso de fotosíntesis para la formación de biomasa, siendo **transpirada** hacia la atmósfera. La suma de la fracción de agua transpirada y la evaporada directamente desde la planta conforman la **evapotranspiración**. El agua que no es absorbida por las plantas, **percola** hasta alcanzar la freática. La proporción de cada uno de estos flujos respecto a la precipitación bruta depende de diferentes factores, tales como la estructura del bosque, las características del follaje, del tronco y de la corteza, las características del sitio, la pendiente del terreno, la estructura de la plantación, el manejo silvicultural, y las actividades de aprovechamiento como así también de las características climáticas y edáficas.

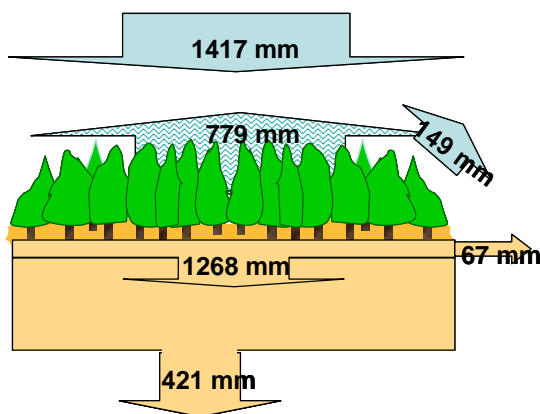


Ilustración 1: Balance hídrico en *Eucalyptus grandis*, abril 2003 - marzo 2004. (Tesón y Frangi, en elab.)

Los flujos que componen el balance hídrico de forestaciones de *Eucalyptus grandis* de 11 años ubicadas en la región de Concordia, Entre Ríos están siendo actualmente estudiados por Tesón y Frangi (en elab.). Los citados autores determinaron que sobre 1417 mm de precipitación bruta correspondientes al período abril 2003 a marzo 2004, 149 mm (10,5%) fueron interceptados y evaporados directamente a la atmósfera. Los restantes 1268 mm (89,5%) (precipitación neta) llegaron al suelo como trascolación (84,3%) o flujo caulinar (5,2%). De la precipitación neta, 421 mm percolaron en profundidad y 67 mm escurrieron superficialmente. Se estima que 779 mm fueron transpirados por la planta en el proceso de producción de biomasa (Ilustración 1).

Los valores determinados en la región de Concordia coinciden con los indicados en estudios realizados por otros autores en forestaciones de eucaliptos en otras regiones, tal como se observa en la Tabla 3. En la Tabla 4 se presentan antecedentes sobre valores diarios de transpiración en plantaciones de eucaliptos.

Especie	Edad	P (mm)	PN (%)	I (%)	Referencia
<i>E. saligna</i>	6 años	1400	83,6	122	Lima, 1996
<i>E. grandis</i>	9 años	1396	88,0	10,8	Soares et al., 2001
<i>E. grandis</i>	11 años	1417	89,5	10,5	Teson y Frangi (en elab.)

Tabla 3: Flujos hídricos en plantaciones de eucaliptos. P: precipitación bruta; PN: precipitación neta; I: interceptación.

Especie	Edad (años)	Transpiración (mm/día)	Referencia	Método
<i>E. grandis</i>	9	1,1- 5,8	Soares and Almeida, 2001.	PM
<i>E. grandis</i>	9	2,0 – 4,0	Dye, 1996	SF
<i>E. grandis</i>	5	4,3	Myers et al., 1996	SF
<i>E. grandis</i>	3	8	Myers et al., 1996	SF
<i>E. grandis</i>	s/d	3,02 – 3,50	Nosetto et al., 2004	AI

Tabla 4: Valores de transpiración diaria de plantaciones de eucaliptos. Las siglas en Método corresponden a Penman-Monteith (PM), a flujo de savia (SF) y a análisis de imágenes satelitales por el método simplificado (AI)



Sintetizando, los bosques presentan mayor intercepción que las pasturas. El aumento de esta componente del balance hídrico va en detrimento del flujo correspondiente al escurrimiento superficial, que es la fracción que contribuye en forma directa al flujo de los arroyos y ríos. Además, en términos generales, los cultivos anuales de secano y las pasturas utilizan menos cantidad de agua que la vegetación perenne, debido a que tienen estaciones de crecimiento más cortas y sistemas radiculares menos profundos, que exploran una menor proporción del suelo (Keenan et al, 2006).

Si bien el balance hidrológico explica el mayor consumo de agua a nivel de lote, a fin de comprender en qué medida las plantaciones forestales impactan sobre el abastecimiento de agua, es necesario conocer, a la escala de cuenca hidrográfica, cuáles son los cambios producidos por la actividad humana en la cuenca, y de qué manera estos cambios influyen, en su conjunto, sobre el caudal de los ríos y la calidad de las aguas.

En términos generales, se estima que, ceteris paribus, existe una respuesta proporcional entre la superficie forestada y los cambios en los aportes de agua que se producen en la cuenca. Sin embargo, en cuencas menores a 1000 ha, que cuentan con menos del 20% de forestación, no se detectan cambios significativos en el aporte de agua por efecto de las plantaciones (Bosch y Hewlett, 1982; Australian Government, 2003). En las cuencas mayores, la irregularidad en la distribución de las precipitaciones no permite establecer tendencias definidas.

A fin de evaluar en qué medida las forestaciones afectan el caudal de los cursos de agua Fahrley et al (2005) analizan en diferentes países 26 cuencas forestadas, en un rango variable entre el 20% y el 100% de la superficie de la cuenca (en 21 cuencas la superficie forestada superaba el 75 % de la cuenca). Los autores concluyen que los cambios en el escurrimiento superficial varían en función de la precipitación media anual, siendo el efecto de las forestaciones mayor en los sitios más secos. Para el rango de precipitaciones entre 1250 mm y 1500 mm (rango de precipitación media anual para el noreste de Entre Ríos) la reducción del escurrimiento superficial alcanza valores entre el 25 % y el 30%. Las variaciones en el escurrimiento superficial son mayores cuando las forestaciones reemplazan a praderas que cuando sustituyen áreas arbustivas. El efecto de las plantaciones varía con la edad, siendo menor en las plantaciones de hasta 5 años.

Cabe destacar que en las cuencas de los arroyos que drenan hacia el río Uruguay en el noreste de Entre Ríos, el área ocupada por plantaciones forestales no supera en promedio el 13,5 % de la superficie de las cuencas. Sólo en cuatro de las 18 cuencas en las que se han dividido los cursos que desaguan en el río Uruguay en la citada región, la proporción de la cuenca ocupada por forestaciones supera el 20%. En estas cuencas se confirma asimismo la transformación de praderas y montes seminaturales, que han sido objeto de uso ganadero por varios siglos, a usos agrícolas no forestales. Estos cambios en el uso de la tierra, y en particular las transformaciones de paisajes naturales a usos agrícolas, pueden también alterar la evapotranspiración, la humedad del suelo y el aporte en términos de cantidad y calidad de agua en la cuenca y el caudal de los ríos (Foley, 2004). El análisis crítico de la alteración de la cantidad y calidad de las aguas debe, por lo tanto, tener en cuenta el conjunto de los cambios en el uso del suelo operados en las cuencas de la región y considerar posibles medidas de mitigación, las que deberían instrumentarse tanto a escala de rodal (en forestaciones) o de lote (en otros usos), como a escala de cuenca.

En el caso de las plantaciones, se propone la adopción de algunas prácticas. A escala de rodal, conviene utilizar especies eficientes en el uso del agua (el eucalipto es considerado una de ellas), y tener en cuenta que las rotaciones que tienen por destino la producción de madera aserrada son preferibles en cuanto a su efecto sobre el agua que las que tienen por destino la obtención de madera para triturado (Forest Industry Environmental Comitee, 2002). A través del manejo silvicultural, las actividades de poda y raleo pueden reducir temporariamente el uso de agua en la forestación (Australian Government, 2003). A nivel de predio o de cuenca, se propone mantener partes de los mismos con áreas de praderas, planificar la forestación para mantener rodales de diferentes edades, y evitar las plantaciones cercanas a los cursos de drenaje (Australian Government, 2003).

2.3 La Diversidad biológica

Por "diversidad biológica" se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Ley Nac. 24375, Aprobación del Convenio sobre la Diversidad Biológica).

Entre las principales causas de pérdida de diversidad biológica se menciona la transformación de áreas naturales a otros usos del suelo. Otras causas, como la fragmentación o las invasiones biológicas, si bien importantes, parecen tener menor impacto que la citada en primer lugar (Fahrig, 2002) o efectos más difíciles de predecir (Wiegand et al, 2005).



El impacto sobre la diversidad biológica que producen las plantaciones forestales con especies de rápido crecimiento ha sido un tema controversial: mientras algunos autores argumentan que las forestaciones tienen por efecto una disminución de la diversidad biológica, otros estudios concluyen que las plantaciones de eucaliptos pueden favorecer la regeneración de especies del sotobosque en áreas degradadas o aumentar las poblaciones de especies animales (Bouillet y Bernhard-Reversat, 2001). Stephens y Wagner (2005) a partir de una revisión bibliográfica sobre diversidad biológica y plantaciones forestales concluyen que el efecto de las forestaciones es altamente variable, dependiendo del ecosistema que se tome como referencia. Así por ejemplo, la diversidad biológica es menor en plantaciones cuando éstas se comparan con bosques naturales, pero es mayor en las forestaciones cuando éstas se contrastan con usos más intensivos del suelo, como la agricultura. Según los mismos autores, para establecer los efectos las forestaciones deben ser comparadas con los usos del suelo alternativos en una región.

En la región noreste de Entre Ríos, si bien originalmente las forestaciones se realizaron sobre áreas de praderas seminaturales y sabanas arbustivas con uso ganadero, en la actualidad los usos de referencia respecto a los cuales debe tener lugar la comparación son usos más intensivos, tal como la agricultura y las pasturas implantadas. Esta aseveración se justifica en las transformaciones en el uso del suelo operadas recientemente.

En el Gráfico 6 se observan los cambios en el uso del suelo en las “cuencas de El Palmar” (Micou, 2003), entre los años 2000 y 2004.

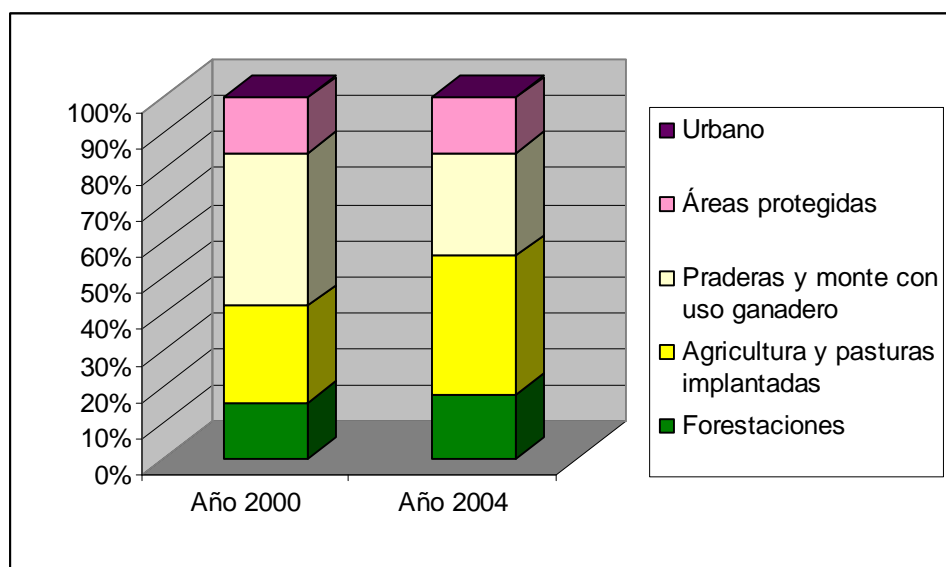


Gráfico 6: Superficie (en %) ocupada según uso del suelo en las cuencas de los Arroyos El Palmar y en los años 2000 y 2004.. Fuente: Micou, 2003 y elab. propia.

Mientras que la superficie forestada aumentó entre 2000 y 2004 un 2,3% (de 15,2% a 17,5% de la superficie total de la cuenca), la agricultura y la ganadería intensiva incrementaron su participación en un 11,6% (de 27% a 38,6%). Ello a su vez significó una reducción del área de praderas y montes seminaturales de uso ganadero.

Las diferentes aristas que definen la diversidad biológica de una región, y las complejas interacciones derivadas de los rápidos cambios en el uso del suelo, no permiten aún establecer claramente los efectos de las forestaciones y demás usos del suelo sobre el conjunto de especies y comunidades que integran la biodiversidad. Además, si bien existe una tendencia generalizada a analizar el efecto sobre los grupos de fácil relevamiento (como plantas vasculares, aves o lepidópteros), éstos no siempre son buenos indicadores de lo que sucede con otros grupos taxonómicos (Smith et al, 2005).

Hasta tanto se disponga de información detallada y consistente, derivada de trabajos de investigación, el principio de precaución guía o faculta la adopción de determinadas decisiones por parte del responsable del manejo forestal.


Así por ejemplo, en base a la revisión bibliográfica y al estado de conservación en el que se encuentran las especies de aves y mamíferos que integran la fauna silvestre de la región, se han identificado especies de alto valor de conservación. En las Tabla 5 y Tabla 6 se indican las especies de mamíferos y aves identificadas, para la región noreste de Entre Ríos. Las ilustraciones siguientes presentan, a modo de ejemplo, las características de algunas de las especies identificadas, su hábitat y área de dispersión.



Nombre vulgar	Nombre científico	Categoría CITES/ Libro rojo
Yaguarundi	<i>Herpailurus yaguarondi</i>	II/ RB (pv)
Lobito de río	<i>Contra longicaudis</i>	I/ EP
Gato montés	<i>Oncifelis geoffroyi</i>	I/ RB (pv)
Gato del pajonal	<i>Lynchailurus colocolo</i>	II/ VU
Zorro de monte	<i>Cerdocyon thous</i>	II/ RB (pv)
Corzuela	<i>Mazama gouazoubira</i>	-/ VU
Vizcacha	<i>Logotomus</i>	-/ RB (pv)

Tabla 5: Especies de mamíferos de alto valor de conservación. Categorías CITES: I: comercio internacional prohibido; II: comercio internacional regulado. Categorías Libro rojo de mamíferos amenazados de la Argentina (SAREM, 2000): EP: en peligro; VU: vulnerable; RB (pv): bajo riesgo, potencialmente vulnerable.

NC: *Herpailurus yaguarondi*

NV: Yaguarundi




Front Hind

Fuente: www.iwokrama.org/mammals/guides/carn0.html

CITES: I
UICN: LR
Libro Rojo: -
NSS: G4



- Permanent Resident
- Breeding Resident
- Nonbreeding Resident
- Passage Migrant
- Uncertain Status
- Introduced
- Vagrant
- Extirpated/Extinct
- Historical
- National boundary
- Subnational boundary
- River
- Water body

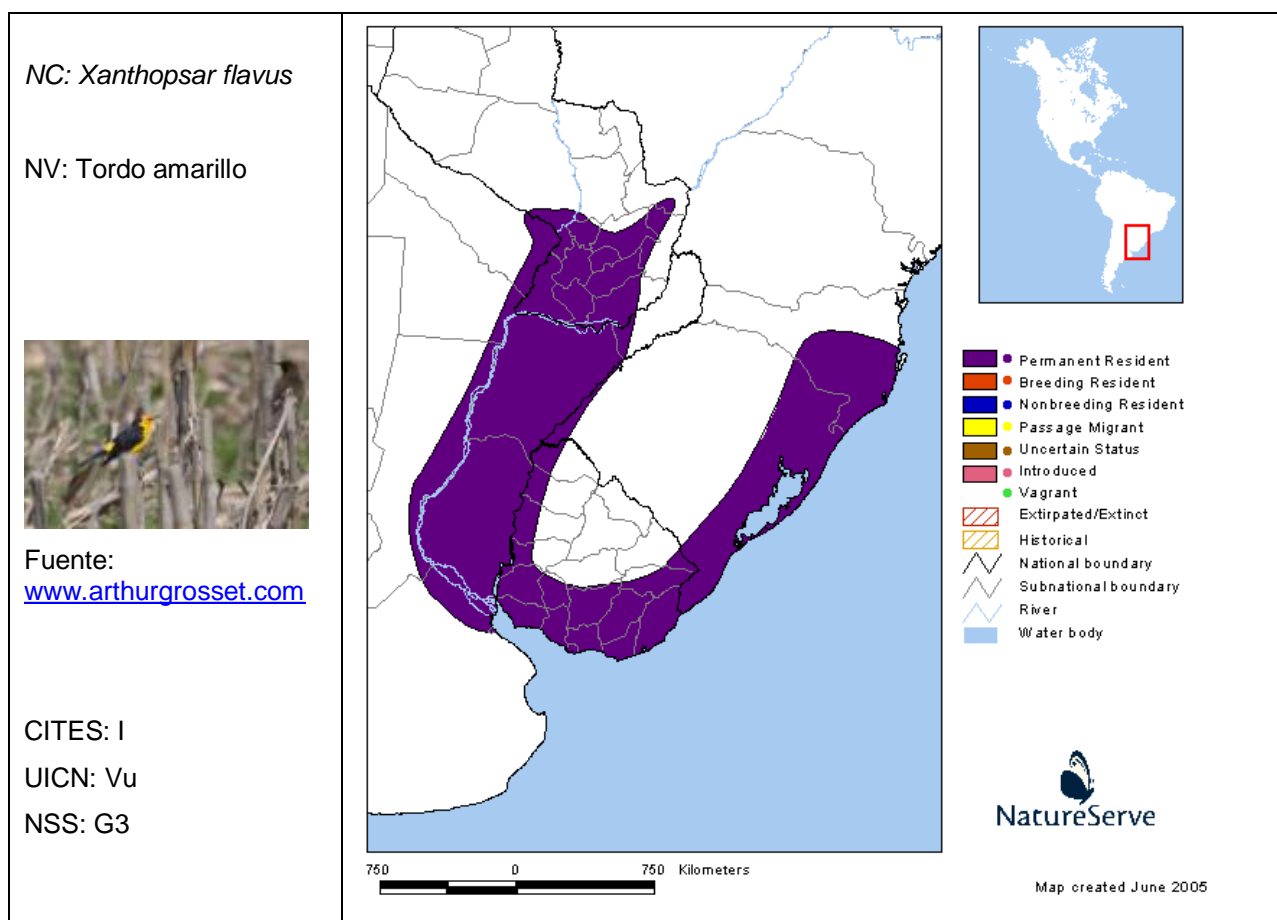
750 0 750 Kilometers

NatureServe
Map created June 2005



Nombre vulgar	Nombre científico	Categoría Birdlife
Tordo amarillo	<i>Xanthopsar flavus</i>	VU
Halcón peregrino	<i>Falco peregrinus</i>	NT
Ñandú	<i>Rhea americana</i>	NT
Capuchino de collar	<i>Sporophila zelichi</i>	CR
Capuchino de pecho blanco	<i>Sporophila palustris</i>	EN
Capuchino de corona gris	<i>Sporophila cinnamomea</i>	VU
Capuchino castaño	<i>Sporophila hipochroma</i>	NT
Capuchino garganta café	<i>Sporophila ruficollis</i>	NT
Cardenal amarillo	<i>Gubernatrix cristata</i>	EN
Yetapá de collar	<i>Alectrurus risora</i>	VU
Monjita dominicana	<i>Xolmis dominicanus</i>	VU
Tachurí canela	<i>Polystictus pectoralis</i>	NT
Atajacaminos de ala negra	<i>Eleothreptus anomalus</i>	NT

Tabla 6: Especies de la avifauna de alto valor de conservación. Categorías según UICN y BirdLife internacional (2004): CR: en peligro crítico; EN: en peligro; VU: vulnerable; NT: casi amenazado; LC: preocupación menor; DD: datos insuficientes;



La identificación y la conservación de áreas de hábitat para estas especies es una medida propuesta en los manuales de buenas prácticas forestales (Forest Industry Environmental Comitee, 2002). Esta medida debería ser adoptada, tanto a nivel de predio como a escala de paisaje.

Otras medidas para la conservación de la biodiversidad que forman parte de las buenas prácticas de manejo forestal incluyen el mantenimiento de las áreas de vegetación riparia y humedales, la conservación de los ambientes de valor especial, la adopción de medidas para evitar las invasiones biológicas y la identificación a nivel de paisaje de sitios de valor especial y la conformación de corredores de diversidad biológica a través de la continuidad de los parches de vegetación natural. Por otra parte, variables tales como la fertilidad del sitio, la edad de la forestación, el material genético utilizado en la forestación, el tamaño y la estructura del rodal y el manejo silvicultural afectan a la diversidad biológica en el rodal (Benhard-Reversat, 2001) y deberían ser factores tenidos en cuenta al planificar las forestaciones.

3 Aspectos económicos y sociales

Una de las características principales de las cadenas forestales es su fuerte integración vertical en el territorio. Como la madera es un producto de baja relación precio/volumen, la industria de procesamiento se ve obligada a ubicarse en las cercanías de las fuentes de abastecimiento de materia prima –las plantaciones forestales– con el fin de disminuir los costos de flete. Existe además una fuerte interrelación entre el tipo de materia prima que se produce, en cuanto a cantidad y calidad, y el tipo y magnitud de la industria de procesamiento y reprocesamiento que integra la cadena, y consecuentemente del grado de desarrollo de la misma. Esta integración en el territorio, que favorece el agregado de valor en la misma región, y por lo tanto contribuye al desarrollo local, resalta la necesidad del enfoque por cadena al analizar los efectos económicos y sociales de las forestaciones.

En la Ilustración 2 se presentan en forma sintética los diferentes segmentos que conforman la cadena de valor Eucalipto en la región de análisis. Incluye los segmentos de producción primaria, industrias de primera y segunda transformación, comercialización y sectores de apoyo (provisión de insumos, servicios, tecnología, etc.).

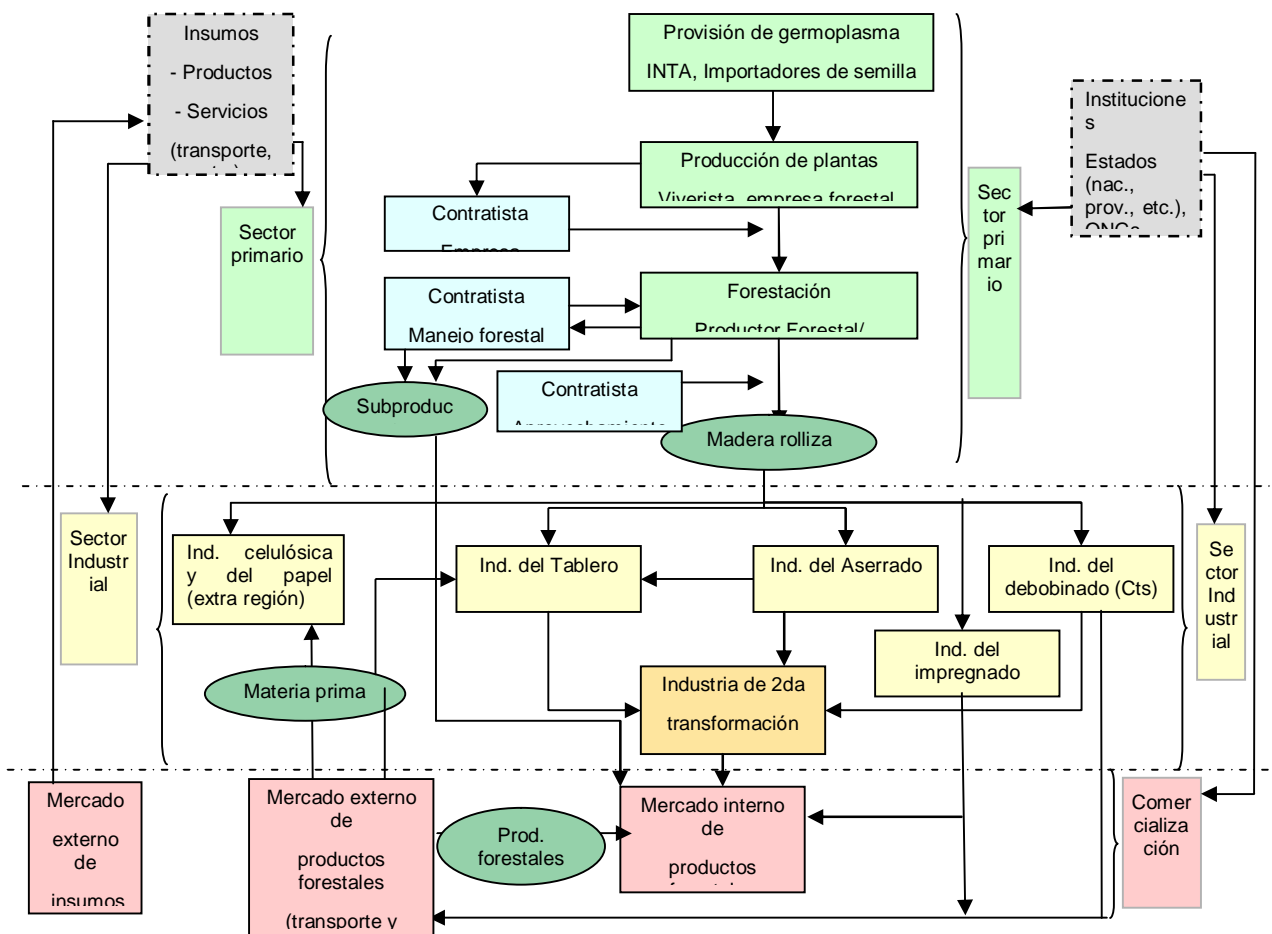


Ilustración 2: Cadena Eucalipto en Mesopotamia



De acuerdo a información 2004, la zona del río Uruguay de la provincia de Entre Ríos (incluye departamentos Federación, Concordia, Colón, San Salvador, Uruguay y Gualeguaychú) cuenta con 101.200 hectáreas forestadas (1,9% de la superficie total de la provincia), de las cuales el 92% corresponde a forestaciones de eucaliptos, y el 8% a forestaciones de pinos (Brizuela, com pers.). Estas forestaciones se ubican sobre la franja de suelos correspondientes a las terrazas del río Uruguay, en predios de propiedad privada. De acuerdo al CNA 2002 (INDEC, 2002), en la zona del Río Uruguay en Entre Ríos existen 1164 EAPs que cuentan con plantaciones forestales. Del segmento de producción primaria participan también empresas de servicios que realizan diferentes tareas, desde la producción de plantas para la plantación forestal (viveros forestales) hasta las operaciones de cosecha.

En cuanto al segmento de la industria de primera y segunda transformación, de acuerdo a datos del relevamiento de industrias forestales 2001, en los departamento de la zona del río Uruguay en Entre Ríos funcionaban 2 líneas de producción de tableros de partículas (aglomerado), 1 línea de producción de tableros de fibra (MDF), 10 empresas de impregnación y un total de 121 aserraderos (en su mayoría pymes), que producían cajones (51 establecimientos), pallets (22 establecimientos) y tablas (48 establecimientos). El 83% de los aserraderos procesaban en 2001 exclusivamente madera de eucalipto. Más de la mitad de los aserraderos que producían tablas, realizaban remanufactura de la madera aserrada, elaborando productos de mayor valor agregado, como machimbre, molduras, vigas multilaminadas o material para la apicultura (Mestres, 2002). Además la región abastecía de madera a la planta de celulosa ubicada en Capitán Bermudez (eb.).

En los años posteriores al relevamiento citado hasta la fecha, el sector industrial ha crecido, no sólo en lo que respecta al número de establecimientos, sino también a través de la inversión en tecnología de aserrado y secado, y en la instalación de líneas de remanufactura.

El sector de la industria forestal contribuye con el 14% del PBG industrial de Entre Ríos, con lo cual la industria forestal es la tercera agroindustria en importancia en la provincia, después de la actividad frigorífica y la molinera. Cabe destacar además que el valor agregado en las manufacturas de productos de madera supera el 42% del valor de la producción, en tanto que el valor que se agrega en la manufactura de productos alimenticios y bebidas corresponde sólo al 21,3 del valor de la producción (INDEC, 1994).

Los productos forestales producidos en la región abastecen principalmente al mercado interno. Sin embargo, en 2004 el valor FOB de las exportaciones de productos agroindustriales que utilizan madera como materia prima representaron, por si solos, el 8,3 % de valor total de exportaciones de la provincia. Este monto significó a su vez casi el 19% del valor de productos agroindustriales exportados desde Entre Ríos.

Ligadas al sector existen empresas proveedoras de insumos para los diferentes segmentos de la cadena, así como instituciones privadas y estatales que contribuyen al crecimiento del sector a través del desarrollo de tecnología o de la promoción de la actividad.

En cuanto a la importancia del sector como generador de empleo, la actividad de aserrado en Entre Ríos ocupaba en 2001, por si sola, más de 1500 trabajadores (Mestres, 2002). Con respecto a la creación de empleo en el sector de las forestaciones, de acuerdo a un estudio realizado recientemente en forma conjunta entre el Centro de Estudios e Investigaciones Laborales del CONICET y el INTA, la actividad genera, según el perfil tecnológico que se aplique, entre 2,00 y 2,79 puestos de trabajo permanentes cada 100 ha forestadas, valores superiores a los que presentan otros usos del suelo como la ganadería, la producción de soja o de arroz. Ello ha significado la creación en el año 2004 de más de 1400 empleos directos en el noreste de Entre Ríos.

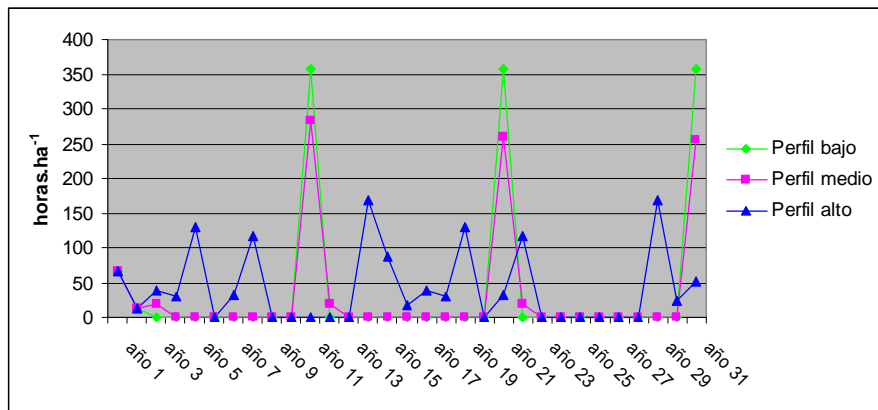


Gráfico 7: Distribución de la demanda de mano de obra a través del ciclo forestal, según perfil tecnológico, en Entre Ríos.



El citado trabajo concluye además que las plantaciones forestales correspondientes a un perfil tecnológico alto, bajo manejo intensivo para la producción de madera sólida de calidad, debido a la mayor frecuencia de tratamientos silviculturales como podas y raleos, presenta mayores requerimientos de mano de obra, de mayor calificación, y mejor distribuidos en el tiempo (Gráfico 7).

En síntesis, las plantaciones forestales han favorecido la creación, en sus alrededores, de un polo industrial que contribuye a la economía provincial. El manejo de las forestaciones para la producción de madera de calidad, además de generar mayores niveles de empleo, permite el agregado de valor, lo que favorece al desarrollo de la cadena forestal y el crecimiento de la economía regional.

4 Conclusiones

Como toda actividad humana que hace uso del suelo y de los recursos naturales, la actividad forestal produce impactos –negativos y positivos- sobre el medio ambiente.

La información indica que la tendencia y magnitud de los cambios producidos por las forestaciones son variables y dependen de diversos factores. Es por ello conveniente disponer de información generada localmente.

Una correcta evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales, y la implementación de medidas para la gestión responsable de los mismos (sean éstos negativos o positivos) requiere trabajar simultáneamente a varias escalas: a la escala de lote o rodal, a la escala de predio, y a la escala de paisaje.

El análisis de la dimensión ambiental del uso de la tierra requiere enfoques multidisciplinarios y complejos; los conflictos respecto al ordenamiento del territorio deben dirimirse con la participación de la comunidad.

En base a la información analizada, el manejo de las plantaciones para la producción de madera sólida es una práctica aconsejable desde el punto de vista de la conservación del agua, la generación de mano de obra y la producción de materia prima que admite el agregado de valor en la cadena.

5 BIBLIOGRAFÍA

ALIFRAGIS, D.; PAPAIOANNOU, A. y ORFANOUDAKIS, M. (2004): Changes of surface soil characteristics of an inceptisol under 40-year conifer plantation. Eurosoil 2004, 4 –12 de septiembre. Friburgo, Alemania.

En la web: http://kuk.uni-freiburg.de/hosted/eurosoil2004/full_papers/id184_Alifragis_full.pdf Consultada el 5/4/05.

AUSTRALIAN GOVERNMENT (2006): The impact of forest plantations on water yield, a statement clarifying key scientific issues. Verv pg web

BERNHARD-REVERSAT, F. (Ed.), 2001. Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo Savanna: with special reference to Eucalypts, 71 p. CIFOR, Bogor, Indonesia. En la web: www.cifor.cgiar.org/docs/ref/publications/areports/english2001/rehabilitating.htm

BOSCH, J.M. y HEWLETT, J.D.(1982): A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. Journal of Hydrology, 55 (1982):3-23

BOUILLET, J.P.y BERNHART-REVERSAT, F. (2001): Geneal objectives and sites. En: Bernhard-Reversat, F. (Ed.), 2001. Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo Savanna: with special reference to Eucalypts, 71 p. CIFOR, Bogor, Indonesia. En la web: www.cifor.cgiar.org/docs/ref/publications/areports/english2001/rehabilitating.htm

CARRASCO-LETELIER L., EGUREN, G.; CASTIÑEIRA, C.; PARRA, O. y PANARIO, D. (2004): Preliminary study of prairies forested with Eucalyptus sp. At the northwestern Uruguayan soils. Environmental pollution 127, 49-55. Elsevier. Disponible en: <http://ecotox.fcien.edu.uy/2004%20ENPO%20127.pdf> consultada el 22/3/05.

CARRERE, R. (2006): Maquillaje verde. Análisis crítico de la certificación de monocultivos de árboles en Uruguay por el FSC. Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales. Montevideo, Uruguay.

DÍAZ, G. B. y OJEDA, R. A. (Ed.) (2000): Libro Rojo de Mamíferos Amenazados de la Argentina, SAREM (Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos), 106 pp

DOUBEK, R y DÜMIG, A. (2000): Auswirkungen von *Eucalyptus grandis* - Plantagen auf ausgewählte physikalische und chemische Bodeneigenschaften in der Provinz Entre Ríos, Argentinien. Diplomarbeit. Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Forstwirtschaft.

DYE, P. J.(1996): Response of Eucalyptus grandis trees to soil water deficits. Tree Physiology 16. Pp 233-238.



- FAHRIG, L. (2002): Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: A síntesis. Ecological applications (Ecol. appl.) 2002, vol. 12, no2:346-353
- FAHRLEY, K. A., JOBBÁGY y E. JACKSON, R. (2005): Effects of afforestation on water yield: a global synthesis with implications for policy. Global Change Biology (2005) 11:1565-1576
- FERNANDEZ, R. (2002): Estrategias para minimizar los impactos de la cosecha forestal. Balance de nutrientes y condiciones físicas del suelo. En Actas Jornadas Forestales de Entre Ríos. INTA-AIANER. Concordia.
- FOLEY, J. A., KUCHARIK, C. J., TWINE, T. E. y COE, M. T. (2004): Land use, land cover, and climate change across the Mississippi basin: impacts on selected land and water resources. ecosystems and land use change. Geophysical Monograph, American Geophysical Union. Series 153.
- FOREST INDUSTRY ENVIRONMENTAL COMITEE (2002): Environmental guidelines for comercial forestry plantations in South Africa. Second Edition. Forestry South Africa. Rivonia.
- FOX, T. R. (1995): The influence of low-molecular-weight organic acids on properties and processes in forest soils. En: McFee, W. W. y Kelly, M. (Ed.)(1995): Carbon forms and functions in Forest Soils. Soil Science Society of America. Madison, Wisconsin. USA.
- FRANGI, J.; GOYA, J. F.; BIANCHINI, F.; LUY, A. M.; LAROCCA; F. Y MARCÓ, M. A. (2000): Ciclo de Nutrientes en Plantaciones de *Eucalyptus grandis* en la provincia de Entre Ríos. Informe Final PIA 11/96. Proyecto Forestal de Desarrollo. SAGPyA-BIRF. LISEA/UNLP-INTA/EEA Concordia (manuscrito). 65 pgs.
- GONÇALVES, J. L. de M. y STAPE, J. L. Ed. (2002): Conservação y cultivo de solos para plantações florestais. IPEF. Piracicaba.
- 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. En: XII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia.
- GROVE T. S., A. M. O'CONNELL, D. MENDHAM, N. J., BARROW y RANCE S. J. (2001): Sustaining the productivity of tree crops on agricultural land in South-Western Australia. Report for the RIRDC/Land and Water Australia, FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program. Rural Industries Research and Development Corporation Publication Nº 01/09. En: <http://www.rirdc.gov.au>
- HIBBERT, A. R., (1967): Forest treatment effects on water yield. En: W.E. Sopper and H.W. Lull (Editors), Int. Symp. For. Hydrol., Pergamon, Oxford, 813 pp.
- INDEC (2002): Censo Nacional Agropecuario. INDEC. Buenos Aires.
- JOBBÁGY E. G. Y R. B. JACKSON (2003): Patterns and mechanisms of soil acidification in the conversion of grasslands to forests. Biogeochemistry 64: 205-229. Kluwer Academic Publishers. Holanda. En la web: <http://www.biology.duke.edu/jackson/bgc03.pdf>
consultada el 24/5/2004.
- KEENAN, R. J., GERRAND, A., NAMBIAR, S. y PARSONS, M. (2006): Plantations and water. Plantation impacts on stream flow. Revised edition. Science for decision makers. Australian Government. Bureau of Rural Sciences. Canberra.
- LEITE, F. P.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. Y NEVES, J.C.L. (2002): Alterations of chemical characteristics of soils from the Rio Doce Valley-MG, Brazil, by *Eucalyptus* plantations. En: International Conference on Eucalypt Productivity. EucProd. CRC-CSIRO. Hobart, Tasmania.
- LIGIER, H. D.; SANABRIA, C.; MENDEZ, M.A.; GIMENEZ, L. y VALLEJOS, O. (1997): Cambios en las condiciones físicas y químicas de un Kandiuult rodico bajo diferentes usos en la provincia de Misiones, Argentina. Convenio MAGIC-INTA. EEA INTA Corrientes.
- LIMA, W. de PAULA (1996). Impacto Ambiental del Eucalipto. Ed. da Universidade de São Paulo. 301 p.
- MESTRES, J. (2002): Relevamiento de industrias forestales primarias y plantaciones forestales de Entre Ríos 2001: Análisis de situación de la costa del río Uruguay. En: Actas Jornadas Forestales de Entre Ríos. INTA-AIANER. Concordia.
- MICOU, P. (2003): Riesgo ambiental por invasiones biológicas en una zona de alto valor de conservación. Las cuencas de El Palmar. Tesis de grado de Licenciatura en Geografía. UBA.
- MONTEIRO, A. A. y SANTOS PEREIRA, J. M. (1990): Impactes ambientais y sócio-económicos do Eucaliptal em Portugal. Instituto Superior de Agronomia. Departamento de Engenharia Florestal. Lisboa.



- MYERS, B.J., THEIVEYANATHAN, N.D., O'BRIEN, N.D., BOND, W.J. (1996): Growth and water use of *Eucalyptus grandis* and *Pinus radiata* plantations irrigated with effluent. *Tree Physiology* 16. Pp. 211-219.
- NOBLE y RANDALL (1998): How trees affect soils. RIRDC Publication No 98/16 RIRDC Project No CSL-3^a. En la web: www.rirdc.gov.au/reports/AFT/csl-3a.doc
- NOSETTO, M. D., JOBBÁGY, E. y PARUELO, J. (2005): Land-use change and water losses: the case of grassland afforestation across a soil textural gradient in central Argentina. *Global Change Biology* (2005) 11:1101-1117
- PRITCHED, W.L. (1979): Properties and management of forest soils. John Wiley & Sons. New York-Chichestre-Brisbane-Toronto-Singapore
- SMITH, G. F.; GITTINGS, T.; WILSON, M. et al (2005): Biodiversity and management across the forest cycle in even-aged Sitka spruce and ash plantations in Ireland. En: Biodiversity and conservation biology in plantation forest. Abstracts. Bordeaux, France.
- SOARES, J.V., ALMEIDA, A.C. (2001): Modeling the water balance and soil water fluxes in a fast growing *Eucalyptus* plantation in Brazil. *Journal of Hydrology*, 253. Pp. 130-147.
- STEPHENS, S. S.y WAGNER, M. R. (2005): Do plantations effect biodiversity? Patterns from the literature and a tropical forest in Africa. En: Biodiversity and conservation biology in plantation forest. Abstracts. Bordeaux, France.
- UICN (2001): Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. Glend, Suiza.
- WIEGAND, T.; REVILLA, E. y MOLONEY, K. A. (2005): Effects of habitat loss and fragmentation on population dynamics. En: *Conservation Biology*, Vol.19, N1:108-121