

Mapa integrado de cobertura / uso del suelo del Uruguay, año 2018

Cecilia Petraglia ¹
Martin Dell'Acqua ²
Gonzalo Pereira ³
Eyal Yussim ⁴

Este trabajo resulta de una integración de productos obtenidos por distintas fuentes, en el marco de una iniciativa propiciada por el grupo de trabajo de Infraestructura de datos Espaciales⁵ del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). Se obtuvo un mapa georreferenciado de clases de cobertura/uso del suelo de Uruguay con énfasis en la producción agropecuaria a partir de imágenes satelitales. Este mapa se realizó en función de las demandas de información actualizada de diferentes áreas del MGAP: conservación de recursos naturales, cambio climático, gestión del riesgo, políticas e investigaciones. Fue realizado por los equipos de Sistemas de Información Geográfica de la Dirección General de Recursos Naturales (DGRN) y de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA).

1. Consideraciones generales

Muchos productos realizados hasta la fecha en Uruguay con imágenes satelitales de resolución espacial media (pixel de 10-30 m), han mostrado que existen limitantes difíciles de superar cuando se trabaja exclusivamente con algoritmos de clasificación de imágenes aplicados a grandes extensiones de territorio, ya sea nacional, regional o departamental. Esto se debe a particularidades propias del país como la heterogeneidad de los suelos, las características diversas de las explotaciones agropecuarias, el tamaño de chacras y la estacionalidad de los cultivos, entre otros factores. Es por esto que se decidió utilizar múltiples técnicas y variadas fuentes de información para la realización de este mapa de manera que represente lo mejor posible las diferentes clases de cobertura/uso.

En este contexto el término “integrado” se refiere a que, además del análisis ad hoc de imágenes satelitales, se utilizaron datos georreferenciados provenientes de otros estudios realizados con productos satelitales de similar resolución y fechas próximas, así como relevamientos de campo y registros administrativos.

¹ Ing. Agr., OPYPA, cpetraglia@mgap.gub.uy

² Ing. Agr., DGRN, mdellacqua@mgap.gu.uy

³ Ing. Agr., DGRN, gpereira@mgap.gu.uy

⁴ Ing. Agr., DGRN, ayussim@mgap.gu.uy

⁵ <https://www.gub.uy/infraestructura-datos-espaciales/>

La definición de cobertura/uso del suelo que se utiliza es la realizada por el NRCS; es un término que incluye conjuntamente categorías de cobertura y de uso del suelo que permiten representar y clasificar toda la superficie del país. La cobertura del suelo es la vegetación u otro tipo de material que cubre la superficie de la tierra. El uso del suelo es la actividad humana que se desarrolla en dicha superficie que, por lo general, está relacionado con la cobertura del suelo.

2. Metodología

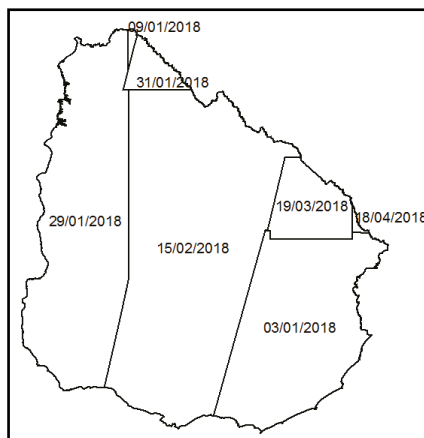
2.1. Definición de las clases cobertura/uso

En el Cuadro 1 se presentan las clases utilizadas y su descripción. La columna valor corresponde al valor de pixel de cada categoría, en el campo clase está el nombre de las categorías y en la descripción se detalla el contenido de la clase.

2.2. Identificación de la fuente de datos satelitales y de la serie temporal

Se usaron imágenes de los satélites Sentinel-2 nivel 2A de enero a marzo 2018 con menos de 10% de nubes y pixel de 10 m con correcciones geométricas, radiométricas y atmosféricas al tope de la atmósfera. Se descargaron del sitio de la Agencia Espacial Europea (ESA)⁶, ver Mapa 1.

Mapa1. Fechas de Datos satelitales



⁶ <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

También se utilizaron imágenes de otras fechas para identificar los cultivos de invierno, así como del satélite Landsat 8 para identificar etapas de los cultivos en fechas no disponibles en Sentinel 2. Se construyeron mosaicos Sentinel 2 por fecha utilizando las bandas 4, 8 y 11 en proyección UTM 21S. Estos mosaicos se usaron especialmente para la detección de las clases de cobertura/uso que no se encontraban disponibles en otros estudios y para verificar o mejorar capas existentes.

Cuadro 1. Leyenda

VALOR	CLASE	DESCRIPCION
1	Zonas urbanas y urbanizadas	Área urbana, balnearios, parques, industrias, aeropuertos, campos deportivos, plantas de tratamiento de aguas, instalaciones de transporte. Puede incluir pequeñas áreas cultivos hortifrutícolas
2	Canteras, Areneras, minas a Cielo abierto	ídem clase
3	Playas, dunas y médanos fijos y semifijos	Todo tipo de Playas y dunas. Los médanos fijos y semifijos tienen cobertura vegetal con diferentes densidades, pueden ser árboles, arbustos y plantas herbáceas.
4	Cuerpos de Agua Artificiales	Represas hidroeléctricas y reservas de agua para abastecimiento humano, tajamares y otros reservorios. No incluye las obras para riego que están en la categoría Represas para riego.
5	Represas para riego	Cuerpos de agua artificiales destinados principalmente a riego
6	Cuerpos de Agua Naturales	Ríos, arroyos, lagunas y otros cuerpos de agua naturales.
7	Bañados	Humedales que presentan inundación o saturación recurrente o sostenida en o cerca de la superficie, suelos con signos de hidromorfismo y la composición del tapiz herbáceo se encuentra representada en algún grado por especies hidrófilas.
8	Bosque nativo	ídem clase
9	Bosque plantado	Agrupación de todas las clases y especies de bosques provenientes de la cartografía original utilizada
10	Bosque plantado nuevo, cosecha, rebrote	Agrupación de las tres categorías provenientes de la cartografía original utilizada.
11	Pastizal natural	Pastizales naturales con poca modificación antrópica

VALOR	CLASE	DESCRIPCION
12	Pastizal regenerado	Pastos naturales muy modificados, pasturas introducidas y rastrojos viejos.
13	Caña de azúcar	Ídem clase
14	Citrus	Citrus con destino a exportación
15	Olivares	Plantaciones de olivos, ocasionalmente puede incluir arboles de otras especies.
16	Cultivo extensivo de secano	Cultivos de verano de secano principalmente soja, maíz y sorgo.
17	Cultivo extensivo en predios lecheros	Cultivos anuales de verano maíz y sorgo para alimentación animal.
18	Rastrojo de cultivo de secano	Cultivos del invierno 2018 y otros cultivos que anteceden.
19	Cultivo extensivo con riego por pivote	Cultivos extensivos de verano con riego.
20	Cultivo de Arroz	Cultivo de Arroz con riego por inundación.
21	Rastrojo de arroz	Chacras cosechadas de zafras anteriores.
22	Zona hortifrutivicultura	Zonas dedicadas a horticultura, fruticultura y viñedos que también pueden incluir otros usos en suelos descubiertos o con diversas coberturas herbáceas.
23	Mezcla de campo natural, pasturas y rastrojos	Zonas que incluyen forrajes praderas sembradas, campo natural restablecido y rastrojos, con alta variación temporal, en general se asocia a la ganadería lechera.
24	Sin clasificar	Zonas de Canelones y Montevideo no clasificables con la resolución actual.

En el Cuadro 2 se detallan las clases integradas provenientes de trabajos ya publicados, con sus fuentes de datos y características.

2.3. Definición de la escala y unidad mínima de mapa compatible con la resolución espacial de los datos satelitales

La escala del mapa es de 1:50.000 acorde a la resolución espacial de las imágenes Sentinel 2 de 10 m de pixel. Se adoptó el criterio de JECAM de 0,25 ha como la unidad mínima identificable para imágenes con resolución espacial de 10-20 m. En este caso no se pueden discriminar algunas coberturas/usos (pe. los usos hortifrutícolas), por lo cual se utilizaron registros administrativos o se construyeron clases generalizadas que incluyen varios usos.

Cuadro 2. Clases integradas

CLASE	AUTOR	IMÁGENES, FECHA
Zonas urbanas y urbanizadas	Instituto Nacional de Estadística, Límites de Centros Poblados, 2011	Google Earth año 2011
	Los restantes elementos provienen del Atlas de cobertura del suelo del Uruguay, FAO, MVOTMA. Montevideo, 2015	Landsat 8 año 2015
Canteras, Areneras, minas a cielo abierto	Atlas de cobertura del suelo del Uruguay, FAO, MVOTMA. Montevideo, 2015	Landsat 8 año 2015
Playas, dunas y médanos fijos y semifijos		
Cuerpos de Agua Artificiales		
Cuerpos de Agua Naturales		
Bañados	Selección de algunas clases de Inventario Nacional de Humedales MVOTMA, 2014	Landsat 8 año 2014
Bosque nativo	MGAP DGF RED++, 2019	Landsat 8 y Sentinel 2 año 2016
Bosque plantado	MGAP DGF, 2019	Sentinel 2 Diciembre 2017 a Enero 2018
Bosque plantado nuevo, cosecha, rebrote		
Pastizal natural	INIA, 2011	Landsat 8 año 2016
	MGAP (DGRN)-UDELAR, 2019	
Citrus	DGSA, 2019	Año 2015
Olivares	OPYPa-DIEA, 2019	Google Earth al año 2018 e imágenes ESRI

2.4. Clasificación de las imágenes

Se enmascararon los mosaicos con las capas provenientes de trabajos existentes de manera de no incursionar en las áreas ya clasificadas. También se usó información administrativa de DGRN referida a la ley de Conservación de Suelos y Aguas y los decretos aprobados, así como las áreas de detección de chacras omisas a la reglamentación mencionada de los años 2014 a 2019 y los cultivos de verano de relevados por DGRN con imágenes satelitales de zafra 2010-2012 a 2016-2017.

Se realizaron clasificaciones no supervisadas y supervisadas y se corrigió mediante edición visual. También se revisaron y modificaron las clases Pastizal Natural y Bañados.

Se usó la plataforma Google Earth Engine para agrupar adecuadamente clases muy similares en cuanto a respuesta espectral, como el caso de los recursos forrajeros y las categorías cultivos anuales. Se estudió la respuesta fenológica en las zonas de interés con una serie temporal de NDVI de imágenes satelitales MODIS. De acuerdo a las curvas fenológicas, se logró separar las diferentes clases.

Las clases 22 y 23 son agrupamientos de coberturas y usos diversos que por el tamaño de las parcelas no se adaptan a la resolución espacial de las imágenes usadas. Para la delimitación de esas clases se realizó interpretación visual apoyada en otras fuentes de datos como censos y encuestas.

Las categorías clasificadas especialmente para los fines de este mapa y el equipo responsable se detallan en Cuadro 3.

Cuadro 3. Clases clasificadas ad-hoc

VALOR	CLASE
5	Represas para riego
12	Pastizal regenerado
13	Caña de azúcar
16	Cultivo extensivo de secano
17	Cultivo extensivo en predios lecheros
18	Rastrojo de cultivo de secano
19	Cultivo extensivo con riego por pivote
20	Cultivo de Arroz
21	Rastrojo de arroz
22	Zona hortifrutivícola
23	Mezcla de campo natural, pasturas y rastrojos
24	Zonas de Canelones y Montevideo no clasificables con la resolución espacial de las imágenes utilizadas.

2.5 Integración de clases

Los archivos raster producto del punto anterior se vectorizaron para su integración con las clases existentes cuyo formato de distribución es vectorial. Posteriormente se realizaron los análisis topológicos y correcciones geométricas. Se calcularon las áreas y porcentajes de cada clase.

3. Resultados

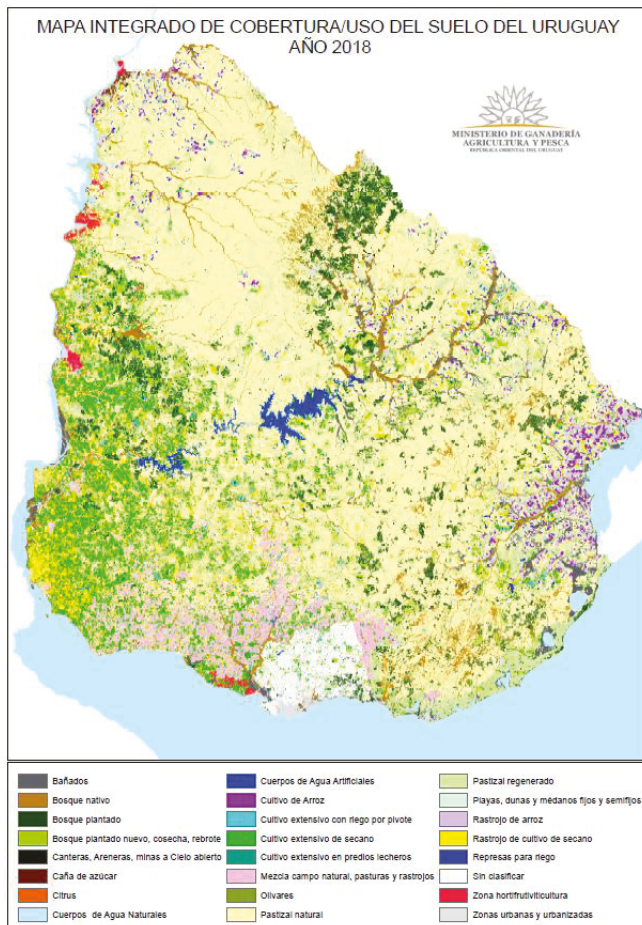
En el Mapa 2 presenta el resultado de este trabajo y en el Cuadro 4 se presenta la superficie de cada clase.

Para la distribución a través de internet se optó por formato raster Geotiff con pixel de 10m ya que es más ágil de manejar que el formato vectorial. La tabla de atributos contiene tres campos extra con el nombre de la clase, la superficie en hectáreas y el porcentaje.

En enlace para la descarga del recurso y su informe metodológico es:

<http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-recursos-naturales/tramites-y-servicios/servicios-digitales/mapa-integrado-de-cobertura-uso-del-suelo-del-uruguay-a-%C3%B1o-2018>

Mapa 2



Cuadro 4. Superficie de cada clase (ha)

VALOR	CLASE	ÁREA
1	Zonas urbanas y urbanizadas	162.810
2	Canteras, areneras, minas a cielo abierto	4.270
3	Playas, dunas y médanos fijos y semifijos	21.996
4	Cuerpos de aguaartificiales	139.721
5	Represas para riego	64.813
6	Cuerpos de aguanaturales	80.922
7	Bañados	368.661
8	Bosque nativo	826.339
9	Bosque plantado	875.708
10	Bosque plantado nuevo, cosecha, rebrote	159.263
11	Pastizal natural	9.220.906
12	Pastizalregenerado	2.169.587
13	Caña de azúcar	7.621
14	Citrus	17.251
15	Olivares	9.608
16	Cultivoextensivo de secoano	1.070.477
17	Cultivo extensivo en predios lecheros	36.255
18	Rastrojo de cultivo de secoano	905.731
19	Cultivo extensivo con riego por pivote	34.941
20	Cultivo de arroz	162.761
21	Rastrojo de arroz	171.121
22	Zona hortifrutiviticultura	52.092
23	Mezcla de campo natural, pasturas y rastrojos	693.548
24	Sin clasificar	370.984
TOTAL		17.627.385

4. *Bibliografía*

- Achkar, M., Díaz I., Sosa B. (2014). Inventario Nacional de Humedales. Montevideo, MVOTMA.
<https://www.dinama.gub.uy/oan/documentos/Informe-Humedales-Uruguay.pdf>
https://www.dinama.gub.uy/geoservicios/shapes_pesadas/humedales.zip
- Altesor, A.; Baeza, S.; Lezama, F.; Paruelo, J. (2019). Desarrollo de un mapa SIG de los pastizales naturales de las regiones geomorfológicas: Areniscas, Basalto, Cristalino Central, Cristalino del Este y Noreste". Montevideo, Convenio MGAP-RENARE-UDELAR (Fac. Ciencias, Fac.de Agronomía). Informe Final. pp. 1-153.
- Baeza, S Gallego, F Lezama, F Altesor, A Paruelo, J (2011). Cartografía de los pastizales naturales en las regiones geomorfológicas de Uruguay predominantemente ganaderas. Montevideo, INIA. 33-54 p.
- ESA (2018). European Space Agency, Sentinel on line, Mission Sentinel-2.
<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2>
- FAO - MVOTMA (2015). Atlas de cobertura del suelo del Uruguay. Montevideo, Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.
https://www.dinama.gub.uy/geoservicios/shapes_pesadas/cobertura_2015_4326.zip
- INE (2011). Límites de Centros Poblados. Montevideo, Instituto Nacional de Estadística.
<http://www.ine.gub.uy/web/guest/338>
- JECAM (2014). Guidelines: Definition of the Minimum Earth Observation Dataset Requirement. Joint Experiment for Crop Assessment and Monitoring, Group on Earth Observation.
<http://jecam.org/>
- MGAP DGF (2019). Cartografía Forestal Nacional. Montevideo, Dirección General Forestal.
<http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-forestal/informacion-tecnica/cartografia-forestal-nacional>
- USDA (2015). National Resources Inventory Glossary. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/technical/nra/nri/processes/?cid=nrcs143_014127

