

# ***Resultados de la interpretación de imágenes satelitales para forestación y el uso de los suelos de prioridad forestal***

*Ing. Agr. Martín Dell'Acqua<sup>1</sup>*

*Ing. Agr. Cecilia Petraglia<sup>1</sup>*

*Ing. Agr. Daniel San Román<sup>2</sup>*

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), a través de la Dirección General Forestal (DGF) y de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR) realizó la 4ª. Carta Forestal del país mediante el uso de imágenes satelitales (1) . El último relevamiento previo de que disponía el MGAP era la "3er. Carta Forestal de DGF" (2) que data del año 1999; dada la dinámica del sector se consideró necesario realizar una actualización del mismo. El procesamiento e interpretación de las imágenes se llevó a cabo en el Sistema de Información Geográfica de DGRNR, mientras que la verificación de campo y suministro de información fue realizada por personal de DGF.

En este artículo se analizan los resultados de la nueva carta, así como la utilización de los grupos de suelos de prioridad forestal y su relación con las cuencas hidrográficas.

## **1. COBERTURA DE BOSQUES**

La información que se presenta en este punto proviene de la clasificación e interpretación de imágenes del satélite Landsat 5 del verano de 2004 y combina aspectos de la definición de bosque que se detalla a continuación.

La definición de bosque que se utiliza en este trabajo es el resultado de la definición legal y la experiencia nacional e internacional a los efectos de precisar el concepto de "predominancia del arbolado". Por la tanto, la definición a considerar es la siguiente: "son bosques las asociaciones vegetales en las que predomina el arbolado de cualquier tamaño, explotado o no y que estén en condiciones de producir madera u otros productos forestales o de ejercer alguna influencia en la conservación del suelo, en el régimen hidrológico o en el clima, o que proporcionen abrigo u otros beneficios de interés nacional, con una superficie mínima de 2.500 m<sup>2</sup>, una cobertura de copa de al menos el 30% y una altura mínima de los árboles al momento de su madurez de al menos 3 m". De acuerdo a la experiencia nacional e internacional, el concepto de bosque incluye no sólo la superficie ocupada efectivamente por los árboles, sino que incluye también otras

---

<sup>1</sup>Integrantes de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del MGAP.

<sup>2</sup>Integrante de la Dirección General Forestal del MGAP.

superficies como ser la de los cortafuegos, caminos de saca, zonas sensibles, entre otras. La experiencia nacional, a partir del trabajo de interpretación de imágenes satelitales del año 1999 y el trabajo de campo de la Dirección General Forestal, establece en un 30% del bosque dicha superficie. En las condiciones del Uruguay, dicha apreciación es fundamentalmente válida para las plantaciones.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que los resultados que se obtienen del procesamiento de las imágenes muestran la superficie en la que efectivamente se identifica la presencia de árboles, por lo tanto se computan las áreas correspondientes a los píxeles que fueron identificados como tales. El método de clasificación de imágenes, identifica diferentes tipos de cobertura del suelo y no incluye en forma exacta y automática otras zonas afectadas a forestación como las ya mencionadas. Por lo tanto, las cifras presentadas en este artículo tendrán en cuenta las provenientes del procesamiento de imágenes, así como las consideraciones técnicas realizadas para traducirlo en términos de la definición de bosque de la DGF.

Se identificaron en el país cerca de 1.400.000 hectáreas efectivas de forestación que corresponden según lo expresado anteriormente a más de 1.600.000 hectáreas de bosques, de las cuales el 46% representa al bosque nativo, mientras que el 48% corresponde a bosques plantados (industriales) y el 6% restante a montes de abrigo y sombra, bosques costeros y parques. De las principales clases<sup>3</sup> de bosque plantado (industrial), *Eucalyptus globulus* es la clase que presenta mayor superficie, seguida por la clase Pino y por último *Eucalyptus grandis*. En cuanto a la distribución territorial, la mayor superficie de bosques plantados se ubica en el norte del país en los departamentos de Rivera y Tacuarembó. Le 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 los cuadros 1 y 2 se presenta la superficie de las diferentes clases por departamento, en la Gráfica 1 se presenta la

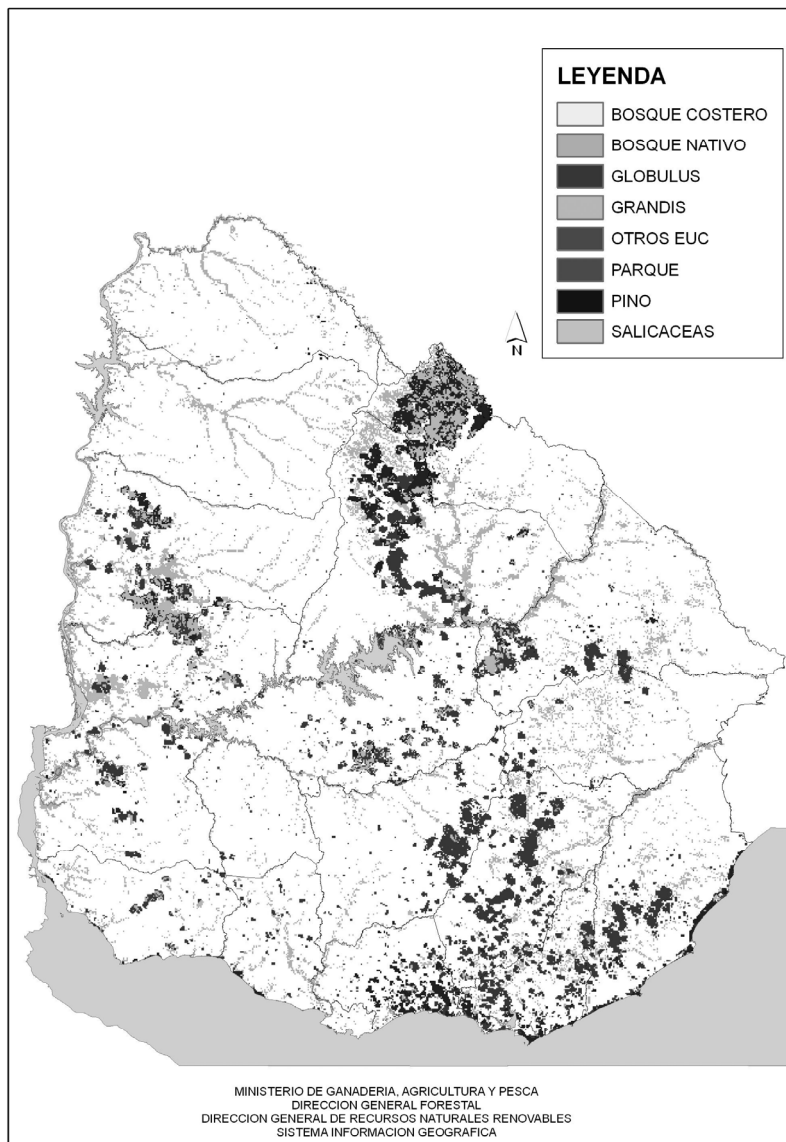
---

<sup>3</sup> 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 EUCALYPTUS” 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 parqueizadas, 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”

distribución entre especies y el en gráfico 2 se compara la superficie de bosques plantados entre los años 1999 y 2004.

**Mapa 1. Carta forestal en base a imágenes LANDSAT del año 2004**



Fuente: [http://www.mgap.gub.uy/Renare/SIG/Sistema\\_Informacion\\_Geografica.htm](http://www.mgap.gub.uy/Renare/SIG/Sistema_Informacion_Geografica.htm)

**Cuadro 1. Superficie forestada según imágenes del 2004 (ha)**

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
TOTAL	174.245	135.389	244.760	77.285	1.237	752.157	10.013	7.059	1.402.144

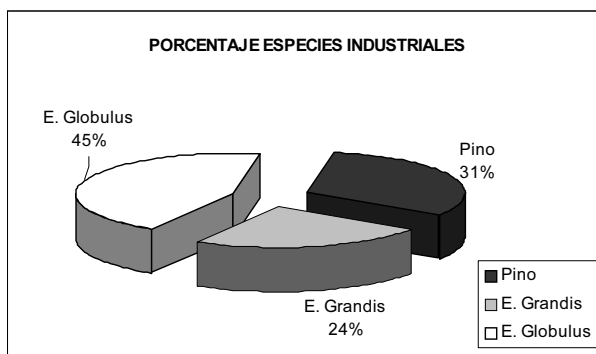
Fuente: DGF-MGAP.

**Cuadro 2. Superficie estimada de bosques (ha)**

CLASE	Pino	E. Grandis	E. Globulus	Otros eucaliptos	Salicáceas	Bosque Nativo	Parque	Bosque Costero	TOTAL
DEPARTAMENTO									
ARTIGAS	141	922	0	1.842	0	44.530	0	0	47.436
CANELONES	14.355	4.009	6.335	4.289	0	7.426	688	3.318	40.421
CERRO LARGO	4.611	13.560	23.063	5.181	0	63.215	0	0	109.630
COLONIA	1.779	3.054	7.849	2.850	0	17.514	0	495	33.541
DURAZNO	4.469	13.161	21.464	5.741	0	19.840	0	0	64.676
FLORES	0	299	559	1.707	0	7.943	0	0	10.507
FLORIDA	55	1.013	36.734	4.671	0	20.513	0	0	62.986
LAVALLEJA	245	1.491	59.660	5.899	0	59.008	1.342	0	127.646
MALDONADO	7.700	1.995	26.831	2.472	0	27.320	1.411	1.145	68.874
MONTEVIDEO	0	0	0	984	0	999	830	0	2.813
PAYSANDU	30.743	33.993	24.293	7.791	0	66.296	474	0	163.590
RIO NEGRO	10.425	48.112	25.323	5.340	0	43.748	0	0	132.948
RIVERA	114.738	48.688	53	3.634	0	63.129	0	0	230.242
ROCHA	11.856	1.508	29.861	3.989	0	38.842	3.752	1.157	90.966
SALTO	40	463	0	4.270	0	51.617	0	0	56.390
SAN JOSE	1.839	1.241	2.862	2.899	1.767	16.066	0	943	27.618
SORIANO	2.554	5.268	17.569	1.982	0	34.838	1.133	0	63.344
TACUAREMBO	43.373	14.446	59.052	7.503	0	121.885	381	0	246.640
TREINTA Y TRES	0	194	8.155	4.240	0	47.429	0	0	60.018
TOTAL	248.926	193.417	349.664	77.285	1.767	752.157	10.013	7.059	1.640.287

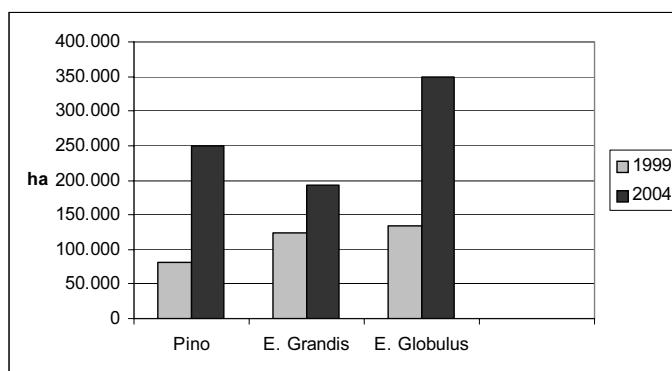
Fuente: DGF-MGAP.

**Grafica 1. Distribución porcentual entre especies industriales**



Fuente: elaborada por DGF-DGRNR.

**Grafica 2. Comparación de los bosques plantados en 1999 y 2004**



Fuente: elaborada por DGF-DGRNR.

## **2. ANÁLISIS DE LA LOCALIZACIÓN DE LAS PLANTACIONES CON RESPECTO A LOS SUELOS DE PRIORIDAD FORESTAL**

Se realizó la superposición de la carta forestal con los mapas de suelos de prioridad forestal que provienen de la carta digital de Grupos CONEAT (3) ([www.prenader.gub.uy/coneat](http://www.prenader.gub.uy/coneat)) y se cuantificaron las áreas utilizadas de cada grupo, de manera de poder identificar cual ha sido la utilización de los mismos.

En general la instalación de plantaciones industriales corresponde a los grupos de la Zona 7 de CONEAT. También se observa un área importante en los grupos de

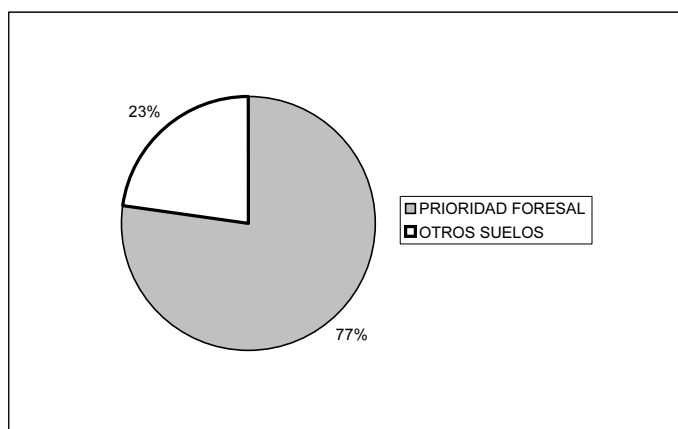
la Zona 9, similar a los grupos de la Zona 2 y en menor medida se han utilizado los grupos de la zona 8.

## 2.1. Resultados referidos a la normativa de prioridad forestal vigente hasta el año 2004

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<sup>4</sup>.

Se cuantificó la superficie de plantaciones industriales según su presencia en suelos de prioridad forestal (Gráfica 3). También se realizó el análisis para cada grupo Coneat de prioridad forestal (Gráfica 4 ), así como la relación existente entre los tipos de suelos y las especies plantadas (Gráfica 5).

**Gráfica 3. Bosques plantados y prioridad forestal**

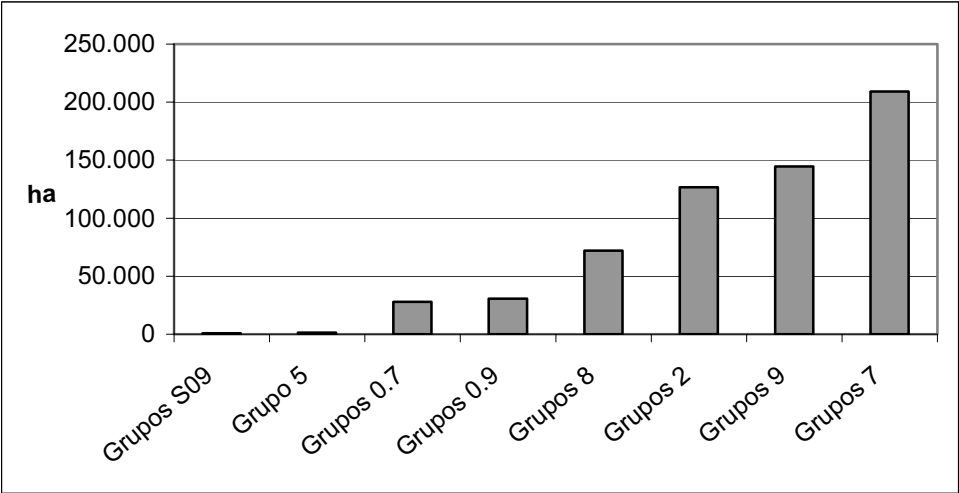


Fuente: elaborada por DGF-DGRNR

Se constató que 77% de las plantaciones industriales se encuentran ubicadas sobre suelos de prioridad forestal.

<sup>4</sup> Decretos N° 452/988, 333/90, 26/993);, ver normativa en: [www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm](http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm).

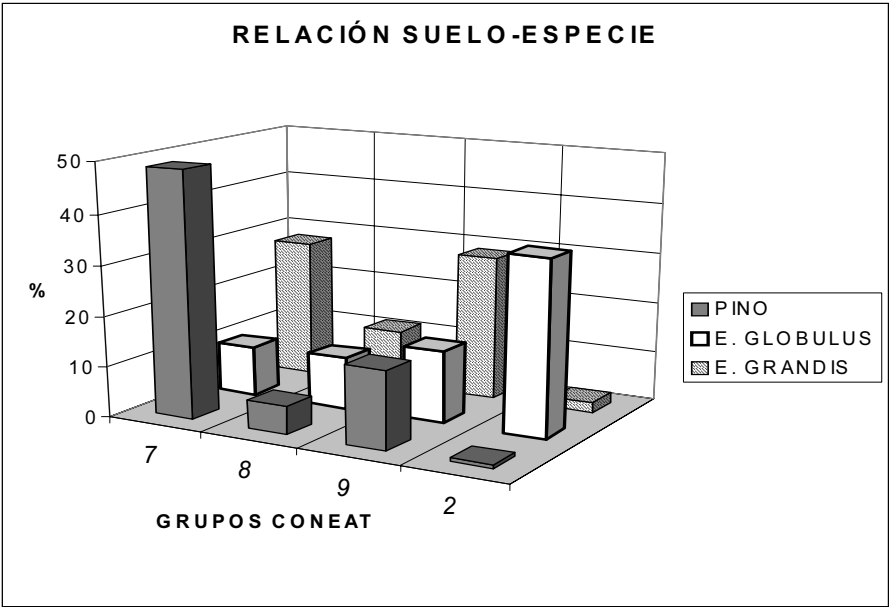
**Gráfica 4. Superficie de bosques plantados según Zonas CONEAT de prioridad forestal**



Fuente: elaborada por DGF-DGRNR



**Gráfica 5. Porcentaje de las las clases E. grandis, E. globulus y Pino en los principales grupos de prioridad forestal (2, 7, 8 y 9)**



Fuente: elaborada por DGF-DGRNR.

En cuanto a la relación entre las diferentes especies con el tipo de suelos, se constata que del total de las plantaciones, casi el 50% de la clase Pino se ha plantado en los grupos 7, seguido por un 15% en los grupos 9. La clase E. Globulus predomina con un 35% en los grupos 2, repartándose casi proporcionalmente en el resto de los grupos, mientras que la clase E. Grandis se encuentra principalmente en los grupos 7 y 9, aproximadamente 30% en cada uno.

## 2.2. Resultados referidos a la normativa de prioridad forestal vigente a partir del año 2006

En los años 2005 y 2006 se modificaron algunos criterios para la consideración de los grupos de suelos de prioridad forestal<sup>5</sup>.

Se presenta la situación actual de las áreas forestadas y la superficie total de suelos agrupados de acuerdo a las nuevas categorías de prioridad forestal en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Situación actual de los grupos de prioridad forestal, porcentaje de bosques plantados con respecto al área total**

GRUPOS CONEAT	BOSQUES PLANTADOS *	AREA GRUPOS	PORCENTAJE
TOTAL GRUPOS QUE NO CAMBIAN	558.560	3.342.218	16,7%
GRUPOS CONEAT A INFORME DE LA DSA	40.855	776.116	5,3%
GRUPOS CONEAT QUE PIERDEN PRIORIDAD FORESTAL	38.174	321.231	11,9%
* Superficie de bosques estimada usando los criterios de DGF			

Fuente: elaborado por DGF-DGRNR.

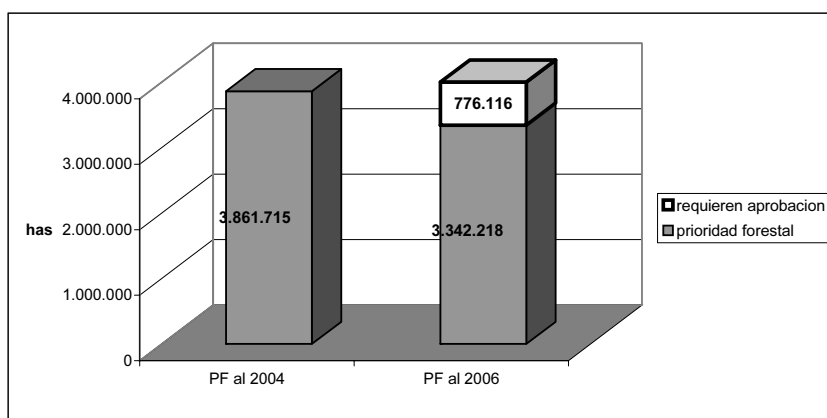
Del análisis surge que hay aproximadamente 320.000 has que pierden su condición de prioridad forestal. Pero por otra parte se incorporan nuevos grupos en su mayoría sujetos a la aprobación por parte del MGAP que suman 776.116 ha y se mantiene sin cambios una superficie de 3.342.218 ha.

En la Gráfica 7 se efectúa la comparación entre las dos situaciones de normativa.

---

<sup>5</sup> Decreto 154/05; Decreto 191/06 de 16 de junio 2006; Decreto 220/06 del 10 de julio 2006, que modifica al art. 3° del Decreto 191/06; ver en <http://www.mgap.gub.uy/Forestal/DGF.htm>.

**Gráfica 7. Comparación áreas de prioridad forestal**



Fuente: elaborada por DGF-DGRNR.

### 3. PLANTACIONES Y SUBCUENCAS HIDROGRÁFICAS

Se evaluó la superficie “efectiva” forestada en las subcuencas hidrográficas correspondientes a los distritos de manejo y conservación de suelos y aguas, escala 1:50.000, definidos por la DGRNR (4).

Como se puede observar en el Mapa 2, en todos los casos la forestación artificial era inferior al 22% del área total de alguna de las subcuencas consideradas. La denominada “Cuenca Alta del Río Tacuarembó” es la que presenta mayor superficie de bosques artificiales, un 21%. 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 este análisis no incluye al bosque nativo.



[illegible]

## **Referencias bibliográficas**

(1) Actualización de la Carta Forestal del Uruguay con imágenes del año 2004” MGAP-DGRNR-DGF, 2006, en prensa.

(2) 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>

(3) Cartografía digital de Grupos CONEAT. Dirección General de Recursos Naturales Renovables – MGAP. Disponible en: <http://www.prenader.gub.uy/coneat>

(4) Plan de Acción Nacional de Lucha contra la desertificación y la sequía, Proyecto GM2/020/CCD, MGAP – MVOTMA, 2005