

IDENTIFICACIÓN DE USOS DEL SUELO EN LOS DEPARTAMENTOS SIMOCA Y GRANEROS, PROVINCIA DE TUCUMÁN, ARGENTINA, MEDIANTE IMÁGENES SENTINEL 2. AÑO 2020

David Montenegro
Margarita Díaz

INTEPH-CONICET; Dpto. de Geografía-FFYL-UNT
david.montenegro@filo.unt.edu.ar

Recibido 24/08/21. Aceptado 11/12/21

Resumen

Las transformaciones ocurridas desde finales de la década de 1960 en el Chaco semiárido condujeron a modificaciones en el territorio a causa de la expansión de la frontera agrícola en el norte de Argentina. Sumado a las transformaciones históricas realizadas en el área de estudio, este proceso de agriculturización generó como consecuencia un intenso proceso de deforestación, asociado al avance de la frontera agropecuaria.

En este sentido, resulta importante contar con una cartografía temática actualizada de usos del suelo como herramienta para la posterior gestión y ordenamiento del territorio. Es por ello, que el objetivo de este trabajo consiste en la realización de una identificación actual de los usos del suelo en los departamentos Simoca y Graneros, de la provincia de Tucumán, Argentina, a partir de imágenes Sentinel 2A con resolución espacial de 10 x 10 metros.

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran los usos del suelo que actualmente predominan en el área de estudio. Siendo el principal aporte de esta investigación la elaboración de un producto actualizado para la posterior elaboración de planes de ordenamiento territorial y ecológico.

Palabras clave: Usos del suelo; Teledetección; Cartografía Temática, Expansión Agrícola.

Resumo	<p>As transformações ocorridas desde o final da década de 1960 no semiárido Chaco levaram a mudanças no território devido à expansão da fronteira agrícola no norte da Argentina. Além das transformações históricas ocorridas na área de estudo, esse processo de agriculturalização gerou como consequência um intenso processo de desmatamento, associado ao avanço da fronteira agrícola.</p> <p>Nesse sentido, é importante ter um mapeamento temático atualizado do uso do solo como ferramenta para o posterior manejo e planejamento do território. Por isso o objetivo deste trabalho consiste em realizar uma identificação atual dos usos do solo nos departamentos de Simoca e Graneros, da província de Tucumán, Argentina, a partir de imagens Sentinel 2A com resolução espacial de 10 x 10 metros.</p> <p>Os resultados obtidos neste trabalho mostram os usos do solo que atualmente predominam na área de estudo. Sendo a principal contribuição desta pesquisa a elaboração de um produto atualizado para a posterior elaboração de planos de ordenamento territorial e ecológico.</p> <p>Palavras-chave: <i>Usos da Terra; Sensoriamento remoto; Cartografia Temática, Expansão Agrícola.</i></p>
---------------	--

Abstract	<p>The changes occurred since the late 1960s in the semi-arid Chaco led to territorial transformations due to the expansion of the agricultural frontier in northern Argentina. In addition to the historical transformations carried out in the study area, this agriculturalization process generated as a consequence an intense process of deforestation, associated with the advance of the agricultural frontier.</p> <p>In this sense, it is important to have an updated thematic mapping of land use as a tool for the subsequent management and planning of the territory. That is why the objective of this work consists of carrying out a current characterization of land uses in the Simoca and Graneros departments, of the province of Tucumán, Argentina, based on Sentinel 2A images with spatial resolution of 10 x 10 meters.</p> <p>The results obtained in this work show the land uses that currently predominate in the study area. Being the main contribution of this research the elaboration of an updated product for the later elaboration of territorial and ecological planning plans.</p> <p>Keywords: <i>Land Uses; Remote sensing; Thematic Cartography, Agricultural Expansion.</i></p>
-----------------	---

1. Introducción

La expansión agrícola ocurrida en el norte argentino tuvo repercusiones en territorios particularmente frágiles ambientalmente y socialmente, como los que componen la región del Chaco Seco. A partir de factores tales como: un ciclo climático más húmedo, el intento de reconversión de algunas economías regionales, el aumento del precio de los granos y el bajo valor de las tierras agrícolas, se impulsó un modelo extractivista que se tradujo en el retroceso del bosque nativo por la falta de una normativa que lo regule (Madariaga, 1998; Giarraca y Teubal, 2010). Vastos sectores de la llanura ubicados al este de la provincia de Tucumán, ocupados en su mayor parte por vegetación natural, fueron alcanzados por ese proceso de transformación.

Este proceso de agriculturización generó como consecuencia un intenso proceso de deforestación, asociado al avance de la frontera agropecuaria. Tal avance no fue impulsado por la población rural local, sino que fue resultado de la expansión de empresas agrícolas extra-regionales, dedicadas a la producción de commodities, principalmente soja (Paolasso y Krapovickas, 2013).

El área de estudio abarca a los departamentos Simoca y Graneros, situados al sudeste de la provincia de Tucumán. Los mismos se caracterizan por ser agrícola - ganaderos y se destacan los cultivos de caña de azúcar y granos (principalmente soja, maíz y poroto, entre otros). Los cambios de usos del suelo se han llevado a cabo a lo largo de la historia de la provincia, con diferentes lógicas. Lo cual se refleja en el tipo de producción, algunas en explotaciones más pequeñas, y otras con una lógica más del tipo empresarial.

Las herramientas propias de las geotecnologías, particularmente el análisis digital de imágenes satelitales y los sistemas de información geográfica, facilitan el estudio de amplios territorios, permitiendo identificar las distintas coberturas del suelo y los cambios que se producen en ellas. En este sentido, resulta importante contar con una cartografía temática actualizada de usos del suelo como herramienta para la posterior gestión y ordenamiento del territorio. Es por ello, que el objetivo de este trabajo consiste en la realización de una caracterización de los usos del suelo actuales en los departamentos Simoca y Graneros, de la provincia de Tucumán, Argentina, a partir de imágenes Sentinel 2A con resolución espacial de 10 x 10 metros. La contemporaneidad de las imágenes satelitales y la resolución espacial de las mismas, permiten hacer un estudio más detallado de los elementos presentes en el territorio.

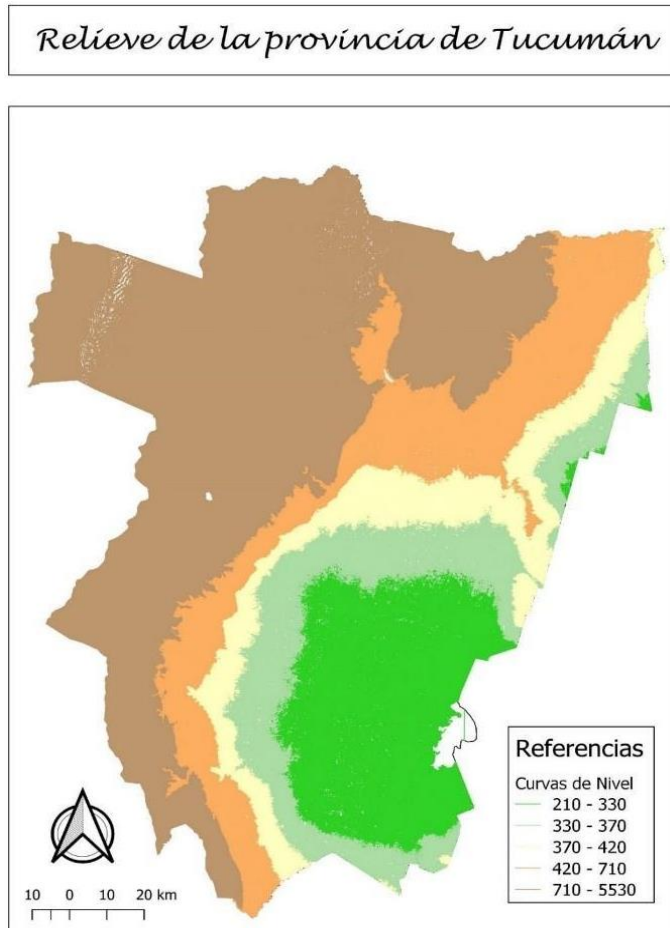
Esta investigación forma parte del proyecto PIUNT H614 “Reconfiguraciones territoriales en el semiárido tucumano-santiagueño tras la expansión de la soja: deforestación, variabilidad climática y población”, con asiento en el Instituto de Estudios Geográficos “Guillermo Röhmeder”, de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Nacional de Tucumán. Una versión preliminar de este trabajo fue puesta a discusión en el Décimo Congreso de la Ciencia Cartográfica, realizado de manera virtual del 4 al 6 de noviembre de 2020.

1.2. Caracterización física del área de estudio

La provincia de Tucumán presenta dos tipos de relieves bien diferenciados, en la porción occidental predominan los cordones montañosos, con picos que superan los 5.000 msnm, mientras que hacia la porción oriental se extienden amplias llanuras, con alturas que no llegan a superar los 300 msnm (Figura N°1).

El área de estudio se emplaza en la región deprimida, la cual presenta características propias de un predominio fluvial, donde los ríos que nacen en las vertientes orientales de las sierras del Aconquija dan lugar a formas como meandros abandonados, lagunas semilunares y planos de anegamiento estacional. La morfogénesis fluvial se alternó con períodos de aporte loésico que constituyen el sustrato de los planos interfluviales. La dinámica fluvial pasada responde a cambios paleoclimáticos y a la influencia antrópica presente, donde podemos encontrar modificaciones artificiales de los cursos en las cuencas bajas y cambios en la dinámica hidrológica como consecuencia de la degradación de las tierras en las cuencas altas y medias, generando un aumento de la carga transportada por los ríos Salí, Gastona, Chico y Marapa-San Ignacio desembocando de forma deltaica en el embalse de Río Hondo. Hacia el sur del río Marapa, se extiende una región ondulada dominada por paleocauces alternados con extensos planos de origen eólico, con aportes loésicos y acumulación sedimentaria eólica, esta última influenciada por la aparición de períodos áridos (Sayago, et al. 1998).

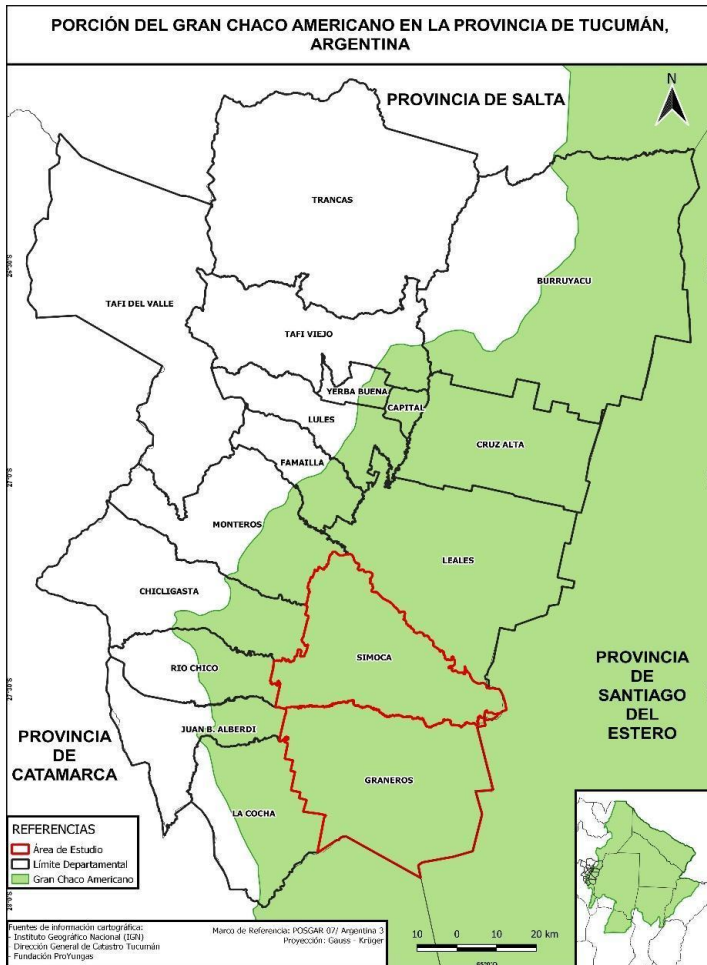
Figura N°1: Relieve de la provincia de Tucumán.



1.3. Caracterización ambiental del área de estudio.

El Gran Chaco Americano es una extensa área natural de 1.000.000 de km² ubicada en el sur del continente americano, compartido con Bolivia, Paraguay y Argentina. El área de influencia incluye a las provincias de Chaco, Formosa, Santa Fe, Salta, Jujuy, Catamarca, La Rioja, Córdoba y Tucumán, siendo esta última provincia donde se ubica el área de estudio (Figura N°2)

Figura Nº2: Porción del Gran Chaco Americano en la provincia de Tucumán.



Dependiendo de las características climáticas, esta extensa región se subdivide en Chaco Subhúmedo (pp. 700 - 1200 mm), Chaco Semiárido (pp. 500 - 750) y el Chaco Árido (pp. 300 - 500). Esta amplia gama de ecosistemas contiene en forma colectiva una diversidad rica en especies y una tasa relativamente alta de endemismo en comparación con otros ambientes áridos, semiáridos, y subhúmedos secos. Muchas de las especies que posee se encuentran enmarcadas por CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de las Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

El Chaco Semiárido, subregión de nuestro interés, limita con las Yungas y el Monte, y ocupa sectores de las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Luis y Córdoba. Es en esta subregión donde

predomina en su mayor extensión el bosque chaqueño. Este bosque, xerófilo y semicaducifolio, antes de la intervención del hombre contaba con un estrato superior dominado por el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho-colorado*) y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*), que superaba los 20m. En el límite oriental, coexisten con el quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), en lo que se conoce como el “bosque de los tres quebrachos” (Torrella y Adámoli, 2006).

Si bien el potencial productivo de la región es alto, la degradación de los recursos naturales y de su biodiversidad han llegado a un punto de daño irreversible. Tanto la desertificación en la porción occidental de la región, como las inundaciones recurrentes en su parte oriental, acentúan la pobreza de las comunidades y su marginalización económica, factores que finalmente dan lugar a migraciones hacia los cinturones urbanos de pobreza.

El tipo de suelo que presenta este ecosistema es arenoso y pobre en nutrientes, recibe escasos o irregulares niveles de precipitación y los vientos fuertes sumado a las elevadas temperaturas hacen difícil los procesos de recuperación de vegetación nativa. Por otro lado, la elevada degradación ambiental es consecuencia de un sobrepastoreo excesivo, inadecuadas prácticas de manejo, tala de árboles y la deforestación con fines agrícolas en áreas susceptibles de erosión eólica. (Redes Chaco, 2012).

1.4. Principales actividades económicas

La ocupación del territorio tucumano fue lenta en sus comienzos. Durante 130 años las poblaciones calchaquíes ofrecieron resistencia, mientras que las chaqueñas eran difíciles de controlar puesto que eran nómades y no tenían un asentamiento fijo. La región chaqueña fue importante porque allí se daba un intenso intercambio mercantil. Hacia finales del siglo XVII se produjo el afianzamiento de la colonización en las zonas de frontera, favorecido por el desplazamiento de la ciudad capital al sitio de La Toma (1685) como un núcleo dinamizador de la economía regional. Mientras la ciudad mostraba un crecimiento económico, se multiplicaban los parajes alrededor de antiguas estancias, pueblos indios y parroquias. La población tucumana ofrecía una distribución irregular en sus curatos. La mayoría de la población campesina se asentaba en el piedemonte y en la llanura chaqueña (principalmente en el curato de Río Chico) donde un alto porcentaje correspondía a mestizos y afromestizos. El crecimiento de la población en esta región favoreció el negocio de los

transportes. Para mediados del siglo XVIII el bosque chaqueño brindaba a las familias los elementos necesarios para la construcción de carretas y montajes destinadas a la actividad fletera (López, 2014). Hacia 1850, el cultivo de la caña de azúcar se encontraba emplazado en el departamento capital, pero hacia 1880 se extendió hacia otras regiones del piedemonte y una porción del Este de la provincia, arrasando con el bosque (López y Bravo, s/f).

Con la llegada del ferrocarril a la provincia, en el año 1876, la actividad fletera se derrumbó, pero la deforestación en esta instancia fue mayor. Las vías férreas se instalaron sobre durmientes de quebracho y el consumo de leña y carbón para uso industrial y doméstico creció exponencialmente a expensas del bosque chaqueño. A comienzos del siglo XX la exportación de quebracho y rollizos superan las 400.000 toneladas ocasionando el empobrecimiento de las masas boscosas. A partir de la década de 1970 se produce la cerealización de la pampa húmeda y la expansión hacia zonas marginales. El impenetrable chaqueño se vio castigado con topadoras y hacia el año 1990 la presión sobre estas latitudes aumentó con la instalación del cultivo de la soja (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2007). En la región chaqueña semiárida, la deforestación se localiza en áreas cercanas al umbral de precipitaciones para la agricultura de secano, que ronda los 600 mm, favorecida por el aumento de las precipitaciones ocurridas durante el siglo XX (Grau et al., 2005 b; Minetti y Vargas, 1997 en Gasparri y Grau, 2007).

1.5. Impacto de las actividades económicas en el bosque nativo: situación actual

El proceso de deforestación en Sudamérica ha afectado principalmente a tres ecosistemas, el Bosque Cerrado en Brasil, la Selva Chiquitana en Bolivia y el Gran Chaco Americano, en donde este último ha sufrido las mayores transformaciones de ambientes naturales, donde extensas regiones de bosques semiáridos son deforestadas para la producción de soja con fines de exportación (China y Unión Europea).

Dentro del Chaco, el territorio argentino es uno de los más afectados, en donde la agriculturización se encuentra liderada por el cultivo de la soja. La expansión de esta práctica sobre el Chaco semiárido -considerado uno de los principales biomas del Cono Sur- es considerado una amenaza porque es una de las pocas zonas del mundo donde la transición entre los trópicos y el cinturón templado no se produce a través de un desierto (sino como bosques semiáridos). El proceso de deforestación sugiere que la

expansión agropecuaria del Chaco Semiárido de Argentina es acompañada por una reducción de la intensidad del uso del suelo tradicional llevado a cabo por pobladores rurales criollos (extracción de madera, leña, caza, y ganadería extensiva) en las restantes zonas del Chaco. Este fenómeno se produciría por el abandono de “puestos” por parte de pobladores rurales hacia zonas urbanas, atraídos por oportunidades laborales ofrecidas por la nueva actividad agropecuaria.

El proceso de cambio de uso del suelo que produce pérdida de cobertura forestal y su posterior recuperación fue denominado Transición Forestal puesto que se produce en asociación con cambios socio-económicos relacionados con economías modernas, incluyendo intensificación agrícola en suelos productivos, migración rural a centros urbanos, aumento de tecnologías del transporte y de la información, disminución de la dependencia de los recursos locales y políticas gubernamentales de conservación derivadas de mayor conciencia ambiental. (Volante, 2014)

2. Metodología

La caracterización de usos del suelo fue generada a partir de una clasificación supervisada de imágenes satelitales con las siguientes características:

Tabla Nº1: Características de la imagen satelital trabajada.

Satélite/Sensor	Nivel de Procesamiento	Ubicación de Escena	Fecha de Adquisición	Resolución
Sentinel 2A	L2A	T20JKQ	17/04/2020	10 x 10 m (visible) 20 x 20 m (infrarrojo)

La imagen Sentinel 2 se obtuvo del sitio “Land Viewer – Earth Observation System” (<https://eos.com/landviewer/>). El procesamiento y posterior clasificación fue realizado con el Software Qgis versión LTR 3.10.10 (OSGeo), licencia GNU General Public License, y el complemento *Semi-automatic classification plugin* (SCP - Congedo, 2016).

2.1. Preprocesamiento

Se realizó un recorte de la escena S2A_20200417_20JKQ para poder generar la corrección atmosférica de cada banda mediante el método DOS1 (Dark Object Subtraction - Chávez, 1996, citado por Congedo, 2016), transformando los valores digitales a reflectancia.

Posteriormente, se realizó el apilamiento de bandas (layer stack) para generar una imagen multispectral en combinación falso color infrarrojo (RGB 8-11-4)

Con el complemento SCP se creó un archivo de entrenamiento para tomar firmas espectrales sobre la imagen mencionada. Se diseñaron 7 macroclases, en base a los criterios delimitados por Di Gregorio (2005) y FRA 2000 de FAO (citado por Montenegro, Celina et al. 2005):

Asimismo, mediante el complemento *Temporal/Spectral Profile Tool* se tomaron firmas espectrales representativas de cada cobertura.

Clase	Descripción
Tierras Forestales	Tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 20 por ciento del área y una superficie superior a 10 hectáreas (ha). Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 7 metros (m) a su madurez in situ. Puede consistir en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosques cubren gran parte del terreno (FAO - FRA 2000; citado por Montenegro, Celina et al. 2005)
Otras Tierras Forestales	Tierras donde la cubierta de copa (o su grado de espesura equivalente) tiene entre 5 y 20 por ciento de árboles capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez in situ; o tierras con una cubierta de copa de más del 20 por ciento (o su grado de espesura equivalente) en la que los árboles no son capaces de alcanzar una altura de 7 m a su madurez in situ (por ej. árboles enanos o achicados); o aquellas donde la cubierta arbustiva abarca más del 20 por ciento (FAO - FRA 2000; citado por Montenegro, Celina et al. 2005)

Granos	Superficie ocupada por los cultivos de soja, maíz y poroto. Tomado en base al Reporte Agroindustrial N°184 de la Estación Experimental Obispo Colombres (Fandos, C. et al. 2020a).
Caña de Azúcar	Superficie ocupada por plantaciones de caña de azúcar. Tomado en base al Reporte Agroindustrial N°190 de la Estación Experimental Obispo Colombres (Fandos, C. et al. 2020b).
Agua	Cuerpos de agua y principales ríos.
Suelo Urbano	Localidades urbanas situadas en el área de estudio.
Suelo Desnudo	Suelo sin cobertura. Esta clase incluye aquellas porciones de tierra sin cobertura vegetal y parcelas de cultivo ya cosechadas.

2.2. Procesamiento: Clasificación supervisada

La clasificación supervisada parte de un cierto conocimiento del área de estudio, ya sea por experiencia previa en el análisis e interpretación de imágenes, o por trabajos de campo. Esta familiaridad con el área de interés permite delimitar área piloto que se consideran representativas de las categorías que componen la leyenda (Chuvieco, 1995). En este trabajo se obtuvieron un total de 219 firmas espectrales como muestra para que la clasificación sea lo más precisa posible. Posteriormente, se realizó la clasificación utilizando el algoritmo de *distancia mínima*. Luego se realizó el recorte al área de estudio.

2.3. Posprocesamiento: vectorización

La imagen resultante del punto anterior debe ser posprocesada con el fin de corregir algunos errores propios de la clasificación. Para ello se realiza un filtrado de la misma, de manera que los píxeles que puedan haber sido mal clasificados, se calculan nuevamente. Finalmente, la clasificación es vectorizada y transformada a formato shapefile para calcular la superficie de cada uso del suelo y generar finalmente cartografía temática.

2.4. Matriz de Confusión

La matriz de confusión o matriz de error compara los datos de referencia con el mapa clasificado. Según los datos de referencia, los píxeles diagonales están clasificados correctamente. Mientras que los números fuera de la diagonal indican los errores en la clasificación.

La precisión global de la clasificación se obtiene de la suma de las diagonales, dividida por el total: $(10+6+9+7+5+4+9) / 60 = 50/60 = 0.83 = 83\%$. En este caso la precisión global es del 83%, lo cual indica que es una buena clasificación.

Ocurre un error de clasificación cuando un pixel perteneciente a una categoría es asignado a otra categoría. Existen dos tipos de errores: Los de omisión y los de comisión:

- Los errores de omisión ocurren cuando un pixel se excluye de la categoría que está siendo evaluada (de todos los pixeles que en realidad son Tierras Forestales, aquellos que han sido clasificados como caña de azúcar).

- Los errores de comisión ocurren cuando un pixel se incluye incorrectamente en la categoría que está siendo evaluada (de todos los pixeles clasificados como Caña de Azúcar, aquellos que son en realidad Tierras Forestales).

- Las mediciones de la precisión (% correcto) se llaman Precisión del Usuario y Precisión del Productor. La Precisión del Usuario mide errores de comisión y la Precisión del Productor mide errores de omisión.

Tabla N°2: Matriz de Confusión de Clasificación Supervisada. Elaboración propia.

	Clases Temáticas	Datos de Referencia								Precisión de Usuario (%)
		1	2	3	4	5	6	7	Total	
Datos de Clasificación	1 (Tierras Forestales)	10	0	0	0	0	0	0	10	100
	2 (Otras Tierras Forestales)	4	6	0	0	0	0	0	10	60
	3 (Granos)	0	0	9	1	0	0	0	10	90
	4 (Caña de Azúcar)	0	1	2	7	0	0	0	10	70
	5 (Agua)	0	0	0	0	5	0	0	5	100
	6 (Urbano)	0	0	0	0	0	4	1	5	80
	7 (Suelo Desnudo)	0	1	0	0	0	0	9	10	90
	Total	14	8	11	8	5	4	10	60	
	Precisión de Productor (%)	71	75	82	88	100	100	90		Precisión Global (%) 83

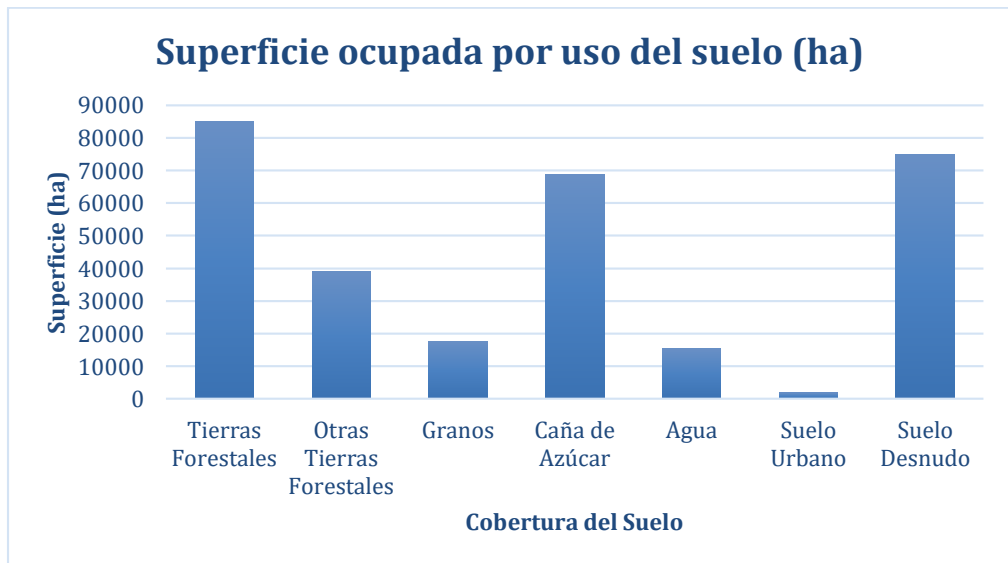
3. Resultados

A partir del procesamiento y posterior clasificación de imágenes satelitales, se elaboró cartografía temática de usos del suelo en los departamentos Simoca y Graneros, con las categorías indicadas previamente. La superficie ocupada por cada uno de ellos se detalla en la tabla y el gráfico de barras presentados a continuación:

Tabla N°3: Superficie ocupada por cada uso del suelo en hectáreas. Elaboración propia.

Clase	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Tierras Forestales	85085,1	28%
Otras Tierras Forestales	39022,5	13%
Granos	17717,3	6%
Caña de Azúcar	68924,1	23%
Agua	15469,1	5%
Suelo Urbano	1968,19	1%
Suelo Desnudo	74790,7	25%

Figura N°3: Superficie ocupada por uso del suelo en valores absolutos (ha). Elaboración propia.



En el mapa final, se observan diferencias en las coberturas de suelo de ambos departamentos, a pesar de poseer características ambientales similares. La superficie ocupada por el cultivo de caña de azúcar se extiende sobre el sector occidental del departamento Simoca, siendo

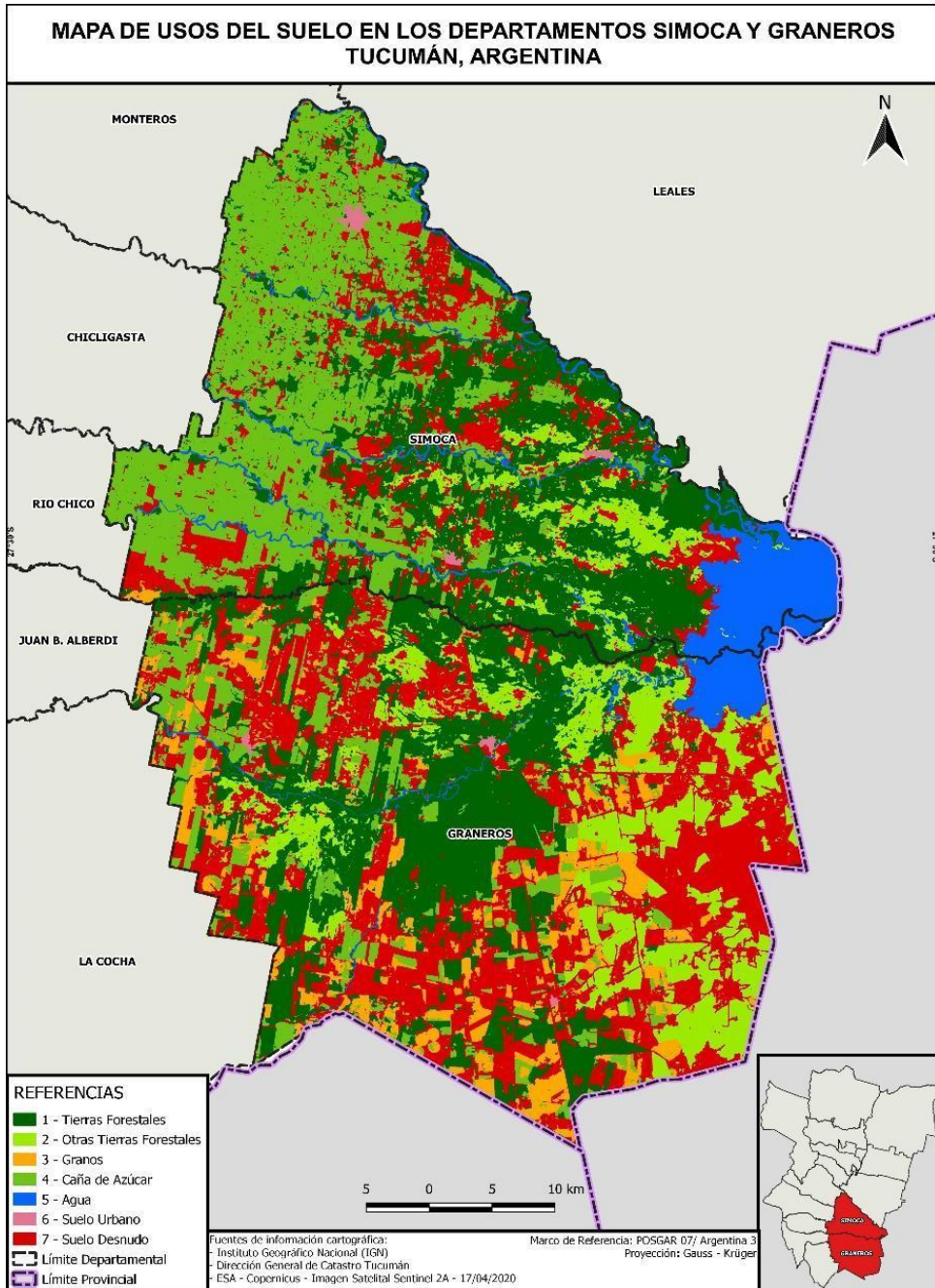
predominante en este último y ocupando un espacio muy reducido, comparativamente, en el departamento Graneros. Asimismo, la superficie cultivada con granos (soja, maíz, poroto) se extiende sobre las márgenes este y oeste del departamento Graneros, careciendo de participación en el departamento Simoca. Este fenómeno observado visualmente mediante el análisis de imágenes de satélite, plantea la necesidad posterior de contrastar los datos obtenidos con la información estadística del Censo Nacional Agropecuario último, y realizar un análisis en profundidad sobre la diferenciación de tipos de cultivos en ambos departamentos.

La superficie ocupada por vegetación natural (categorías Tierras Forestales y Otras Tierras Forestales) se ubica en el centro de ambos departamentos y en el sector oriental, cercano al Embalse de Río Hondo. Está claro que la vegetación natural (predominantemente Bosque Chaqueño) ha sido reemplazada por las actividades económicas que se mencionan en este trabajo. Y aquellos lugares donde aún se conserva la vegetación natural se debe a que las condiciones ambientales no son óptimas para la instalación de la actividad agrícola, ya sea por el tipo de suelo, el relieve y los posibles anegamientos durante la época estival, o la falta de accesibilidad.

Es preciso aclarar que no es objeto de este estudio hacer una evaluación temporal de los cambios de usos del suelo, análisis que se pretende realizar a posteriori de esta investigación. Sin embargo, la caracterización de los usos actuales denota que en esta región se ha realizado un proceso de cambios y modificaciones que ya han sido ampliamente estudiados.

La clase Suelo Desnudo abarca aquellas áreas donde el suelo carece de cobertura vegetal, contemplando en ésta aquellas parcelas de cultivo que han sido cosechadas previamente a la fecha de obtención de la imagen, o que aún no han sido sembradas.

Figura Nº4: Mapa de usos del suelo en los departamentos Simoca y Graneros. Tucumán, Argentina.



4. Conclusiones

La cartografía como ciencia espacial permite, mediante las múltiples técnicas que incorpora, realizar análisis precisos de la situación actual del territorio en cuanto a la utilización de los recursos naturales y representarlos. En este sentido, es preciso contar con herramientas que ayuden a la toma de decisiones en cuanto a la gestión del territorio y de los recursos disponibles.

La teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) son herramientas fundamentales a la hora de elaborar cartografía de rigor y precisión. Sin embargo, la disponibilidad de fuentes de información puede convertirse en un obstáculo a la hora de elaborar estrategias de intervención y de gestión territorial. Es por ello que surge esta propuesta de elaboración de mapas de usos del suelo actuales en el área de estudio, buscando suplir una falta en cuanto a la información cartográfica disponible. Además, la información cartográfica es factible de ser contrastada con la información estadística oficial obtenida mediante los Censos Nacionales Agropecuarios y otras fuentes de información estadística.

Los resultados de esta investigación son apenas el comienzo de una propuesta mayor de elaboración de cartografía temática de precisión para la elaboración de planes de ordenamiento territorial y ecológico en el área de estudio. A partir de la información obtenida en este trabajo y de las mejoras que se pueden realizar en base a la opinión y aportes de colegas, se continuará con un plan de elaboración de cartografía de usos del suelo en otras áreas de la provincia y con el agregado del análisis multitemporal para el mejor entendimiento de los procesos.

BIBLIOGRAFÍA

- Congedo Luca (2016). Semi-automatic Classification Plugin Documentation. Release 6.0.1.1. [Archivo PDF]. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29474.02242/1>
- Chuvieco, E. (1995) Fundamentos de Teledetección Espacial. 2da Edición. Ediciones Rialp S.A. Madrid.
- Di Gregorio, A. (2005). Land cover classification system. Classification concepts and user manual. Software version 2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2005. En <http://www.fao.org/3/y7220e/y7220e00.htm#Contents>
- Fandos C., Carreras Baldrés J., Scandaliaris P., Soria F., Devani M., Gamboa D., Ledesma F. y Vizgarra O. (abril 2020a). Campaña estival 2019/2020 en Tucumán: área cultivada con soja, maíz y poroto y

comparación con campañas precedentes. En Reporte Agroindustrial N°184. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EAAOC). Tucumán, Argentina.

▪ Fandos C., Carreras Baldrés J., Scandaliaris P., Soria F., Devani M., Gamboa D., Ledesma F. y Vizgarra O. (junio 2020b). Área cosechable y producción de caña de azúcar y azúcar para la zafra 2020 en Tucumán. En Reporte Agroindustrial N°190. Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EAAOC). Tucumán, Argentina.

▪ Giarracca, N. y Teubal, M. (2010). Disputas por los territorios y recursos naturales: el modelo extractivo. En Análisis latinoamericano del medio rural. N°5. ALASRU, noviembre de 2010.

▪ López, C. (2014). Los dueños de la tierra. Economía, sociedad y poder. Tucumán, 1770 – 1820 2da ed. Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucumán.

▪ Madariaga, M. (1998). Transformaciones de las estructuras agrarias en el borde occidental del Gran Chaco Argentino. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Tucumán]. Repositorio Institucional – Facultad de Filosofía y Letras – Universidad Nacional de Tucumán.

▪ Montenegro, C., Bono J., Parmuchi, M., Strada, M., Manghi, E. y Gasparri, I. (2005). La deforestación y degradación de los bosques nativos. Idia XXI. revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario, 5(8), 276-279.

▪ Paolasso, P. y Krapovickas, J. (2013). Avance de la Frontera Agropecuaria y Transformaciones Demográficas en el Chaco Seco Argentino durante la Primera Década del Siglo XXI. En Formiga, N. y Garriz, E. (Eds.), XII Jornadas Argentinas de Estudios de Población 1ed. (pp. 1366-1399).

▪ Paruelo, J.M., Guerschman, J.P. y Verón, S. R. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Ciencia Hoy. Volumen 15 (87), 14-23.

▪ Redes Chaco (6 de noviembre de 2012). Características Ambientales del Chaco. Redes Chaco. <https://redeschaco.org/caracteristicas-ambientales-del-chaco/>

▪ Rivas, A. (2013). Irrupción del modelo sojero en el ambiente oriental de la provincia de Tucumán. En Giarracca, N. y Teubal, M. (comp.) Actividades extractivas en expansión: ¿reprimarización de la economía argentina? 1a ed., (pp.119-134). Antropofagia.

▪ Rivas, A. y Rodríguez, A. (2013). Uso del suelo agrícola en el norte grande argentino: análisis del crecimiento espacial y productivo del cultivo de soja, En Rivas, A. y Hernández, C. (Comp.) Aportes al conocimiento de la ruralidad regional: el caso del Norte grande argentino (pp. 7 - 26).

▪ Sayago, J. M., Collantes, M. M. y Toledo, M. A. (1998). Geomorfología. En Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán (Ed.) Libro Geología de Tucumán. Publicación Especial. 2º Edición. (pp.241 – 258).

- Torrella, S. y Adámoli, J. (2006). Situación Ambiental de la Ecorregión del Chaco Seco. En Brown, A., U. Martínez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.), La Situación Ambiental Argentina 2005. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006.

- Volante, J. (2014) Dinámica y consecuencias del cambio en la cobertura y el uso del suelo en el Chaco Semiárido. [Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires] Repositorio Institucional – Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

- Volante J.N., Bianchi A. R., Paoli H.P., Noé Y. E., Elena, H. J. y Cabral C.M. (2005). Análisis de la Dinámica del uso del suelo agrícola del Noroeste Argentino mediante Teledetección y Sistemas de Información Geográfica. Proyecto de Relevamiento de Cultivos del NOA (PRO. RE. NOA.) Publ. Por INTA. EEA Salta. http://www.inta.gov.ar/region/noa/prore_noa/