



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación

Mapa Nacional de Cultivos campaña 2018/2019

Colección 1 (Versión 1)

Publicación N°1

Coordinación:

de Abelleyra, Diego¹
Banchero, Santiago¹
Verón, Santiago^{1,4,5}
Mosciaro, Jesús²
Volante, José²

Participantes:

Boasso, Miguel²
Castrillo, Silvana
Dacunto, Luciana
Ferraina, Antonella¹
Franzoni, Agustín
Gaitán, Juan³
Gomez Taffarel, María Cielo
Moreno, Andrea
Propato, Tamara¹

¹ Instituto de Clima y Agua, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CIRN), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); ² Estación Experimental Agropecuaria Salta, Centro Regional Salta-Jujuy, INTA; ³ Instituto de Suelos, CIRN, INTA; ⁴ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía (FAUBA), Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información; ⁵ CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS NATURALES
INSTITUTO DE CLIMA Y AGUA
INSTITUTO DE SUELOS**

**CENTRO REGIONAL SALTA - JUJUY
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA SALTA**

**PROGRAMA NACIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN
AMBIENTAL**

PROYECTO MAPBIOMAS (Convenio 26121)

**RED JECAM-GEOGLAM
Sitio Argentina**

Septiembre de 2019

Índice

1. Introducción	3
2. Metodología	4
3. Resultados	10
a. Exactitud obtenida	10
b. Mapas generados	12
4. Consideraciones Finales	27

1. Introducción

La disponibilidad de mapas que describan de manera precisa la localización de los principales cultivos extensivos de grano a escala nacional es un prerequisite para numerosas aplicaciones. Por ejemplo, la estimación del área sembrada, el seguimiento del estado fisiológico de los cultivos, la estimación del rendimiento, y por último de la producción agrícola, requieren información georeferenciada. Conocer la distribución espacial de los cultivos permite estratificar el área para el muestreo a campo y de esta manera optimizar los recursos de los programas de estimación de la superficie sembrada con cada cultivo anualmente. Además, proveen una manera objetiva de cuantificar la ocurrencia de doble cultivos y así mejorar la estimación del área sembrada. De la misma manera, los sistemas de monitoreo del estado y el rendimiento de cultivos que frecuentemente integran la información satelital de cada departamento sin discriminar área agrícola de no agrícola podrían beneficiarse al considerar la superficie efectivamente sembrada con cada cultivo. En conjunto, la mejora en la estimación del área sembrada y del rendimiento de cada cultivo disminuye el error en la estimación de la producción agrícola total del país y de la contribución de cada región. Mejorar la estimación de la producción agrícola tiene beneficios a múltiples escalas. A escala local permite por ejemplo anticipar la necesidad de almacenamiento, a escala regional la utilización de puertos y la demanda de transporte, a escala nacional los ingresos fiscales y la generación de divisas y a escala internacional los precios de los granos y potenciales proveedores de granos. Finalmente, si estos mapas se producen de manera periódica permiten caracterizar a nivel de lote aspectos clave de la sustentabilidad del manejo agrícola: la rotación de cultivos y la intensidad de uso, es decir la cantidad de cultivos por estación de crecimiento (o campaña agrícola).

A pesar de su importancia, existen pocos ejemplos de mapas de cultivos a escala nacional. Estados Unidos, Canadá y Europa poseen programas de seguimiento e inventario de cultivos agrícolas. Más recientemente Ucrania ha generado su primer mapa nacional de cultivos (Kussul et al. 2017). Un aspecto común entre estos programas es la utilización de información satelital. La información provista por satelites de observacion de la tierra es particularmente adecuada para la generación de mapas de cultivos debido a su capacidad para registrar la radiación reflejada por la superficie del planeta de manera periódica, sistemática y objetiva a lo largo de extensas superficies. En particular los radiómetros ópticos proveen imágenes de la superficie en diferentes porciones del espectro electromagnético, usualmente en el visible, infrarrojo cercano, infrarrojo de onda corta e infrarrojo térmico. Si bien teóricamente la información espectrot temporal -es decir el conjunto de las adquisiciones satelitales a lo largo del tiempo de información del espectro electromagnético- debería permitir la discriminación de cultivos, esto frecuentemente está impedido por dos razones: la nubosidad que disminuye la información útil en un dado periodo, y la diversidad espaciotemporal de fechas de siembra para un mismo cultivo.

La producción agrícola argentina se ha incrementado en gran medida durante los últimos años, pasando la producción de los principales granos (soja, maíz, trigo y girasol) de 34 a 143 millones de toneladas entre 1990 y 2019. En 2013, Argentina fue el tercer exportador mundial de soja y maíz y el décimo tercero de trigo (FAOSTAT, 2018) representando la agricultura una fuente de divisas y de ingresos fiscales clave para el país. En 2010 se estableció en San Antonio de Areco un sitio de estudio de la iniciativa JECAM-GEOGLAM (Experimento Conjunto para la estimación del área y monitoreo de cultivos o Joint Experiment on Crop Assessment and Monitoring en inglés - www.jecam.org). El objetivo de la iniciativa JECAM es desarrollar y validar metodologías de estimación del área sembrada con cultivos y su seguimiento temporal a partir de información satelital. En este trabajo nuestro objetivo fue generar un mapa de tipos de cultivo para el área agrícola extensiva de Argentina. Para ello capitalizamos la disponibilidad de plataformas de almacenamiento y procesamiento de imágenes satelitales en la nube y de nuevos algoritmos de clasificación supervisada, junto con la experiencia previa en la generación de mapas regionales de los grupos de trabajo de INTA involucrados en este trabajo.

2. Metodología

El mapa se desarrolló a partir de clasificaciones supervisadas a partir de índices obtenidos de escenas Landsat con muestras obtenidas a partir de relevamientos a campo durante la campaña agrícola 2018/2019. En la figura 1 se puede ver el flujo de trabajo desarrollado.

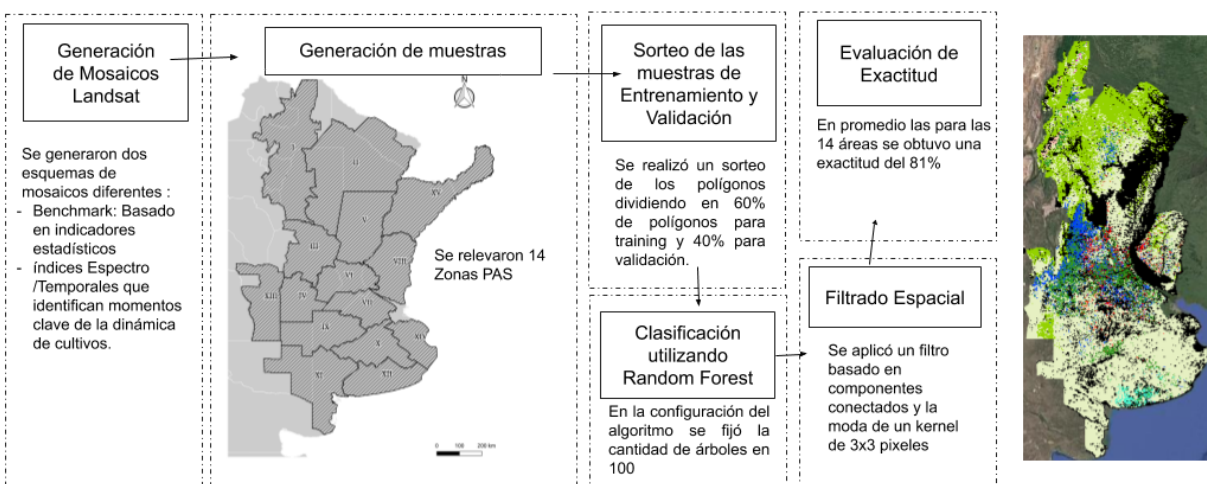


Figura 1. Flujo de trabajo para la generación del mapa nacional de cultivos 2018/2019.

Se consideró una zonificación que incluye las principales áreas agropecuarias del país basada en las zonas del Panorama Agrícola Semanal (PAS) de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2019), conocidas como Zonas PAS. Esta zonificación, agrupa departamentos o partidos en 15 zonas en función de la distribución y abundancia de cultivos. En este trabajo se consideraron las zonas I a XIV (Figura 2). A su vez, estas zonas fueron modificadas según una zonificación de áreas agroecológicas de Burkart (1989), para evitar incluir dentro de departamentos zonas

áridas o con relieve muy marcado que impida la presencia de cultivos y por lo tanto no fueron relevadas en este trabajo.

Para cada zona se realizaron en forma independiente, clasificaciones supervisadas, es decir clasificaciones que son entrenadas con muestras de referencia que brindan información georeferenciada del tipo de cultivo y otras clases no agrícolas observado en un número de lotes a lo largo de la campaña considerada (2018/2019).

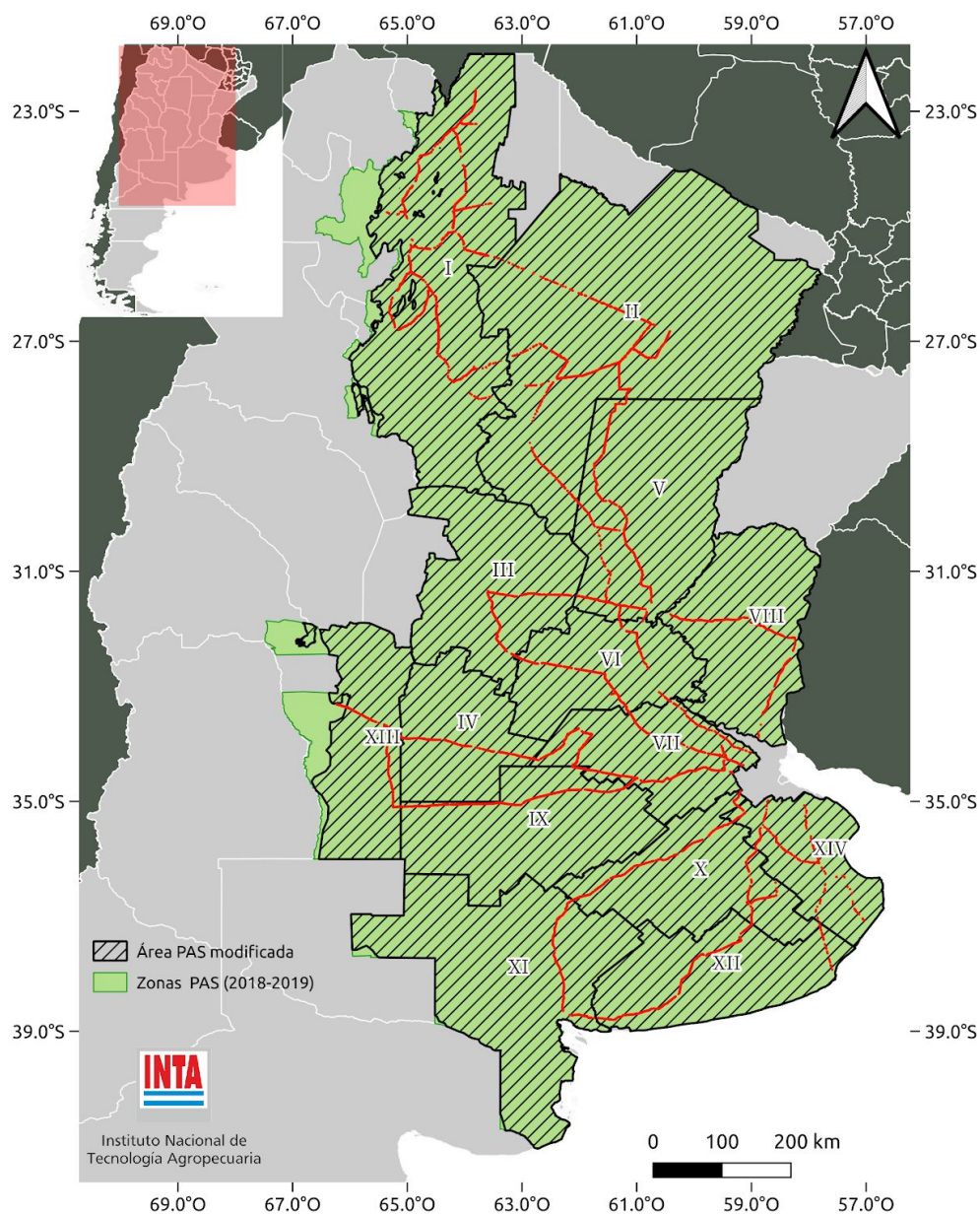


Figura 2. Zonas PAS consideradas para el Mapa Nacional de Cultivos 2018/2019. Líneas negras: zonas PAS originales (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019); Líneas rojas: zonas PAS modificadas según Ecorregiones (Burkart, 1999). Líneas azules: recorridos realizados durante las campañas de invierno y de verano.

Para la obtención de muestras se realizaron relevamientos a lo largo de diversas rutas del país buscando cubrir las principales áreas agrícolas de las zonas definidas (Figura 2). Se siguieron recomendaciones de relevamiento de muestras sobre vehículo difundidas por la red JECAM (2018), que junto con la experiencia previa de relevamiento de los grupos del Instituto de Clima y Agua y la EEA Salta, permitieron realizar un protocolo de muestreo. Los recorridos se realizaron en dos momentos del año: 1) octubre y noviembre de 2018 (para identificar cultivos de campaña de invierno) y en marzo y abril de 2019 (para identificar cultivos de campaña de verano). Se recorrieron más de 15.000 Km y se registraron más de 13200 puntos georeferenciados. Los puntos fueron convertidos a polígonos de 50 m de radio con un método semi-automático, asegurando que describan un área homogénea (correspondiente a la misma descripción clase) dentro de un lote o parche de vegetación.

ID _{N1}	Clase	Descripción
0	Maiz	Único cultivo sembrado en la campaña
1	Soja 1ra	Único cultivo sembrado en la campaña
2	CI-Soja	Doble cultivo con cultivos de invierno (trigo, cebada, centeno, avena) , verdes de invierno o cultivos de cobertura y soja como cultivo de verano
3	CI-Maiz	Doble cultivo con cultivos de invierno (trigo, cebada, centeno, avena) , verdes de invierno o cultivos de cobertura y maíz como cultivo de verano
4	MANI	Único cultivo sembrado en la campaña
5	Girasol	Único cultivo sembrado en la campaña
6	CI sin cultivo verano	Cultivos de invierno (trigo, cebada, centeno, avena), verdes de invierno o cultivos de cobertura. Único cultivo sembrado en la campaña
7	Ganaderia	Tierras con uso ganadero. Incluye pasturas y pastizales naturales
8	Leñosa natural	Tierras con cobertura de especies leñosas mayor al 20 %.
9	Leñosas cultivadas	Plantaciones forestales y frutales
11	Algodon	Único cultivo sembrado en la campaña
12	Poroto	Único cultivo sembrado en la campaña
13	Caña	Único cultivo presente en la campaña
14	Girasol-CV	Doble cultivo de Girasol y un cultivo de verano (solo en Zona II - NEA)
15	Mascara	Incluye cuerpos de agua, humedales y áreas urbanas.

Tabla 1. Clases definidas para el Mapa Nacional de Cultivos de la campaña 2018/2019 y su descripción. La columna ID_{N1} representa el la identificación numérica de cada clase en el mapa generado.

En este trabajo se definieron clases que describen lo ocurrido en cada lote a lo largo de toda una campaña, con lo que no solo se puede identificar el tipo de cultivo, sino la presencia de de dobles cultivos y cultivos únicos. Para cada zona se definieron clases de cultivos que en

conjunto representaron hasta el 90 % del área sembrada (basadas en estadísticas del MINAGRO, 2018) de los departamentos incluidos en cada zona PAS, de las últimas 5 campañas. También se registraron otras clases no agrícolas con la finalidad de discriminar el área agrícola y no agrícola. La totalidad de clases definidas se puede observar en la Tabla 1.

Mediante la herramienta Google Earth Engine, se generaron índices a partir del catálogo de imágenes LANDSAT (30 m de resolución) disponibles para el área de estudio durante el período comprendido entre el 1 de junio de 2018 y el 31 de mayo de 2019. Se consideraron los índices desarrollados en el marco de la iniciativa MapBiomias Chaco (chaco.mapbiomas.org) basados en métricas que describen la distribución de frecuencias (e.g. percentiles, desvío estándar) de los valores observados en 3 períodos de tiempo: invierno (del 1 de agosto al de 30 noviembre), verano (del 1 de enero al 30 de marzo) y período anual (del 1 de junio de 2018 al 31 de mayo de 2019). A su vez se incorporaron nuevos índices que describen la dinámica temporal de los indicadores a lo largo de la campaña (e.g. momento de máximos y mínimos, pendientes, etc.) y que pueden describir mejor la dinámica de cultivos que presentan una estacionalidad muy marcada.

Para asignar las muestras a las clases definidas (Tabla 1), se verificó sobre zonas agrícolas que un mismo sitio de muestreo haya sido registrado durante el relevamiento de invierno y durante el relevamiento de verano. El número de muestras finalmente asignado por clase y por zona se muestra en la Tabla 2. Las muestras obtenidas fueron separadas en dos grupos: 1) muestras de entrenamiento que correspondieron al 60 % de los polígonos obtenidos de cada clase y 2) muestras de validación que corresponden al 40 % restante de los polígonos obtenidos de cada clase. Las muestras de entrenamiento fueron utilizadas para correr el clasificador Random Forest también sobre la plataforma Google Earth Engine. Con las muestras de validación se generaron indicadores del error de clasificación como Exactitud general, de usuario y de productor e índice Kappa (Congalton, 1991). Se realizó una clasificación por separado para cada zona PAS, pero en casos de presencia de clases con escaso número de muestras, se utilizaron muestras de otras zonas pertenecientes a un mismo gradiente latitudinal. Se aplicó un filtro espacial basado en la metodología de Mapbiomas (Souza and Azevedo, 2017) para corregir la presencia de píxeles aislados dentro de lotes o parches de vegetación. También se aplicaron máscaras de cuerpos de agua (Pekel et al., 2016), ejidos urbanos (IGN, 2019) y áreas de humedales basada en el mapa de coberturas de Volante et al. (2010).

Zona	Maiz	Soja	CI- Soja	CI- Maiz	Maní	Girasol	CI	Ganadería	Leñosa natural	Leñosas cultivadas	Algodón	Poroto	Caña	Girasol- CV	Total
I	103	160	31	53				192	178	82		92	90		981
II	39	35	10	9		9		196	95		18			29	393
III	75	65	59	16				30	5						250
IV	29	26	20	5	9			54	1						144
V	13	27	30	6		1		357	67						501
VI	98	103	83	16				41	3						344
VII	138	105	111	8				244	1						607
VIII	47	70	68	5				254	50	13					507
IX	20	28	27	18				50							143
X	12	3	2			9		195							221
XI	14	14	14			11	30	176	4						263
XII	32	36	21			14	91	118		6					318
XIII	41	35			8			35	22						141
XIV	10							135							145

Tabla 2. Número de polígonos asignados por clase y por zona que cumplen con el requisito de dos observaciones en invierno y en verano.

3. Resultados

a. Exactitud obtenida

La exactitud general y el índice Kappa fueron en promedio de xx y xx respectivamente, mostrando gran variación entre zonas (Tabla 3). Zonas con alta proporción de tierras agrícolas como la III (Centro Norte de Córdoba), VI (Núcleo Norte) y VII (Núcleo Sur) mostraron altos valores de exactitud e índice Kappa, mientras que zonas con proporciones intermedias de cultivos y zonas no agrícolas mostraron menores exactitudes. Zonas con baja proporción de cultivos como la X (Centro de Buenos Aires) y XIV (Cuenca del Salado) mostraron altos valores de exactitud. Por su parte, zonas de gran extensión y alto número de clases como I (NOA) y II (NEA) mostraron exactitudes intermedias. Zonas con alto número de muestras en sus clases principales en general mostraron altas exactitudes (Zonas VI, VII y VIII).

Con respecto a la exactitud por clase, las clases agrícolas de Maíz y Soja y Trigo como únicos cultivos y CI-Soja mostraron en general altas exactitudes de usuario y productor (Tablas 4 y 5); mientras que otras clases menos representadas en superficie como CI-Maíz, Maní o Girasol mostraron bajos valores de exactitud. CI-Maíz en algunas zonas mostró gran confusión con la clase CI-Soja seguramente debido a la similitud en sus ciclos fenológicos. Mientras que Maní mostró confusión con Maíz y Soja como únicos cultivos. En general se observaron mayores exactitudes de usuario que de productor.

Zona PAS	Ov Acc	Kappa	N clases
I	0.67	0.61	9
II	0.77	0.69	9
III	0.86	0.83	6
IV	0.75	0.69	7
V	0.80	0.52	7
VI	0.83	0.77	6
VII	0.90	0.85	6
VIII	0.84	0.80	7
IX	0.71	0.59	6
X	0.90	0.83	5
XI	0.82	0.60	7
XII	0.85	0.78	7
XIII	0.73	0.65	5
XIV	0.91	0.75	4
promedio	0.81	0.71	6.50

Tabla 3. Exactitud general, índice Kappa y número de clases de cada zona.

Zona PAS	Maiz	Soja 1ra	CI-Soja	CI-Maiz	Maní	Girasol	CI	Ganadería	Leñosa natural	Leñosas cultivadas	Algodón	Poroto	Caña	Girasol -CV
I	0.62	0.59	0.74	0.77				0.52	0.83	0.99		0.66	0.86	
II	0.78	0.75	-	-		-		0.69	0.94		-			0.90
III	0.83	0.92	0.83	0.87				0.89	-					
IV	0.92	0.79	0.72	-	-			0.68	-					
V	0.89	0.58	0.51	-		1.00		0.81	0.96					
VI	0.93	0.93	0.71	0.86				0.69	-					
VII	0.90	0.91	0.88	-				0.90	-					
VIII	0.83	0.90	0.71	-				0.83	0.99	-				
IX	0.47	0.74	0.55	-				0.75	1.00					
X	0.91	0.82	0.90			-		0.93						
XI	-	-	-			-	1.00	0.81	-					
XII	-	-	-			-	0.85	0.84		-				
XIII	0.77	0.57	-		-			0.78	1.00					
XIV	-	-	-					0.94						

Tabla 4. Exactitudes de usuario por zona. Se muestran únicamente clases con más de 20 muestras por zona.

Zona PAS	Maiz	Soja 1ra	CI-Soja	CI-Maiz	Maní	Girasol	CI	Ganadería	Leñosa natural	Leñosas cultivadas	Algodón	Poroto	Caña	Girasol-CV
I	0.41	0.80	0.24	0.48				0.83	0.82	0.61		0.30	0.79	
II	0.47	0.48	-	-		-		0.97	0.81		-			0.68
III	0.94	0.84	0.82	0.40				0.73	-					
IV	0.87	0.89	0.85	-	-			0.86	-					
V	0.14	0.47	0.43	-		0.53		0.98	0.51					
VI	0.94	0.84	0.96	0.18				0.70	-					
VII	0.91	0.90	0.87	-				0.94	-					
VIII	0.94	0.80	0.86	-				0.96	0.75	0.81				
IX	0.83	0.45	0.74	-				0.82	0.70					
X	0.19	0.96	0.88			-		0.97						
XI	-	-	-			-	0.34	1.00	0.62					
XII	-	-	-			-	0.92	0.98		0.15				
XIII	0.70	0.85			-			0.81	0.84					
XIV	-	-	-					0.99						

Tabla 5. Exactitudes de productor por zona. Se muestran únicamente clases con más de 20 muestras por zona.

b. Mapas generados

A continuación se muestran los mapas generados tanto a nivel nacional (Figura 3), como también mostrando el detalle de cada zona PAS (Figuras 4 a 17). También se pueden visualizar los mapas desde GeoINTA (www.geointa.inta.gob.ar) o desde una herramienta para la visualización desde la web: <https://deabelle.users.earthengine.app/view/mncv1r1>

Esta herramienta permite hacer zoom sobre la clasificación a la escala deseada. A su vez, permite modificar las imágenes de fondo, alternando entre imágenes de Google Earth y mapas de referencia con caminos y división política.

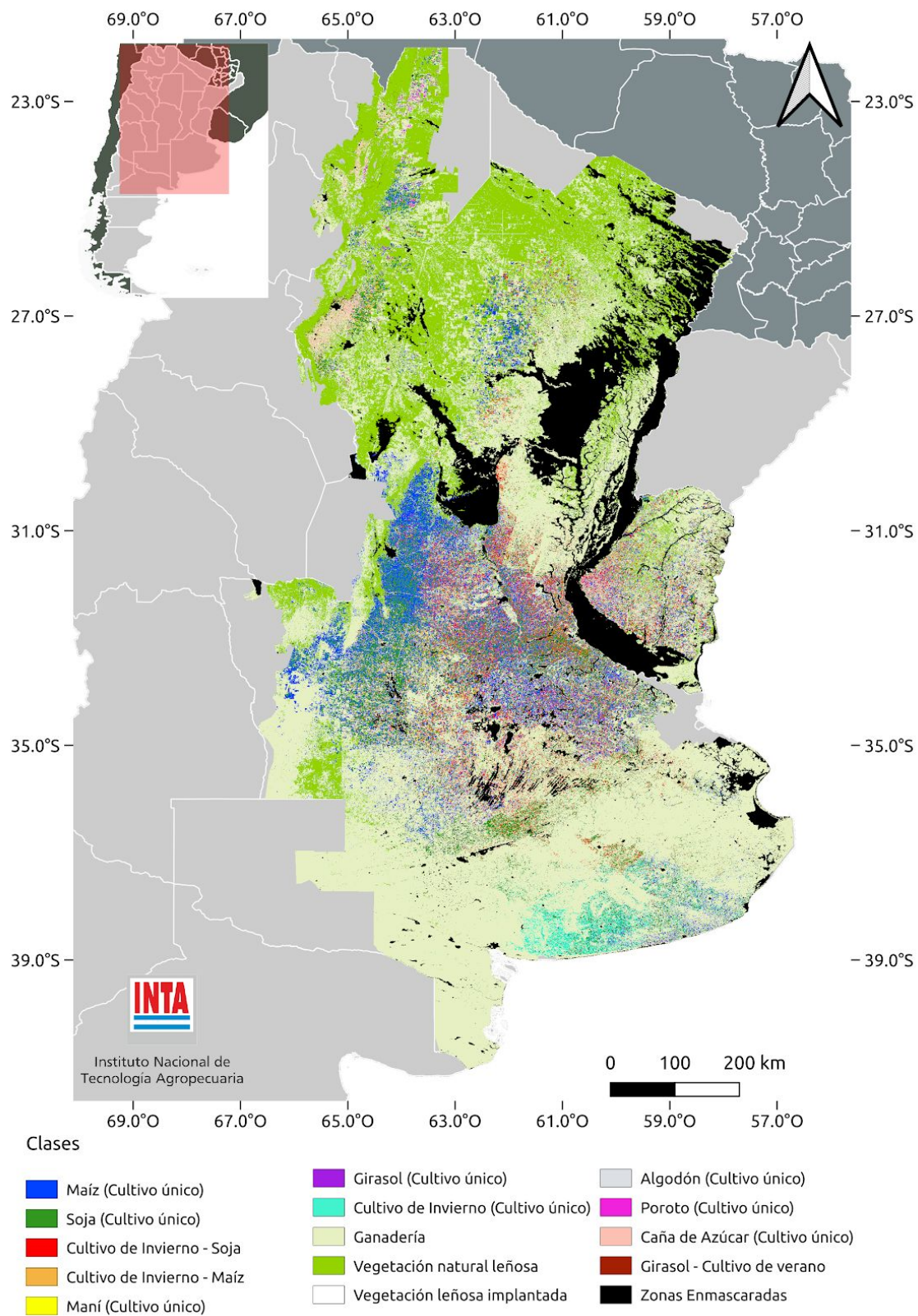


Figura 3. Mapa Nacional de Cultivos campaña 2018/2019.

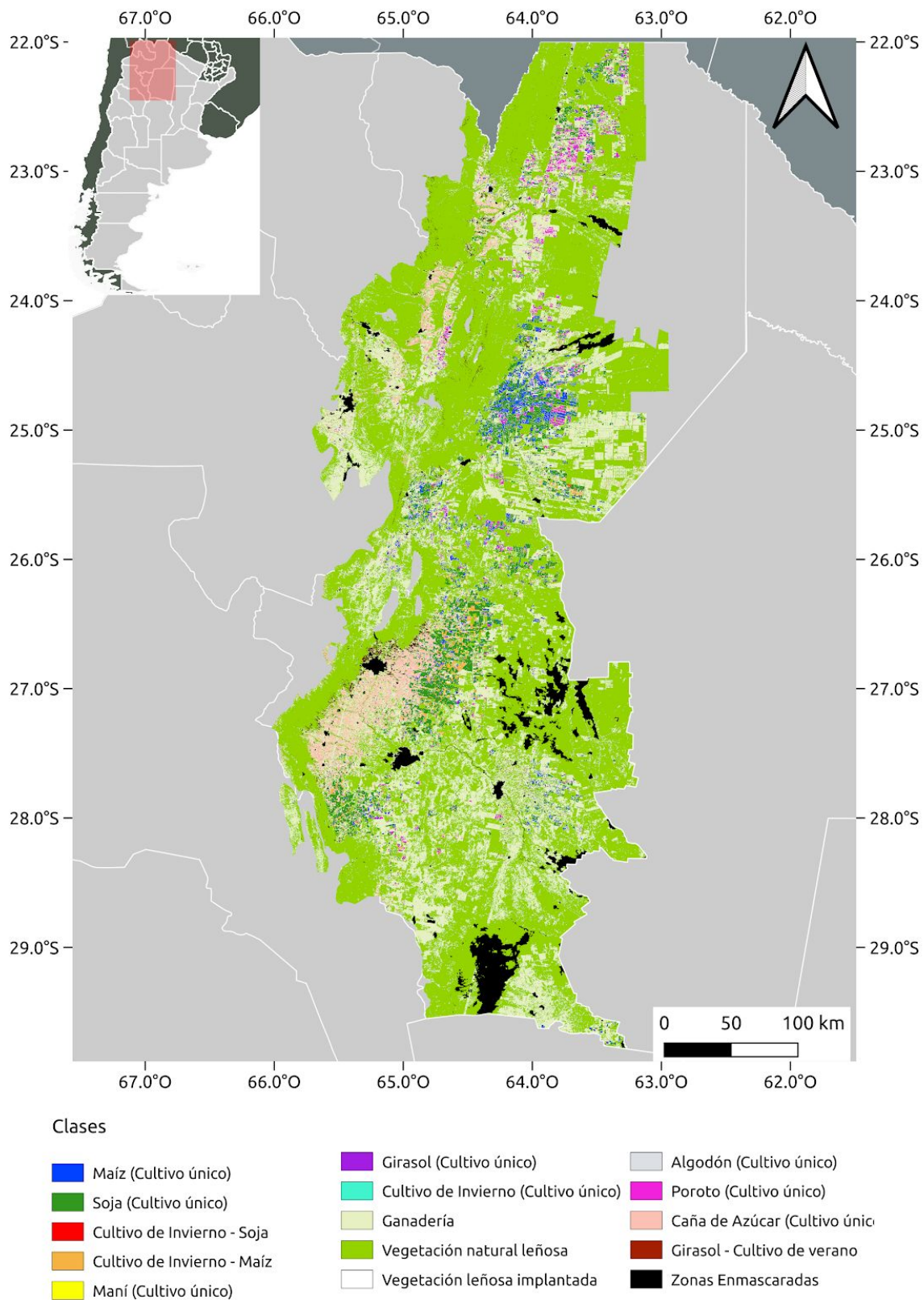


Figura 4. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona I (NOA).

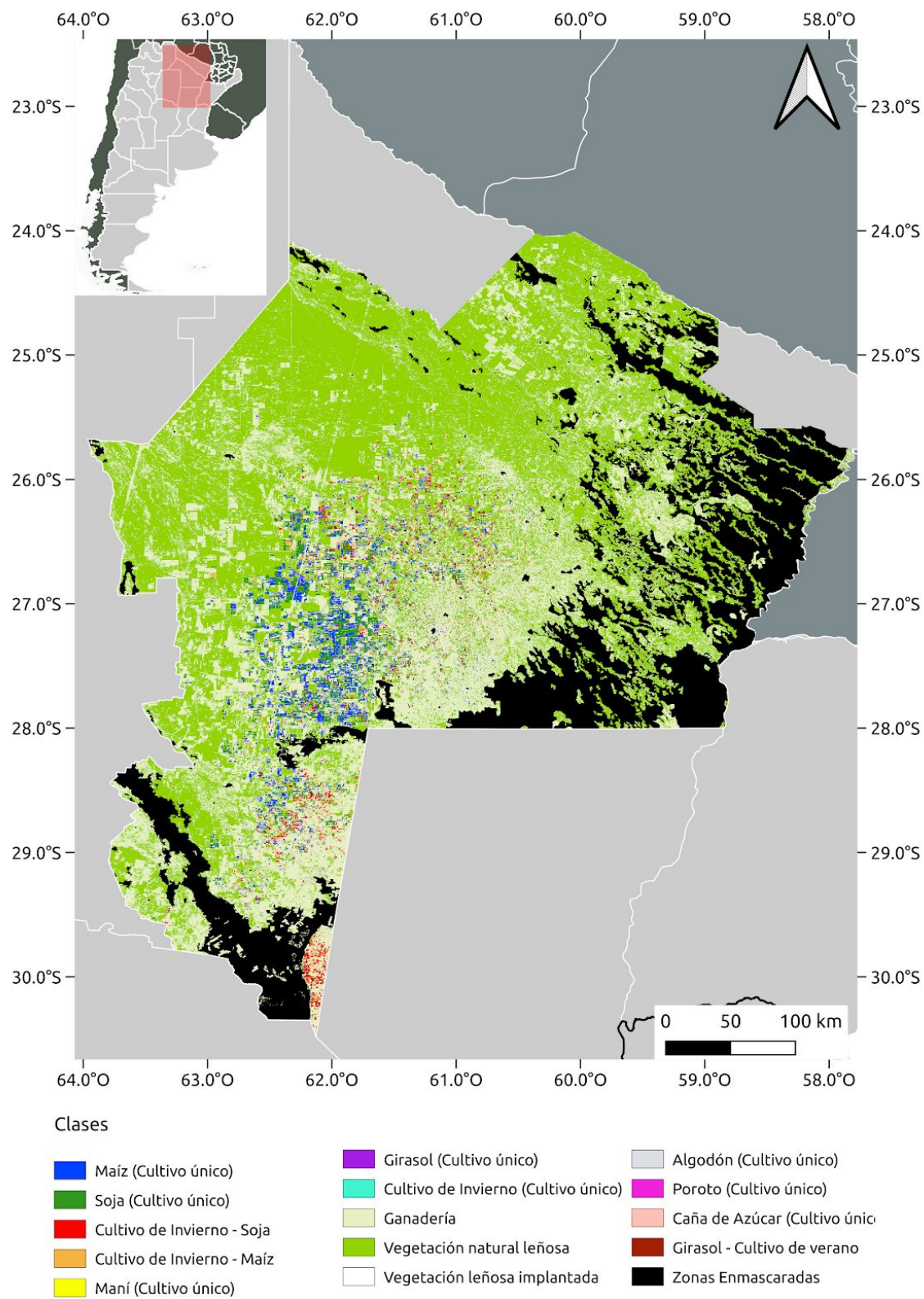


Figura 5. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona II (NEA).

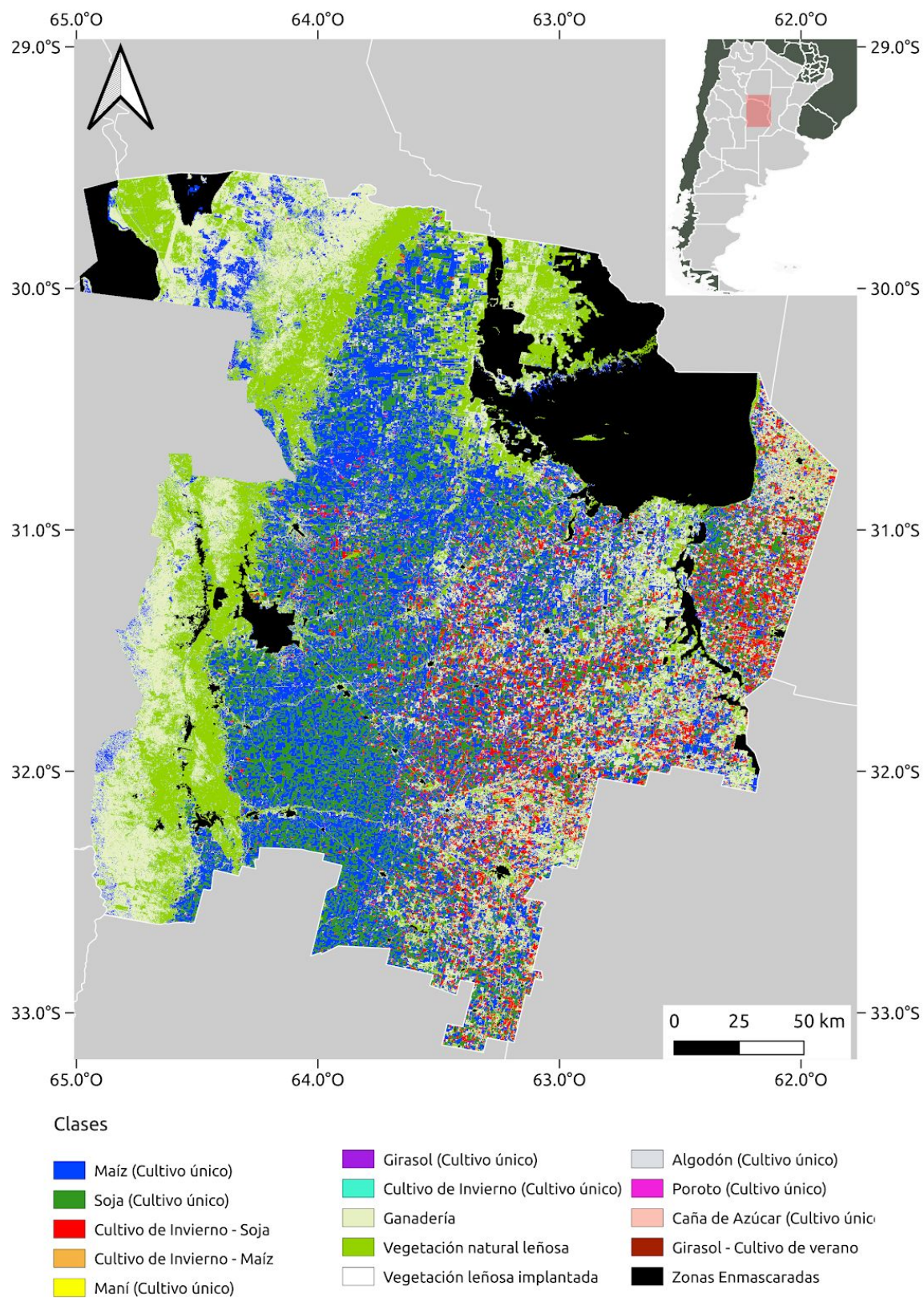


Figura 6. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona III (Centro Norte de Córdoba)

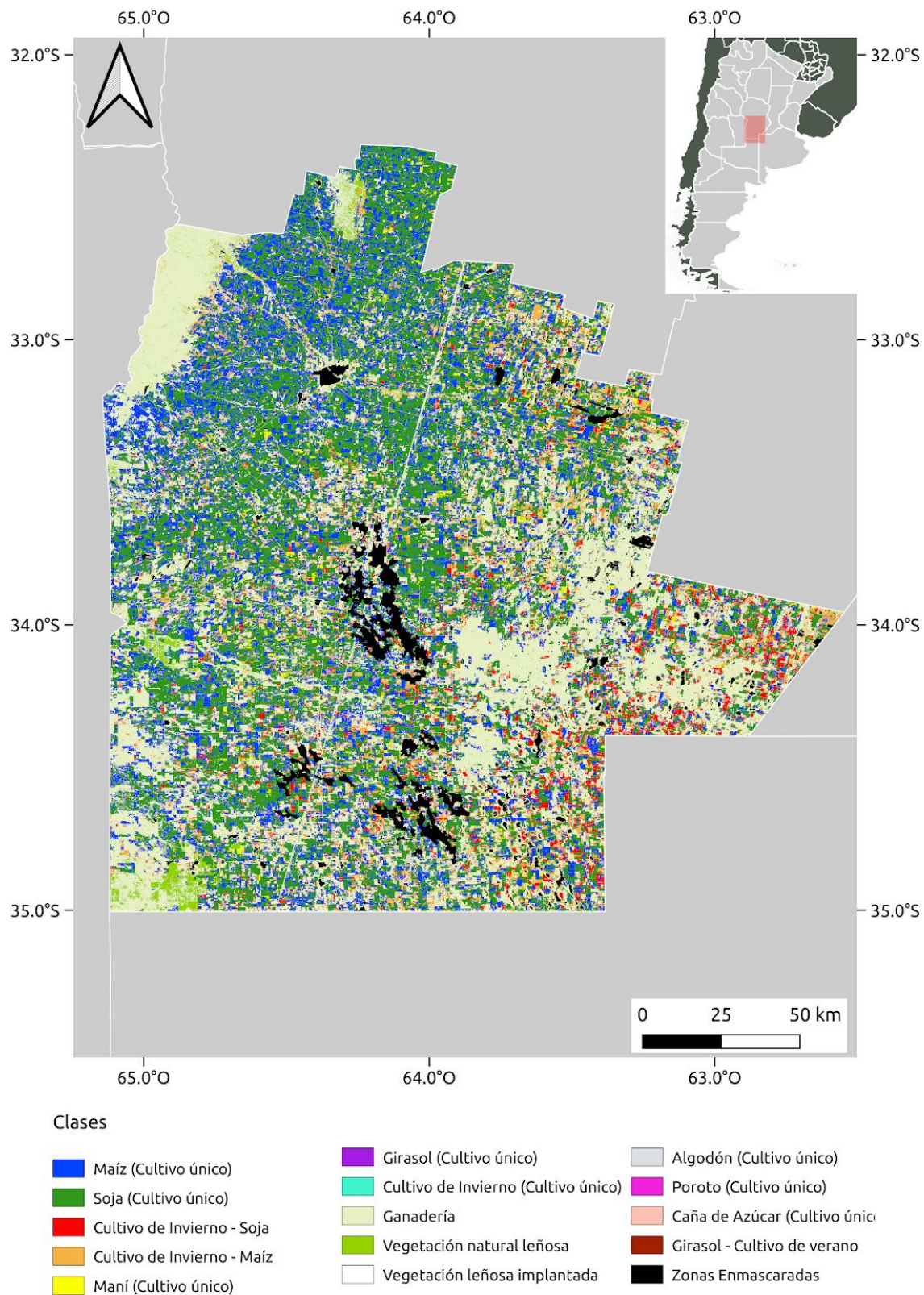


Figura 7. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona IV (Sur de Córdoba).

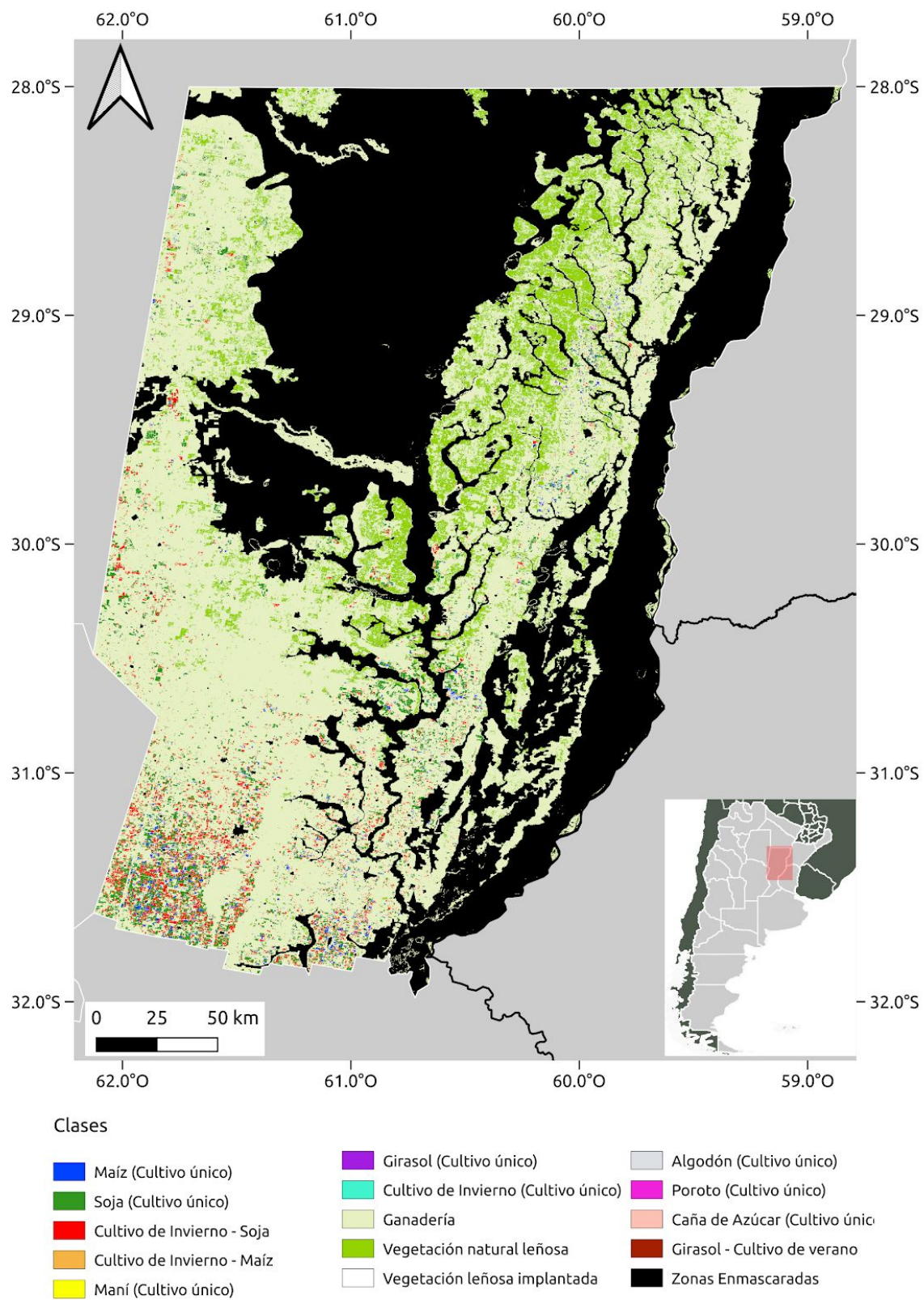


Figura 8. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona V (Centro Norte de Santa Fé)

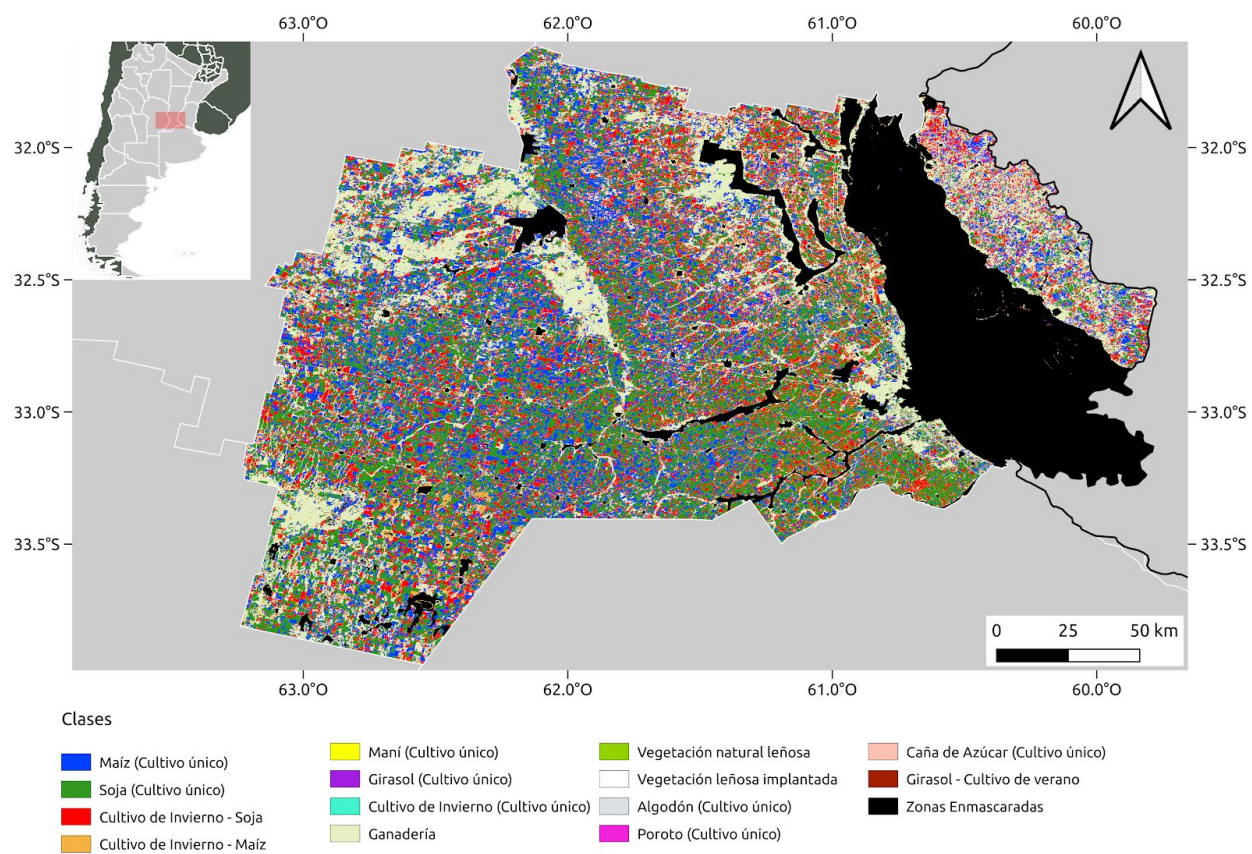


Figura 9. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona VI (Núcleo Norte)

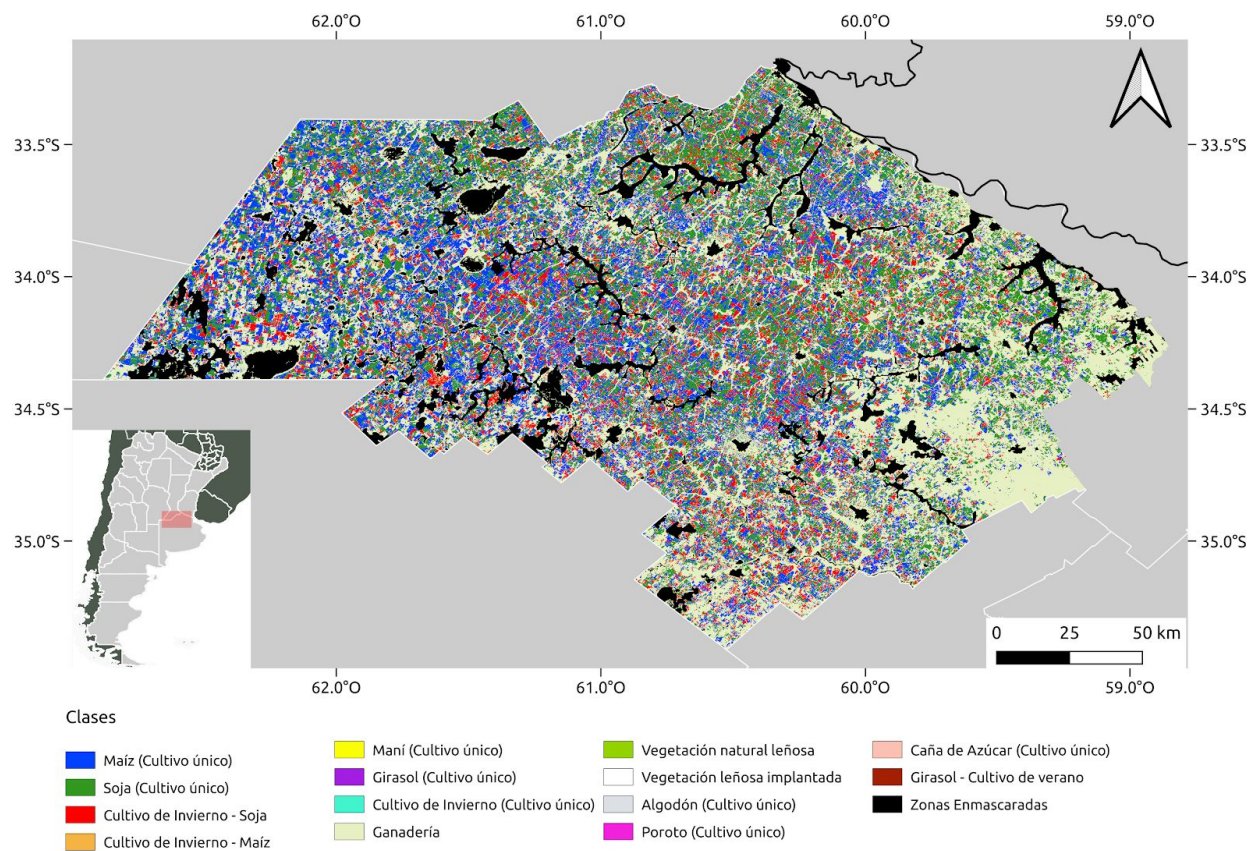


Figura 10. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona VII (Núcelo Sur)

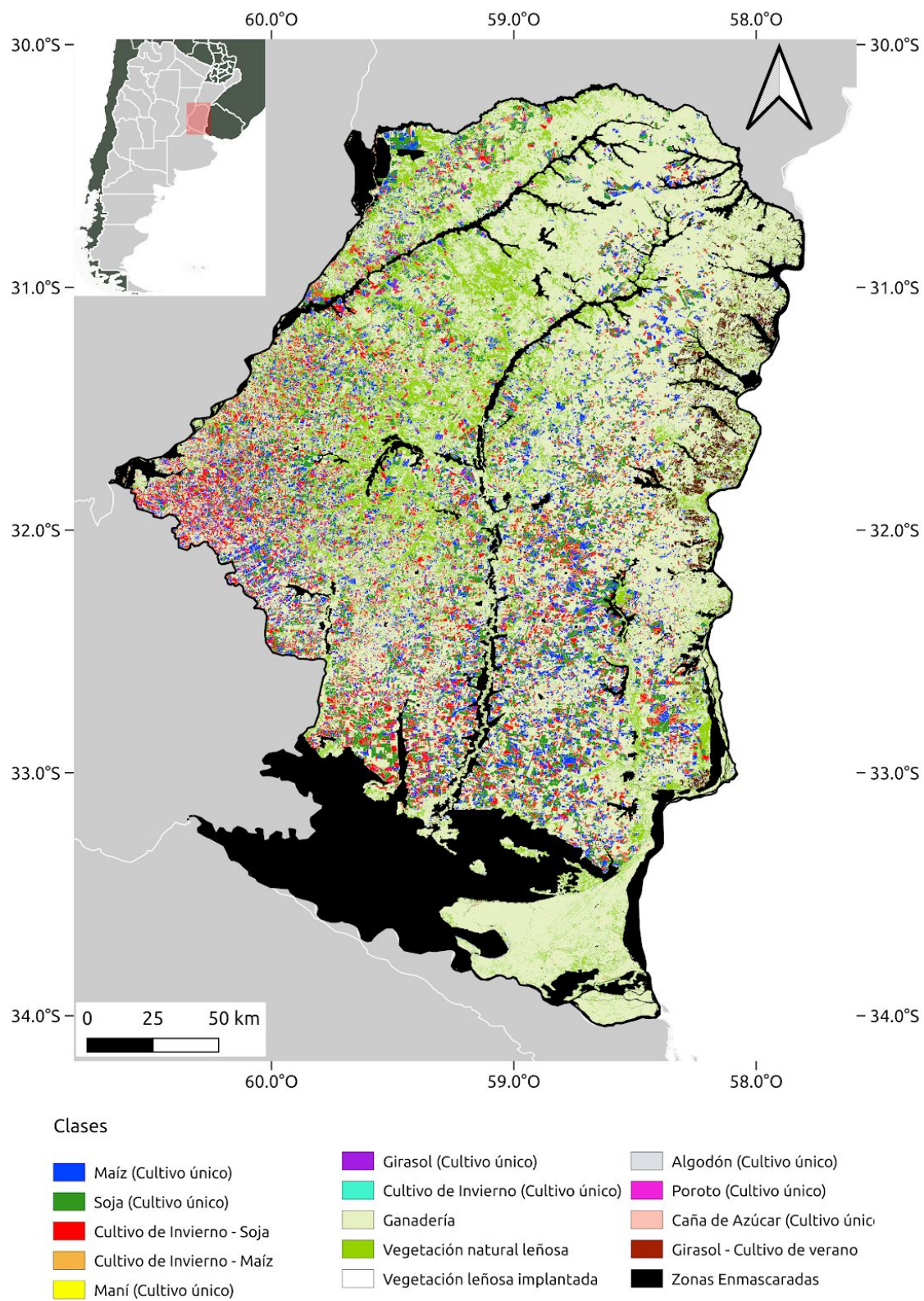


Figura 11. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona VIII (Centro Este de Entre Ríos)

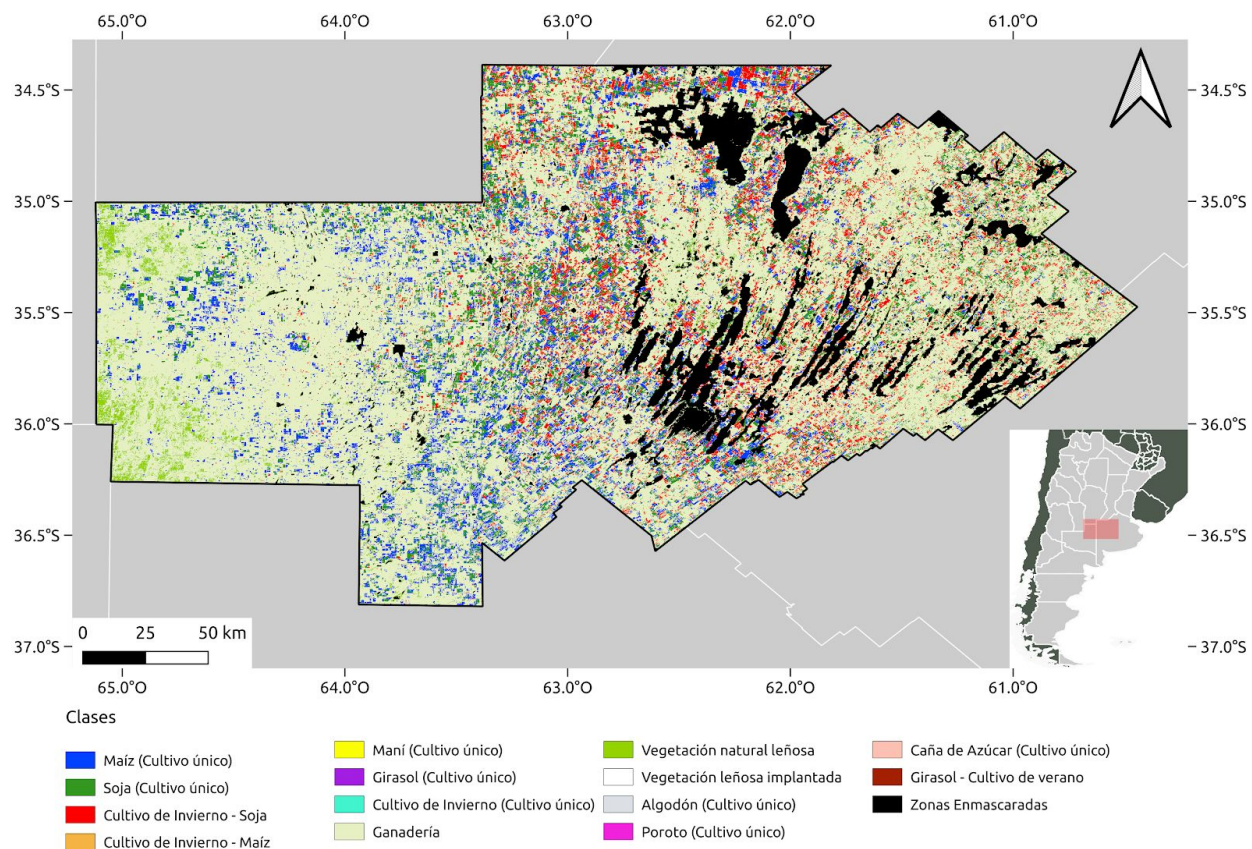


Figura 12. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona IX (Norte de La Pampa - Oeste de Buenos Aires)

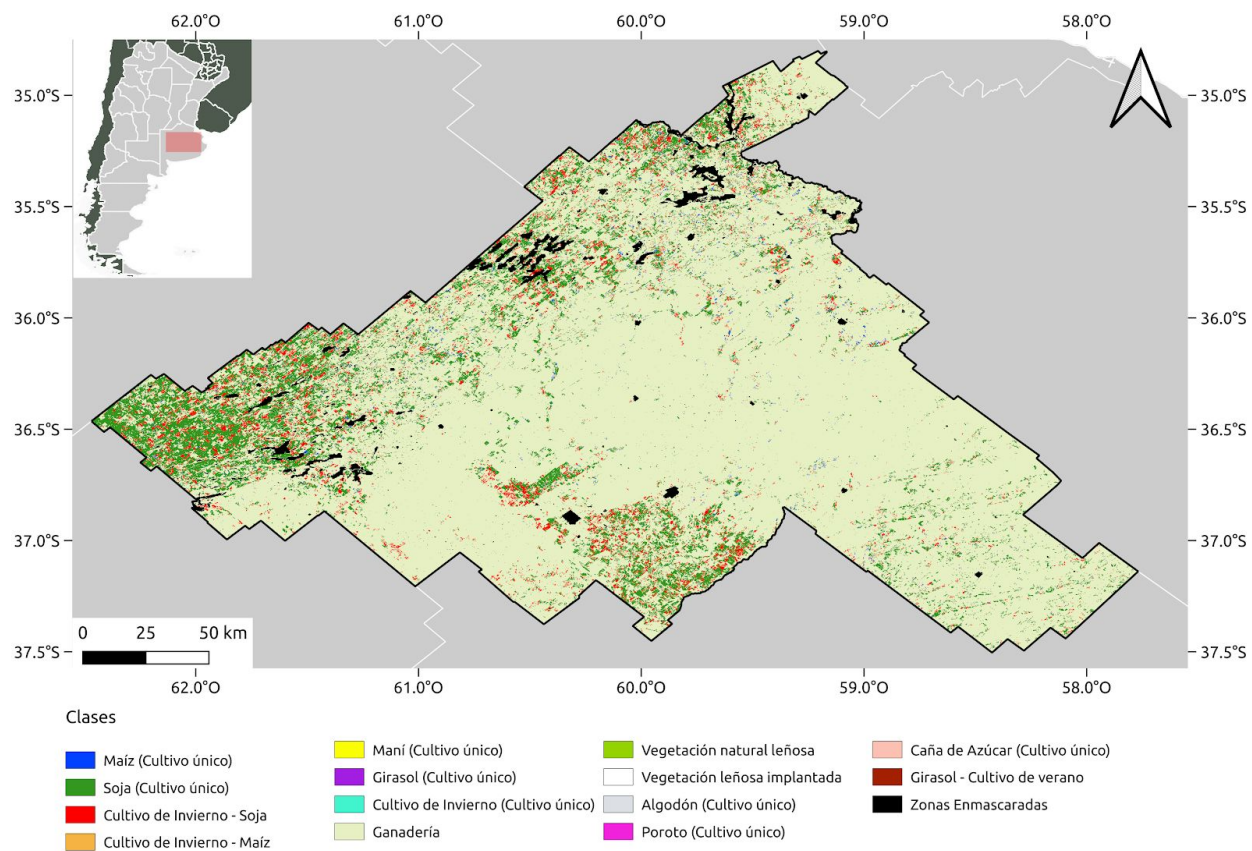


Figura 13. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona X (Centro de Buenos Aires)

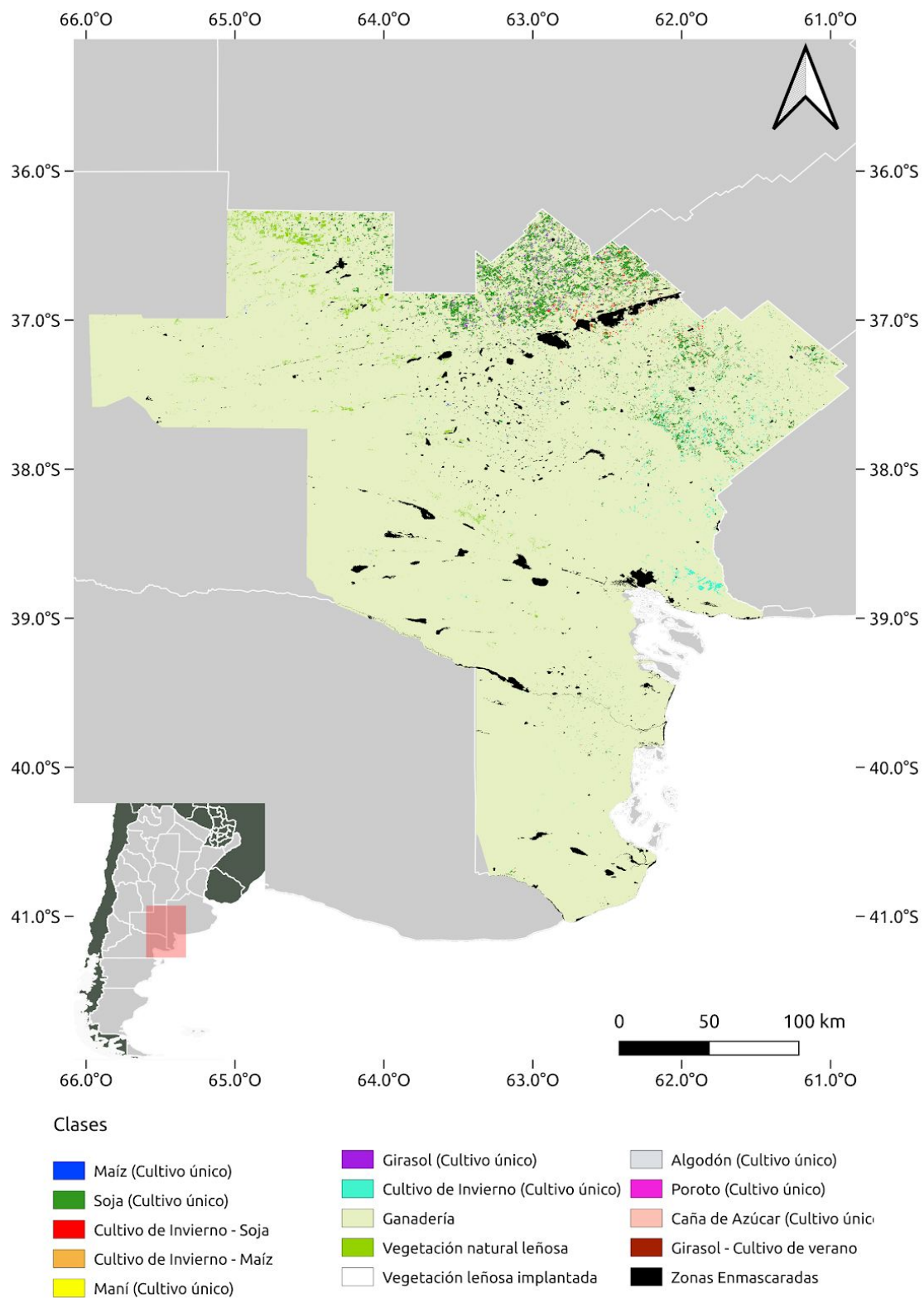


Figura 14. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona XI (Sudoeste de Buenos Aires)

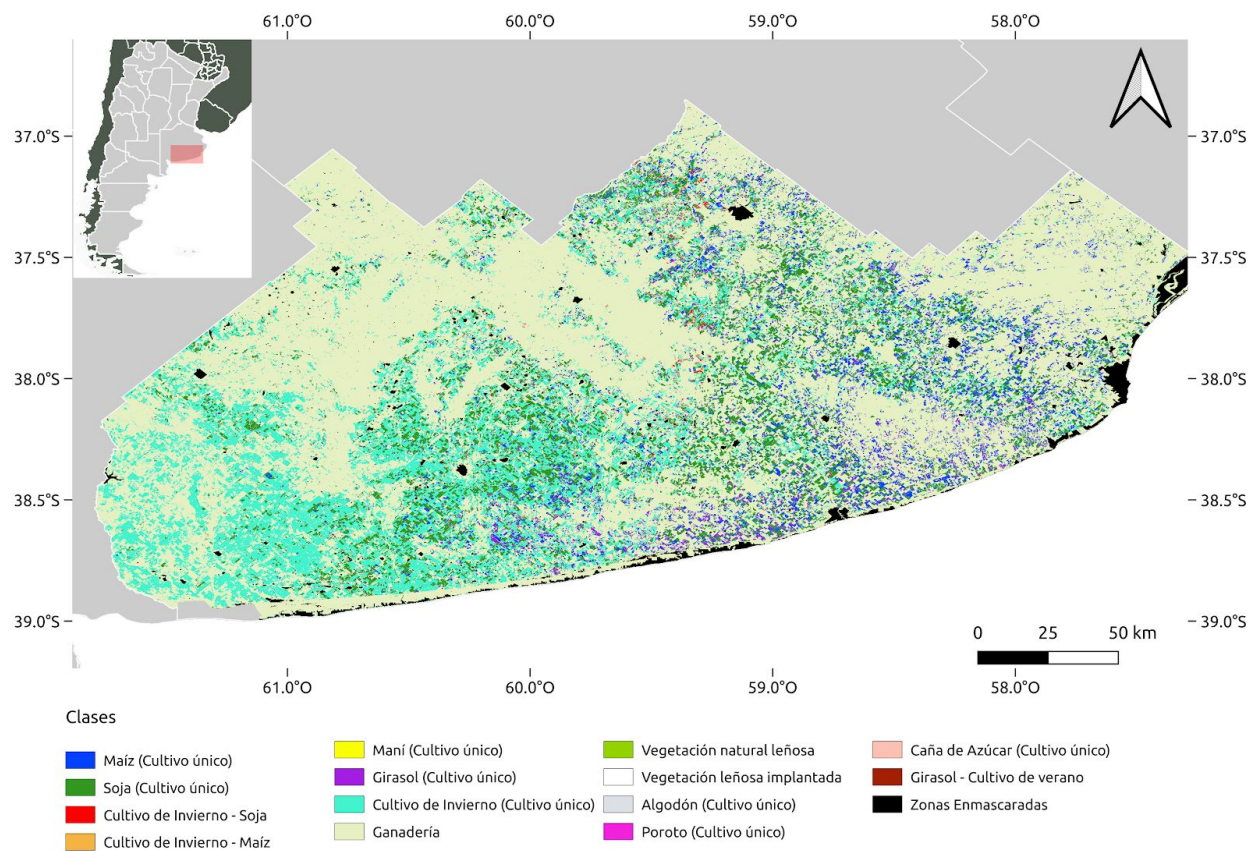


Figura 15. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona XII (Sudeste de Buenos Aires)

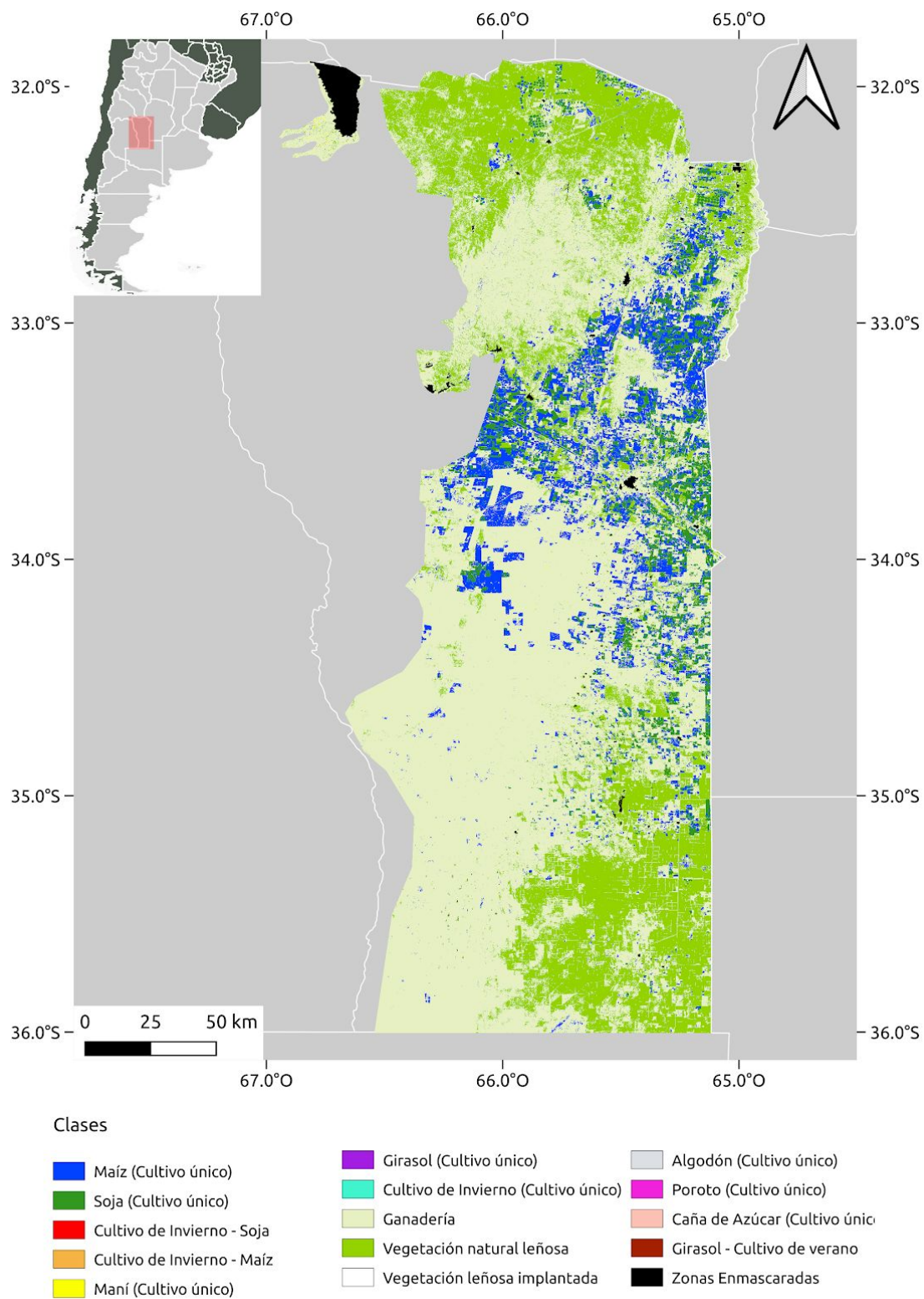


Figura 16. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona XIII (San Luis)

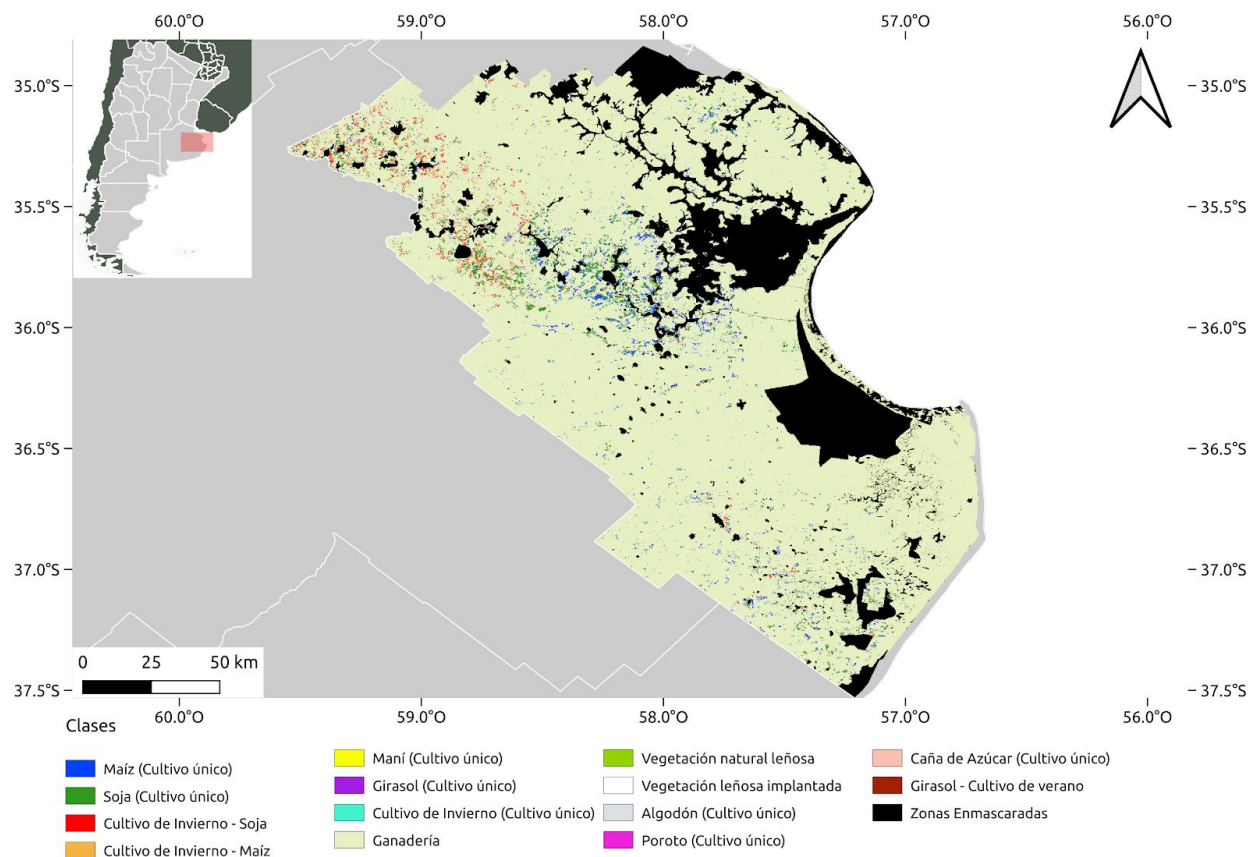


Figura 17. Mapa de Cultivos campaña 2018/2019. Zona XIV (Cuenca del Salado)

4. Consideraciones Finales

Este informe muestra la primera versión del mapa de cultivos sobre las principales zonas agrícolas argentinas realizado a pocos meses de finalizada la campaña 2018/2019. La exactitud general obtenida en promedio fue de 80 %. Identificamos algunos aspectos que pueden ser mejorados en futuras versiones:

- 1) La definición de clases de este trabajo que identifica no solo cultivos, sino la presencia en un mismo sitio de simples o dobles cultivos, lo que permite visualizar en un único mapa lo ocurrido a lo largo de toda la campaña. Sin embargo, nos obliga a considerar solamente muestras agrícolas de sitios que hayan relevados en dos momentos durante el año, lo que reduce en forma considerable el número de muestras disponible a utilizar, pudiendo algunas clases quedar poco representadas. Se está trabajando en una versión del mapa para cada estación (campaña de invierno y de verano) de la que se dispone de mayor cantidad de muestras por clase.

- 2) Dado que se tomaron muestras de distintos tipos además de las agrícolas (e.g. leñosas nativas e implantadas, ganadería), se buscó en esta versión también mapear estas clases. Sin embargo, como resultado del mapa vemos cierto grado de confusión entre estas, en particular en regiones dentro de la zona que no fueron relevadas, dado que en este trabajo se priorizó la circulación por caminos con mayor cantidad de lotes agrícolas.
- 3) Se observó confusión particularmente entre algunas clases (e.g. CI-Soja vs CI-Maíz; Soja de 1ra vs. Maní), por lo que se deberán analizar nuevos índices que permitan una mejor la separación en estos casos.
- 4) La zonificación podría mejorarse mediante la subdivisión de clases de gran extensión como la I y II y mediante el uso de variables ambientales además de las relacionadas con la producción. Se prevé evaluar otras alternativas de zonificación del área agrícola Argentina.

5. Referencias

Bolsa de Cereales de Buenos Aires. 2019. Panorama Agrícola Semanal. Departamento de Estimaciones Agrícolas. Newsletter, Bolsa de Cereales de Buenos Aires. <<http://www.bolsadecereales.com/ver-acerca-del-panorama-agricola-semanal-78#> - Acceso 27/08/2019>

Burkart R, Bárbaro O, Sanchez RO, Gómez DA. 1999. Ecorregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales y Secretaria de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable: Buenos Aires, Argentina.

Congalton RG. 1991. A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment, 37:35-46

Instituto Geográfico Nacional (IGN). 2019. CAPAS SIG. <<http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG> - Acceso: 27/08/2019>

Joint Experiment of Crop Assessment and Monitoring (JECAM). 2018. JECAM Guidelines for cropland and crop type definition and field data collection. <http://jecam.org/wp-content/uploads/2018/10/JECAM_Guidelines_for_Field_Data_Collection_v1_0.pdf - Acceso: 27/08/2019>

MINAGRO. 2018. Estimaciones Agrícolas. Subsecretaría de Agricultura, Dirección Nacional de Estimaciones, Delegaciones y Estudios Económicos. Ministerio de Agroindustria, República Argentina. <<https://www.agroindustria.gob.ar/datosagroindustriales> - Acceso 1/12/2018>

Pekel JF, Cottam A, Gorelick N, Belward AS. 2016. High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 540, 418-422.

Souza C, Azevedo T. 2017. *Mapbiomas general handbook*. MapBiomas: San Pablo, Brasil, p. 1-23.

Volante JN, Ayesa JA, Bubenik K, Collado AD, Ferreyra E, Lopez C, Navarro de Rau MF, Pezzola A, Puente M. 2010. Cartografía de cobertura del suelo de la República Argentina según el sistema de clasificación LCSS-FAO año 2007-08. En: Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 22. 2010 05-06 31-04. 31 de mayo al 4 de junio de 2010. Rosario, Santa Fé. Argentina.