

SUPERFICIE FORESTADA EN DEPARTAMENTOS DEL ESTE DE ENTRE RÍOS Y ACCESO INTERACTIVO A LOS DATOS A TRAVÉS DE INTERNET.

FOREST AREA IN DEPARTMENTS OF THE ENTRE RIOS EAST AND INTERACTIVE INTERNET ACCESS TO THE DATA.

**Sergio Guillermo Milera¹
Armando Benito Brizuela²**

¹ Ingeniero Agrónomo. Becario de Formación. ANPCyT – UNER. Ruta 11 Km 10,5 (3101) Oro Verde. Tel. 0343-4975075/4975083. C. E.: sergiomilera@yahoo.com.ar.

² Licenciado en Ciencias Meteorológicas. Prof. Titular Cátedra de Climatología Agrícola, Facultad de Ciencias Agropecuarias (UNER). Investigador CICyTTP – CONICET. Ruta 11 Km 10,5 (3101) Oro Verde. Tel. 0343-4975075/4975083. C.E.: cidbrizuela@infoaire.com.ar.

SUMMARY

The Entre Ríos's Province presents a dynamic forest sector. Parallely advances the agricultural practices exerting pressure on the native forest. Is essential to have information in real time on forest dynamics, as much at provincial level as national. This work shows a method of update and pursuit of forest dynamics using Landsat 7 ETM+ images, on the basis of an evaluation of reference, and a procedure that generates interactive maps of the forest plantations, accessible from Internet. For their study categories identified by visual interpretation were considered, released plantations selected by their spectral pattern, which were digitized and analyzed with statistical process. The update was made still on with images of January of 2003 obtaining the area of plantations by category and the cutting in that period, for the departments Federación, Concordia, San Salvador, Colón, Uruguay and Gualaguaychú. The results are presented in a SIG and Web pages.

Key words: Forested area – Entre Ríos – Landsat 7 ETM+ Images – interactive HTML maps

RESUMEN

La Provincia de Entre Ríos presenta un sector forestal dinámico. Paralelamente avanza la frontera agrícola ejerciendo presión sobre el monte nativo. Es imprescindible disponer de información en tiempo real sobre la dinámica forestal, tanto a nivel provincial como nacional. Este trabajo muestra un método de actualización y seguimiento de la dinámica forestal utilizando imágenes Landsat 7 ETM+, a partir de una evaluación de referencia y un procedimiento de preparación de mapas interactivos de las plantaciones forestales accesibles desde Internet. Se consideraron las categorías identificadas por fotointerpretación, se relevaron plantaciones seleccionadas por su patrón espectral, que fueron digitalizadas y analizadas estadísticamente. La actualización se realizó con imágenes de enero de 2003 obteniéndose la superficie de plantaciones en pie por categoría o taladas en ese período para los departamentos Federación, Concordia, San Salvador, Colón, Uruguay y Gualaguaychú. Los resultados se presentan en un entorno SIG y en páginas web accesibles desde Internet.

Palabras clave: Superficie forestada – Entre Ríos – Landsat – mapas interactivos html

INTRODUCCIÓN

La República Argentina presenta una rápida expansión de su superficie forestada y posee más de 20 millones de hectáreas de tierras con aptitud forestal. Según DÍAZ Y TESÓN (2001) las plantaciones forestales en Entre Ríos se extienden preferentemente sobre las terrazas del Río Uruguay, en una franja de 20 a 35 Km. paralela a la costa del río. La especie más frecuentemente utilizada en las forestaciones comerciales es eucalipto (*Eucalyptus grandis*), pinos (*Pinus elliottii* y *P. taeda*), y en menor medida otras especies de eucalipto (*E. dunni* y *E. globulus*). Además de su óptima ubicación geográfica, esta zona cuenta con viveros comerciales, centros de investigación forestal, empresas procesadoras, energía eléctrica, red vial, y servicios ferroviarios y portuarios que le brindan un amplio potencial para el desarrollo en el plano forestal.

El conocimiento de la localización y cuantificación del recurso forestal –con exactitud- y la posibilidad de disponer de esta información en tiempo real, son aspectos cada vez más relevantes en el orden provincial, nacional y aún internacional. Brizuela y Milera (2002) propusieron utilizar un método de actualización y seguimiento de la dinámica de plantaciones forestales que incluye el uso de imágenes de satélite y trabajo de campo. La finalidad de este trabajo es lograr una herramienta fundamental para conocer la disponibilidad, ubicación y especies forestadas que permita efectuar proyecciones de oferta de materia prima, ajustándose periódicamente con nuevas actualizaciones.

Este trabajo muestra los resultados de la actualización (2003) y seguimiento de la dinámica forestal (2002-2003) utilizando imágenes Landsat 7 ETM+, sobre la base de evaluaciones de referencia y un procedimiento para generar mapas interactivos de las plantaciones forestales, accesibles desde Internet. Esta actualización representa la primera de carácter anual en la Provincia como así también la aplicación de la metodología en tiempo real de la superficie implantada con especies forestales en la cuenca entrerriana del Río Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

La provincia de Entre Ríos se sitúa entre los 30° 10' y 34° 03' de Latitud Sur y los 57° 48' y 60° 47' de Longitud Oeste. Se relevaron los departamentos Colón, Concordia, Federación, Gualaguaychú, San Salvador y Uruguay, ubicados sobre la margen del Río Uruguay. Estos comprenden en conjunto una superficie de 2.422.700 ha (**Figura 1**).

Se utilizaron imágenes del satélite Landsat 7 ETM +, de diciembre de 2002 y enero 2003, proporcionadas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), a través del Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación de Entre Ríos (ICYTIER), a solicitud de la Dirección de Silvicultura y Montes Nativos. Se utilizó cartografía del IGM (Esc. 1:250.000) y de la Dirección de Catastro de la Provincia de Entre Ríos (Esc. 1:500.000). Se contaba con las capas temáticas vectoriales de lotes forestales detectados en los relevamientos forestal de enero y agosto de 2002 (BRIZUELA Y MILERA, op. cit). Estas capas vectoriales fueron ajustadas y se actualizó la base de datos correspondiente.

Las capas vectoriales de lotes forestales se generaron con el programa ArcView GIS 3.2 (ESRI, 1996); el procesamiento de las imágenes de satélite se realizó con ENVI 3.5. Las imágenes fueron georreferenciadas utilizando la cartografía del IGM y proyectadas en coordenadas Posgar 94, WGS 84 Faja 5.

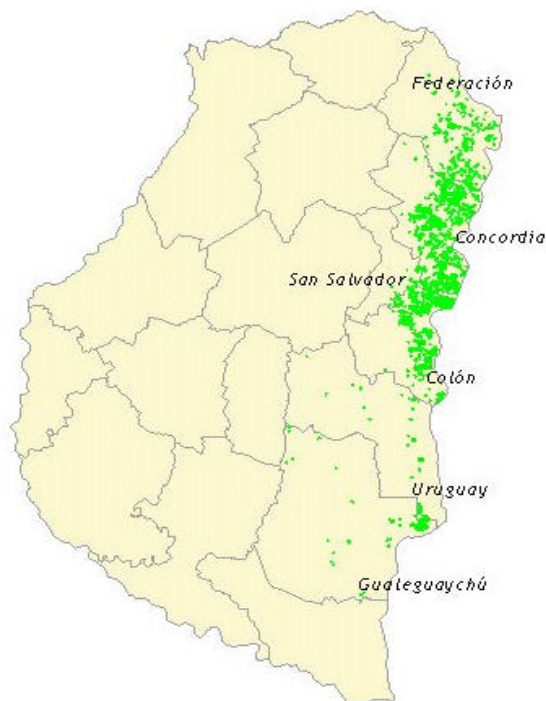


Figura 1. Distribución de las forestaciones en los departamentos evaluados.

Picture 1. Forest distribution in evaluated departments.

Se ajustaron los polígonos de lotes detectados en el relevamiento 2002 y se agregaron los correspondientes a lotes de forestaciones nuevas. Se actualizó la base de datos con los cambios detectados en la ocupación de los lotes forestales, por ejemplo aquellos relacionados con la tala que redundaron en un cambio de categoría del lote citado. Se vectorizaron en pantalla los contornos de las plantaciones forestales, que responden a los patrones visuales de las imágenes, definidos en las siguientes clases:

Clase 1: “*Eucalyptus grandis* adulto”. Incluye los lotes forestales que presentan un color rojo intenso, una textura aterciopelada en la imagen de satélite y cierta homogeneidad.

Clase 2: “*Eucalyptus grandis* joven”. Incluye lotes que presentan un color rojo débil o claro, semejante al patrón de cultivos o pasturas naturales. En la clasificación de enero 2002 corresponde a ‘Forestación joven’.

Clase 3: “*Pinus taeda*, *elliottii* o *caribaea*”. Se caracteriza por presentar en la imagen de satélite un color marrón oscuro, con textura algo rugosa.

Clase 4: “*E. globulus* y *E. dunnii*”. Similar a la anterior, pero en la combinación 4-5-2 se diferencian por ser más claros. En el Dpto. Concordia se encuentran alledaños a cañadas, bajos o en cursos de agua, lotes correspondientes a *E. dunnii*. *E. globulus* se encuentra casi exclusivamente en el Departamento Colón, con excepción de una pequeña superficie ubicada en el Departamento Uruguay.

Clase 5: “Talado”. Lotes que presentan un patrón similar a suelo desnudo, verde oscuro suave o celeste con pintas coloreadas. Agrupa a los lotes talados de cualquiera de las especies consideradas.

Clase 6: “Rebrote”. Agrupa lotes de *Eucalyptus spp.* que fueron talados y en los cuales ya se insinúa el patrón característico de la especie en la imagen de satélite.

Clase 7: “Salicáceas”. Incluye las especies de los géneros *Salix* y *Populus*. Aparecen en el Departamento Gualedguaychú aunque en escasa cantidad.

Con los datos de campo se mejoró la delimitación de los lotes forestales y la ocupación real de aquellos que resultaban confusos en la interpretación visual. En la asignación de clases se consideraron dos situaciones, referidas a la confirmación o a la probabilidad de certeza: *confirmado o prácticamente seguro*, por haber sido corroborado a campo o por presentar un patrón muy definido que no ofrece dudas sobre la pertenencia a la clase, con probabilidad superior al 95%; y *muy probable*, sin corroboración a campo y patrón característico de la clase pero menos definido que en el caso anterior. Se puede considerar equivalente a probabilidades entre 80% y 95%. Esta situación no fue considerada en el relevamiento 2002.

Una vez obtenida la capa vectorial de cada distrito, se generaron los mapas interactivos para internet. El programa HTML ImageMapper (2001) permite la creación de mapas a partir de vistas de un proyecto de ArcView GIS transformándola en un mapa interactivo en forma de página web, que contiene un mapa general, una vista en detalle e información relativa a la base de datos.

Las salidas generadas con HTML ImageMapper 3.1, se editaron para mejorar su aspecto visual, adicionando texto y vínculos a la misma.

RESULTADOS

Respecto al año anterior, en la superficie forestada se verifica una variación general del 9.2% si se considera la situación confirmado o prácticamente seguro en la superficie de las forestaciones en pie, de 79.243 ha –Verano 2002- a 86.528 ha –Verano 2003-. Este porcentaje es significativamente mayor si se consideran los casos ‘muy probables’ alcanzando el 23.6 %. En el departamento Concordia se registró la mayor variación en superficie forestada (**Tabla 1**).

Departamento	Verano 2002	Verano 2003 (C o PS)	Verano 2003 (MP)	Diferencia (MP)	Porcentaje
Federación	11652	13053	15313	3660	31.40%
Concordia	34994	38974	43942	8948	25.60%
Colón	26593	27046	28736	2144	8.10%
SanSalvador	700	830	1287	588	84.00%
Gualedguaychú	2304	3678	4617	2313	100.40%
Uruguay	3000	2947	4051	1051	35.00%
TOTAL	79243	86528	97946	18703	23.60%

- C o PS- Confirmado o prácticamente seguro.

- MP- Muy probable

Tabla 1. Comparación de superficie forestada (en hectáreas) entre Verano 2002 y Verano 2003.

Table 1. Comparison of forest area (in hectares) between Summer 2002 and Summer 2003.

Incluyendo la categoría ‘talado’ se obtienen los siguientes valores (**Tabla 2**):

Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. -Facultad de Ciencias Forestales-UNaM- EEA MontecarloINTA - Eldorado, Misiones, Argentina

Categoría	Verano 2002	Verano 2003 (MP)	Diferencia	Porcentaje
Total (en pie + talado)	83451	101945	18494	22.20%

Tabla 2. Superficie forestada incluyendo la categoría a los rodales talados en el período.

Table 2. Forest area including the felled areas in the anual 2002-2003 period.

Es muy probable que la forestación en pie –a Enero 2003- sea de 97.946 ha y, si se incluye la superficie talada durante el período considerado, en los seis departamentos, se totalizan 101.945 ha. En la **Tabla 3** se muestra la distribución por departamentos y categorías.

Categoría	Total Región	%	Federación	Concordia	Colón	San Salvador	Gualedguaychú	Uruguay
Plantación en pie	97946	96	15313	43942	28736	1287	4617	4051
Talado	3999	4	824	1413	1590	47	37	88
E. grandis	3699	93	792	1300	1439	47	33	88
Pino	174	4	31	114	25	0	4	0
E. globulus	126	3	0	0	126	0	0	0
Total	101945	100	16136	45355	30326	1334	4654	4139

Tabla 3. Superficie forestada a enero de 2003 por categorías.

Table 3. Forest area by categories in January 2003.

En la superficie total de plantaciones comprendida en los seis departamentos considerados se observa un predominio de los eucaliptos (**Gráfico 1**).

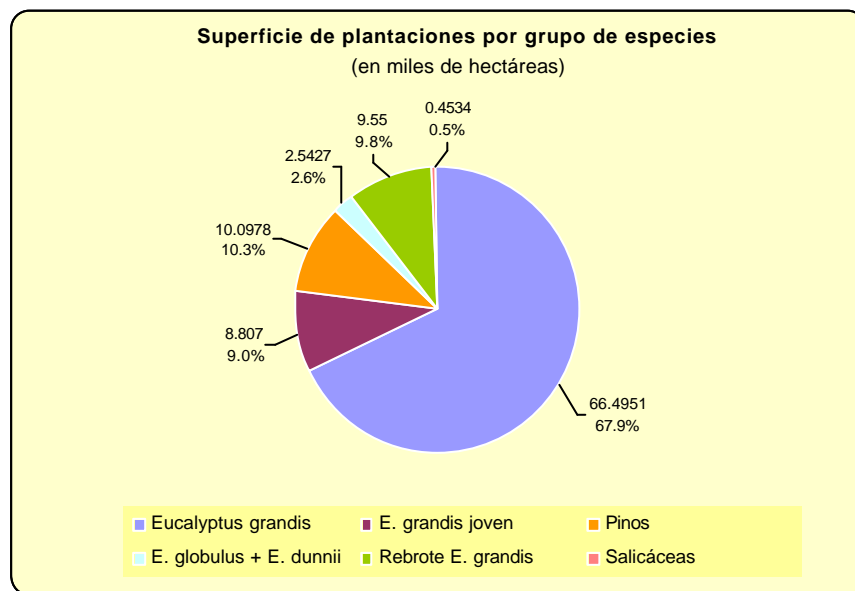


Gráfico 1. Superficie forestada por grupo de especies.

Graph 1. Forest area by group of species.

Los departamentos Concordia, Colón y Federación albergan casi el 90% de las forestaciones en pie. Las plantaciones forestales se distribuyen sobre la margen del Río Uruguay, debido a la distribución de los suelos arenosos característicos de esa región. El departamento con mayor superficie talada es Colón (5,2%) seguido de Federación (5,1%). Del total de esta superficie talada, sólo el 4% (174 ha) corresponde a Pino; el 3% a E. globulus, y

el resto corresponde a lotes de *E. grandis* (Figura 5). No se encontraron lotes de salicáceas talados.

CONCLUSIONES

La metodología propuesta de interpretación visual de imágenes satelitales, apoyada con trabajo de campo, puede realizarse en forma rápida y confiable una actualización de los recursos forestales implantados en una región.

Es importante contar con información de referencia como la proporcionada por el relevamiento anterior, a partir de la cual la actualización se realiza de manera ágil posibilitando, simultáneamente, ampliar la base de conocimiento sobre los lotes forestales, a excepción de los que se implantaron en el período.

De esta manera, pueden mantenerse actualizados los datos sobre las plantaciones forestales y conocer su localización con exactitud, así como la superficie de los lotes individuales, o acumulada por distritos, departamentos o regiones de interés. Por otra parte, con esta metodología el trabajo de campo queda restringido a las situaciones de cambio (tala, rebrote, nuevas implantaciones), lo que implica menor costo en la obtención de la información.

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Silvicultura y Montes Nativos que financió parcialmente este trabajo y proporcionó las imágenes conjuntamente con ICyTIER y CONAE.

BIBLIOGRAFIA

BRIZUELA, A. B.; MILERA, S. G. (2002). Actualización y seguimiento de la dinámica de plantaciones forestales en Entre Ríos, Argentina. Actas XVII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Entre Ríos, Argentina.

DÍAZ, D. E.; TESÓN, N. (2002). Unidades de Manejo Forestal en los Departamentos Federación, Concordia y Colón, del Nordeste de Entre Ríos. INTA EEA Concordia. 11 p.

HTML IMAGEMAPPER 3.1. (2001). Geoinformatik A.G. [en línea] <<http://www.altas4.com>> HTML ImageMapper 3.1. Copia Gratuita de Evaluación.

ESRI INC. (1996). ArcView GIS v. 3.1. The Geographic Information System for Everyone.

SAGPyA. (2000). “Inventario Nacional de Plantaciones Forestales” [en línea] <<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/0-4/Inventario/1Introduccion.htm>> [Consulta: 23 de julio 2002].