

## Actualización de la cartografía forestal del Uruguay con imágenes del año 2004

Cecilia Petraglia <sup>1</sup>  
Martín Dell'Acqua <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca  
Dirección General de Recursos Naturales Renovables  
Sistema Información Geográfica  
Cerrito 318 – CP11000 – Montevideo, Uruguay  
cpetraglia@mgap.gub.uy  
mdellacqua@mgap.gub.uy

**Abstract.** The project's overall goal was to update the digital forest cartography of Uruguay through remote sensing techniques using Landsat 5 satellite images from 2004. This task was carried through the Natural Resources Department and the Forestry Department of the Ministry of Cattle, Agriculture and Fisheries.

In this country exists approximately 1.400.000 has of forests, 53% of them corresponds to natural forest, 40% are plantation forest, the rest are other classes less like parks, coastal forests, and shelter. In plantation forest *Eucaliptus globulus* is the principal kind (45%), *Pinus* 31%, and *Eucaliptus grandis* 24%. In relation with territorial distribution, the majors forestry areas are installed on Rivera and Tacuarembó departments.

Respect to soils, 77% of plantation forest are on official forestry priority soils. The analysis at hidrographyc basins level shows that 21% is the major planted area.

**Palabras clave:** remote sensing, image processing, forestry, sensoriamento remoto, procesamiento de imagens, forestación

## **1. Introducción**

El objetivo de este trabajo fue el de actualizar la cartografía forestal digital del país mediante el uso de imágenes satelitales.

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), a través de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (RENARE) y la Dirección General Forestal (DGF) asumió la realización de esa tarea en el año 2005. El último relevamiento previo de que dispone el MGAP data del año 1999 y dada la dinámica del sector se consideró necesario realizar una actualización del mismo.

## **2. Marco Institucional**

Las imágenes satelitales se obtuvieron y fueron utilizadas en el marco del protocolo de acuerdo para la conformación y empleo del Sistema de Alerta y Monitoreo de Incendios Forestales (SAMIF) suscrito por el Sistema Nacional de Emergencias (SNE), MGAP, Ministerio de Defensa Nacional, Ministerio del Interior (Dirección Nacional de Bomberos) y Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) aprobado en el año 2005. Cuenta con el apoyo de Comisión Nacional de Actividades Espaciales de Argentina (CONAE) que fue quien proporciono las imágenes.

## **3. Materiales y antecedentes**

- Imágenes Landsat 5, de febrero y marzo del año 2004 suministradas por CONAE. Si bien las imágenes corresponden a ese año, no por ello significa que a través de su interpretación se logre identificar la presencia de forestación nueva o plantada próxima al verano 2004. Los árboles jóvenes al tener pequeña área de copa, no logran cubrir el suelo circundante por lo cual su presencia no es captada por el sensor del satélite.
- Cartografía forestal digital realizada con imágenes Landsat de 1999, (DGF).
- Registros de DGF y muestras de campo.
- Cartografía de suelos, catastro rural y básica SIG – RENARE.
- Recursos humanos: La totalidad del trabajo fue desarrollado por personal perteneciente al Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. El mismo fue realizado en forma conjunta entre técnicos de RENARE y DGF. El procesamiento e interpretación de las imágenes se realizó en el Sistema de Información Geográfica de RENARE, mientras que la verificación de campo y suministro de información fue realizada por técnicos de DGF.
- Software específico de SIG e interpretación de imágenes satelitales.

## **4. Metodología general**

Se describen los procedimientos realizados a las 14 imágenes LANDSAT 5 que cubren el país:

- Importación y georreferenciación a la Cartografía 1:50.000
- Identificación de las principales áreas de plantaciones comerciales e impresión de las mismas para la verificación por parte de DGF.
- Ingreso de la información suministrada por DGF
- Clasificaciones supervisadas, no supervisadas, interpretación visual y uso de diversos algoritmos.
- Construcción de la leyenda: se mantuvieron las mismas clases que en la carta forestal de 1999.
- Las clases se confrontaron con el Registro de DGF, inspecciones de campo y con la clasificación de 1999.

- En varios departamentos la clase bosque nativo se tomó de la clasificación de 1999.
- Armado del mosaico, cálculo de áreas, variación temporal y uso de suelos.
- Estudio del relevamiento forestal y su presencia en las principales subcuencas hidrográficas.
- Análisis del área de afectación forestal según los grupos de suelos CONEAT de prioridad forestal.

#### 4. Leyenda

Alias y contenido de las clases (DGF, 1999):

- “PINO”: género *Pinus*, incluye *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus pinaster*, *Pinus radiata*, *Pinus roxburghii* y *Pinus patula*.
- “E. GRANDIS”: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* y *Eucalyptus dunnii*.
- “E. GLOBULUS”: *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus*, *Eucalyptus globulus* ssp. *maidennii*, *Eucalyptus globulus* ssp. *bicostata*.
- “BOSQUE NATIVO”: incluye principalmente monte ribereño, monte de quebrada, monte serrano y monte de parque.
- “OTROS EUCALIPTOS” incluye las otras especies del género *Eucalyptus* que no están incluidas en las clases 1 y 2 (montes abrigo y sombra).
- “PARQUE”: incluye las áreas parqueadas, arboretos, etc, y cuenta con una mezcla de especies tanto nativas como con exóticas.
- “BOSQUE COSTERO”: incluye aquellas zonas de la costa con mezcla de especies: *Pinus* sp., *Eucalyptus* sp., *Acacia* sp., *Tamarix* sp. y especies de monte psamófilo.
- “SALICACEAS”

#### 5. Resultados

##### 5.1. Área forestada

Se presenta la superficie forestada efectiva, calculada a partir del mosaico de todo el país en que se computan las áreas correspondientes a los píxeles en los que se identificó la presencia de árboles. No incluye otras zonas afectadas a forestación como caminos, cortafuegos, drenajes, pedregales etc.

Se identificaron en el país cerca de 1.400.000 has de forestación, de las cuales el 53% representa al bosque nativo, mientras que el 40% corresponde a plantaciones industriales y el 7 % restante a montes de abrigo y sombra, bosques costeros y parques.

De las principales clases industriales, Eucaliptos *globulus* es la clase que presenta mayor superficie, seguida por la clase Pino y por último Eucaliptos *grandis*.

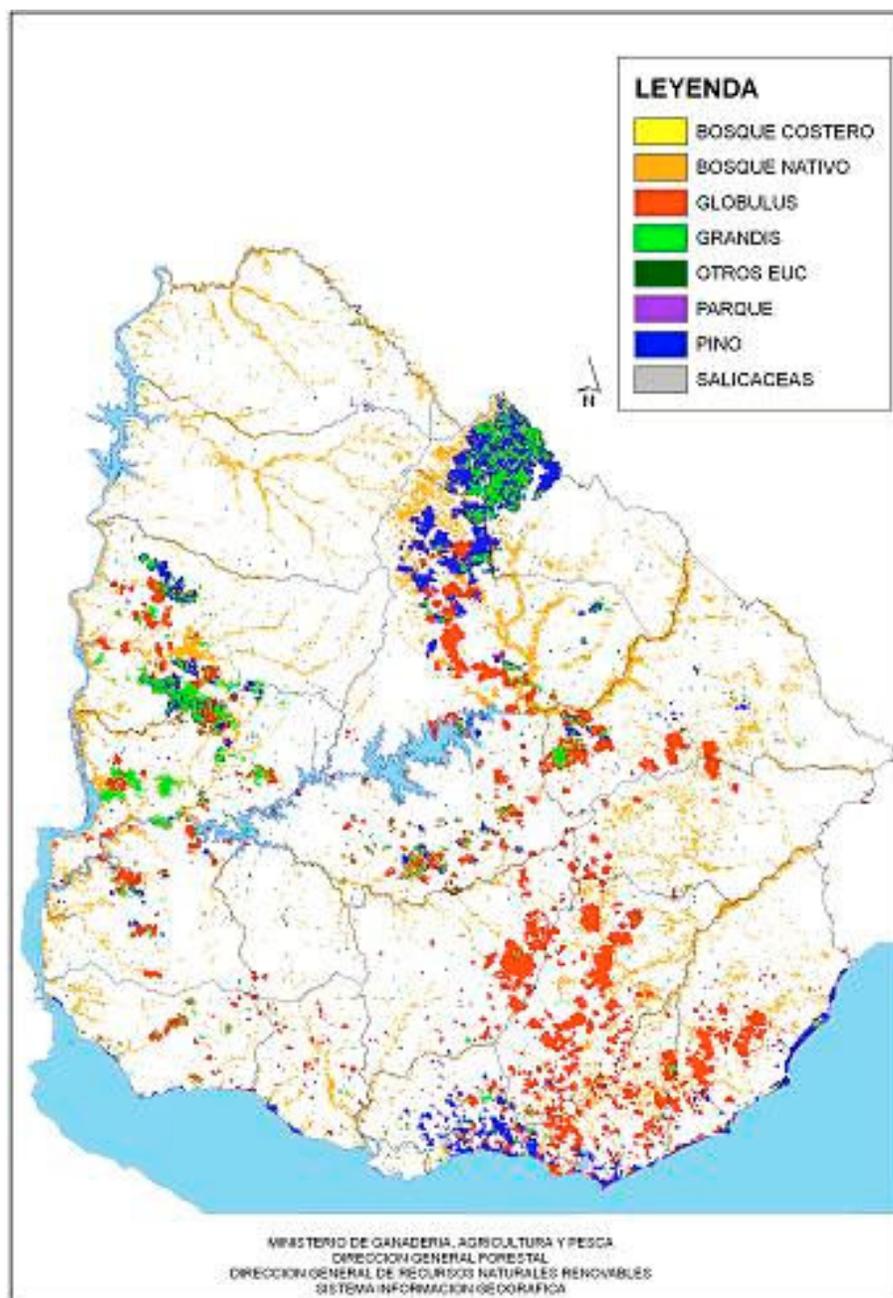
En cuanto a la distribución territorial, la mayor superficie de plantaciones se ubica en el norte del país en los departamentos de Rivera y Tacuarembó. Siguen en importancia la zona del litoral oeste, principalmente los departamentos de Paysandú y Río Negro. En la zona este, el departamento de Lavalleja es el de mayor importancia seguido de Rocha y Cerro Largo.

Se presenta la localización en el **Mapa 1**. En el **Cuadro 1** aparecen los datos totales por clase. En el **gráfico 1** se realiza la comparación de la superficie de plantaciones entre los años 1999 y 2004. En el **cuadro 2**, se presenta la superficie de las diferentes clases por departamento.

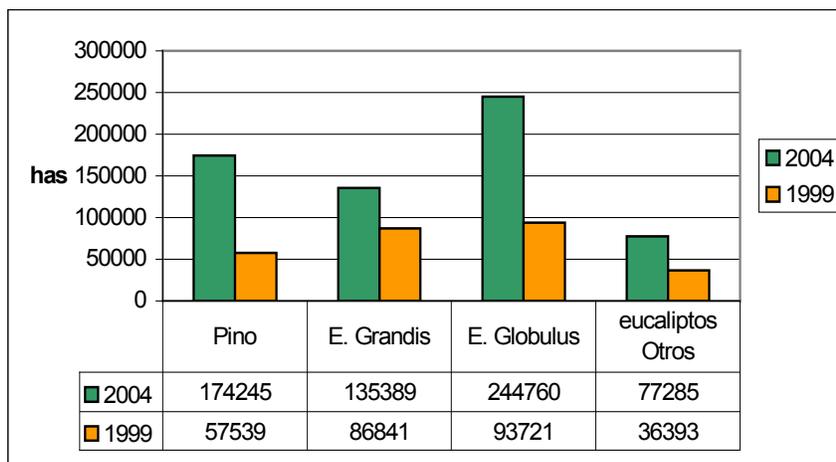
**Cuadro 1.- Superficie forestada efectiva del Uruguay según imágenes del 2004 (has).**

CLASE	Pino	E. Grandis	E. Globulus	Otros eucaliptos	Salicáceas	Bosque Costero	Bosque Nativo	Parque	TOTAL
SUPERFICIE	174.245	135.389	244.760	77.285	1.237	7.059	752.157	10.013	1.402.144

**Mapa 1.- Cartografía forestal en base a imágenes LANDSAT del año**



**Gráfico 1.- Comparación año 1999 vs 2004**



**Cuadro 2.- Superficie forestada por departamento según imágenes 2004 (has).**

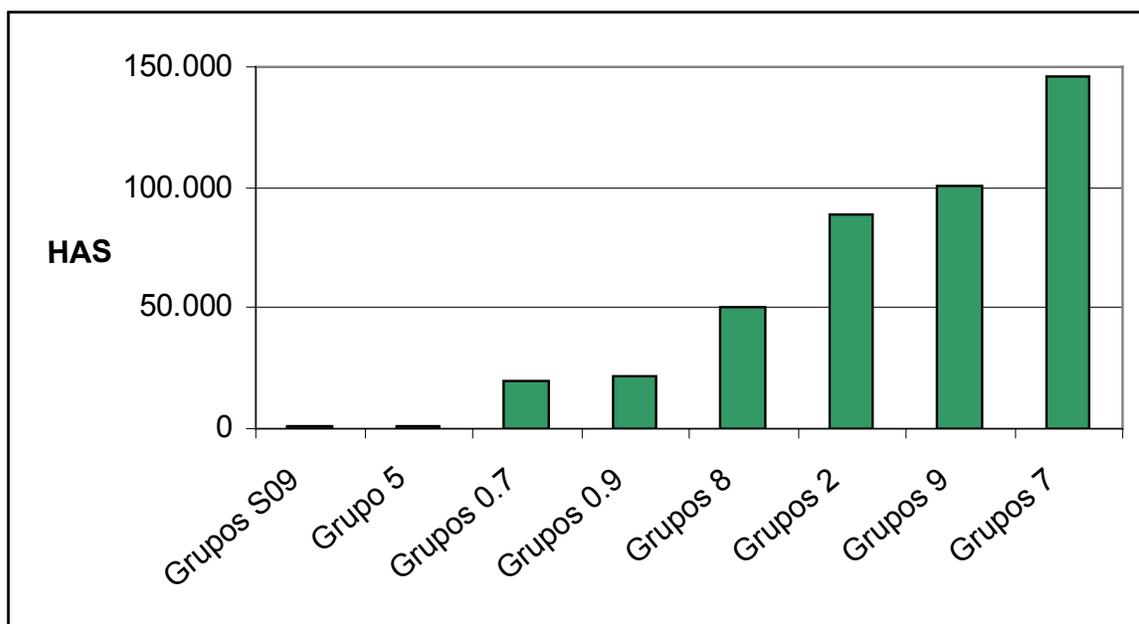
CLASE	Pino	E. Grandis	E. Globulus	Otros eucaliptos	Salicáceas	Bosque Nativo	Parque	Bosque Costero	TOTAL
DEPARTAMENTO									
ARTIGAS	99	645	0	1.842	0	44.530	0	0	47.117
CANELONES	10.049	2.806	4.435	4.289	0	7.426	688	3.318	33.011
CERRO LARGO	3.228	9.492	16.143	5.181	0	63.215	0	0	97.259
COLONIA	1.245	2.138	5.494	2.850	0	17.514	0	495	29.736
DURAZNO	3.128	9.213	15.025	5.741	0	19.840	0	0	52.947
FLORES	0	209	392	1.707	0	7.943	0	0	10.250
FLORIDA	39	709	25.713	4.671	0	20.513	0	0	51.645
LAVALLEJA	172	1.044	41.761	5.899	0	59.008	1.342	0	109.226
MALDONADO	5.390	1.396	18.782	2.472	0	27.320	1.411	1.145	57.916
MONTEVIDEO	0	0	0	984	0	999	830	0	2.813
PAYSANDU	21.519	23.795	17.005	7.791	0	66.296	474	0	136.880
RIO NEGRO	7.298	33.678	17.726	5.340	0	43.748	0	0	107.789
RIVERA	80.315	34.081	37	3.634	0	63.129	0	0	181.196
ROCHA	8.299	1.056	20.902	3.989	0	38.842	3.752	1.157	77.998
SALTO	28	324	0	4.270	0	51.617	0	0	56.239
SAN JOSE	1.288	869	2.003	2.899	1.237	16.066	0	943	25.305
SORIANO	1.788	3.687	12.298	1.982	0	34.838	1.133	0	55.727
TACUAREMBO	30.361	10.112	41.336	7.503	0	121.885	381	0	211.576
TREINTA Y TRES	0	136	5.708	4.240	0	47.429	0	0	57.513
<b>TOTAL</b>	<b>174.245</b>	<b>135.389</b>	<b>244.760</b>	<b>77.285</b>	<b>1.237</b>	<b>752.157</b>	<b>10.013</b>	<b>7.059</b>	<b>1.402.144</b>

## 6. Evaluación del uso de los suelos de prioridad forestal

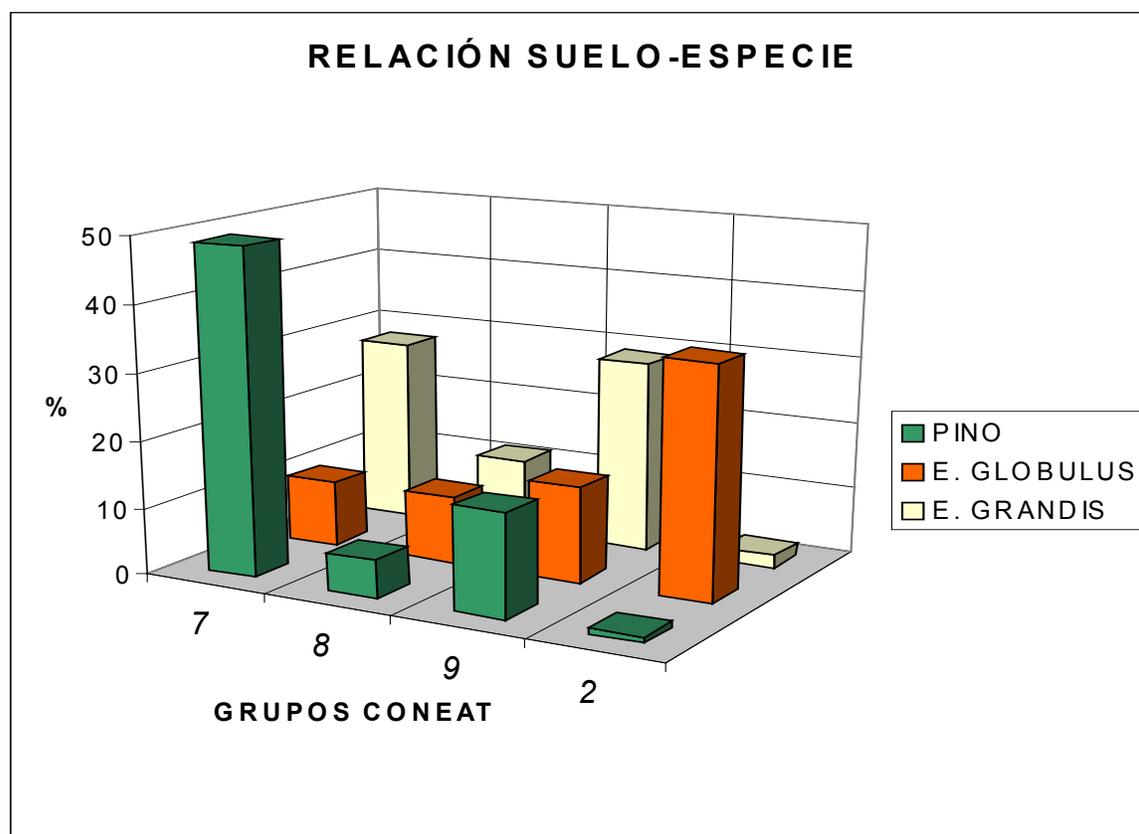
En este punto se considerarán los suelos de prioridad forestal establecidos en la Ley Forestal N° 15.939 del año 1988, y en los decretos que la rigieron hasta el año 2004 (decretos N° 452/988, 333/90, 26/993) para mantener la correspondencia con la fecha de las imágenes, (ver **Mapa 2**) y decretos en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>.



**Gráfico 2.- Superficie de plantaciones industriales según Zonas CONEAT de prioridad forestal**



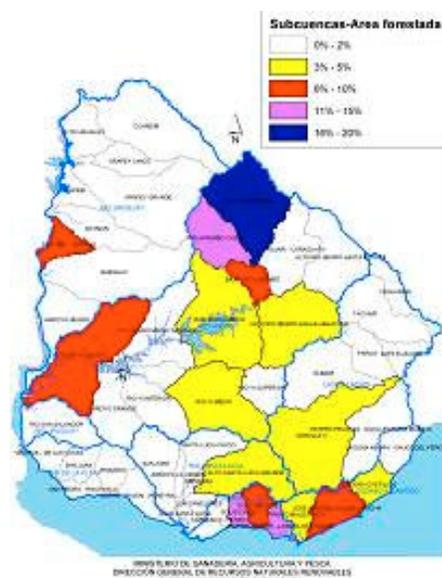
**Gráfico 3.- Porcentaje de las las clases E. grandis, E. globulus y Pino en los principales grupos de prioridad forestal (2, 7, 8 y 9).**



## 7. Forestación en las cuencas hidrográficas

Se evaluó la superficie bajo forestación artificial en las subcuencas hidrográficas correspondientes a los distritos de manejo, conservación de suelos y aguas – escala 1:50.000 definidos por la DGRNR.

Como se puede observar, en el **mapa 3**, en ningún caso la forestación artificial superaba el 20% del área total de alguna de las subcuencas consideradas. La denominada “Cuenca Alta del Río Tacuarembó” es la que presenta mayor superficie forestada, un 18% . Le siguen en importancia la del Tacuarembó Chico y las denominadas Solís Chico, Solís Grande y Pan de Azúcar-Laguna del Sauce. Se debe tener en cuenta que en estas tres últimas hay una importante presencia de bosque costero. Cabe aclarar, que la superficie total de cada una de las subcuencas estudiadas incluye tanto las plantaciones artificiales y el bosque nativo como el área improductiva de las mismas.



**Mapa 3.- Porcentaje de área forestada en las subcuencas hidrográficas**

### Referencias

Cartografía forestal año 1999, Dirección General Forestal – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, República Oriental del Uruguay. Disponible en: < <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm> >. Acceso en: set 2005.

Leyes y decretos, Dirección General Forestal – Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, República Oriental del Uruguay. Disponible en: < <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm> >. Acceso en: set 2006.

Cartografía digital de Grupos CONEAT, Dirección General de Recursos Naturales Renovables - Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, República Oriental del Uruguay. Disponible en: < <http://www.prenader.gub.uy/coneat> >. Acceso en: agosto 2006.