



URUGUAY

Cartografía Forestal Nacional 2018

Ministerio de Ganadería, Agricultura y
Pesca
Dirección General Forestal



INTRODUCCION

La Dirección General Forestal (DGF) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) es la Institución encargada de formular y ejecutar la política forestal a nivel nacional. Este documento resume la metodología de elaboración y resultados de la Cartografía Nacional de Bosques Plantados (ejecutada por DGF mediante la contratación de la empresa Choel S.A. (ICA) en el marco del Convenio MGAP – Corporación Nacional para el Desarrollo (CND)), y la Cartografía Nacional de Bosque Nativo realizada por el Proyecto REDD+ Uruguay (MGAP-MVOTMA), ambas elaboradas en el transcurso del año 2018. La información que se obtiene resulta estratégica para propender al Manejo Forestal Sostenible de los recursos boscosos del Uruguay y la implementación de políticas aplicables a los mismos.

Un adecuado proceso de toma de decisiones requiere de información real, actualizada y oportuna por lo cual la cuantificación de la superficie forestal y el conocimiento de su distribución es de suma importancia para el país.

Existen en la actualidad nuevas herramientas que han permitido mejorar la calidad y la precisión de la Cartografía Forestal Nacional. Se han incrementado el número de categorías separando algunas ya existentes en cartografías anteriores e incorporado nuevas.

La DGF quiere agradecer a todas las empresas que han colaborado en la validación, esperando continuar por este camino de intercambio para mejorar la información existente y disponible del sector forestal.

EQUIPO DE TRABAJO

Cartografía Nacional del Bosque Plantado 2018 (CNBP)

Ejecutada por la División Evaluación e Información (DE&I), Dirección General Forestal (DGF), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Marco: Convenio DGF – Corporación Nacional para el Desarrollo (CND)

Empresa contratada: Choel S.A. (ICA)

Director DGF: Ing. Agr. Pedro Soust

Equipo técnico DE&I:

Ing. Agr. Leonardo Boragno

Ing. Agr. Mariana Boscana

Ing. Agr. Emilia Arriaga

Ing. Agr. Alejandro Méndez



Cartografía Nacional de Bosque Nativo 2016 (CNBN)

Elaborada por el Proyecto REDD+ Uruguay (MGAP - MVOTMA).

Coordinador Técnico Proyecto REDD+:

PhD. Diego Martino

Equipo técnico Proyecto REDD+:

Ing. Agr. Alejandra Boccardo

Ing. Agr. Carlos Miguel

Ing. Agr. Juan Olivera

Ing. Agr. Lucía Bernardi

Ing. Agr. Cecilia Penengo

Lic. Gonzalo Rama



CARTOGRAFÍA NACIONAL DEL BOSQUE PLANTADO 2018 (CNBP)

La metodológica de clasificación se llevó a cabo utilizando imágenes multiespectrales de los satélites Sentinel 2 (A ó B) construidos y mantenidos por la Agencia Espacial Europea (ESA), los cuales son de libre acceso a través del portal: <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, del programa Copernicus de la Unión Europea. Las imágenes Sentinel 2 cuentan con ventajas importantes con respecto a las imágenes de los sensores gratuitos utilizados en las cartografías anteriores, principalmente en la resolución espacial y temporal, con un tiempo de revisita de unos 5 días. Se decidió efectuar la clasificación utilizando las 4 bandas con una resolución nativa de 10 metros/pixel (Bandas 2, 3, 4 y 8) y la escala de trabajo propuesta fue de 1:50.000.

Se priorizaron las imágenes con fecha de adquisición entre el mes de diciembre de 2017 y principios de enero de 2018, con la finalidad de que la variación de la cobertura del terreno entre las distintas fechas fuera mínima y que, además, las firmas espectrales de las coberturas vegetales fueran lo más parecidas posible.

Utilizando dichos criterios de búsqueda se lograron ubicar tres pasos del satélite sobre el Uruguay en el periodo determinado, en donde las condiciones de captura en términos de nubosidad y calidad de las imágenes, presentaron resultados óptimos: el 12 de diciembre para la zona central del país, el 15 de diciembre para el área litoral (oeste) y el 8 de enero para la zona costera (Figura 1). La diferencia temporal de las imágenes de la zona costera con respecto al resto del país se debe a la frecuente nubosidad existente en las costas uruguayas, que corresponde a los departamentos de Maldonado y Rocha, así como también en Lavalleja y Treinta y Tres.

Figura 1. Grilla de imágenes Sentinel 2 utilizado para ROU



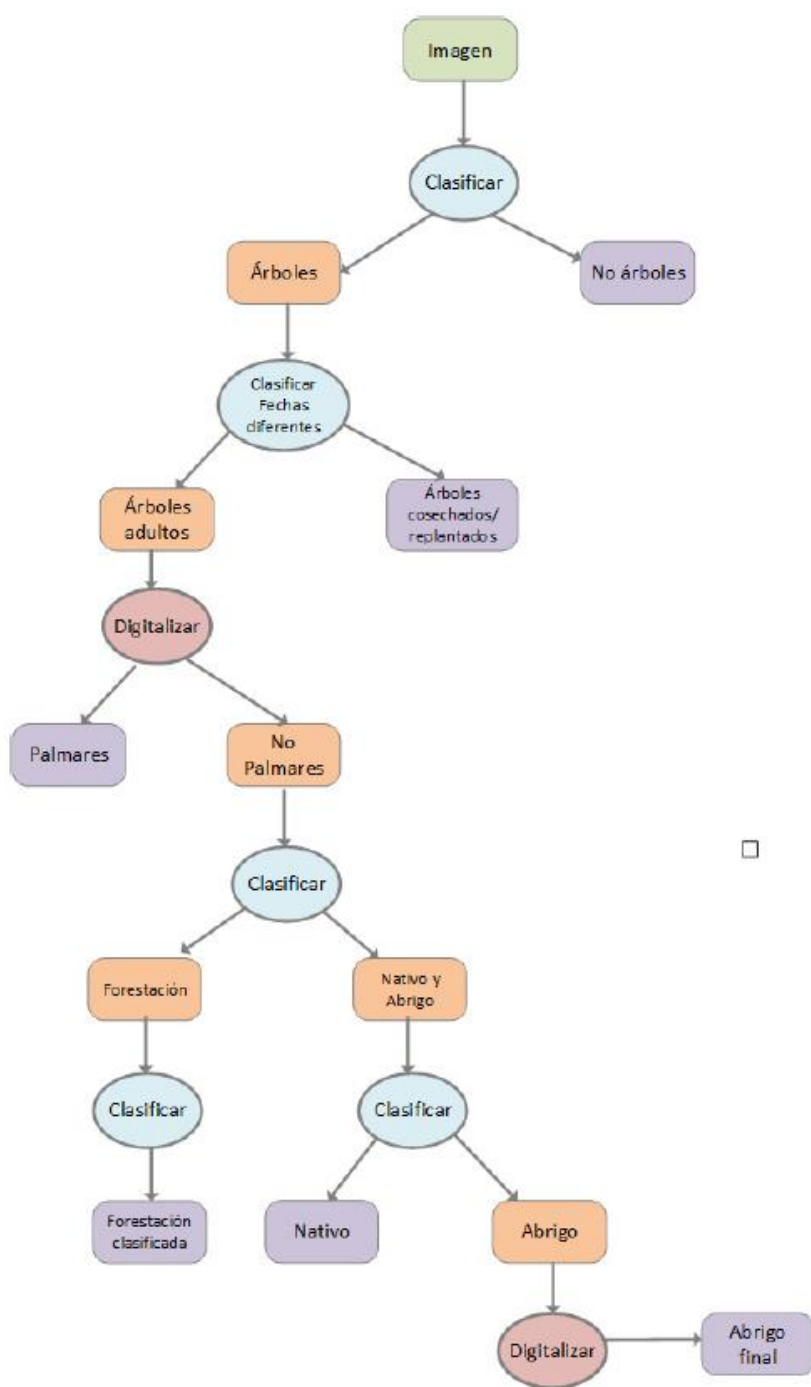
Para cumplir con lo anterior se utiliza los productos de la plataforma ArcGIS de ESRI, principalmente el software de escritorio ArcGIS Pro 2.2. y la Extensión Spatial Analyst integrada completamente dentro de la interfaz de éste. Para el pre-procesamiento de las imágenes se utiliza el software de la Agencia Espacial Europea: SNAP, debido a que fue especialmente diseñado para el manejo de las imágenes de las distintas misiones Sentinel.

El trabajo propuesto tiene como resultado la clasificación de las imágenes Sentinel 2 en los siguientes estratos:

- Bosque plantado *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*.
- Bosque plantado *Pinus pinaster*.
- Bosque plantado *Eucalyptus dunnii*.
- Bosque plantado *Eucalyptus grandis* y *E. saligna*.
- Bosque plantado *Eucalyptus globulus*, *E. maidenii* y *E. bicostata*.
- Bosque plantado Otros *Eucalyptus*.
- Bosque plantado *Salix* sp. y *Populus* sp.
- Bosque plantado mezcla de especies (Costero y Parques).
- Bosque plantado Montes de abrigo y Cortinas.
- Estrato Uso forestal
 - Área Cosechada
 - Plantaciones Nuevas
 - Reforestación / Rebrote

La metodología consistió en primer lugar en identificar las áreas de Bosque/No Bosque, para posteriormente realizar la clasificación de las áreas forestadas y determinar los estratos de uso forestal. El esquema de trabajo se presenta en la siguiente Figura 2.

Figura 2. Flujo de trabajo para determinar la cobertura y especies forestales.



Determinación de Estrato Uso Forestal

Para la identificación y cuantificación de los Estratos de Uso forestal cuya superficie este cosechada o recién plantadas o replantadas (reforestación), se llevó a cabo una comparación Multitemporal con imágenes para el área piloto de una fecha previa a las utilizadas en este estudio. En este sentido se efectuó la comparación con imágenes Sentinel 2 con 2 años de diferencia (diciembre 2015). El resultado previsto son tres clases: Área cosechada, área de reforestación/rebrote y áreas de plantaciones nuevas. Las superficies mencionadas como Plantación nueva y Reforestación / Rebrote, no son posibles asignarles una especie, por esa razón figuran como plantaciones jóvenes con o sin cambio en el uso del suelo.

- Plantaciones nuevas: son áreas con cambio de uso, ejemplo de pastizales a Bosques Plantados. Áreas que no eran Bosques en el año 2015 y que en el año 2017 aparecen forestadas.
- Bosques cosechados: campos cosechados, donde posiblemente se mantenga el uso forestal. Áreas que eran Bosques en el año 2015 y aparecen cosechadas en la imágenes del año 2017
- Reforestación / Rebrote: son áreas sin cambio en el uso del suelo. Dentro de las mismas se identifican las reforestaciones y el manejo de rebrote. Áreas que eran Bosques en ambas fechas.

Validación

La metodología de validación consistió en 3 partes:

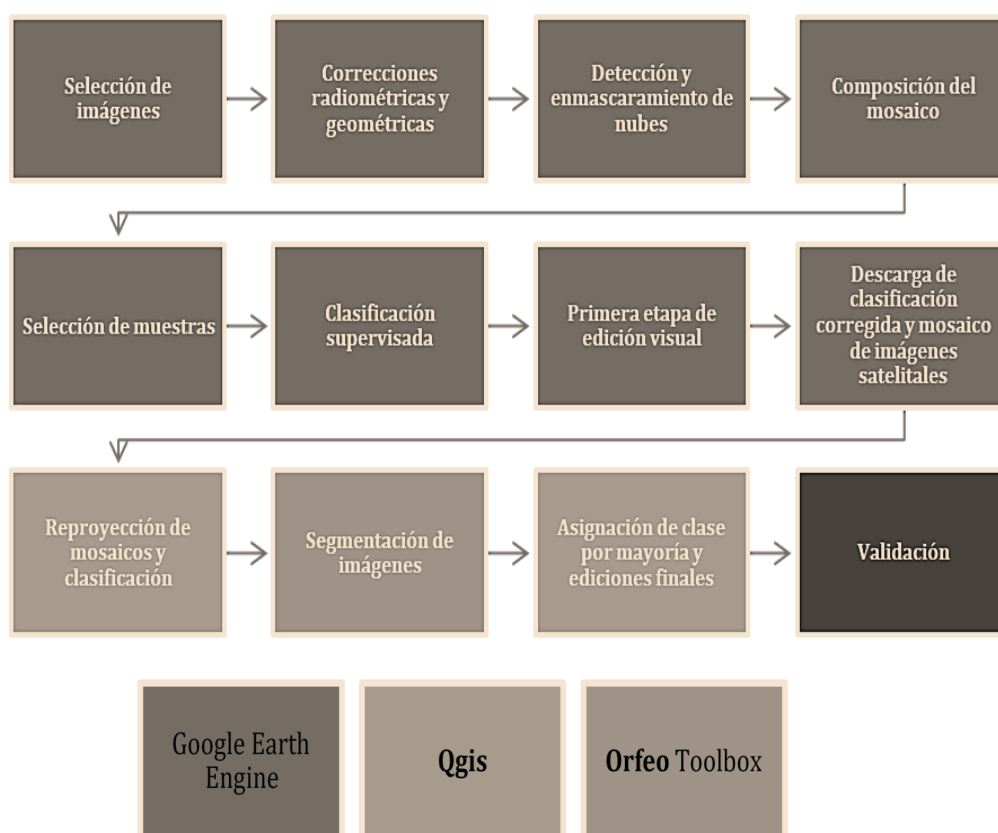
- La empresa ICA construyó una matriz de confusión a partir de puntos de validación distribuidos a lo largo de todo el Uruguay.
- Los técnicos de la División Evaluación e Información de la Dirección General Forestal realizaron una validación a campo.
- Las empresas forestales ratificaron las especies y/o uso forestal identificado en la cartografía a partir de una grilla de puntos de 1,5 x 1,5 km proporcionada por la DGF.

CARTOGRAFÍA NACIONAL DEL BOSQUE NATIVO 2016 (CNBN)

La Cartografía Nacional de Bosque Nativo se realizó según un flujo de trabajo que combinó técnicas y algoritmos de clasificación supervisada de imágenes, segmentación automática y edición final manual, así como comprobaciones topológicas y geométricas del producto. Se utilizaron diferentes scripts en la plataforma Google Earth Engine para la selección y pre-procesamiento de las imágenes, así como para su clasificación supervisada, OrfeoToolBox para la segmentación y QGIS para la edición final y las comprobaciones geométricas y topológicas. Se emplearon escenas de Sentinel-2 de los años 2016 y 2017 con 10 metros de resolución espacial, por lo que se trabajó a una escala de 1:50.000 y se clasificó en base a las bandas: Red, Green, Blue, NIR, SWIR 1, SWIR 2 y los índices EVI, NDWI y MSAVI.

El flujo de trabajo propuesto tuvo como resultado la clasificación de las imágenes Sentinel 2 en bosque Nativo y No Bosque Nativo, así como su validación final obteniéndose la matriz de confusión asociada a dicho producto (Figura 3)

Figura 3. Flujo de trabajo propuesto para Bosque Nativo



RESULTADOS

Figura 4. Cartografía Forestal Nacional

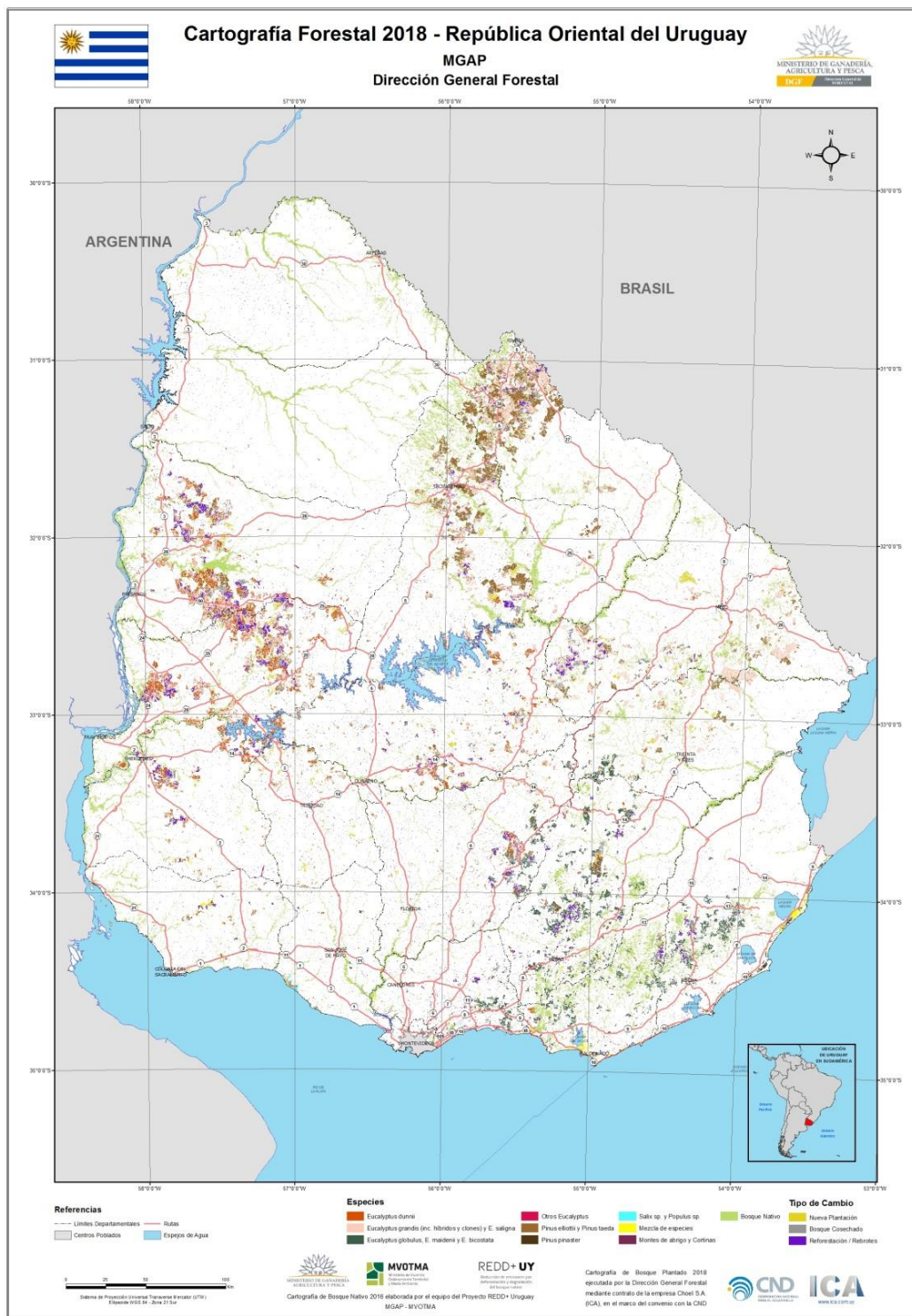


Tabla 1. Superficie efectiva en hectáreas por uso forestal y especies por departamento (2018)

Departamentos	Total especies	Reforestación / Rebrotos	Nueva Plantación	Bosque Cosechado	Total general (has)
Artigas	5.602				5.602
Canelones	22.618	1.828	6	741	25.193
Cerro largo	72.843	6.666	5.452	2.212	87.173
Colonia	8.834	1.684	705	62	11.286
Durazno	57.356	6.319	4.420	1.604	69.699
Flores	12.374	53	4.350	-	16.777
Florida	42.194	4.933	1.358	1.957	50.442
Lavalleja	67.465	8.502	1.314	2.015	79.296
Maldonado	30.649	1.465		467	32.581
Montevideo	1.073				1.073
Paysandú	96.418	19.191	2.579	5.896	124.083
Río negro	100.261	18.095	5.600	4.878	128.834
Rivera	123.946	4.921	905	6.202	135.974
Rocha	45.758	3.412	210	140	49.520
Salto	5.769				5.769
San José	6.226	193	185	147	6.752
Soriano	28.882	6.169	1.388	1.980	38.419
Tacuarembó	105.842	5.687	4.956	5.955	122.440
Treinta y tres	41.355	139	2.040	265	43.800
Total general	875.464	89.257	35.469	34.522	1.034.712

Fuente: División Evaluación e Información de la Dirección General Forestal - MGAP.

La cartografía cuantificó una superficie forestada de 1.000.190 de hectáreas efectivas y 34.522 hectáreas cosechadas en el último semestre del 2017.

Tabla 2. Superficie efectiva forestada en hectáreas por especies y por departamento (2018)

Departamentos	<i>Eucalyptus dunnii</i>	<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>E. maidenii</i> y <i>E. bicostata</i>	<i>Eucalyptus grandis</i> (inc. híbridos y clones) y <i>E. saligna</i>	Mezcla de especies	Montes de abrigo y Cortinas	Otros <i>Eucalyptus</i>	<i>Pinus elliottii</i> y <i>Pinus taeda</i>	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Salix sp.</i> y <i>Populus sp.</i>	Superficie Total (has)
Artigas			306		4.778	508	9			5.602
Canelones	287	11.865	2.454	842	6.426	158	314	272		22.618
Cerro Largo	7.150	3.238	40.120		5.196	926	16.185		29	72.843
Colonia	2.141	771	944	1.578	2.501	410	488		1	8.834
Durazno	24.697	2.706	17.856		8.217	526	3.318		36	57.356
Flores	6.946	71	1.513		3.516	254	63		12	12.374
Florida	9.484	15.052	6.819		8.599	2.240				42.194
Lavalleja	6.232	53.566	2.145	263	4.153	692	391		23	67.465
Maldonado	2.097	20.153	1.030	4.300	2.262	233	483	91		30.649
Montevideo	0	75	0		997					1.073
Paysandú	43.965	505	31.784		6.456	3.857	8.697		1.154	96.418
Río Negro	54.726	761	33.888		5.030	1.888	3.067		902	100.261
Rivera	1.799		45.038		2.033	947	74.107		23	123.946
Rocha	351	29.455	1.440	4.347	4.154	881	1.701	3.428		45.758
Salto	171		1.302		2.621	1.295	377		3	5.769
San José	393	960	929		2.198	212	737		797	6.226
Soriano	15.945	1.776	5.775	488	3.214	1.376	195		114	28.882
Tacuarembó	11.744	334	23.441		6.308	1.820	62.158		36	105.842
Treinta y Tres	2.907	8.042	18.835		3.297	545	7.729			41.355
Total	191.035	149.329	235.620	11.818	81.956	18.766	180.019	3.790	3.130	875.464

Fuente: División Evaluación e Información de la Dirección General Forestal - MGAP.

La exactitud global alcanzada por la metodología utilizada para clasificar especies fue de 93,4% para las especies mencionadas, lo que cumple con error máximo aceptable (10%). Los resultados se presentan en la siguiente tabla 3:

Tabla 3. Matriz de confusión de Especies Forestales para la ROU

Clase	Verdad terrestre (%)					Total
	E. Dunnii	E. Grandis	E. Globulus	Otros Eucaliptus	Pino	
E. Dunnii	91,79	6,16	0,00	0,00	2,04	27,1
E. Grandis	6,72	92,47	0,00	13,33	0,00	29,3
E. Globulus	1,49	1,37	92,86	0,00	0,00	11,2
Otros Eucaliptus	0,00	0,00	5,36	86,67	1,36	3,6
Pino	0,00	0,00	1,79	0,00	96,60	28,7
Total	100	100	100	100	100	100

Tabla 4. Superficie en hectáreas de Bosque Nativo por departamento (2016)

Departamentos	Superficie Total (has)
Artigas	59.113
Canelones	13.450
Cerro Largo	64.883
Colonia	26.921
Durazno	20.916
Flores	7.096
Florida	26.346
Lavalleja	68.966
Maldonado	64.522
Montevideo	919
Paysandú	70.962
Río Negro	44.562
Rivera	56.266
Rocha	44.423
Salto	56.019
San José	20.113
Soriano	36.573
Tacuarembó	102.873
Treinta Y Tres	50.425
Total	835.349

Fuente: Proyecto REDD+ Uruguay (MGAP-MVOTMA). La Dirección General Forestal realizó la estimación de la superficie correspondiente a cada departamento.

La cartografía cuantificó una superficie forestada de 1.000.190 de hectáreas efectivas y 835.349 hectáreas de Bosque Nativo, lo que totaliza una superficie cubierta por Bosques de 1.835.539 hectáreas.

Links

Mapas disponibles en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-forestal/informacion-tecnica/cartografia-forestal-nacional>

Capas en formato shp disponibles en: <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-forestal/informacion-tecnica/capas-en-formato-shp>

Geoportal Forestal:

<https://web.snig.gub.uy/arcgisportal/apps/webappviewer/index.html?id=b90f805255ae4ef0983c2bfb40be627f>