

Mapa de cobertura del Uso del Suelo de la cuenca del río San Salvador en el año 1990

Los mapas de cobertura de suelo son de gran utilidad para la planificación del uso del suelo y el desarrollo de políticas, así como también son inputs esenciales de los modelos hidrológicos. Google Earth Engine (GEE) es una plataforma gratuita que ofrece online datos satelitales con procesadores de alta capacidad.

El presente es un resumen del trabajo *Land-cover mapping of agricultural areas using machine learning in Google Earth Engine* (Hastings et al., 2020). En dicho trabajo se examinaron las capacidades de GEE para su aplicación en el desarrollo de un mapa de cobertura del suelo para la cuenca del río San Salvador en el año 1990. Con este propósito se aplicó un procedimiento dividido en 5 etapas:

1.- Selección de imágenes y pre-procesamiento

Se trabajó con imágenes del satélite Landsat 5, las cuales están disponibles de forma gratuita para el año 1990. Se aplicaron filtros para seleccionar las imágenes en el área y periodo de interés, y para descartar los píxeles con nubosidad. Un total de 20 imágenes fueron seleccionadas para el análisis, divididas en las estaciones de invierno 1990, verano 1990, invierno 1991 y verano 1991. Con el fin de cubrir el área de estudio, las imágenes fueron reducidas a una imagen, para cada estación y año, por la mediana de cada pixel.

2.- Selección de las clases y las muestras de entrenamiento

Se utilizaron tres bandas espectrales (rojo, verde e infra-rojo cercano) con el fin de seleccionar las clases de interés para realizar la clasificación supervisada de las imágenes. Las clases definidas fueron: campo natural y planicies de inundación; cultivos (cultivos de verano o invierno, pasturas y barbecho); cuerpos de agua. Forestación (un único predio dibujado desde la imagen satelital) y áreas urbanas (mapa de cobertura de suelo del año 2000, DINOT, 2014) se consideraron como fuentes auxiliares de información para las clases de monte nativo (Cartografía Nacional Forestal, Dirección Forestal, 2018).

3.- Proceso de clasificación

Se realizó una clasificación supervisada de las imágenes en GEE. Se entrenaron y validaron dos clasificadores para las imágenes de invierno 1990 y verano 1990, finalmente se realizó una validación cruzada con las imágenes de 1991. Además, se analizó la matriz de error para evaluar la precisión de los resultados y se determinó la precisión global (OA), el índice Kappa (K), la precisión del productor (PA) y la precisión de usuario (UA).

Como resultado se obtuvieron muy buenas precisiones. Para las muestras de entrenamiento, validación cruzada, OA y K varían en un rango 0.96 a 1.00 y 0.95 a 1.00 respectivamente. En general PA y CA varían entre 0,83 a 1,00 para todas las clases, a excepción de la clase que representa las planicies de inundación donde varía entre 0,44 a 1,00. Dentro de esta clase se confunden las clases campo natural con cultivo y se utilizará el post-procesamiento para separarlas.

4.- Proceso de post-clasificación

Para obtener el mapa de cobertura final, se tomó en cuenta la variación estacional (invierno 1990/verano 1990) del área ocupada por cada clase con el fin de distinguir las clases de interés y realizar una re-asignación de clases. Con este fin se importaron los dos mapas clasificados a Quantum GIS y se intersectaron. Como resultado, 76% del área que fue clasificada como planicie de inundación en la imagen de invierno 1990 fue re-asignada a la clase pastura y el restante 24% fue reasignado a una de las clases de cultivo.

En la Figura 1, se muestra el mapa de cobertura del suelo de la cuenca del río San Salvador para el año 1990 obtenido y, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se resume el área ocupada por cada clase y su porcentaje. Las tres principales coberturas identificadas en la cuenca fueron el campo natural, con un área de 56.8%, cultivos (incluyendo cultivos de invierno, verano y doble cultivo), con un área total del 30.0%, y pasturas sembradas con un área de 9.8%.

Figura 1: Mapa de cobertura del suelo de la cuenca del río San Salvador en el año 1990.

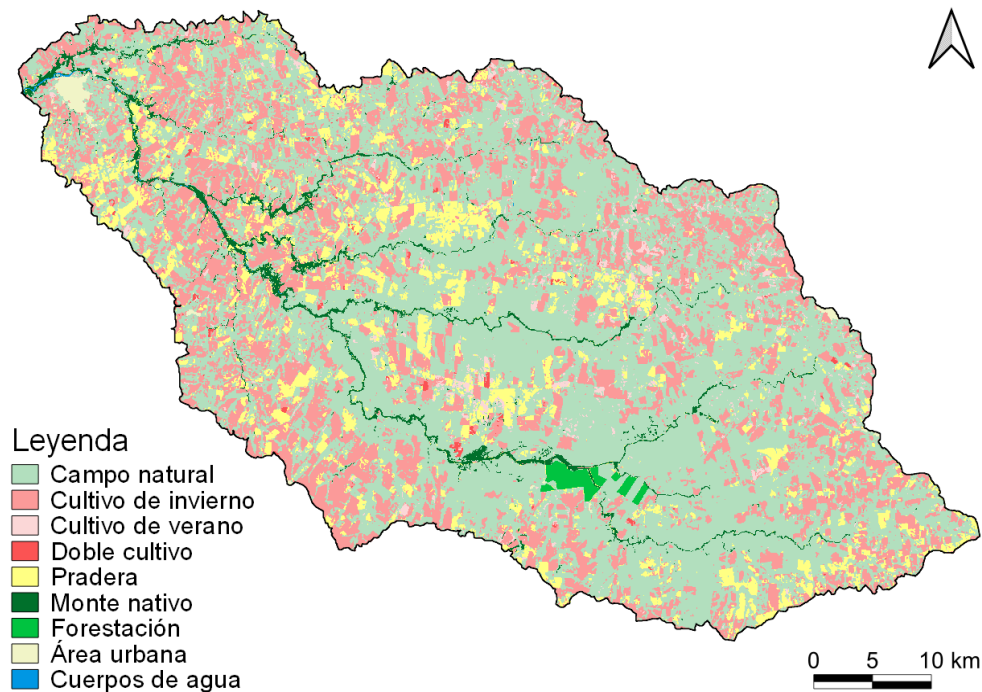


Tabla 1: Cobertura del suelo de la cuenca del río San Salvador año 1990, área ocupada por cada clase.

Clases	Área (ha)	%
Campo natural	135.826	56,8%
Cultivo invierno	66.830	28,0%
Pastura sembrada	23.452	9,8%
Monte nativo	5.683	2,4%
Cultivo de verano	4.314	1,8%
Forestación	1.185	0,5%
Área urbana	991	0,4%
Doble cultivo	662	0,3%
Cuerpos de agua	127	0,1%
Total	239.071	100%

5.-Validación

Para validar el mapa de cobertura del suelo obtenido, se realizó una comparación con los datos del Censo General Agropecuario del año 1990 (DIEA, 1990). Para ello, se utilizaron seis Secciones Censales (mínima desagregación de la información del CGA). En general, se observa una muy buena concordancia entre el mapa de cobertura de suelo obtenido y el CGA.

Tabla 2: Comparación de las áreas obtenidas para el mapa de cobertura de suelo y el Censo General: Agropecuario (CGA) del año 1990.

Clase	Mapa de cobertura	CGA
Campo natural	55%	52%
Cultivo	29%	24%
Pastura sembrada	13%	22%
Monte nativo	3%	2%
Forestación	0%	0.6%

Bibliografía

Dirección de Estadísticas Agropecuarias del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DIEA-MGAP). Censo General Agropecuario del año 1990. Editorial MGAP, Montevideo, Uruguay (1994).

Dirección General Forestal del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DGF-MGAP). Resultados del mapa nacional de forestación 2018. Obtenido de: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/informe-resultados-cartografia-forestal-nacional-2018>

Dirección Nacional de Ordenamiento Territorial del Ministerio de Ordenamiento Territorial, Vivienda y Medio Ambiente (DINOT-MVOTMA). Mapa de cobertura del suelo del Uruguay. Obtenido de: <http://sit.mvotma.gub.uy/websdatos/cobertura.html>.

Hastings F., Fuentes I., Perez-Bidegain M., Navas R., Gorgoglione A. (2020) Land-Cover Mapping of Agricultural Areas Using Machine Learning in Google Earth Engine. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020. ICCSA 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12252. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58811-3_52