Mapa Nacional de Cultivos campaña 2020/2021

Versión 1

Publicación N°3

de Abelleyra D[1], Verón S[1], Banchero S[1], Iturralde Elortegui M[2], Valiente S[3], Puig O[3], Murray F[4], Martini JP[4], Zelaya K[5], Maidana D[6], Varlamoff N[7], Peiretti J[7], Benedetti P[8], Portillo J[9], Melilli M[10], Maidana E[11], Goytía Y[12], Sapino V[13], Regonat A[14], Cracogna F[15], Espíndola C[15], Parodi M[16], Colombo F[16], Scarel J[17], Ayala J[18], Martins L[19], Basanta M[19], Rausch A[20], Almada G[21], Boero L[22], Calcha J[22], Chiavassa A[14], Lopez de Sabando M[23], Kurtz D[24], Marini F[25], Sarrailhe S[1], Petek M[1], Propato T[1], Ferraina A[1], Pezzola A[26], Winschel C[26], Muñoz S[27], Mesa J[28], Volante J[2]

[1]Instituto de Clima y Agua
[2]AER Olavarría
[3]AER Bandera
[4]AER Villa Mercedes
[5]EEA Balcarce
[6]AER Tartagal
[7]EEA Salta
[8]EEA Famaillá
[9]EEA Pergamino
[10]AER Junín
[11]EEA Mercedes
[12]EEA Saenz Peña
[13]EEA Rafaela
[14]AER Reconquista
[15]AER Las Toscas
[16]AER Tostado
[17]AER Calchaquí
[18]AER San Javier
[19]AER Esperanza
[20]AER Ceres
[21]AER Pellegrini
[22]AER Galvez
[23]AER Necochea
[24]EEA Corrientes
[25]AER Bahía Blanca
[26]EEA Ascasubi
[27]EEA Marcos Juárez
[28]AER Ayacucho

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

PROGRAMA NACIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN AMBIENTAL

1.6.2.2.PD.I034 - Dinámica de uso y cobertura del suelo a través de sensores ópticos y radar

1.6.2.2.PT.I033 - Manejo sostenible de RRNN del SAAA

PROYECTO MAPBIOMAS

RED JECAM-GEOGLAM

Septiembre de 2021

Índice

Introducción **3**

Metodología **3**

Resultados **8**

- **Exactitud obtenida** **8**
- **Mapas** **11**

Consideraciones finales **44**

Agradecimientos **44**

Referencias **44**

1. Introducción

Este informe presenta el Mapa Nacional de Cultivos (MNC) correspondiente a la campaña 2020/2021. Esta nueva edición no solo representa una mejora en términos del número de cultivos considerados y de la mayor extensión espacial abordada sino también señala el desarrollo de capacidades que permiten la generación periódica y operativa de este producto. Desde la primera edición del MNC (2018-2019) el conjunto de agentes de INTA involucrados no dejo de crecer, incorporando conocimiento local y técnico, desarrollando y ajustando el protocolo de relevamiento, enriqueciendo la evaluación de los resultados, aumentando así la provisión de más y mejor información cartográfica al sector agropecuario. En lo inmediato, el agregado de esta nueva edición a los MNC de las campañas 2018/2019 y 2019/2020 potencia la capacidad de detectar cambios interanuales en la distribución espacial de los cultivos y cuantificar de manera objetiva procesos como la expansión y contracción agrícola, monocultivo y rotaciones agrícolas y agrícolo-ganaderas. A su vez, en el mediano plazo la información provista por estas colecciones de MNC que puedan ser generadas en tiempo real, permitirá el desarrollo de nuevos productos, tales como la estimación del rendimiento agrícola a nivel lote, pronósticos de producción de granos a nivel departamento y la caracterización de sistemas de producción de granos, entre otros. Esto implica un cambio sustancial ya que hasta hace pocos años no existía en nuestro país información a escala detallada de la ubicación de los diferentes cultivos extensivos con alcance nacional, una herramienta clave para la planificación de la producción, transporte, acopio de productos y distribución de insumos. Actualmente estamos generando esta información y sus cambios en el tiempo. Argentina se va sumando, así, al reducido grupo de países que cuenta con sistemas satelitales de seguimiento de cultivos extensivos para grano como los que cuentan los Estados Unidos (NASS), China (CropWatch), Canadá (AAFC) y Europa (MARS), entre otros.

Esta nueva versión incluye una extensión del área mapeada para incluir más sitios de cultivos extensivos (NOA, San Luis). También se incorpora la diferenciación de cultivos de arveja, papa y verdeos de sorgo. Han participado en esta iniciativa 28 unidades de INTA.

2. Metodología

La metodología consistió en la realización de clasificaciones supervisadas a partir de índices obtenidos de imágenes satelitales de la plataforma Landsat. Las muestras de entrenamiento y validación fueron obtenidas a partir de relevamientos a campo e información complementaria correspondientes a la campaña agrícola 2020/2021. En la Figura 1 se puede apreciar un esquema del flujo de trabajo desarrollado.

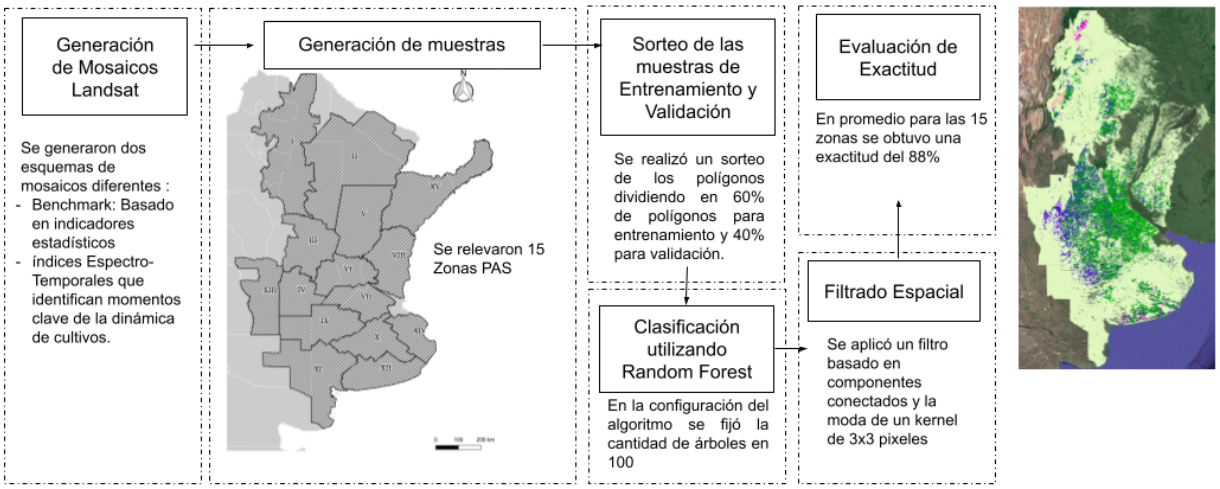


Figura 1. Flujo de trabajo para la generación del Mapa Nacional de Cultivos.

Se consideró una zonificación que incluye las principales áreas agrícolas del país, basada en las zonas del Panorama Agrícola Semanal (PAS) de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (2019). 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 XV (Figura 2) con modificaciones. También se consideró 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.

Para cada zona se realizaron clasificaciones supervisadas en forma independiente, es decir clasificaciones que son entrenadas con muestras de referencia, que brindan información georeferenciada del tipo de cultivo y otras clases no agrícolas observadas en un número de lotes o parches a lo largo de la campaña considerada (2020/2021).

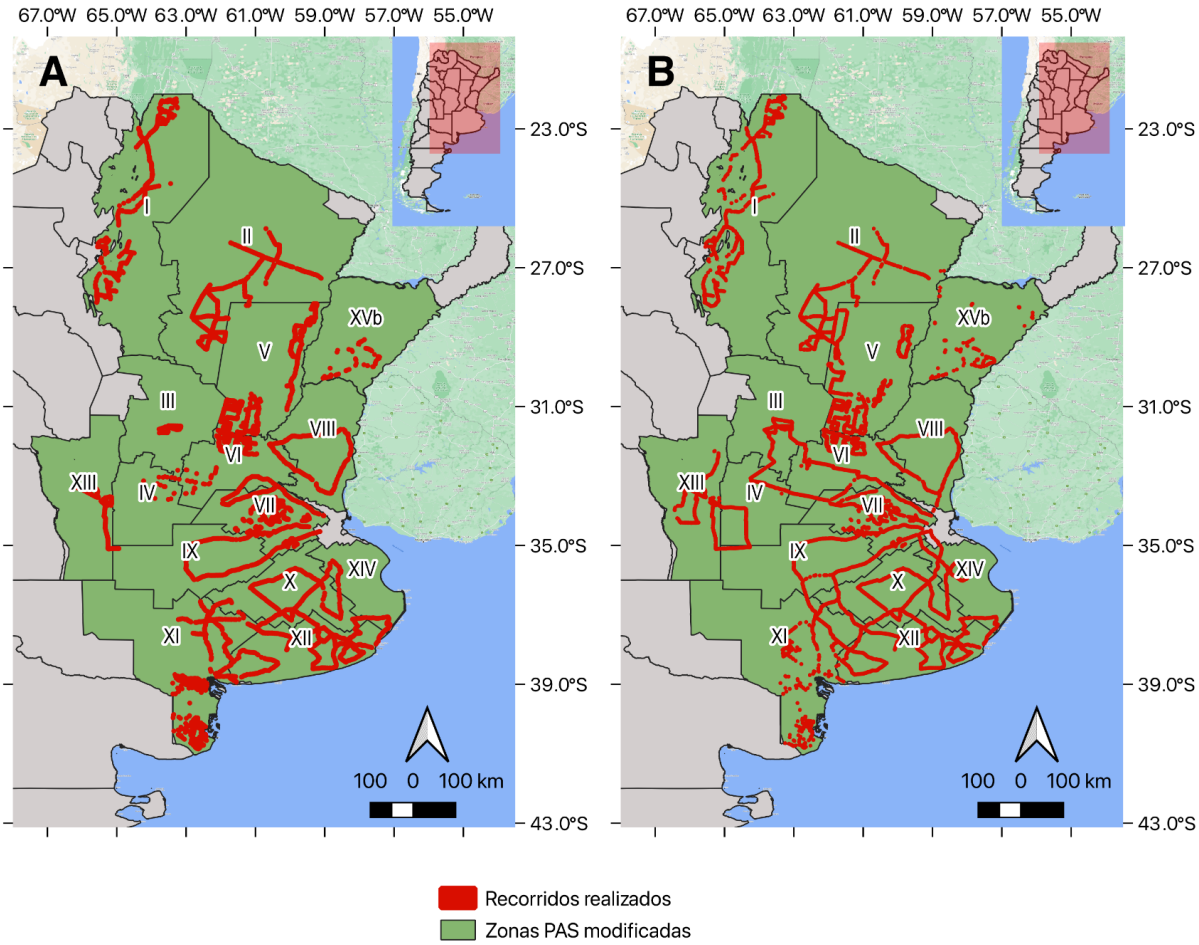


Figura 2. Área de estudio considerada para el Mapa Nacional de Cultivos 2020/2021. Líneas negras: zonificación basada en zonas PAS (Bolsa de Cereales de Buenos Aires, 2019). Líneas rojas: recorridos realizados durante la campaña de invierno de 2020 (A) y verano de 2021 (B).

Las muestras de entrenamiento se obtuvieron de dos maneras:

A. 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 propuestas por la red JECAM (2018), y se generó un nuevo protocolo de muestreo (LINK). Los recorridos se realizaron en dos momentos del año: 1) agosto a diciembre de 2020 (para identificar cultivos de campaña de invierno) y 2) marzo a mayo de 2021 (para identificar cultivos de campaña de verano). Los puntos fueron convertidos a polígonos de 50 metros 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.
B. Información complementaria. Esta se obtuvo a partir de productores, empresas y referentes con el objetivo de complementar información en zonas con menor disponibilidad de relevamientos. También se incorporaron muestras de interpretación

visual y observación de series de tiempo en zonas no agrícolas. En todos los casos se trata también de información georreferenciada a partir de la cual se generaron polígonos de entrenamiento.

En este trabajo se definieron clases que describen lo ocurrido en cada lote en dos momentos de la campaña agrícola: 1) invierno 2020 y 2) verano 2021. Consideramos la definición de cultivos agrícolas propuesta por la red JECAM (2018), que considera una cobertura herbácea plantada y cosechada dentro de los 12 meses. Como excepción, también se incluye a los cultivos de caña de azúcar. Para cada zona se definieron clases de cultivos que en conjunto representaron hasta el 95 % del área sembrada (basadas en estadísticas de MAGyP, 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 pueden observar en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Clases definidas para el Mapa Nacional de Cultivos de la campaña de invierno 2020 y su descripción. La columna ID_{INV} representa la identificación numérica de cada clase en el mapa generado.

ID_{INV}	Clase	Descripción
0	Cereales de invierno	Incluye cultivos de trigo, cebada, avena y centeno, como también verdeos de invierno de gramíneas
6	Garbanzo	Cultivos de garbanzo
24	Arveja	Cultivos de arveja
19	Caña de Azúcar	Plantación de caña de azúcar
18	Barbecho	Lotes sin cultivo de invierno durante el período considerado
20	No Agrícola	Incluye herbáceas no cultivadas anualmente y leñosas

Mediante la herramienta Google Earth Engine, se generaron índices a partir del catálogo de imágenes LANDSAT (30 metros de resolución) disponibles para el área de estudio durante la campaña 2020-2021. Para los mapas de invierno 2020 se consideró el período entre el 1 de junio de 2020 y el 31 de diciembre de 2020. Para los mapas de verano se consideró el período 1 de septiembre de 2020 al 31 de mayo de 2021. Se utilizaron dos tipos de índices: 1) índices basados en métricas que describen la distribución de frecuencias (e.g. percentiles, desvío estándar) de los valores observados en 2 subperíodos de tiempo (MapBiomas Chaco), y 2) índices que describen la dinámica temporal de índices de vegetación a lo largo de la campaña (e.g. momento de picos, pendientes, etc.) y que pueden describir mejor la dinámica de cultivos que presentan una estacionalidad muy marcada.

Tabla 2. Clases definidas para el Mapa Nacional de Cultivos de la campaña de verano 2021 y su descripción. La columna ID_{VER} representa la identificación numérica de cada clase en el mapa generado.

ID_{VER}	Clase	Descripción
11	Soja	Cultivo de soja, sin discriminar si es de primera o segunda
10	Maíz	Cultivo de maíz
12	Girasol	Cultivo de girasol
13	Poroto	Cultivo de poroto
15	Algodón	Cultivo de algodón
14	Caña de azúcar	Plantación de caña de azúcar
17	Arroz	Cultivo de arroz
16	Maní	Cultivo de maní
19	Girasol-CV	Cultivo de Girasol seguido de otro cultivo de verano
18	Sorgo GR	Cultivo de sorgo en sistema de producción para grano
26	Papa	Cultivo de papa
28	Verdeo de Sorgo	Verdeo de Sorgo en configuración para uso forrajero
21	Barbecho	Lotes sin cultivo de verano durante el período considerado
22	No agrícola	Incluye herbáceas perennes nativas y exóticas y leñosas

Se realizaron separadamente clasificaciones para cada una de las 15 zonas incluyendo clases de las que se obtuvieron más de 20 muestras. En los casos de clases relevantes con escaso número de muestras se utilizaron muestras de zonas adyacentes pertenecientes a un mismo gradiente latitudinal. Las clases finalmente consideradas por zona se muestran en las Tablas 3 y 4. Las muestras fueron separadas en dos grupos: 1) muestras de entrenamiento que corresponden al 60 % de los polígonos de cada clase y 2) muestras de validación, el 40 % restante de los polígonos 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 aplicaron dos pasadas de un filtro espacial de vecindad con ventana (*kernel*) de 1 pixel (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 inundables, basada en el mapa de coberturas de Volante y colaboradores (2010) y en indicadores de probabilidad de humedales.

Tabla 3. Clases consideradas por zona para el mapa de invierno 2020.

Descripción	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XVb
Cereales de invierno	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Garbanzo	x														
Arveja							x								
Caña de azúcar	x														
Barbecho	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
No agrícolas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 4. Clases consideradas por zona para el mapa de verano 2021.

Descripción	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XVb
Maiz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Soja	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Girasol		x			x				x	x	x	x	x	x	
Sorgo GR	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Maní			x	x									x		
Arroz		x			x			x							x
Algodon		x			x										
Girasol-CV		x			x										
Poroto	x														
Caña de azúcar	x														
Papa												x			
Verdeo de Sorgo										x	x	x	x		
Barbecho										x	x	x			x
No agrícolas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

3. Resultados

a. Exactitud obtenida

La exactitud general y el índice Kappa fueron en promedio de 0,89 y 0,80 respectivamente para los mapas de invierno 2020, y de 0,87 y 0,79 respectivamente para los mapas de verano 2021 (Tablas 5 y 6). Los mapas de invierno, con menor número de clases que los mapas de verano, mostraron en general exactitudes altas (por encima del 85%). Algunas zonas mostraron exactitudes menores (e.g. zona I: 0,82; zona XI, 0.64). Los mapas de verano mostraron exactitudes mayores al 80% en todas las zonas. En algunas zonas se observaron valores por encima del 90% (zonas III, VI, VII), todas zonas con un bajo número de clases.

Con respecto a la exactitud por clase, durante el invierno se observaron valores balanceados entre zonas y clases, mostrando clases menos representativas, como arveja y garbanzo, menores valores de exactitud (Tabla 7). Los cereales de invierno mostraron gran variabilidad en la exactitud entre zonas. Los cultivos de verano más representativos (soja y maíz) mostraron en general una exactitud alta (Tabla 8). También mostraron alta exactitud los cultivos de girasol, arroz y maní. El cultivo de sorgo mostró gran variabilidad en su exactitud entre zonas, dependiendo del número de muestras y casos observados por zona. Las clases con mayor dificultad fueron papa y verdeo de sorgo.

Tabla 5. Exactitud general, índice Kappa y número de clases por zona (invierno 2020).

Zona PAS	Ov Acc	Kappa	N clases
I	0,82	0,71	5
II	0,90	0,85	3
III	0,95	0,91	3
IV	0,90	0,83	3
V	0,86	0,78	3
VI	0,95	0,92	3
VII	0,90	0,84	4
VIII	0,92	0,87	3
IX	0,91	0,85	3
X	0,91	0,84	3
XI	0,64	0,43	3
XII	0,91	0,86	3
XIII	0,88	0,78	3
XIV	0,95	0,84	3
XVb	0,88	0,63	3
Promedio	0,89	0,80	3,2

Tabla 6. Exactitud general, índice Kappa y número de clases por zona (verano 2021).

Zona PAS	Ov Acc	Kappa	N clases
I	0,80	0,74	6
II	0,85	0,79	9
III	0,92	0,88	4
IV	0,89	0,84	5
V	0,82	0,75	9
VI	0,94	0,89	4
VII	0,91	0,82	4
VIII	0,90	0,84	5
IX	0,88	0,81	5
X	0,86	0,78	7
XI	0,82	0,73	7
XII	0,82	0,77	8
XIII	0,87	0,80	7
XIV	0,88	0,82	5
XVb	0,87	0,64	5
Promedio	0.87	0,79	6

Tabla 7. Promedio de Exactitudes de usuario y productor por zona para el mapa de invierno 2020.

Zona	Cereales de invierno	Garbanzo	Arveja	Caña de azúcar	Barbecho	No agrícolas
I	0,69	0,59	-	0,82	0,83	0,87
II	0,93	-	-	-	0,89	0,90
III	0,88	-	-	-	0,96	0,96
IV	0,76	-	-	-	0,93	0,92
V	0,86	-	-	-	0,84	0,89
VI	0,95	-	-	-	0,97	0,91
VII	0,90	-	0,59	-	0,94	0,83
VIII	0,87	-	-	-	0,92	0,94
IX	0,91	-	-	-	0,93	0,89
X	0,86	-	-	-	0,88	0,94
XI	0,66	-	-	-	0,80	0,74
XII	0,88	-	-	-	0,91	0,93
XIII	0,63	-	-	-	0,91	0,9
XIV	0,79	-	-	-	0,89	0,97
XVb	0,60	-	-	-	0,82	0,93
Promedio	0,81	0,59	0,59	0,82	0,90	0,90

Tabla 8. Promedio de Exactitudes de usuario y productor por zona para el mapa de verano 2021.

Zona	Maiz	Soja	Girasol	Sorgo GR	Maní	Arroz	Algodón	Girasol-CV	Poroto	Caña de azúcar	Papa	Verdeo de Sorgo	Barbecho	No agrícolas
I	0,78	0,80	-	0,46	-	-	-	-	0,76	0,82	-	-	-	0,86
II	0,82	0,88	0,54	0,66	-	0,77	0,55	-	-	-	-	-	0,61	0,93
III	0,90	0,93	-	-	0,74	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94
IV	0,92	0,93	-	-	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82
V	0,86	0,94	0,61	0,67	-	0,85	0,72	0,56	-	-	-	-	0,69	0,90
VI	0,93	0,96	-	0,66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,91
VII	0,85	0,94	-	0,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93
VIII	0,84	0,83	-	0,80	-	0,95	-	-	-	-	-	-	-	0,96
IX	0,83	0,92	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,90
X	0,78	0,86	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,51	0,93
XI	0,75	0,76	0,82	0,60	-	-	-	-	-	-	-	0,51	0,70	0,91
XII	0,80	0,82	0,88	0,53	-	-	-	-	-	-	0,44	0,38	0,70	0,89
XIII	0,86	0,87	0,72	0,48	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-	0,95
XIV	0,81	0,89	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,94
XVb	0,57	-	-	-	-	0,70	-	-	-	-	-	-	0,61	0,95
Promedio	0,82	0,88	0,72	0,60	0,73	0,82	0,63	0,56	0,76	0,82	0,44	0,44	0,63	0,91

b. Mapas

A continuación se muestran los mapas de invierno 2020 y verano 2021 generados tanto a nivel nacional (Figura 3 y 4), como también mostrando el detalle de cada zona (Figuras 5 a 34). Al mapa se puede acceder desde una aplicación para la visualización desde la web: https://intalulc.users.earthengine.app/view/mnc20-21. También se pueden visualizar y descargar los mapas en formato geotiff desde GeoINTA (www.geointa.inta.gob.ar).

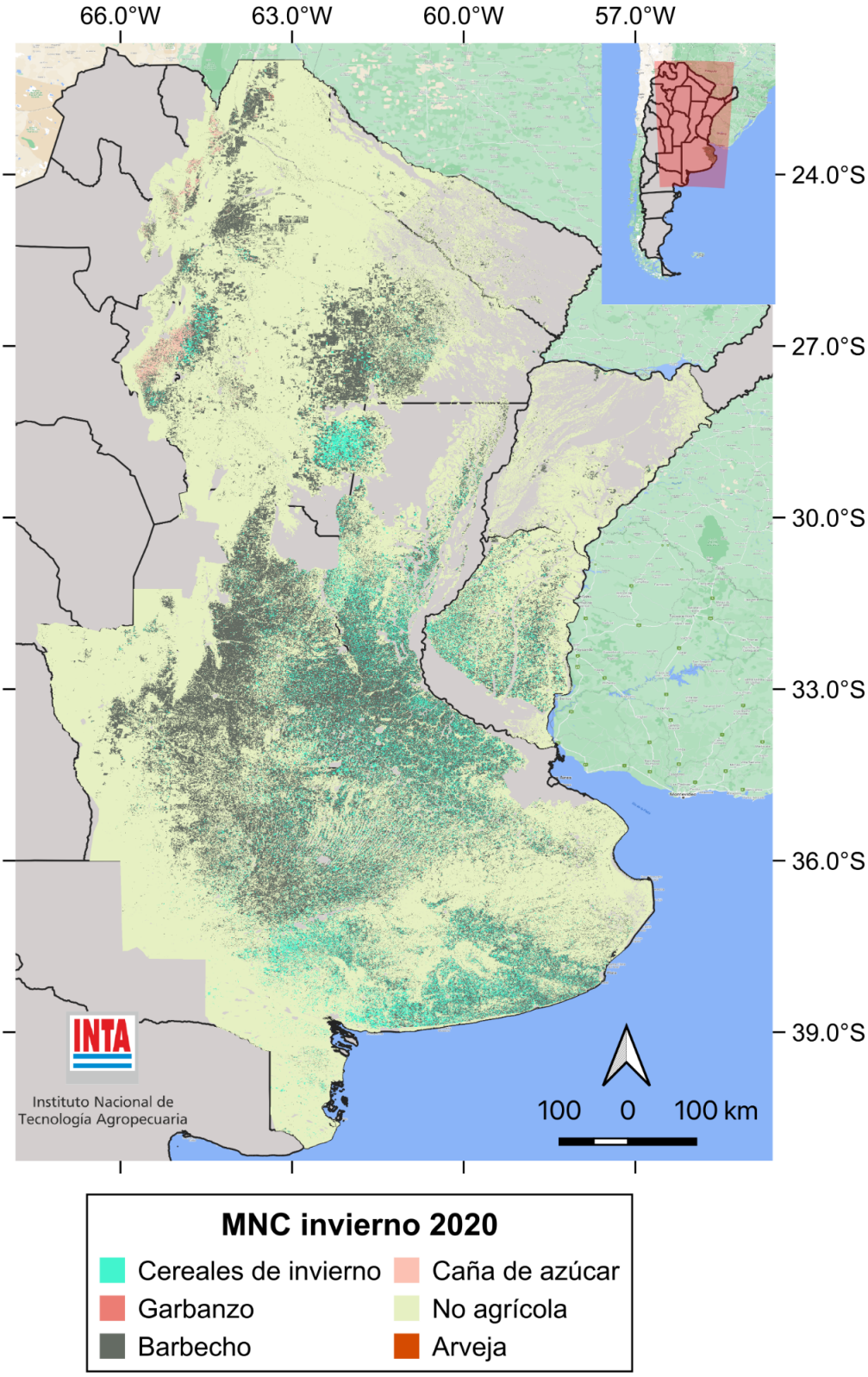


Figura 3. Mapa Nacional de Cultivos invierno 2020.

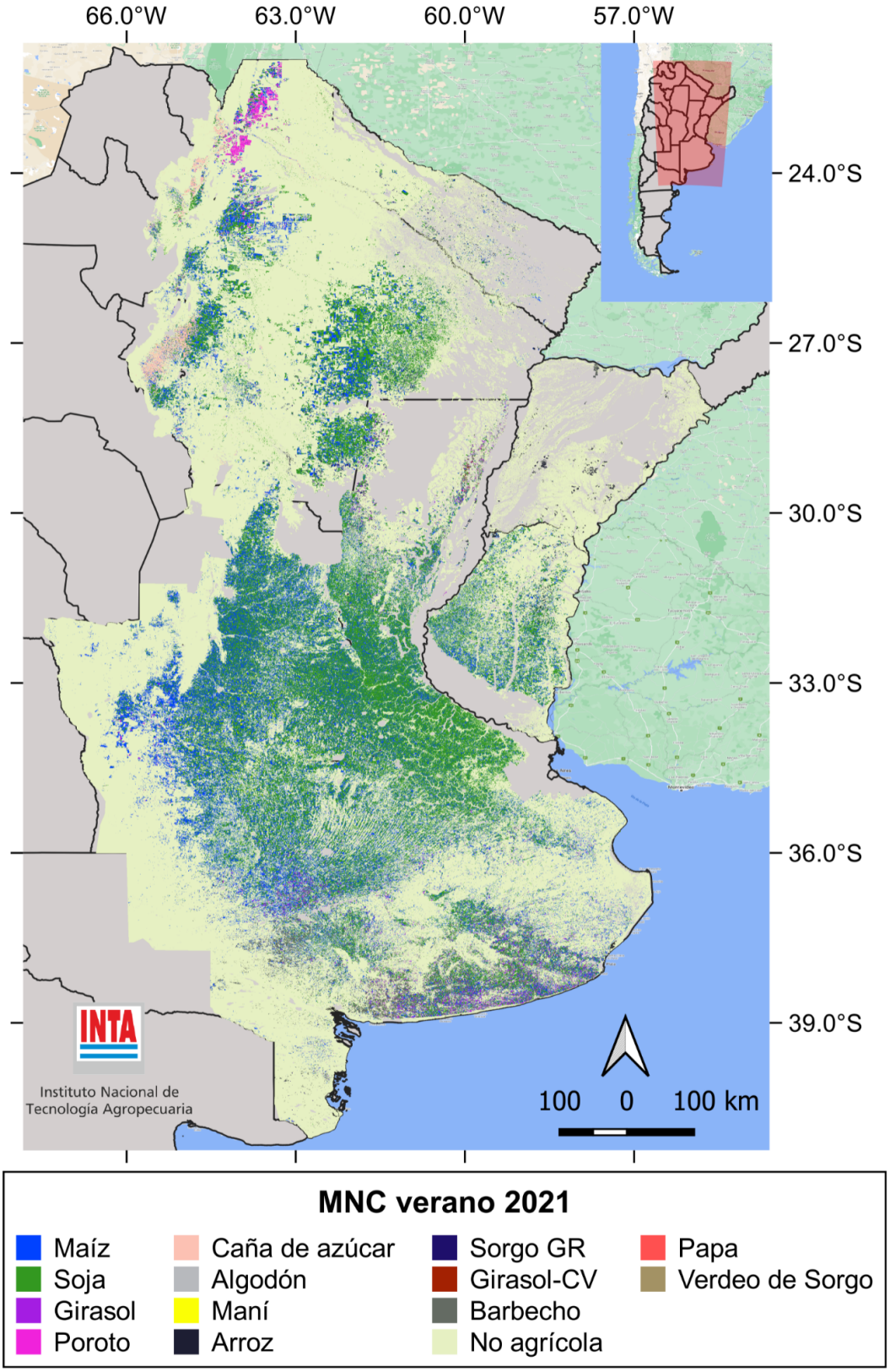


Figura 4. Mapa Nacional de Cultivos verano 2021.

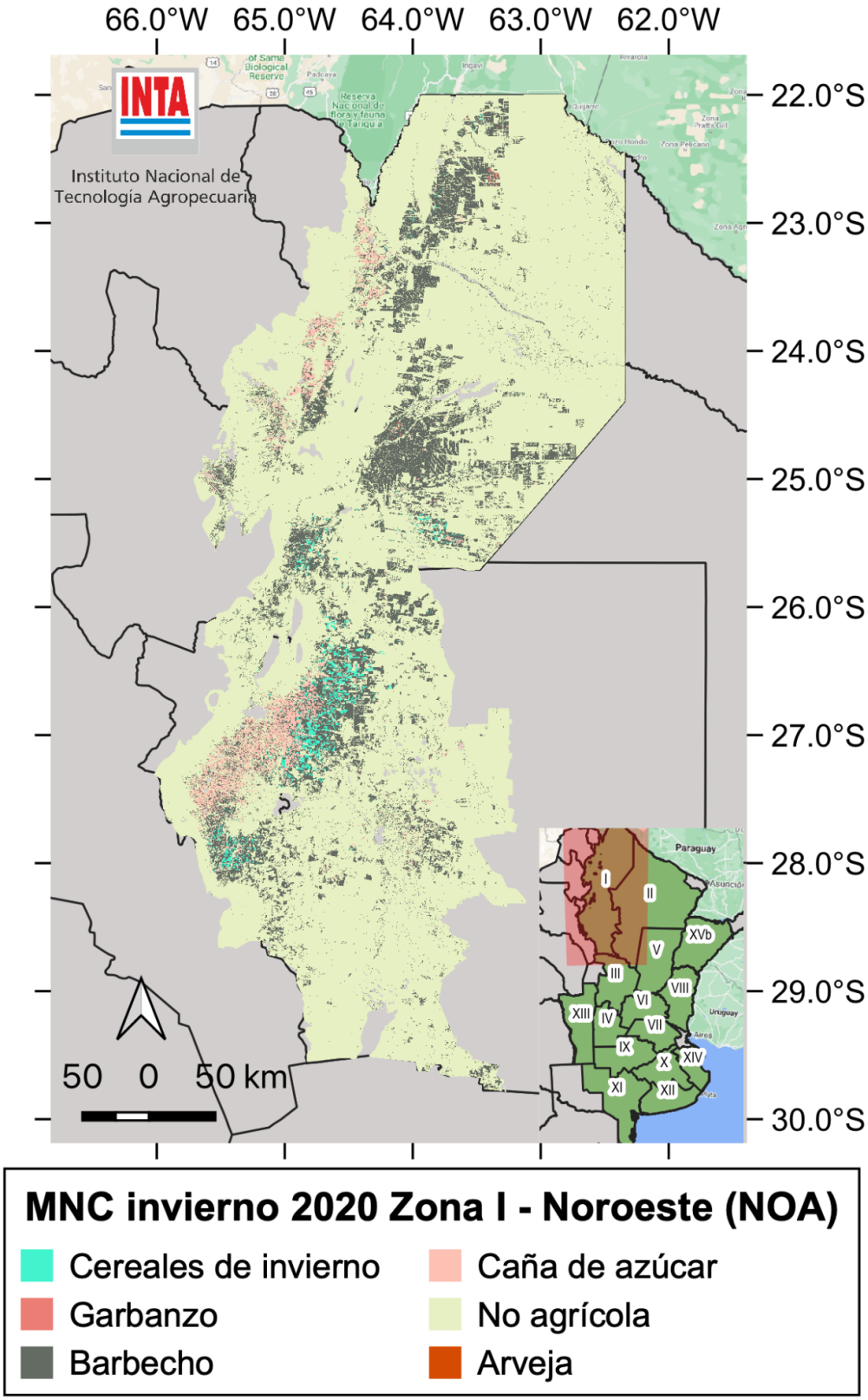


Figura 5. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona I (NOA).

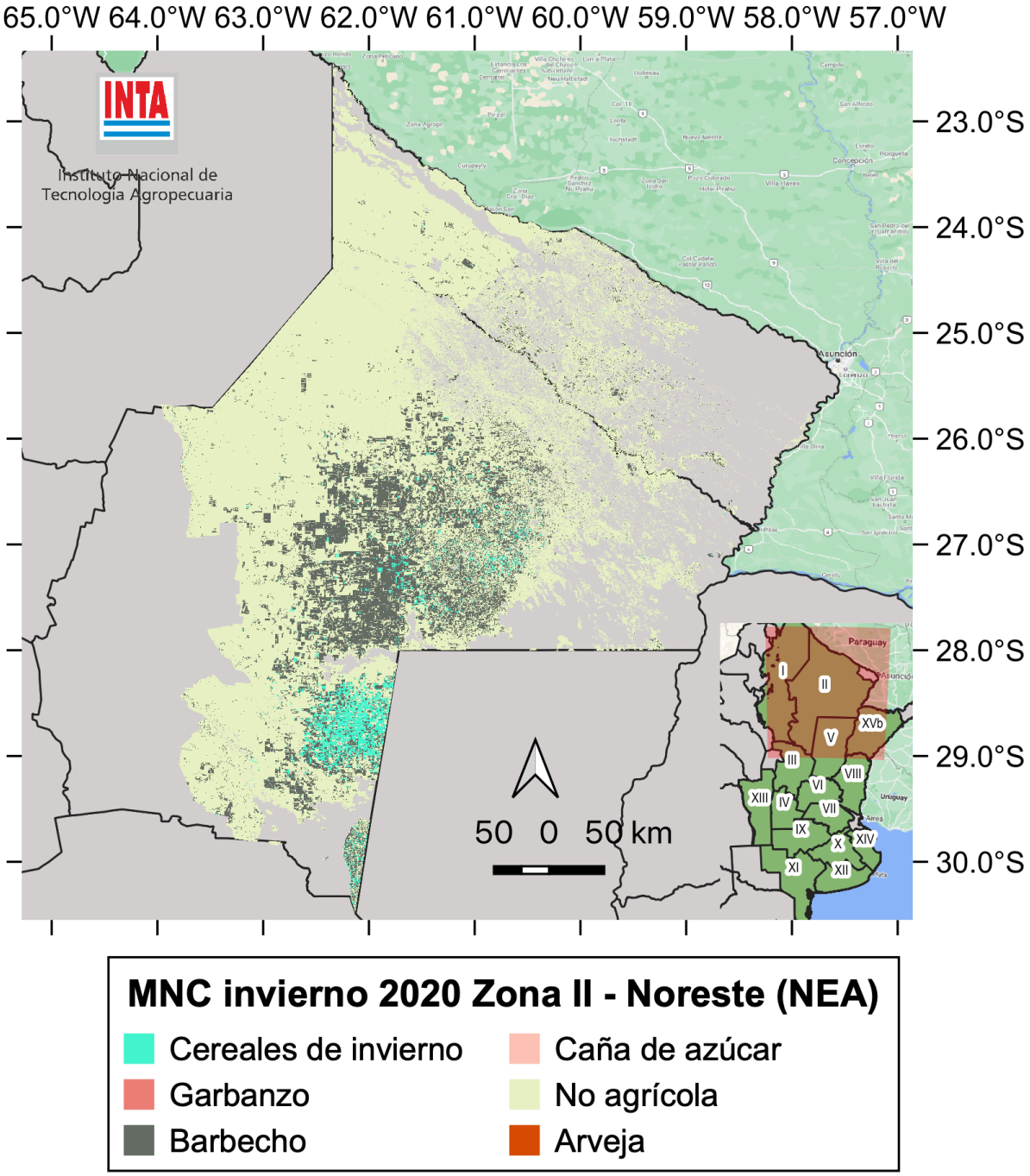


Figura 6. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona II (NEA).

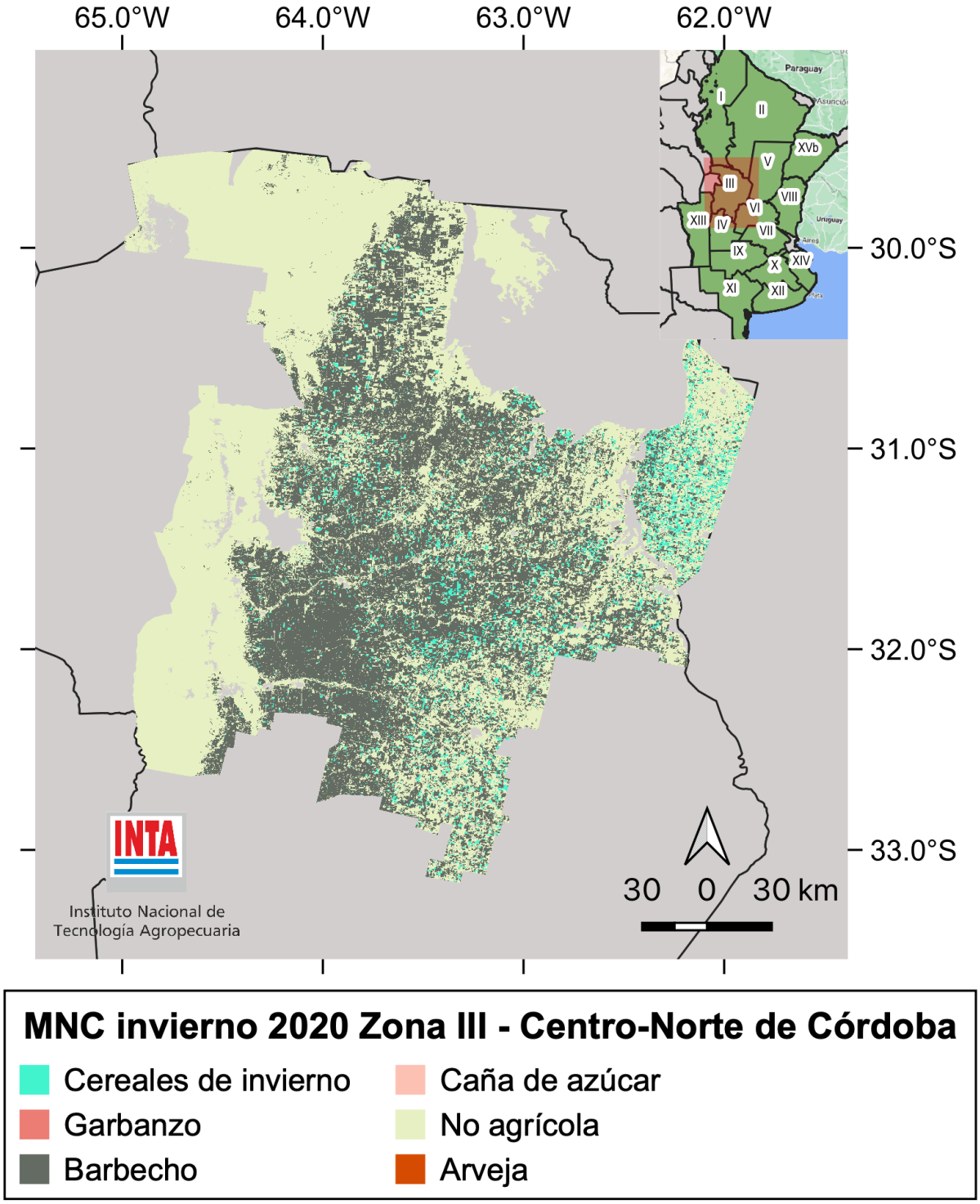


Figura 7. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona III (Centro-Norte de Córdoba).

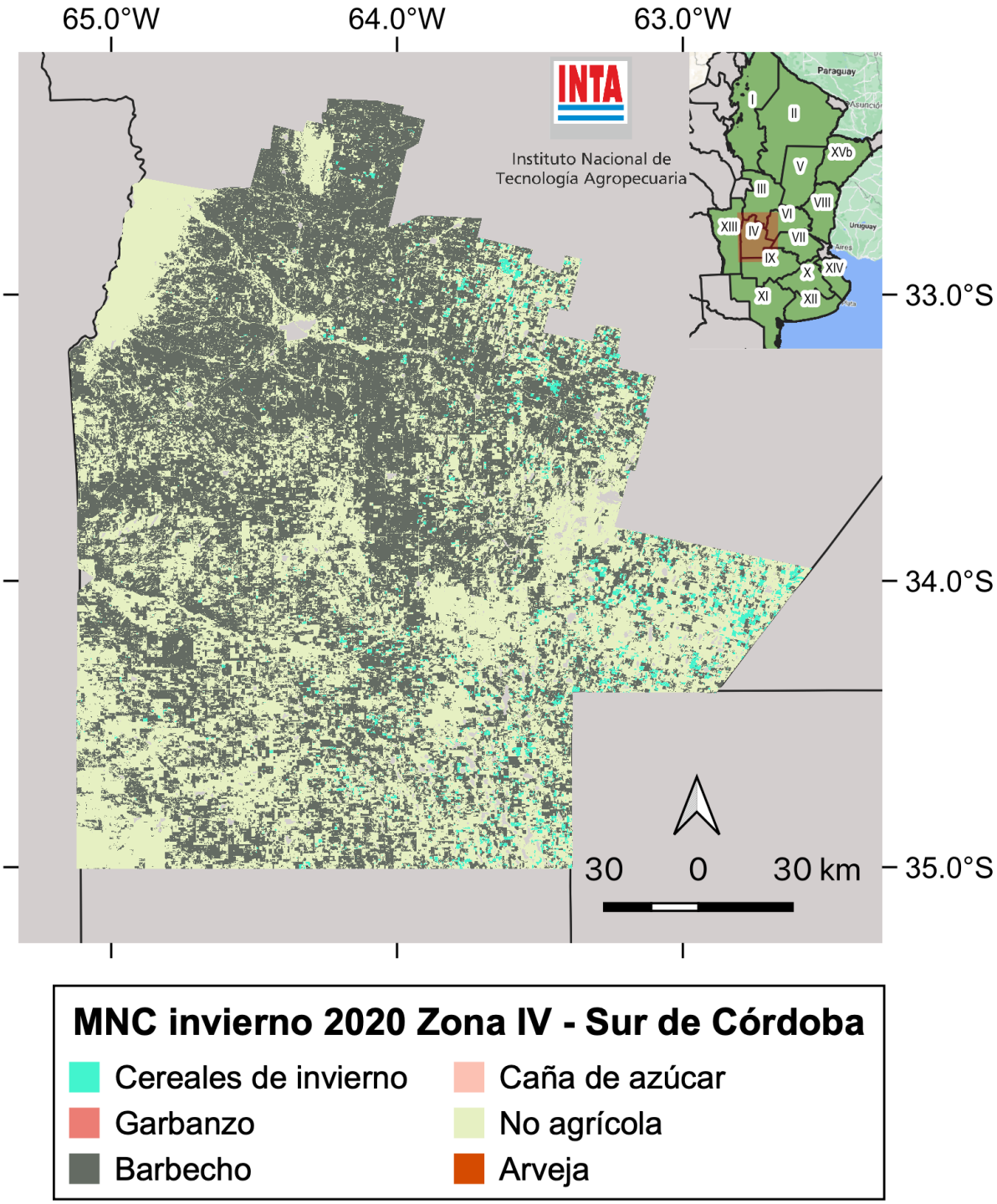


Figura 8. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona IV (Sur de Córdoba).

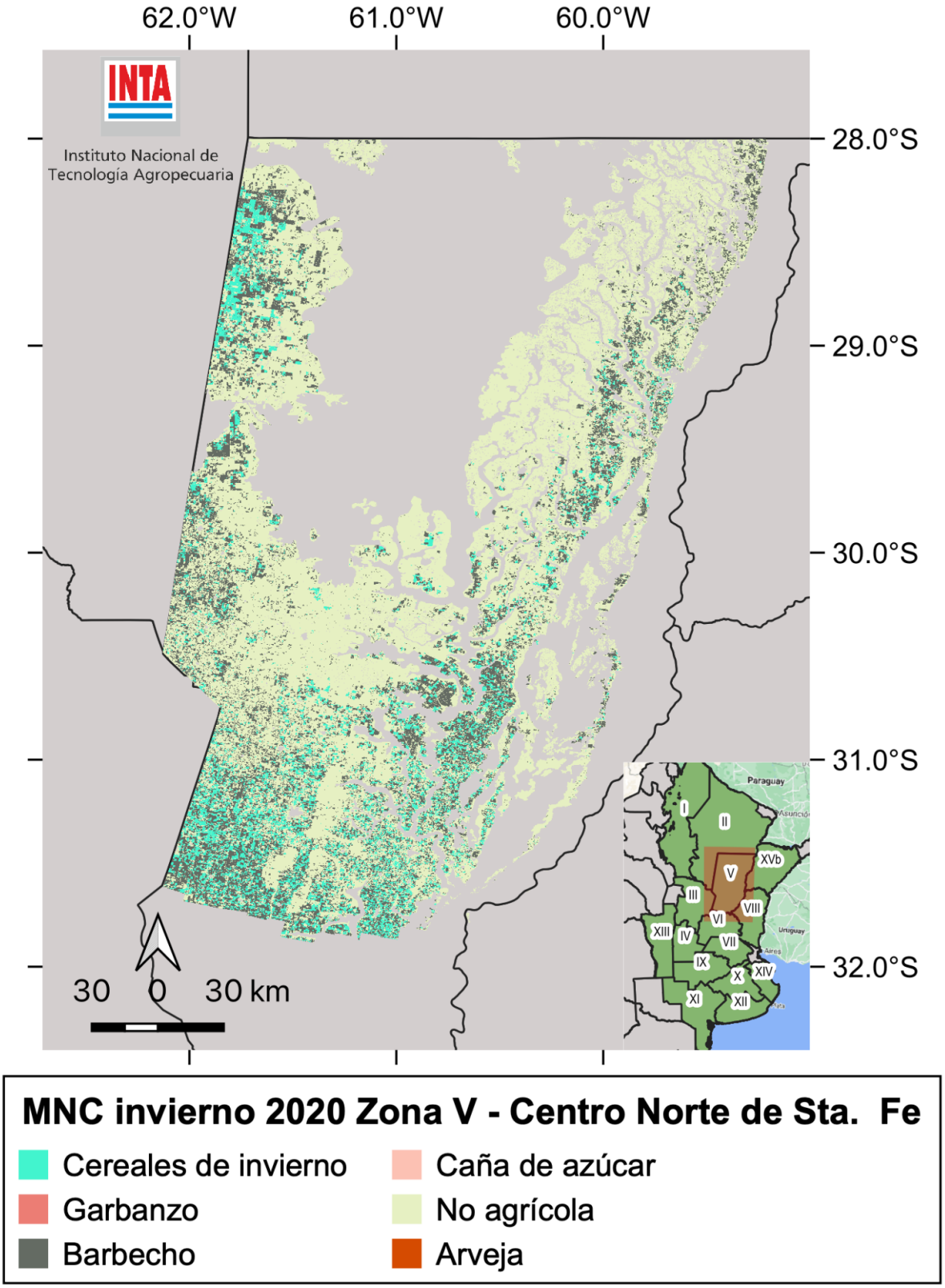


Figura 9. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona V (Centro Norte de Santa Fe).

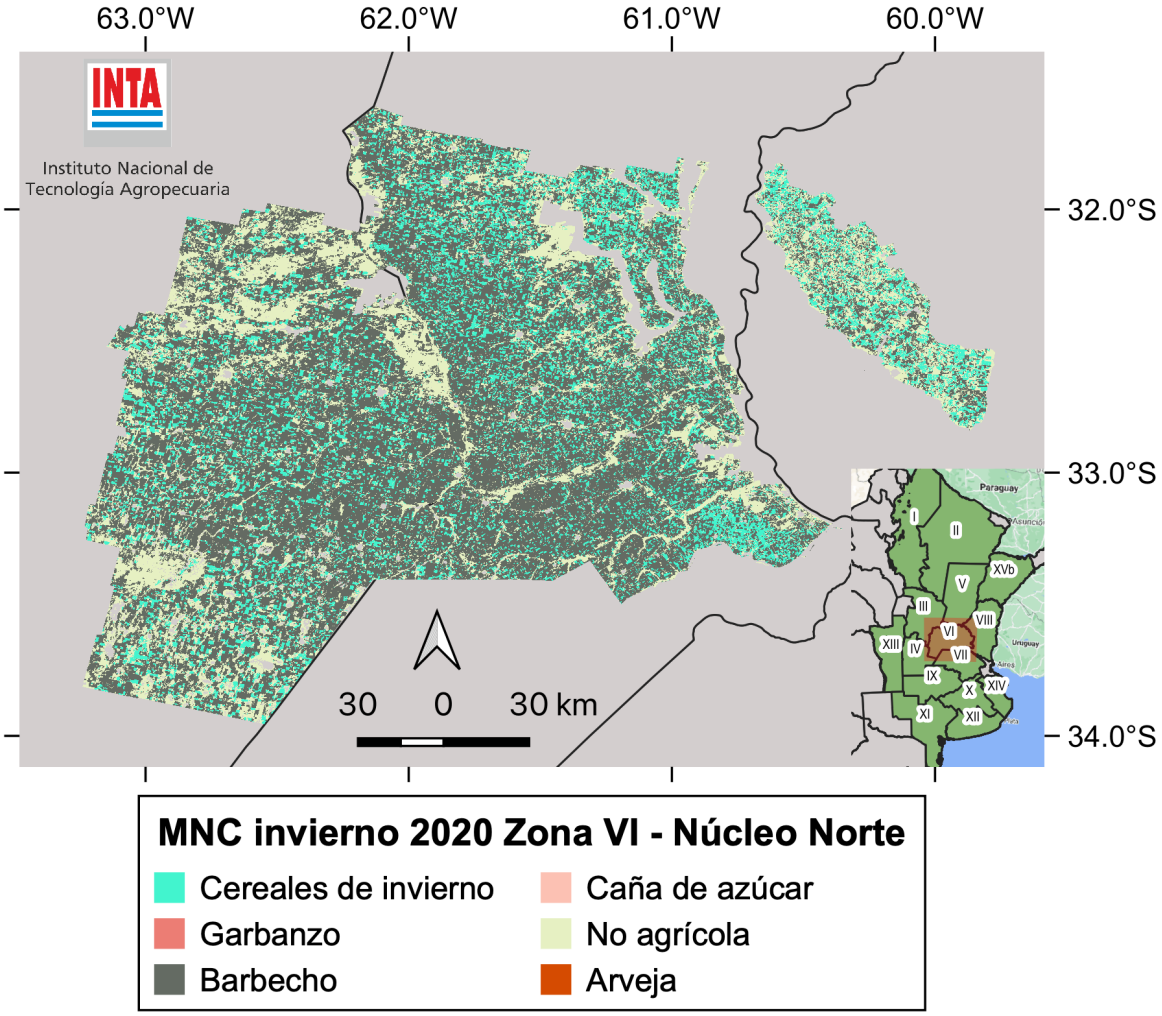


Figura 10. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona VI (Núcleo Norte).

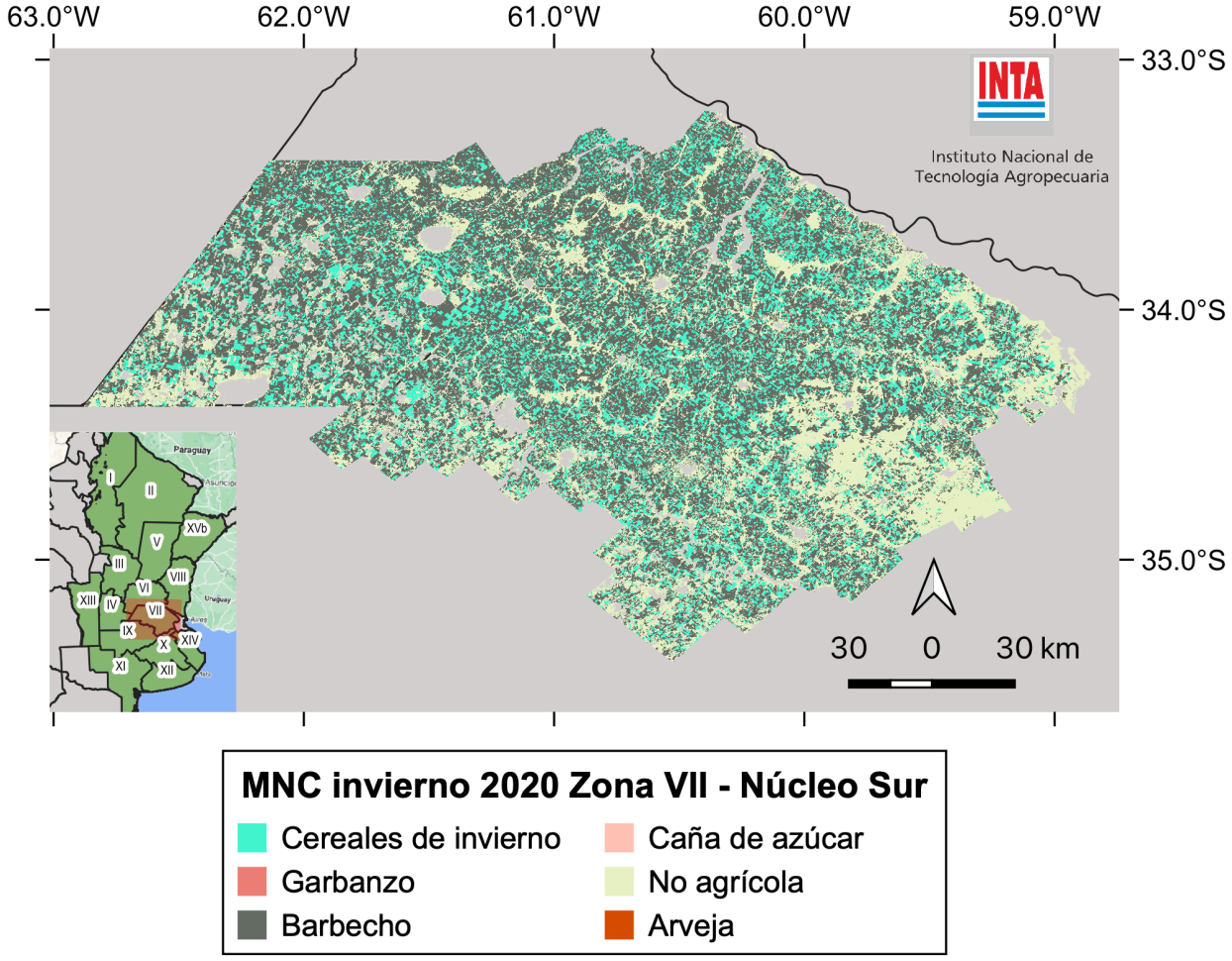


Figura 11. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona VII (Núcleo Sur).

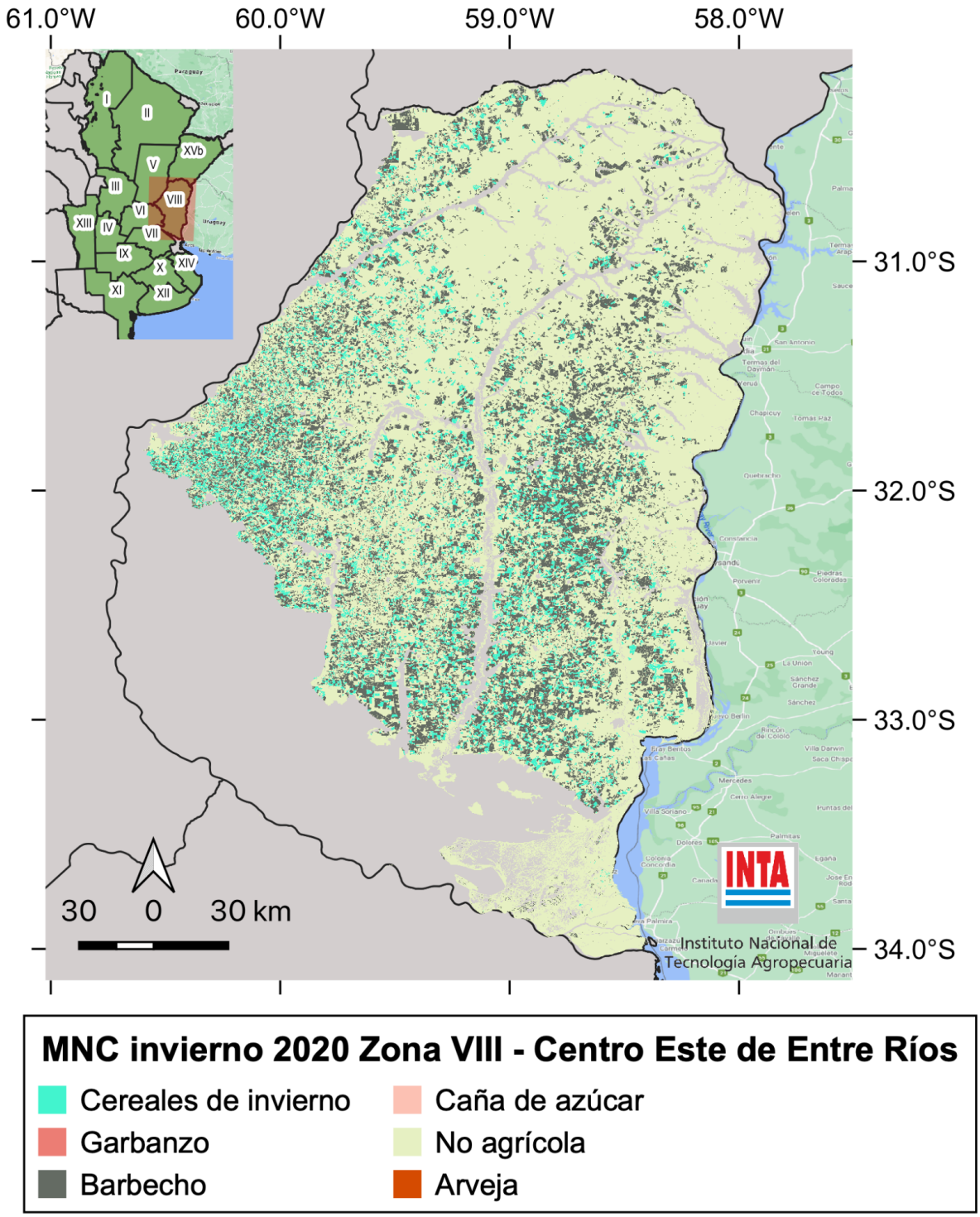


Figura 12. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona VIII (Centro Este de Entre Ríos).

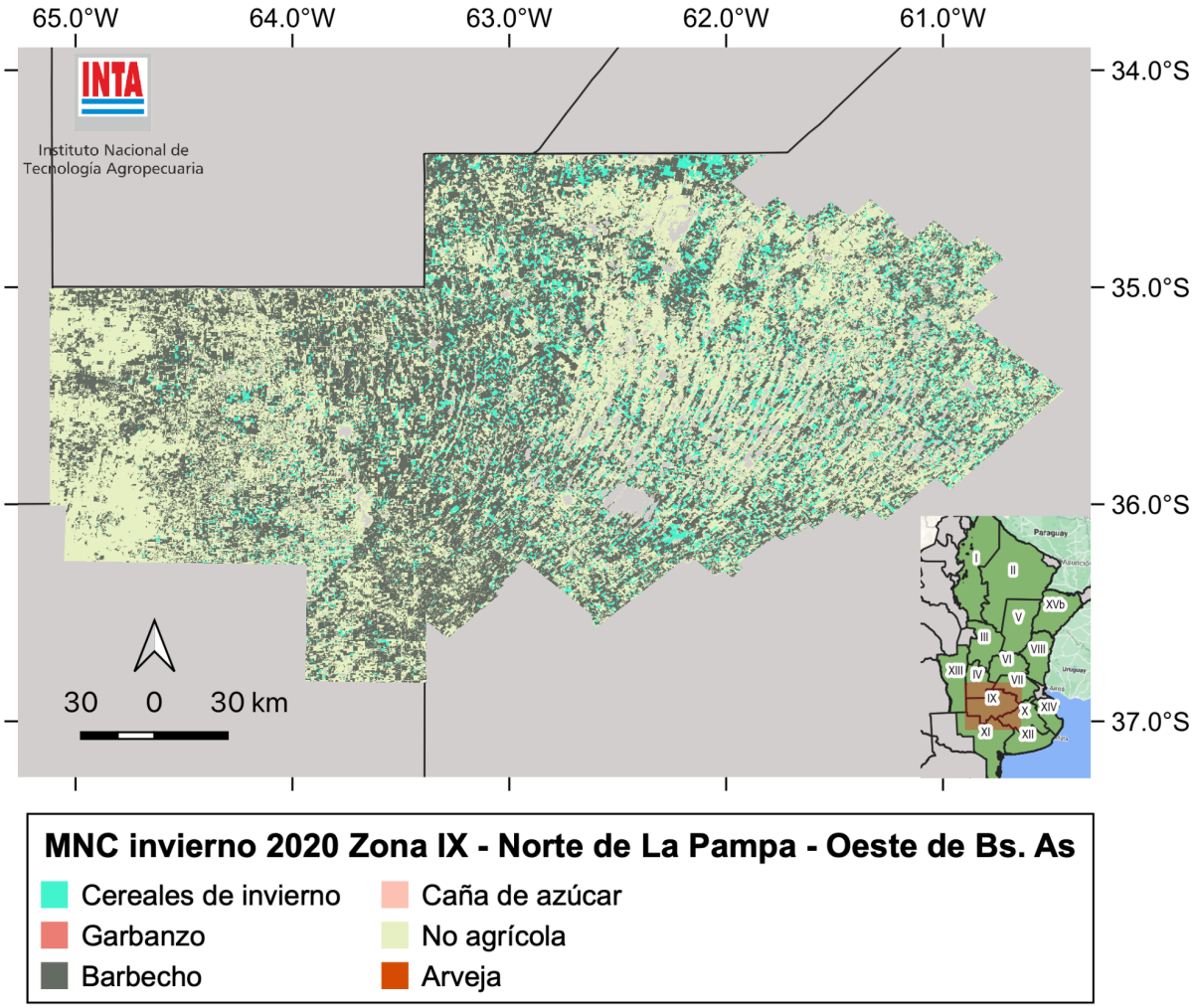


Figura 13. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona IX (Norte de La Pampa - Oeste de Buenos Aires).

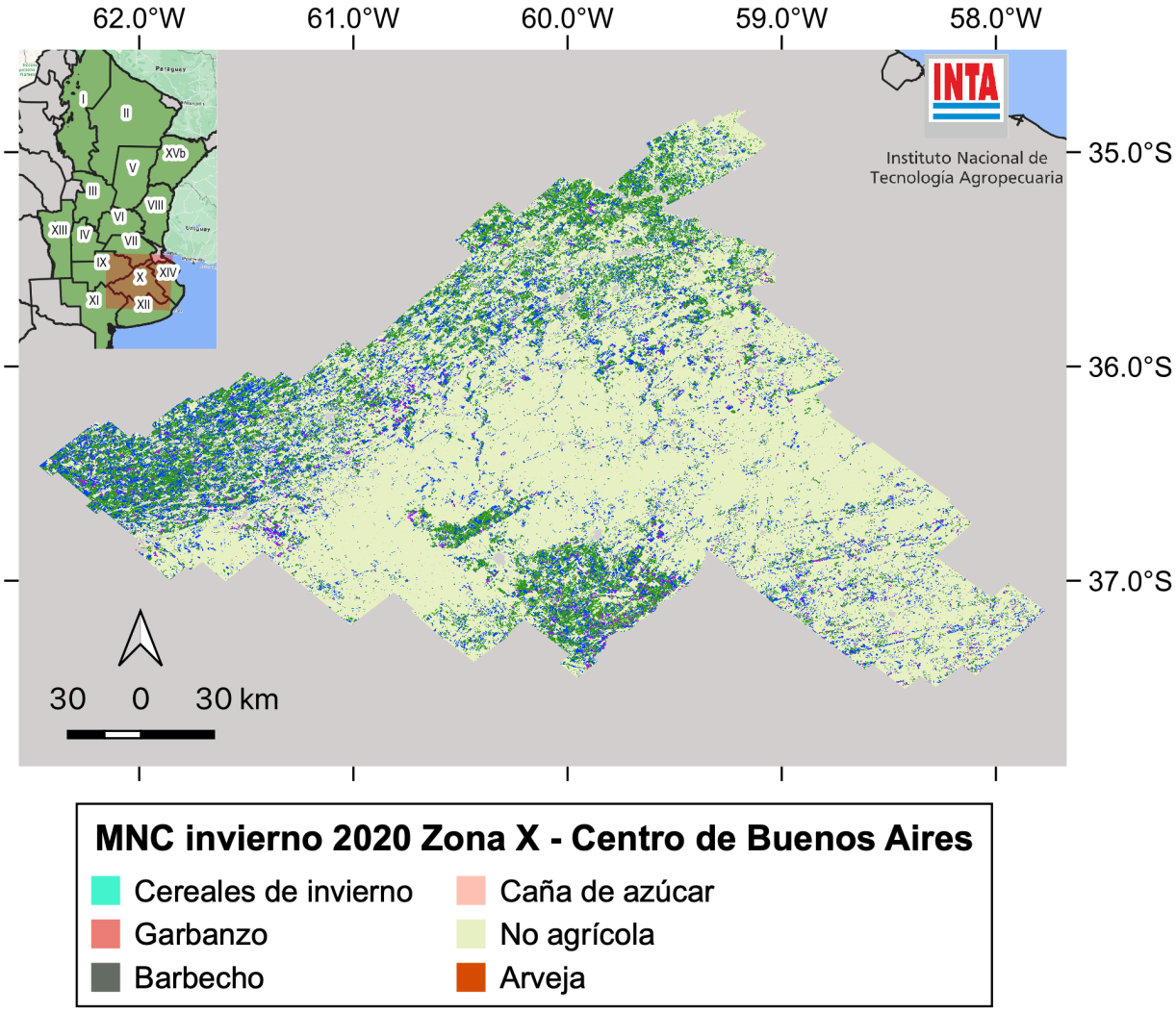


Figura 14. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona X (Centro de Buenos Aires).

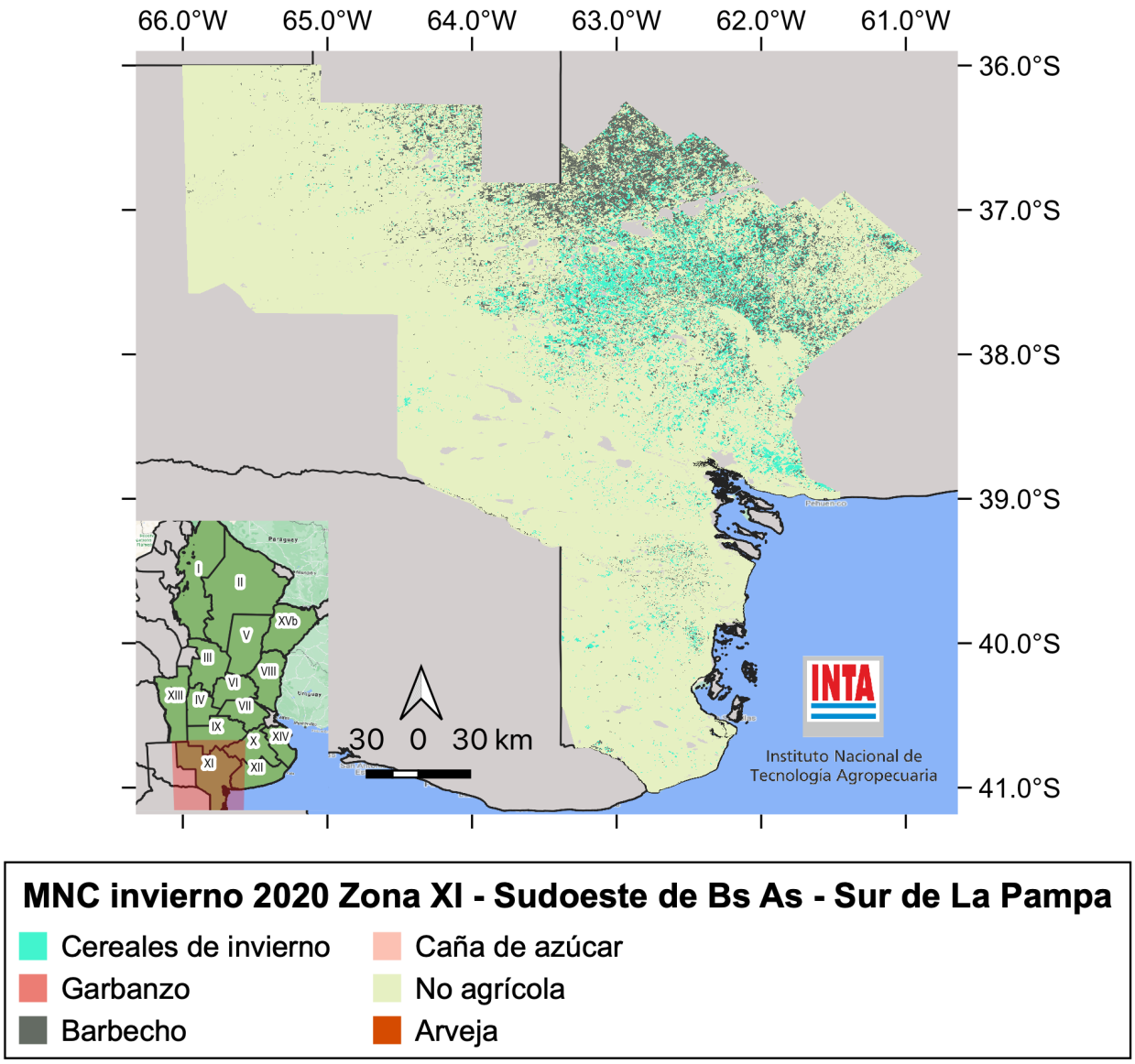
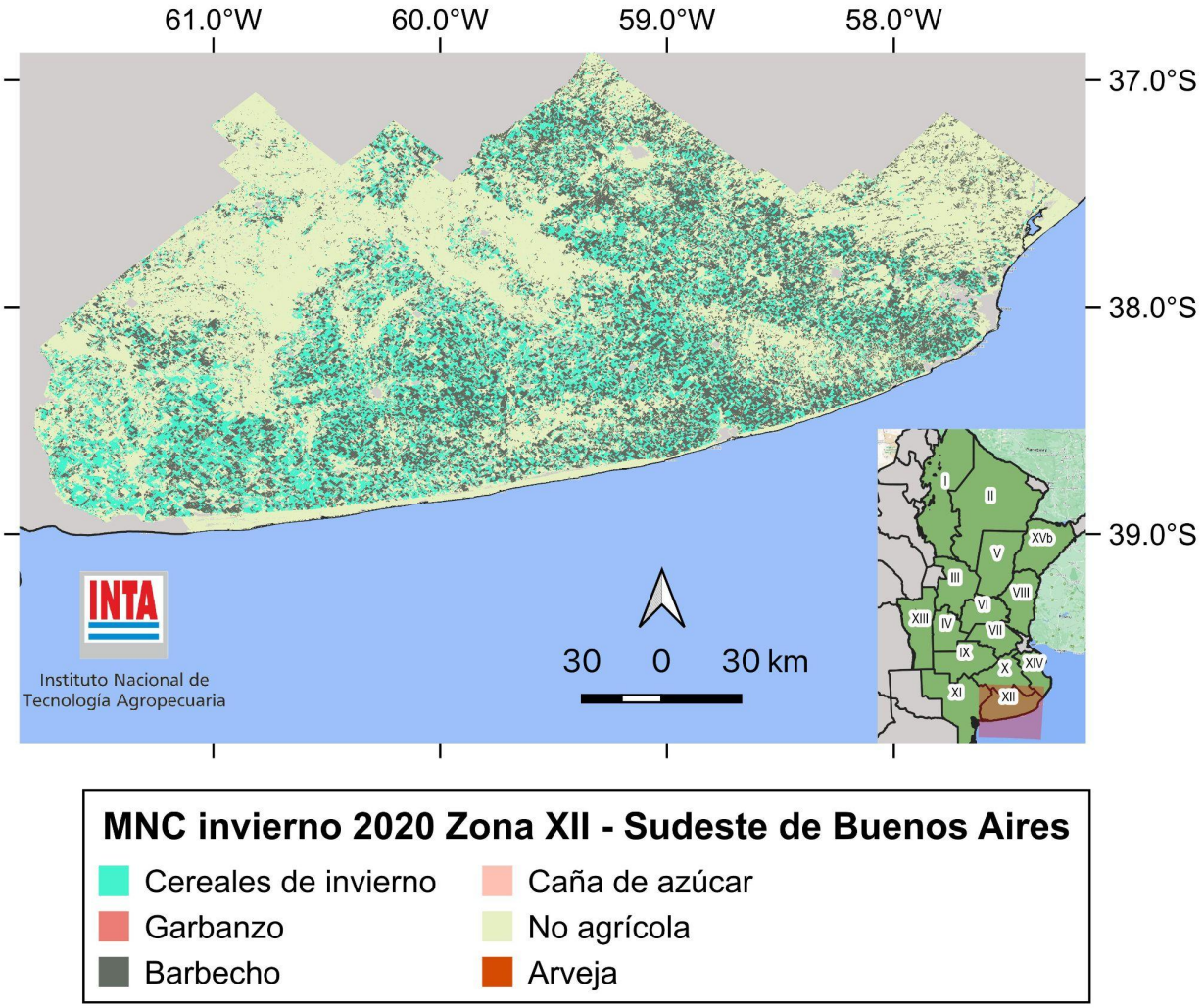


Figura 15. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona XI (Sudoeste de Buenos Aires - Sur de La Pampa).



MNC invierno 2020 Zona XII - Sudeste de Buenos Aires

- Cereales de invierno
- Garbanzo
- Barbecho
- Caña de azúcar
- No agrícola
- Arveja

Figura 16. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona XII (Sudeste de Buenos Aires).

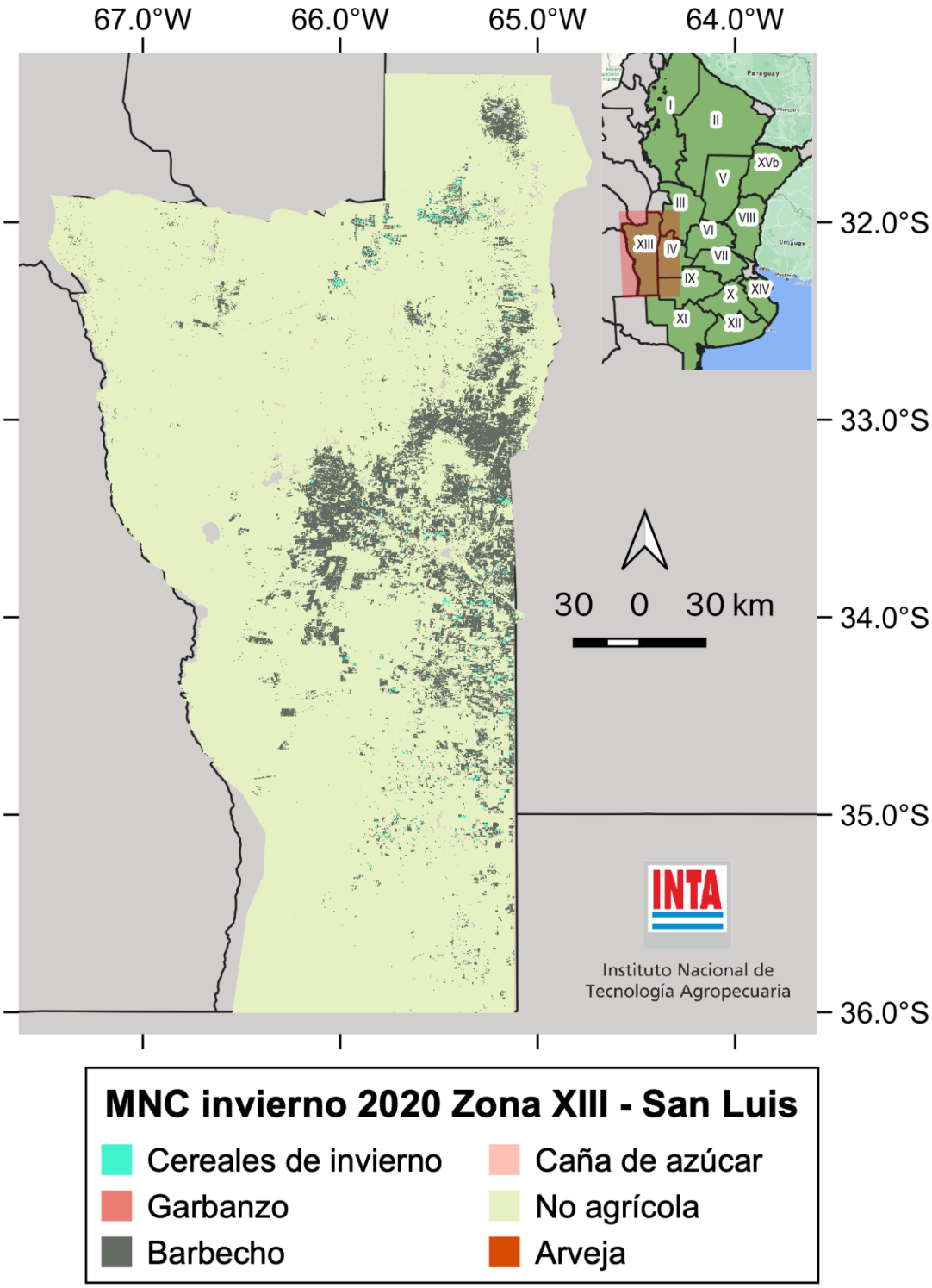


Figura 17. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona XIII (San Luis).

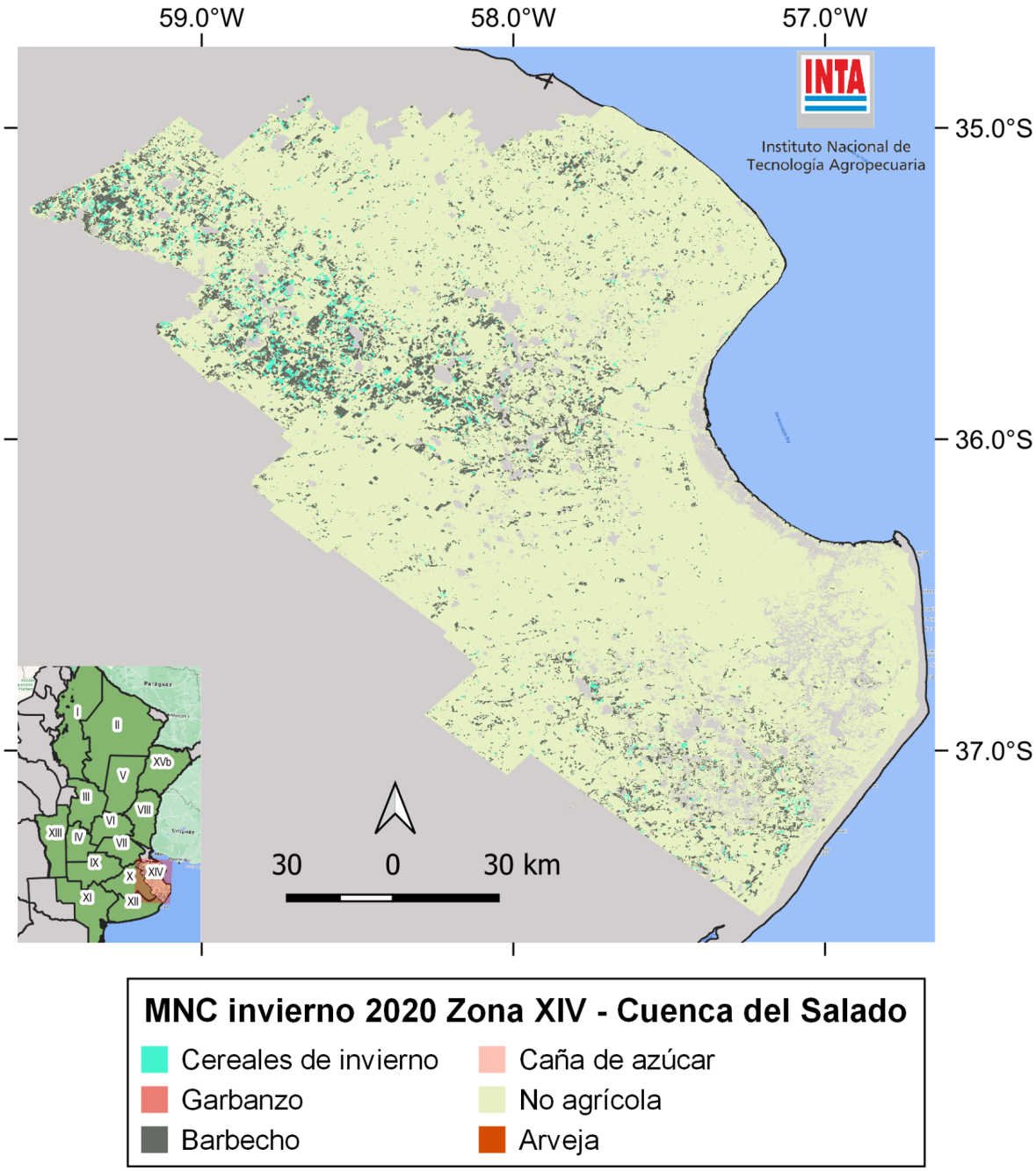


Figura 18. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona XIV (Cuenca del Salado).

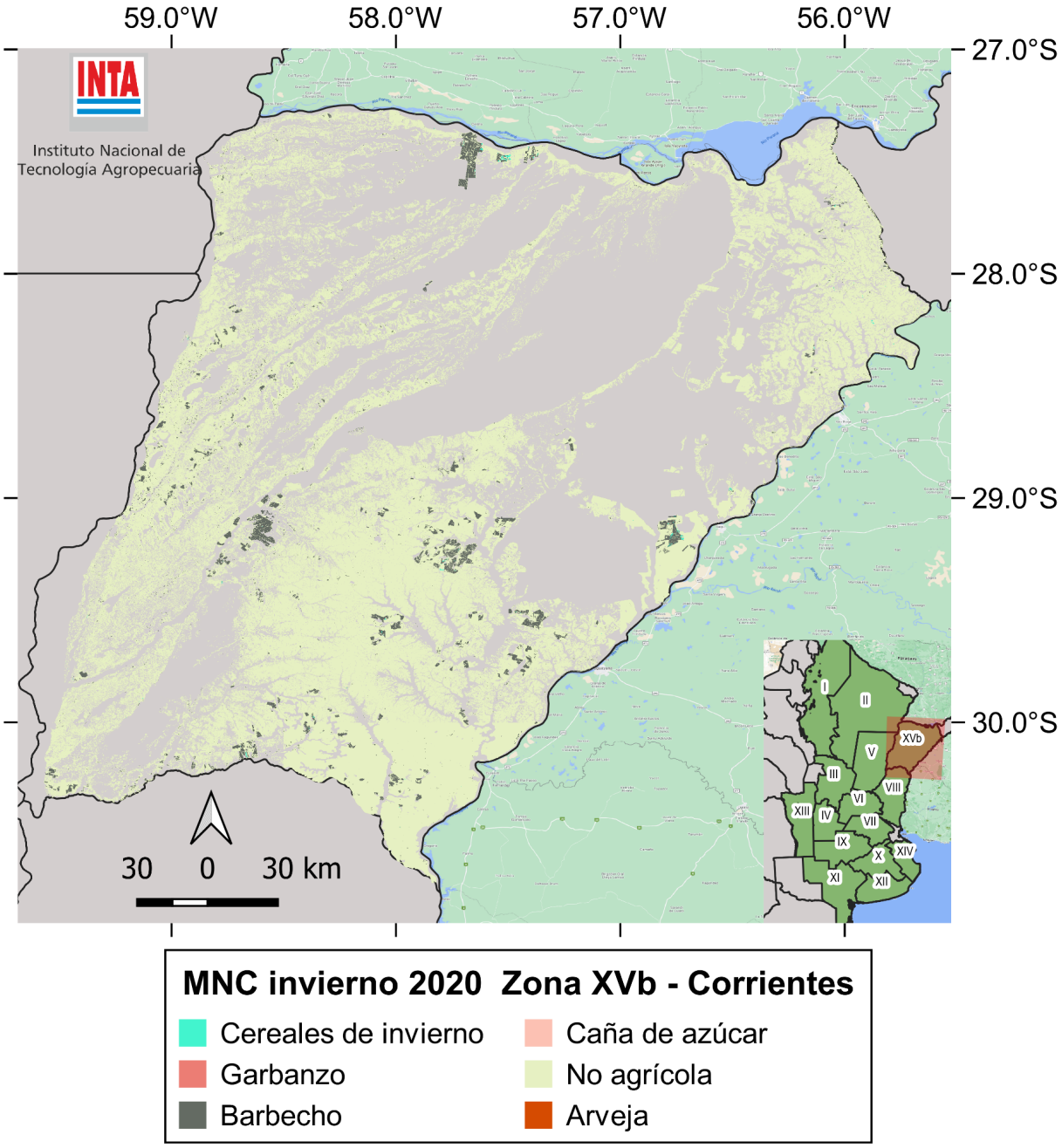


Figura 19. Mapa de Cultivos invierno 2020. Zona XVb (Corrientes).

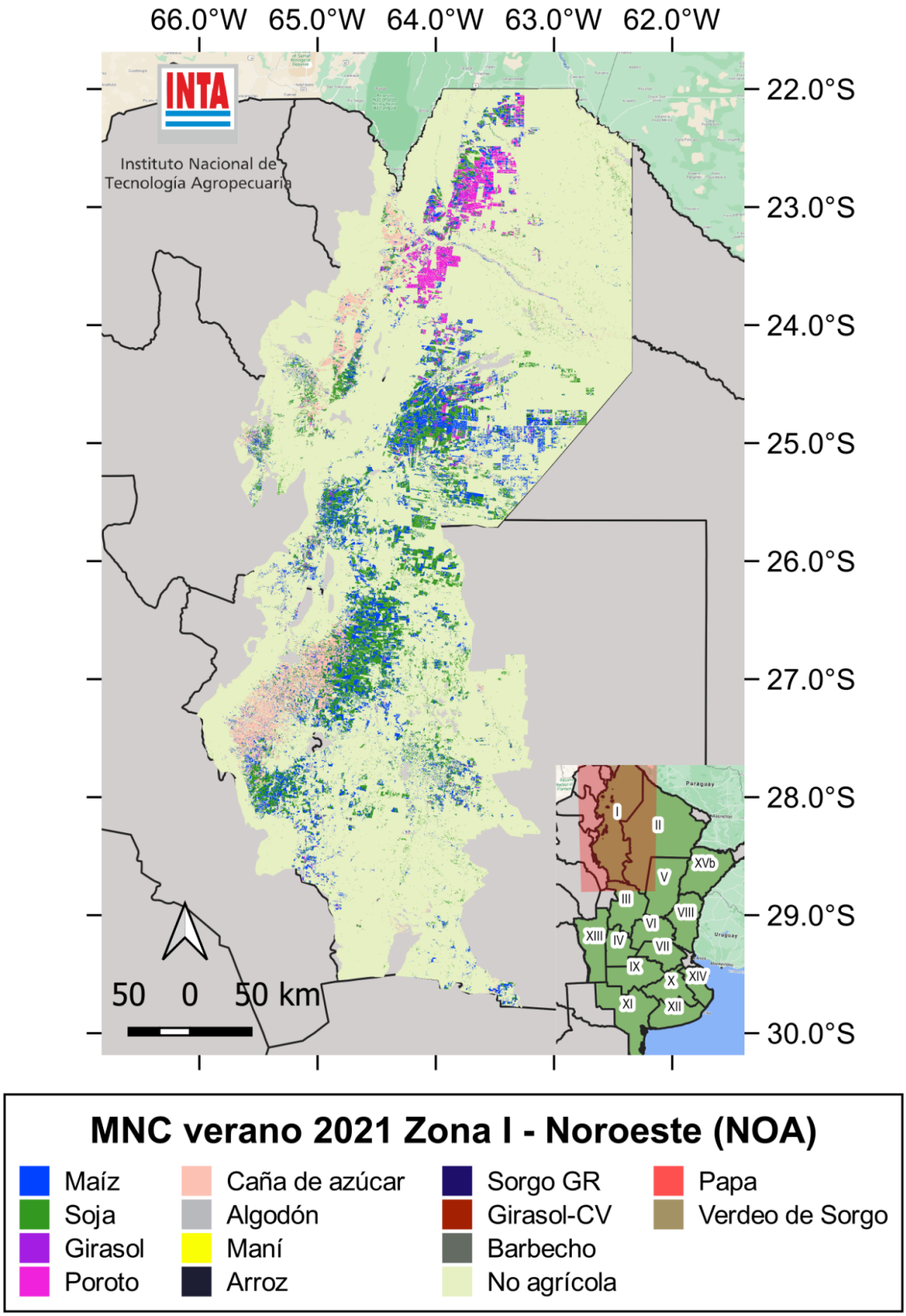


Figura 20. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona I (NOA).

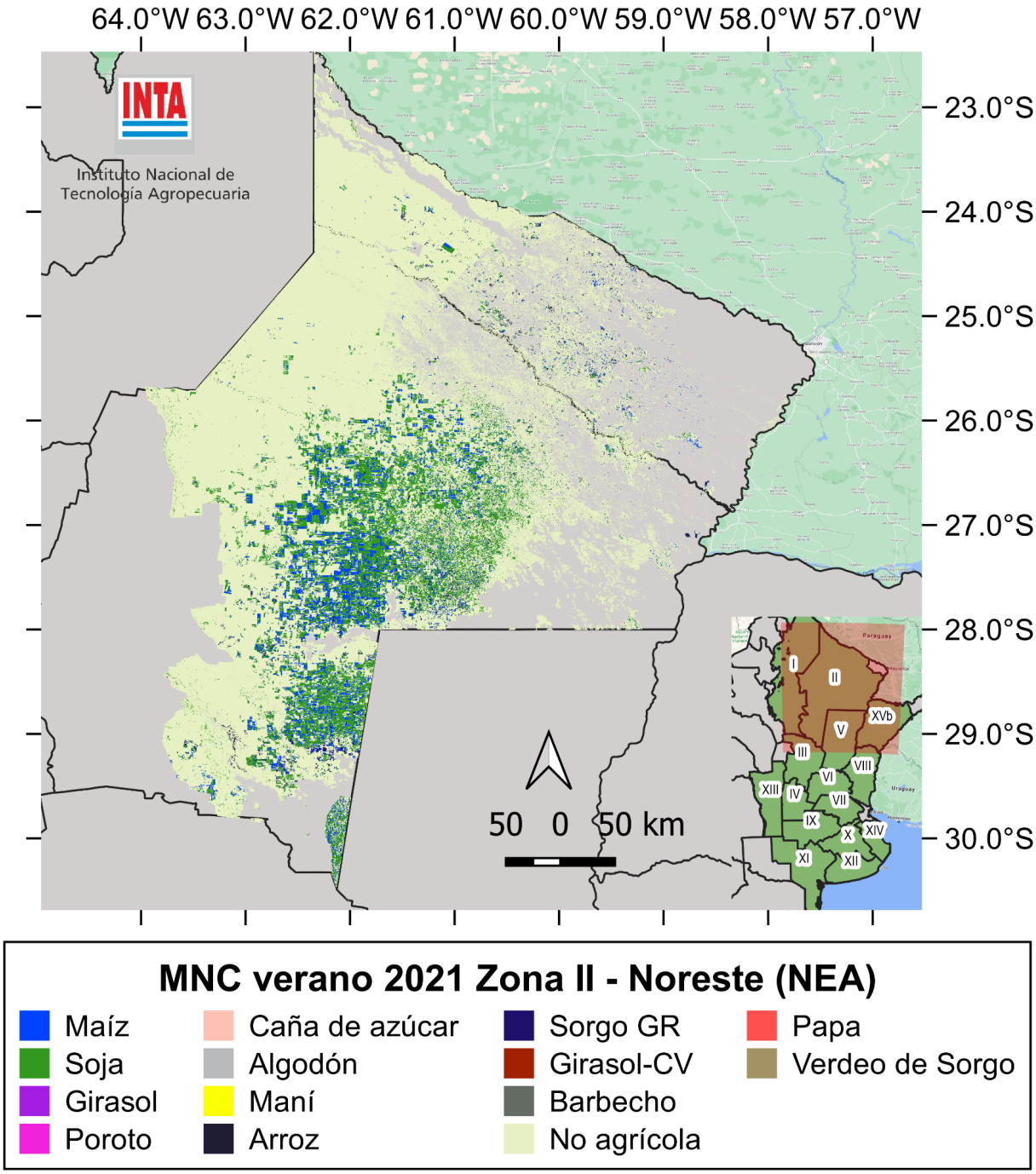


Figura 21. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona II (NEA).

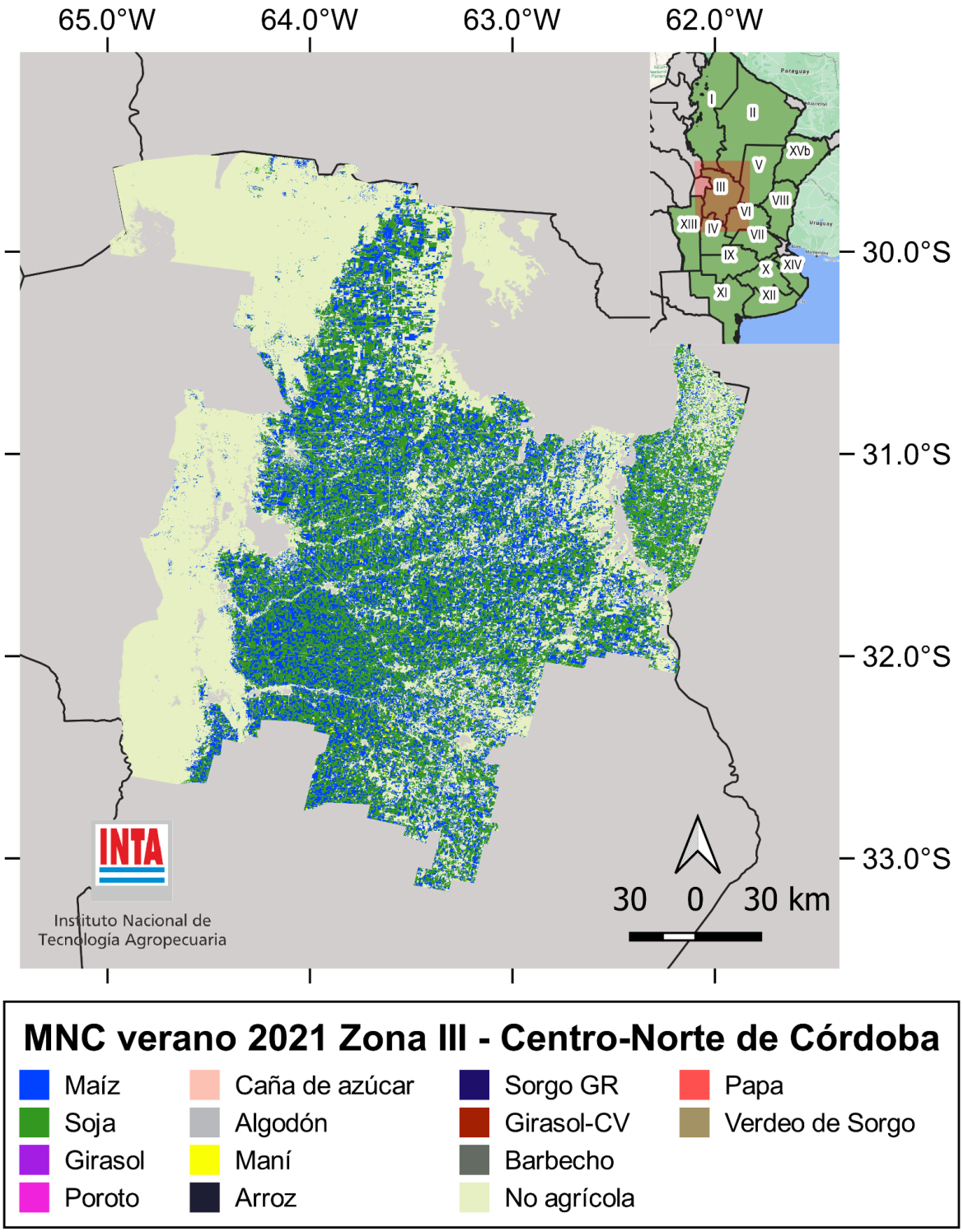


Figura 22. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona III (Centro-Norte de Córdoba).

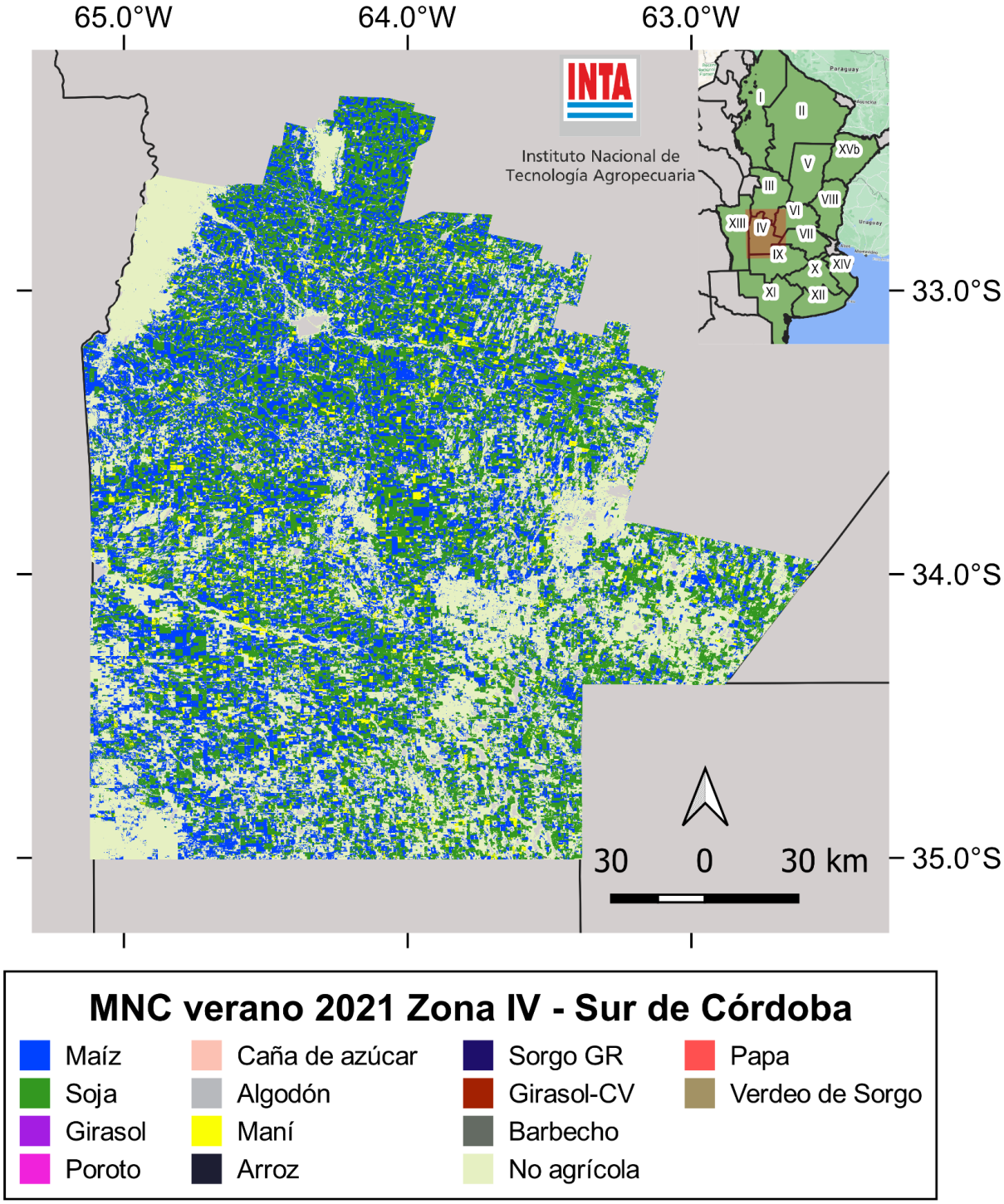


Figura 23. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona IV (Sur de Córdoba).

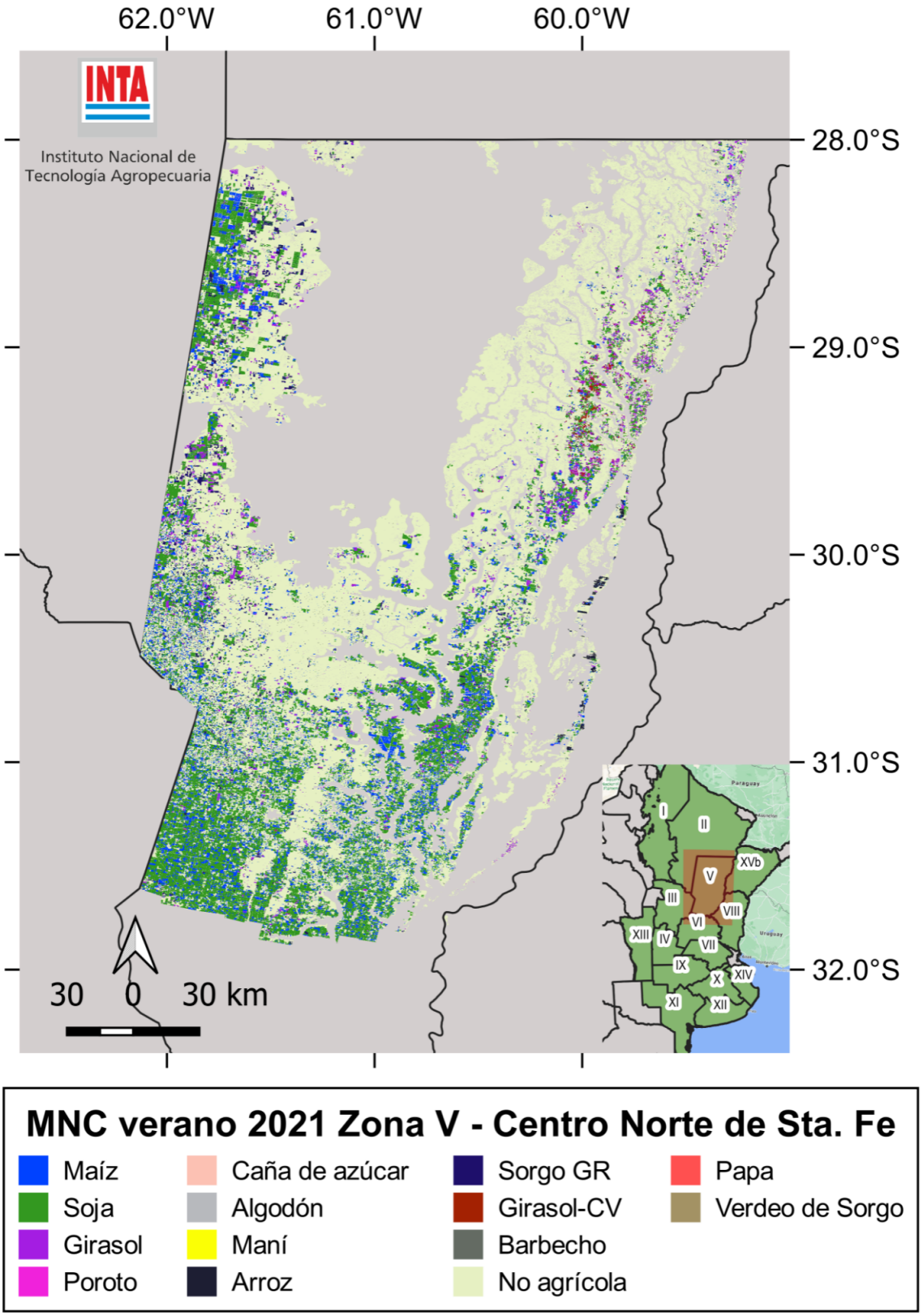


Figura 24. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona V (Centro Norte de Santa Fe).

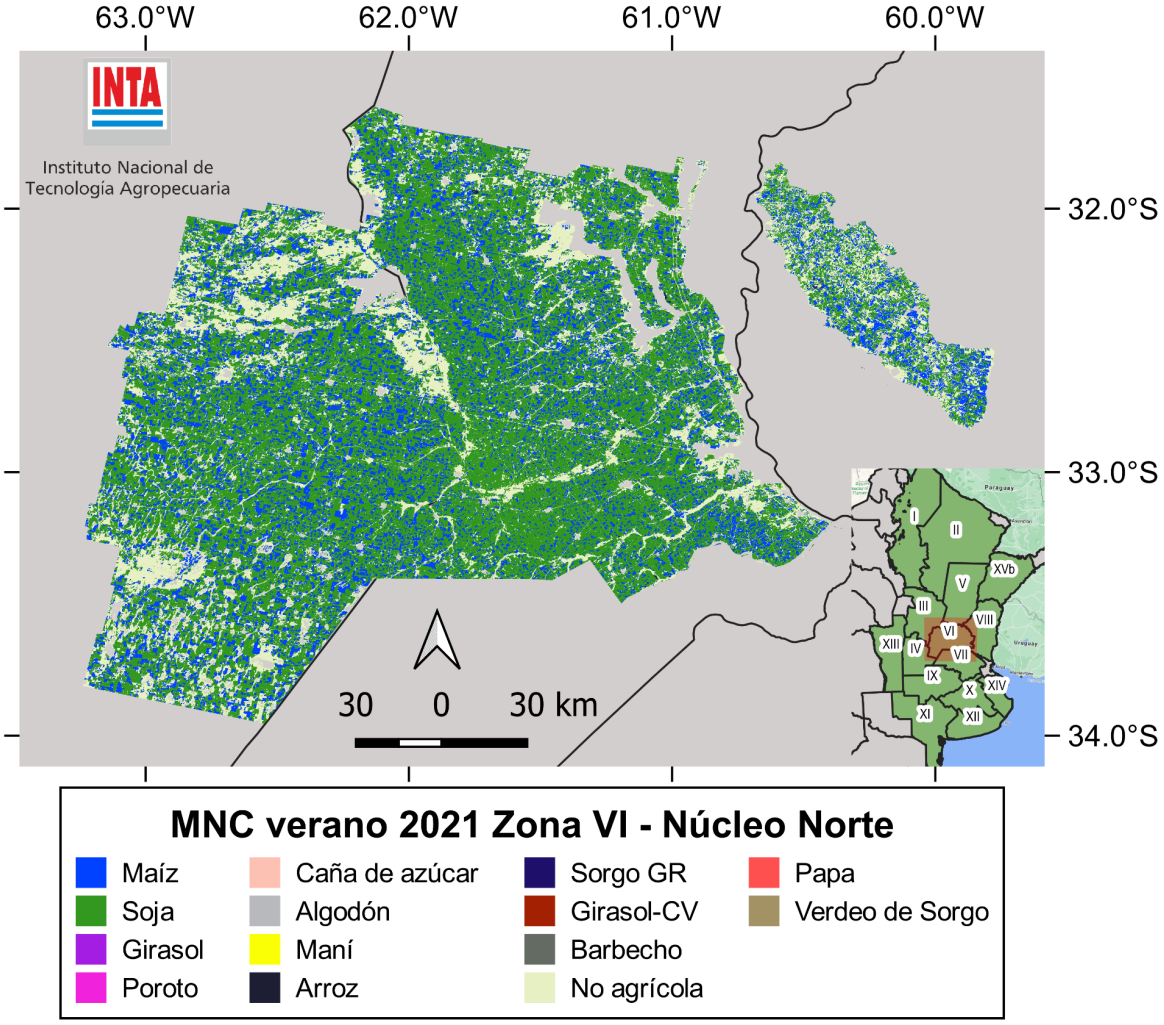


Figura 25. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona VI (Núcleo Norte).

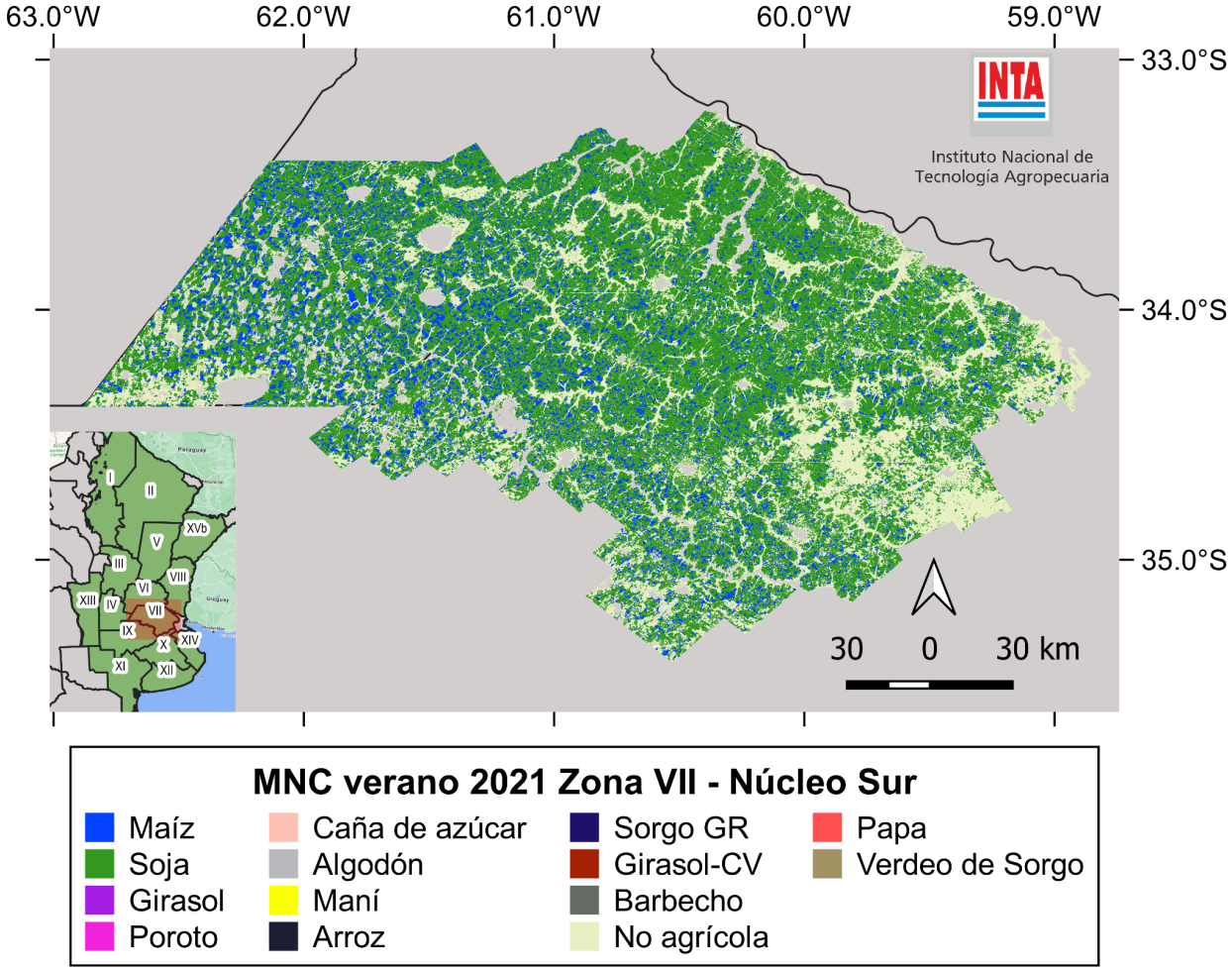


Figura 26. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona VII (Núcleo Sur).

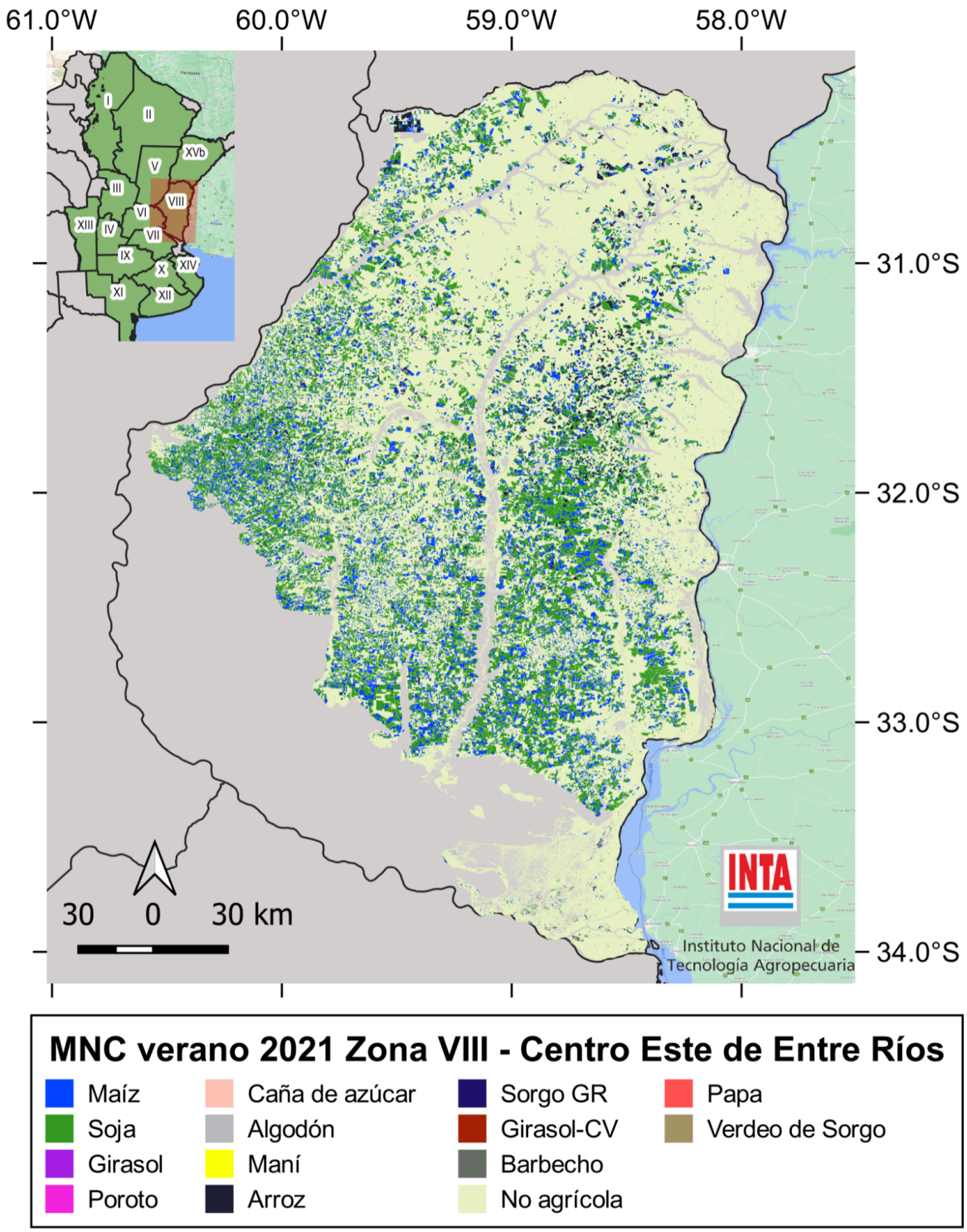


Figura 27. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona VIII (Centro Este de Entre Ríos).

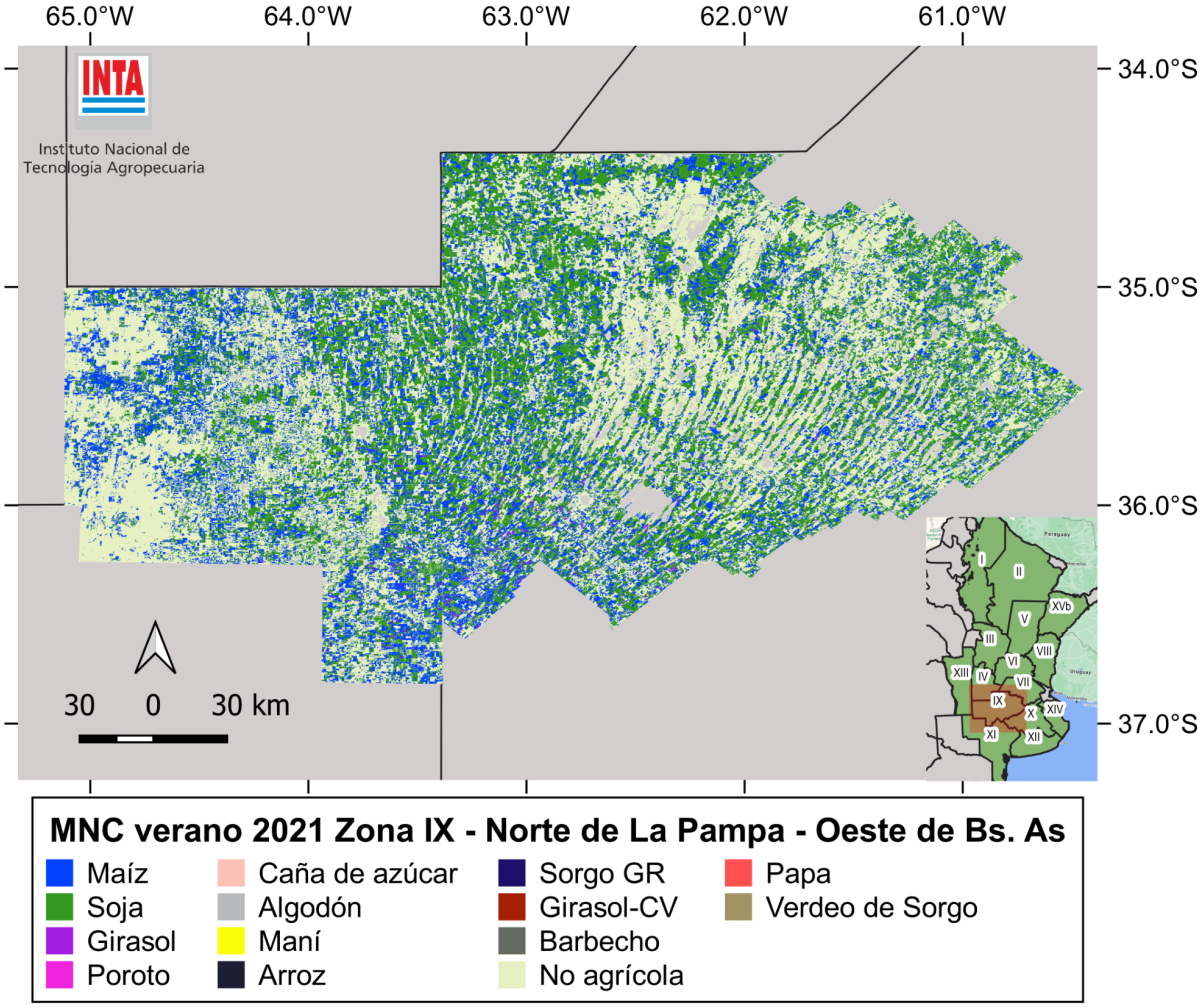


Figura 28. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona IX (Norte de La Pampa - Oeste de Buenos Aires).

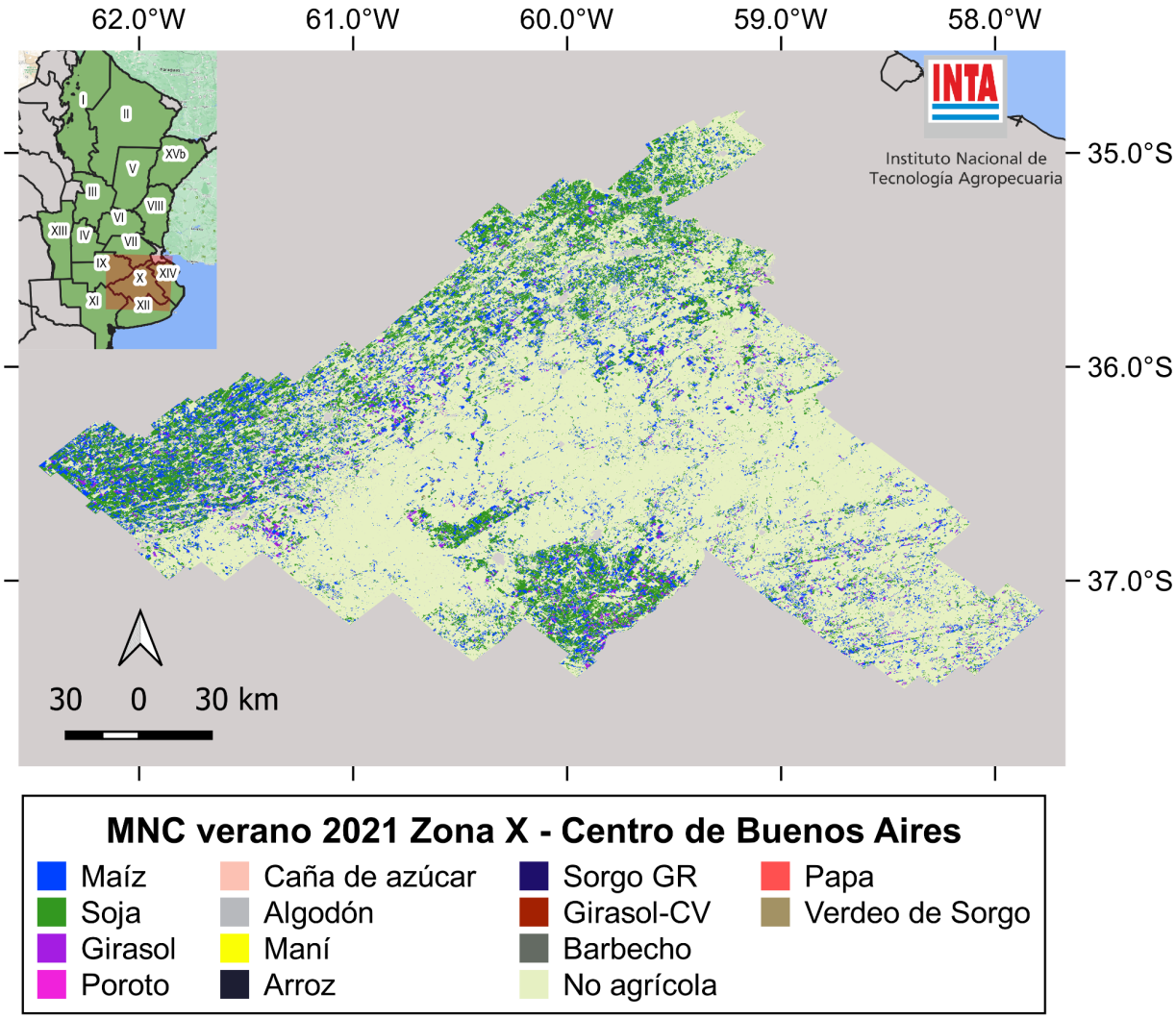


Figura 29. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona X (Centro de Buenos Aires).

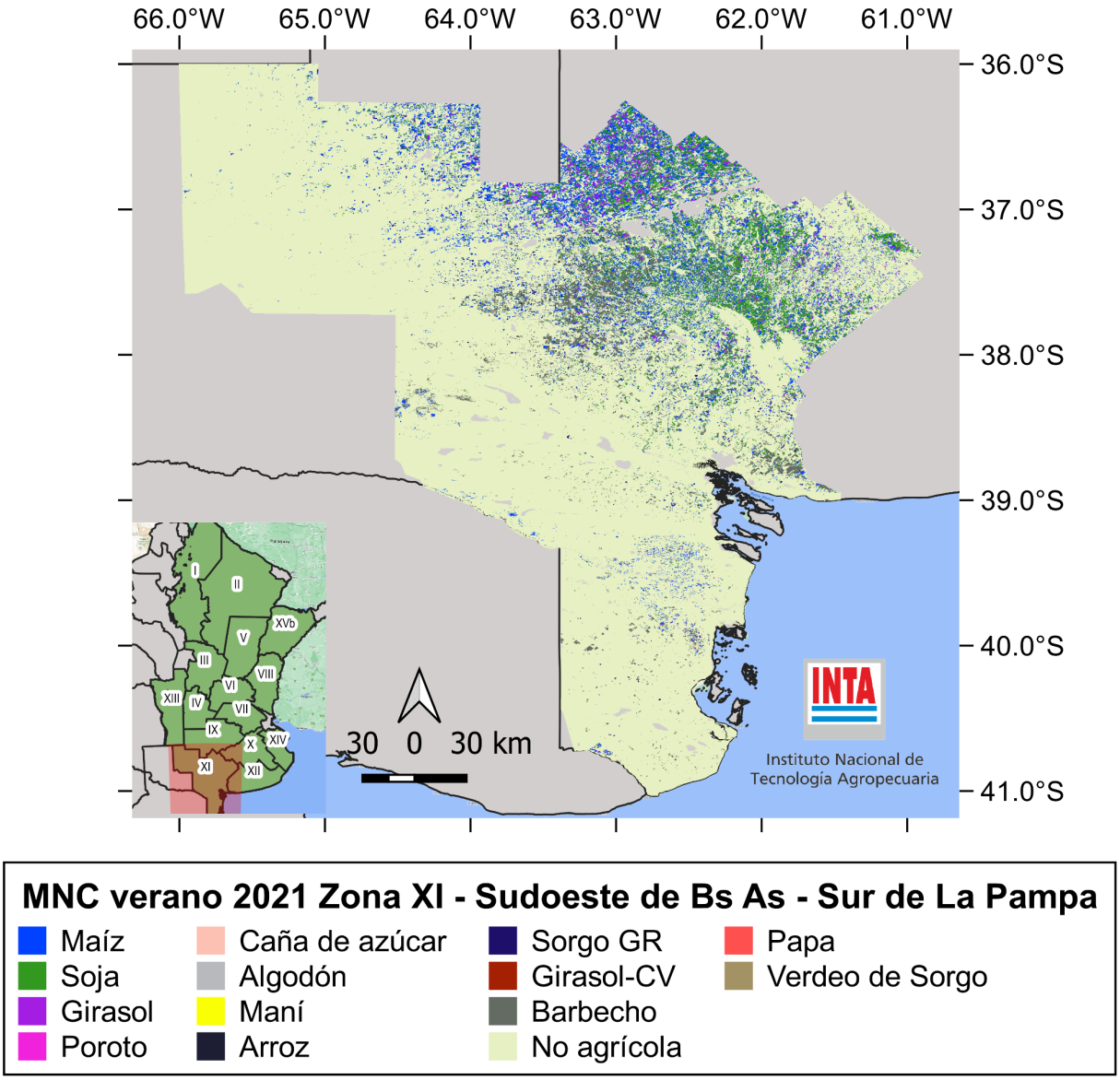
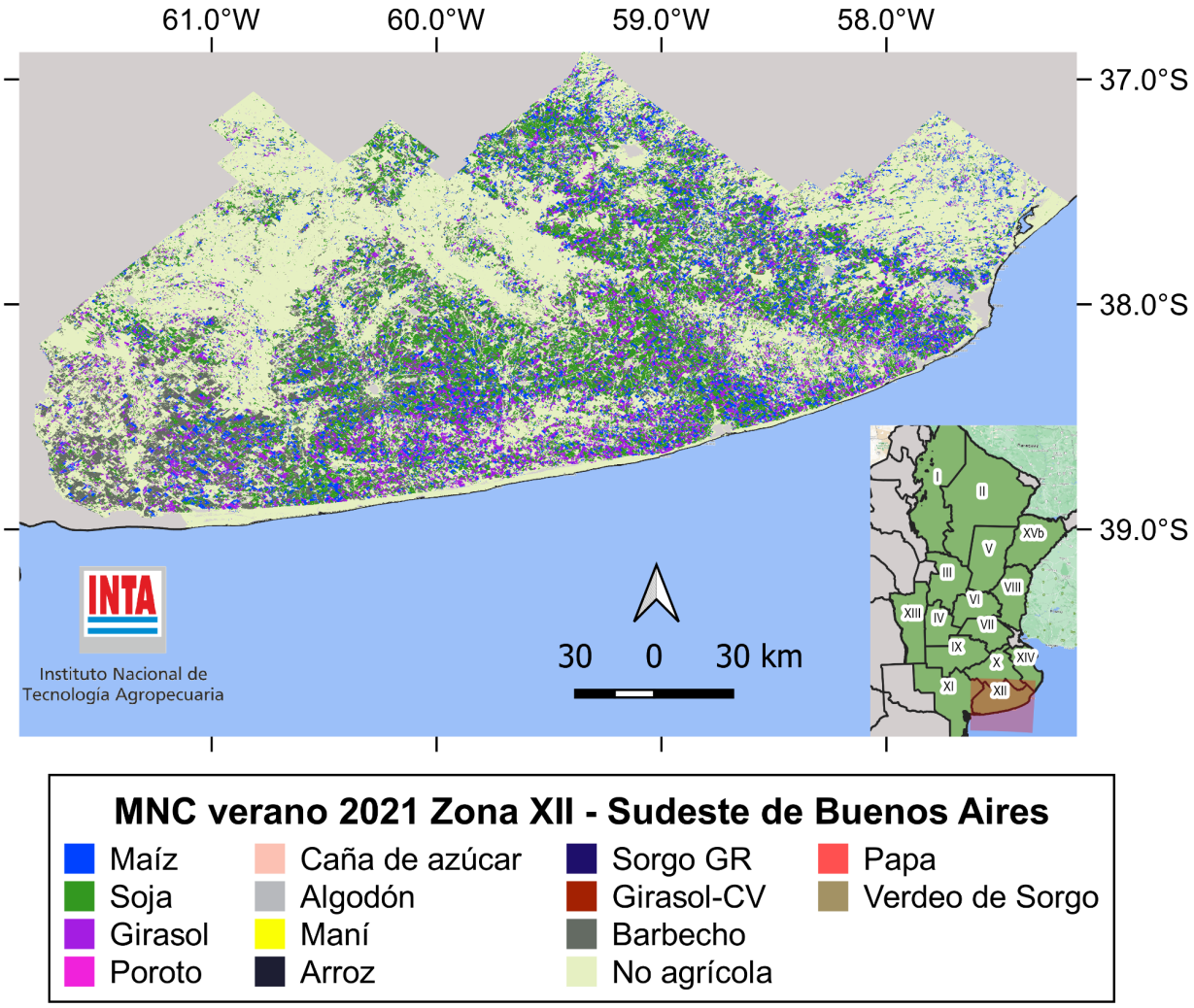


Figura 30. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona XI (Sudoeste de Buenos Aires).



MNC verano 2021 Zona XII - Sudeste de Buenos Aires

Maíz	Caña de azúcar	Sorgo GR	Papa
Soja	Algodón	Girasol-CV	Verdeo de Sorgo
Girasol	Maní	Barbecho	
Poroto	Arroz	No agrícola	

Figura 31. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona XII (Sudeste de Buenos Aires).

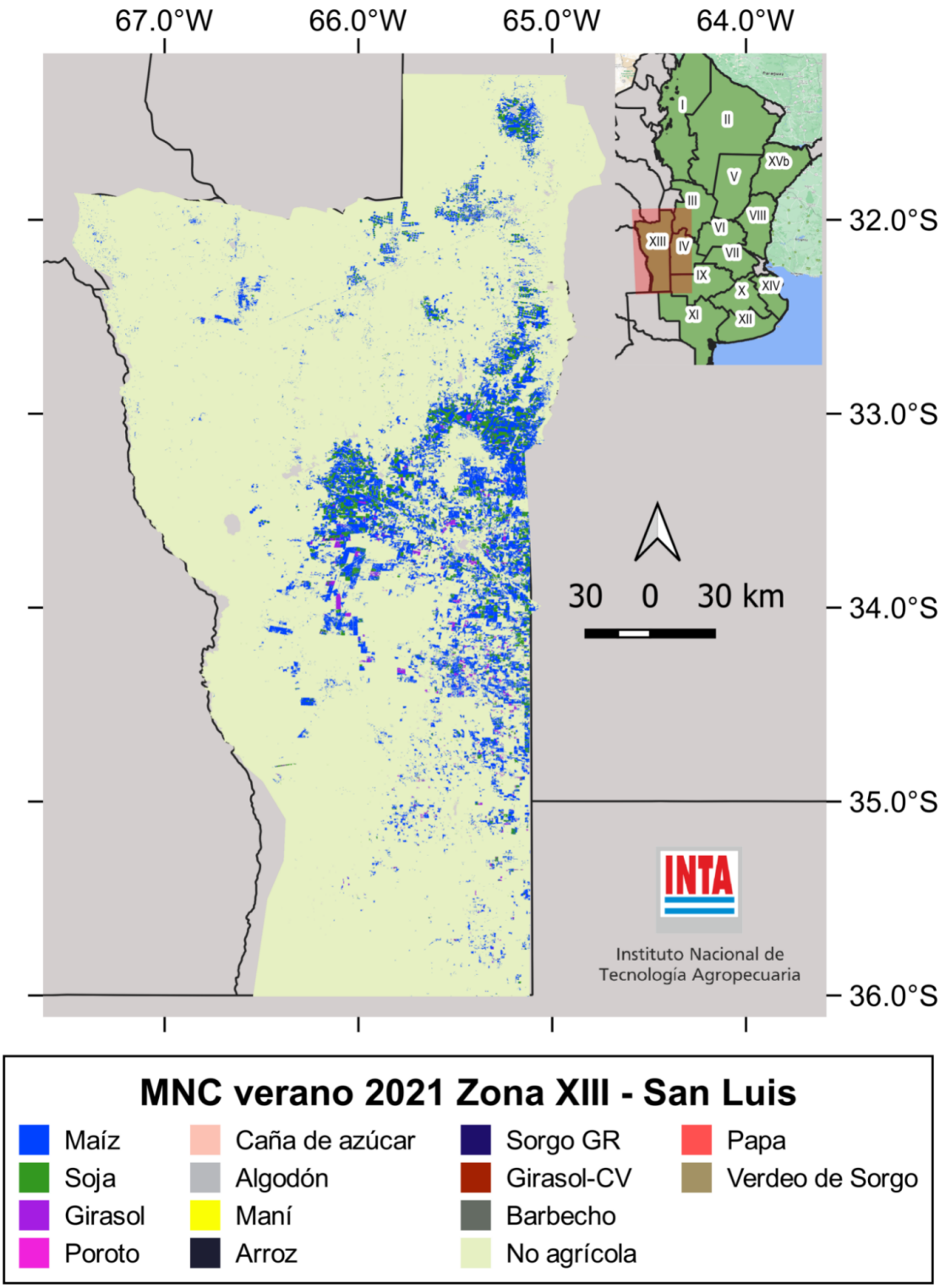


Figura 32. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona XIII (San Luis).

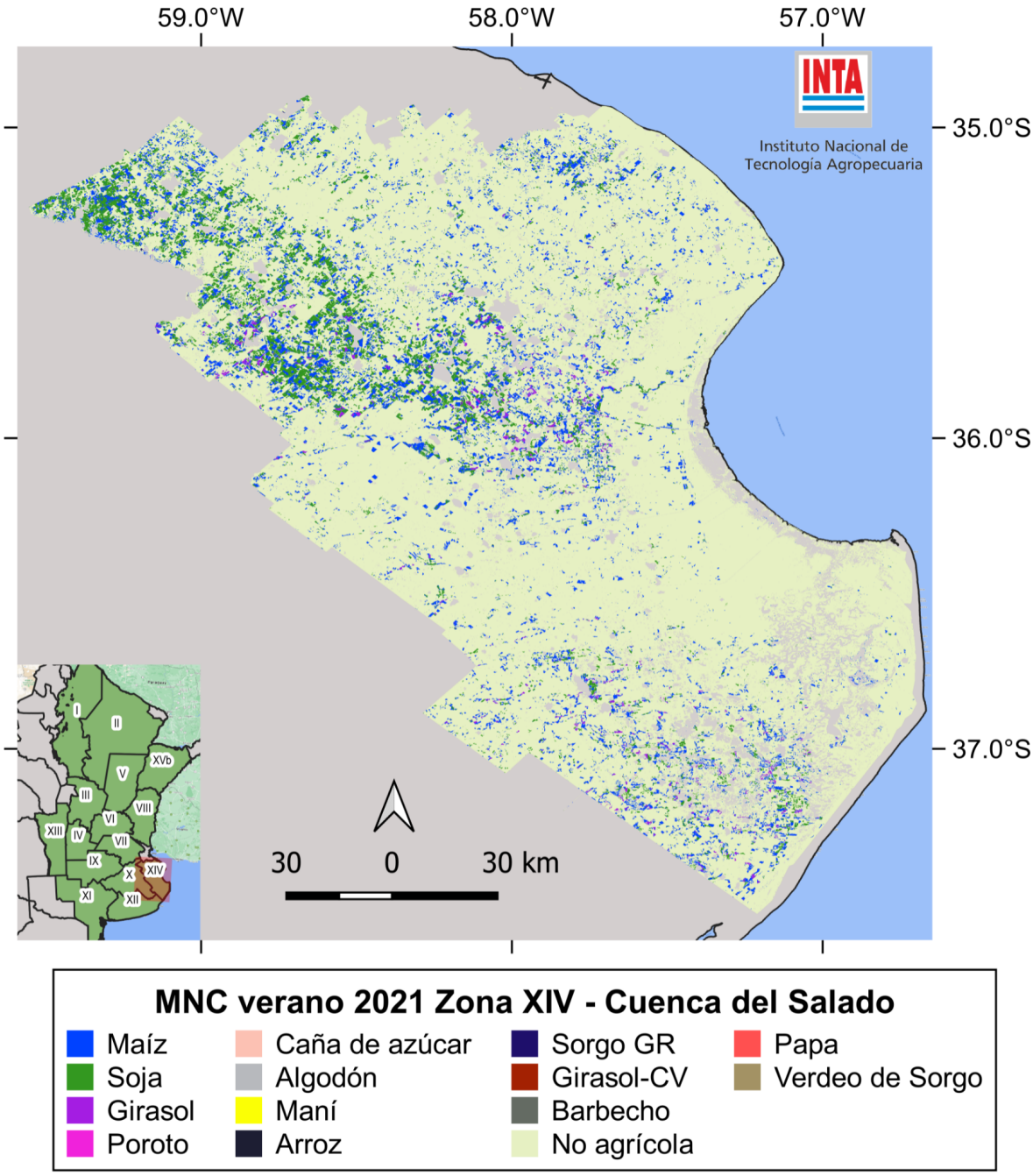


Figura 33. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona XIV (Cuenca del Salado).

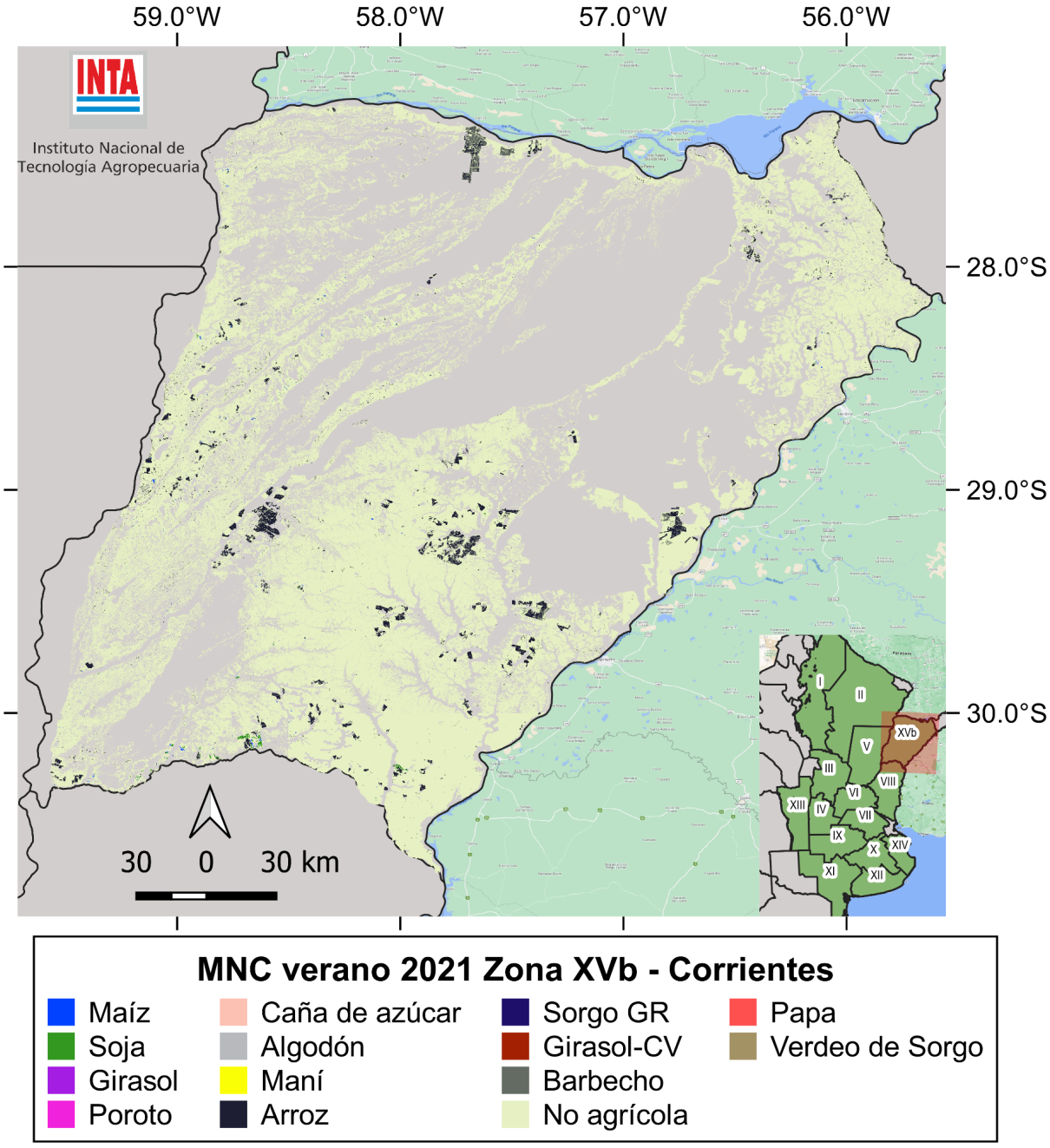


Figura 34. Mapa de Cultivos verano 2021. Zona XVb (Corrientes).

4. Consideraciones finales

Esta nueva publicación del Mapa Nacional de Cultivos aporta información para la caracterización de la variabilidad interanual en la distribución de cultivos extensivos en las principales regiones agrícolas de Argentina. En la medida en que se pueda dar continuidad a la generación de este tipo de mapas con gran detalle y extensión espacial, permitirá disponer de series de tiempo extensas que permitirán caracterizar de una manera más robusta procesos de cambio que describen los sistemas de producción agropecuaria de las distintas regiones de Argentina (rotación, monocultivo, variabilidad de cultivos sembrados por lote), siendo una herramienta clave para evaluar la sustentabilidad de la producción agrícola.

5. Agradecimientos

Queremos agradecer a productores, empresas y referentes que aportaron información complementaria y que permitió mejorar la distribución espacial y temporal de las muestras: CRESUD Argentina S.A., Grupo Garabí. También queremos agradecer a referentes que hicieron comentarios sobre aspectos metodológicos y resultados de los mapas: Diego Ybarra (EEA Corrientes) y Fabián Tejerina (EEA Salta).

6. 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 R.O., Gómez D.A. 1999. Ecorregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales y Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable: Buenos Aires, Argentina.

Congalton, R.G. 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: 27/08/2020>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (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 J.F., Cottam A., Gorelick N., Belward A.S. 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.