



# Uso de tecnologías de información geográfica para el análisis de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021 en Tucumán

Carmina Fandos\*, Federico J. Soria\*\*, Pablo Scandaliaris\*, Javier I. Carreras Baldrés\*\*, Mario R. Devani\*\*\* y Daniel Gamboa\*\*\*

\*Ing. Agr., \*\*Lic. Geogr. Sección Sensores Remotos y S.I.G; \*\*\*Ing. Agr. Sección Granos. EEAOC. Email: carminaf@eeaoc.org.ar

## ■ Introducción

Desde el punto de vista productivo, la viabilidad de los sistemas agrícolas de granos en el noroeste argentino está íntimamente ligada al cuidado de la materia orgánica presente en el suelo. La rotación de cultivos y la inclusión de una gramínea como maíz en el sistema constituyen, además, una tecnología básica y determinante en el balance de carbono de los suelos (Devani, 2021).

Las tecnologías de información geográfica, entre ellas la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), contribuyen al monitoreo de prácticas agrícolas ya que la teledetección permite la identificación y cuantificación de la superficie con cultivos y los SIG facilitan la organización e integración espacial de información de diferente naturaleza.

Los objetivos del trabajo fueron identificar y cuantificar los cultivos antecesores de la superficie sembrada con maíz en la campaña 2020/2021 en Tucumán, utilizando metodologías de teledetección y SIG.

Para el estudio se consideró el periodo 2018 – 2021 y se realizó un análisis multitemporal de imágenes categorizadas, aplicando técnicas de SIG. Se tomaron como base las clasificaciones de

soja, maíz, trigo y garbanzo, obtenidas para las campañas 2017/2018 a 2020/2021. Dichas capas temáticas fueron generadas a partir de clasificaciones multiespectrales de imágenes satelitales Landsat 8 OLI y Sentinel 2A y 2B MSI, obtenidas de los sitios <https://catalogos.conae.gov.ar/landsat8/> y <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>, respectivamente.

## ■ Superficie con soja, maíz, trigo y garbanzo entre 2018 y 2021

Para contextualizar el estudio se elaboró la Figura 1 que expone la superficie con soja, maíz, trigo y garbanzo en el período 2018-2021. El detalle del cultivo de soja permite constatar que en el inicio de la serie se registró el máximo, con alrededor de 190.000 ha en el ciclo 2017/2018, mientras que en las tres campañas posteriores se detectaron valores de superficie que rondaron las 170.000 ha.

En cuanto al maíz, se detectó una tendencia creciente en general, hasta alcanzar el máximo en la última campaña, cuando promedió 95.000 ha. Respecto al trigo, en el invierno 2018 la superficie estuvo cerca de las 70.000 ha; en 2019 se incrementó hasta alcanzar alrededor de 90.000 ha y en 2020 presentó una merma: aproximadamente 83.000 ha.



En cuanto al garbanzo, la serie se inicia con el máximo, alrededor de 17.000 ha en 2018, en 2019 se detecta un marcado decrecimiento, alcanzando las 12.000 ha, y en 2020 un leve incremento, con una superficie cercana a las 13.000 ha.

### Secuencias de cultivos antecesores

La superposición de las coberturas de soja, maíz, trigo y garbanzo permitió identificar los antecesores del maíz 2020/2021. En la Tabla 1 se exponen las secuencias detectadas. El ítem "Otras" comprende las secuencias con superficie inferior a 1.000 ha. Los espacios en celeste indican lotes en barbecho o con otros cultivos. Se constata que la secuencia 1, de mayor porcentaje (12,1%), correspondió a soja y maíz en campañas intercaladas y dos ciclos con trigo.

Para una mayor comprensión de los resultados se realizaron diferentes agrupaciones de campañas. En la Figura 2 se exponen los valores porcentuales de cada secuencia extendiendo el análisis hasta el ciclo invernal 2019. Los porcentajes están referidos a la superficie sembrada con maíz en el ciclo 2020/2021

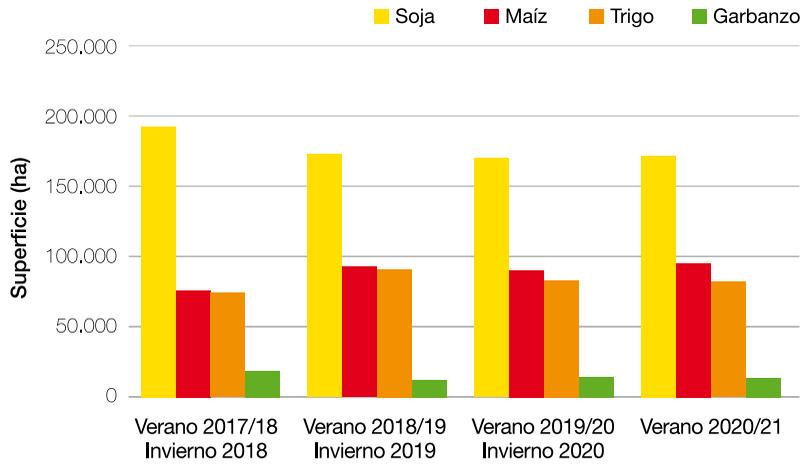


Figura 1. Superficie neta con soja, maíz, trigo y garbanzo en el período 2018 - 2021. Tucumán.

Fuente: Sección SR y SIG - EEAO

Tabla 1. Secuencias de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021. Período 2018-2021. Tucumán.

Secuencias	Verano 2017/18	Invierno 2018	Verano 2018/19	Invierno 2019	Verano 2019/20	Invierno 2020	Verano 2020/21	Sup. (ha)	Sup. (%)
1	Soja	Trigo	Maíz		Soja	Trigo	Maíz	11.560	12,1
2	Maíz		Soja	Trigo	Soja	Trigo	Maíz	6.800	7,1
3	Soja		Maíz		Soja	Trigo	Maíz	6.560	6,9
4	Soja		Maíz		Soja		Maíz	6.150	6,4
5							Maíz	5.410	5,7
6	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Maíz	4.430	4,6
7	Soja	Garbanzo	Maíz		Soja	Garbanzo	Maíz	3.150	3,3
8	Soja	Garbanzo	Maíz		Soja	Trigo	Maíz	2.580	2,7
9			Maíz				Maíz	2.430	2,5
10	Soja		Maíz		Soja	Garbanzo	Maíz	1.770	1,9
11					Maíz		Maíz	1.750	1,8
12	Soja	Trigo	Maíz		Soja		Maíz	1.720	1,8
13			Maíz		Soja		Maíz	1.690	1,8
14	Maíz		Soja		Soja		Maíz	1.670	1,8
15	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja		Maíz	1.640	1,7
16	Maíz		Maíz				Maíz	1.480	1,6
17	Maíz		Soja	Trigo	Soja		Maíz	1.420	1,5
18	Maíz		Soja	Trigo	Maíz		Maíz	1.490	1,6
19	Soja	Garbanzo	Maíz		Soja		Maíz	1.170	1,2
20	Maíz		Soja	Garbanzo	Soja	Trigo	Maíz	1.170	1,2
21	Maíz		Soja	Trigo	Soja	Garbanzo	Maíz	1.120	1,2
22	Maíz						Maíz	1.030	1,1
23	Maíz		Soja		Maíz		Maíz	1.030	1,1
<b>Otras</b>								<b>26.190</b>	<b>27,4</b>
<b>Total</b>								<b>95.410</b>	<b>100,0</b>

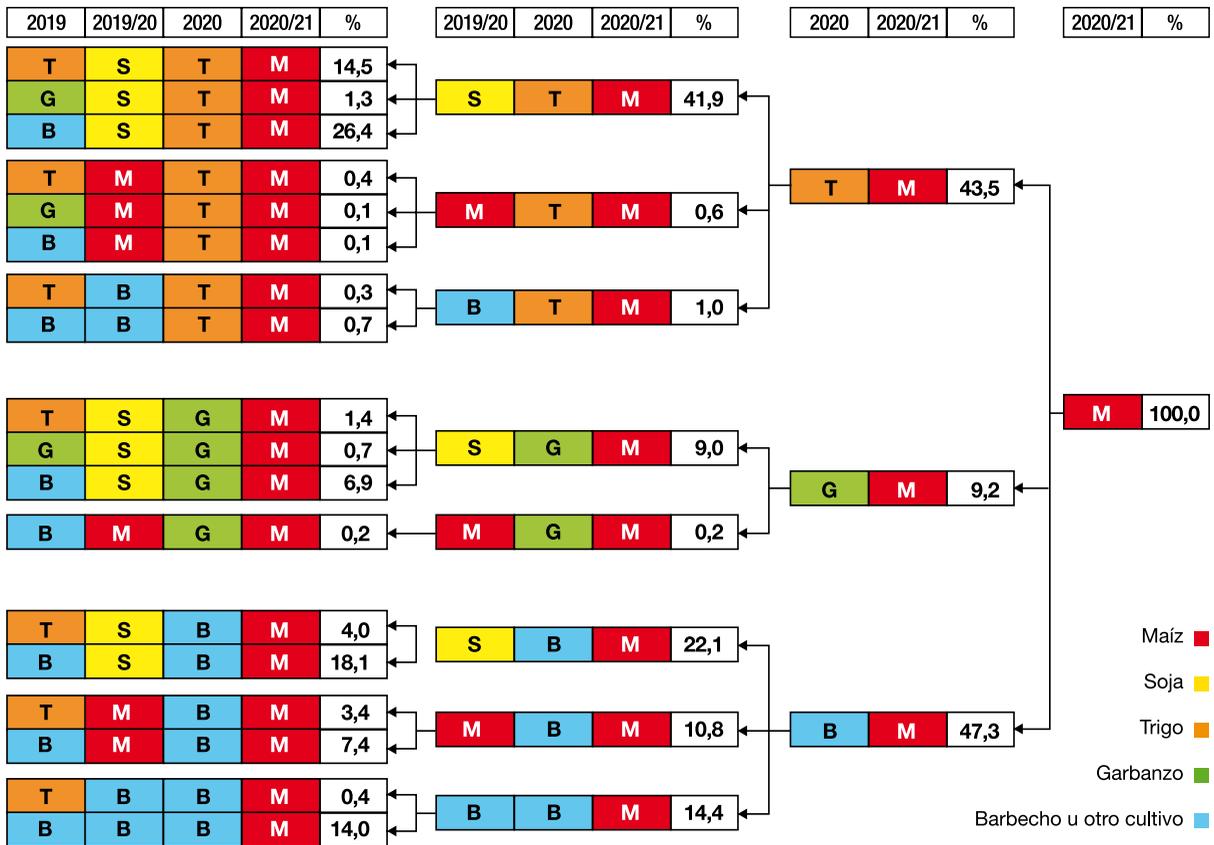


Figura 2. Secuencias de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021. Período invierno 2019 – 2021. Tucumán.

(100%) y el desplazamiento a la izquierda indica las diferentes secuencias de antecesores según el número de campañas analizadas, con los respectivos porcentajes. Al analizar los antecesores inmediatos de invierno (2020) se verificó que alrededor del 43% de la superficie con maíz en el ciclo 2020/2021 tuvo como antecesor el cultivo de trigo, el 9% le sucedió a cultivos de garbanzo y el 47% restante correspondió mayormente a lotes que permanecieron en barbecho o con otros cultivos.

Con respecto a los cultivos de invierno, vale mencionar que su siembra y desarrollo están fuertemente influenciados por el agua almacenada durante el periodo estival-otoñal. La falta de agua almacenada en el perfil del suelo al inicio de campaña es un factor de peso en la decisión de siembra de los cultivos.

Si se suma al análisis la campaña de verano 2019/2020 se aprecia que el antecesor con mayor proporción es la soja tanto para la sucesión trigo 2020 – maíz 2020/2021, con alrededor del 42%, para la sucesión garbanzo 2020 – maíz 2020/2021 (9%) y la sucesión barbecho u otro cultivo 2020 -

maíz 2020/2021 (22%). En total las secuencias con soja en el ciclo 2019/2020 concentran alrededor del 73% de la superficie maicera de la última campaña. Finalmente, si se incorpora al estudio el ciclo invernal 2019 y se focaliza el análisis en las secuencias con porcentajes superiores al 6% (Figura 3) resaltan las secuencias: barbecho-soja-trigo-maíz (26%), barbecho-soja-barbecho-maíz (18%), trigo-soja-trigo-maíz (14%), 3 barbechos-maíz (14%), barbecho-maíz-barbecho-maíz (7%) y barbecho-soja-garbanzo-maíz (7%), totalizando el 87% de la superficie maicera 2020/2021.

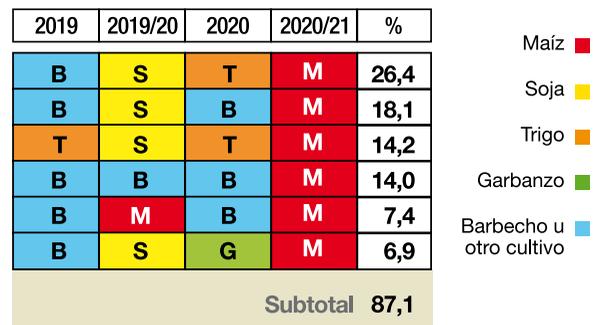


Figura 3. Principales secuencias de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021. Período invierno 2019 – 2021. Tucumán.

La Figura 4 muestra la disposición espacial de las principales secuencias de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021 considerando el período invierno 2019 – 2021. En el departamento Burruyacu se destacaron la secuencia barbecho-soja-trigo-maíz, seguida por las sucesiones barbecho-soja-barbecho-maíz y barbecho-soja-garbanzo-maíz. Con respecto al cultivo de garbanzo, vale mencionar el aporte de nitrógeno al suelo, lo que resulta particularmente beneficioso cuando es antecesor de cultivos de maíz.

En Cruz Alta las secuencias con mayor superficie fueron: barbecho-soja-trigo-maíz, trigo-soja-trigo-maíz y barbecho-soja-barbecho-maíz.

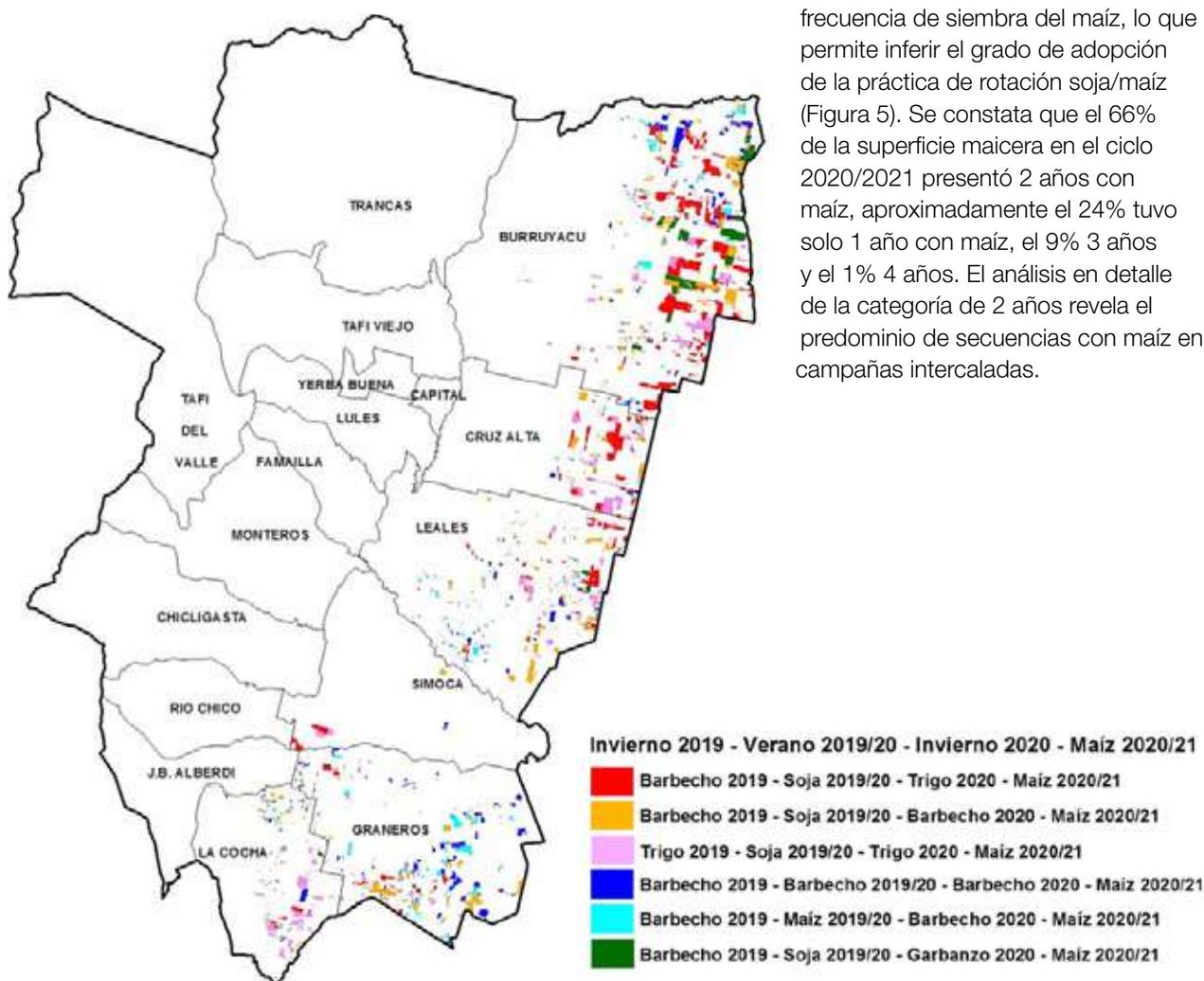
Con respecto a Leales, las principales secuencias fueron: barbecho-soja-barbecho-maíz, barbecho-soja-trigo-maíz y 3 barbechos-maíz. Esta última

sucesión mayormente localizada en zonas ganaderas.

En cuanto al departamento Graneros, resaltaron las secuencias: 3 barbechos-maíz, barbecho-soja-barbecho-maíz y barbecho-maíz-barbecho-maíz. Es importante mencionar que en la categoría barbecho se incluyen también cultivos de poroto y de especies forrajeras.

Finalmente, en La Cocha, el orden de las tres principales secuencias fue: trigo-soja-trigo-maíz, 3 barbechos-maíz y barbecho-soja-barbecho-maíz. Cabe resaltar que este departamento presenta mayor diversidad en invierno, destacándose los cultivos de papa y tabaco, por lo que la categoría barbecho incluye también dichos cultivos.

La restricción del análisis a las 4 campañas de verano posibilitó el estudio de la frecuencia de siembra del maíz, lo que permite inferir el grado de adopción de la práctica de rotación soja/maíz (Figura 5). Se constata que el 66% de la superficie maicera en el ciclo 2020/2021 presentó 2 años con maíz, aproximadamente el 24% tuvo solo 1 año con maíz, el 9% 3 años y el 1% 4 años. El análisis en detalle de la categoría de 2 años revela el predominio de secuencias con maíz en campañas intercaladas.



**Figura 4.** Distribución espacial de las principales secuencias de cultivos antecesores del maíz sembrado en la campaña 2020/2021. Período invierno 2019 – 2021. Tucumán.

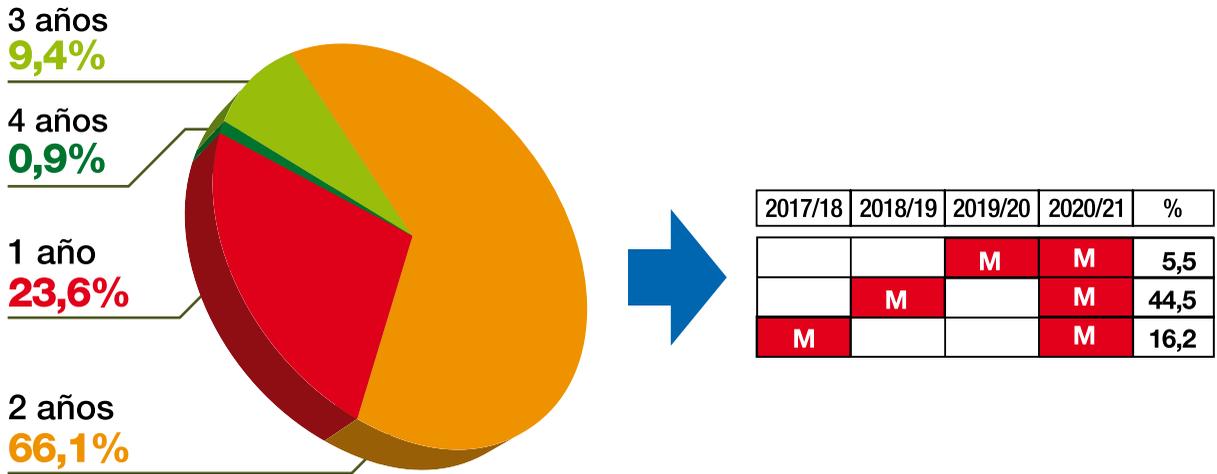


Figura 5. Frecuencia de siembra de maíz en los lotes maiceros de la campaña 2020/2021. Tucumán.

En la Figura 6 se visualiza la distribución espacial de la frecuencia de siembra de maíz en los lotes maiceros de la campaña 2020/2021. Se constata una mayor frecuencia de siembra de maíz en los departamentos del norte y este del área granera, mayormente en Burruyacu, en contraste con los departamentos del sur provincial, especialmente La Cocha.

Por último cabe destacar la mejora en las condiciones de sustentabilidad de los sistemas productivos de granos de Tucumán asociadas particularmente con el aumento de la rotación soja/maíz. En este sentido es importante destacar que el 72% de la superficie sembrada con soja en el ciclo 2020/2021 fue alternada con maíz al menos en una campaña en el período 2018-2021, mientras que dicho porcentaje solo alcanzaba el 55% para la soja implantada en la campaña 2017/2018, en la que se analizó el período 2015-2018 (Fandos *et al.*, 2021).

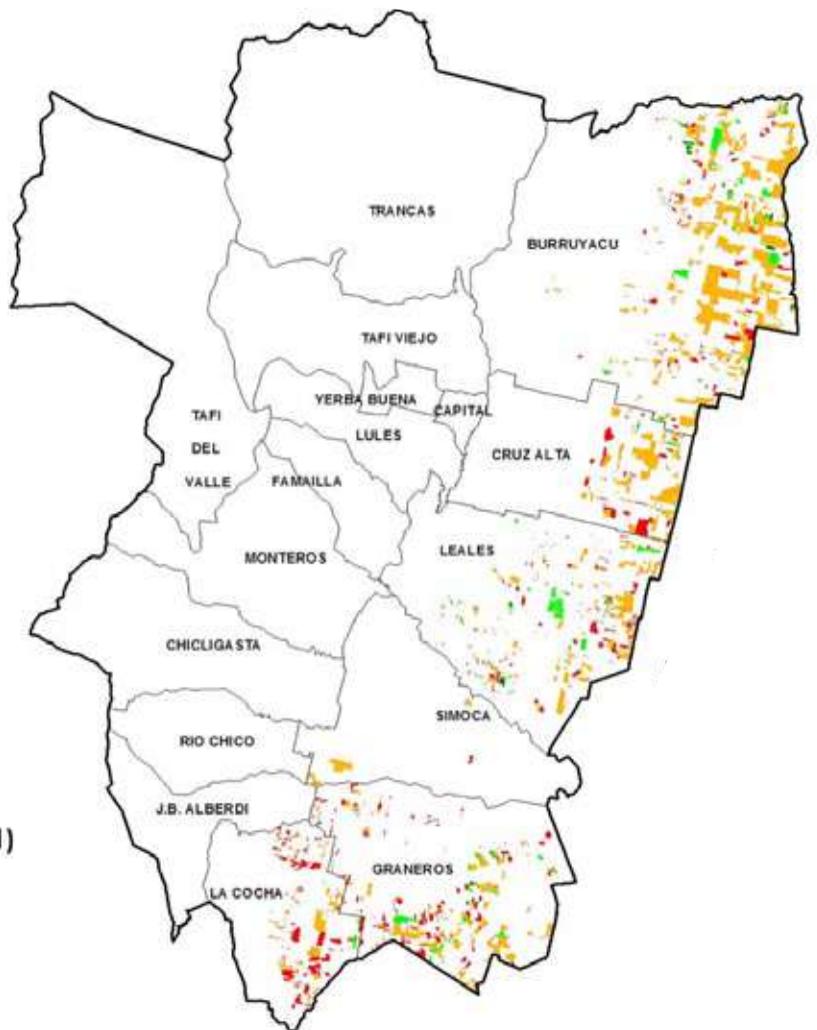


Figura 6. Distribución espacial de la frecuencia de siembra de maíz en los lotes maiceros de la campaña 2020/2021. Tucumán.



## Consideraciones finales

El período 2018-2021 se caracterizó por la retracción de la superficie sojera y el incremento de la superficie con maíz.

Si se consideran los antecesores inmediatos de invierno y de verano a nivel provincial, resalta el predominio de la secuencia soja-trigo-maíz. Dicha sucesión también predominó al analizar el período 2018 – 2021.

El análisis de las tres principales secuencias a escala departamental reveló la importancia de las

secuencias que integran el cultivo de garbanzo (Burruyacu), o de aquellas donde la categoría barbecho incluye otros cultivos como poroto o forrajeras (Leales y Graneros), papa y tabaco (La Cocha).

Las zonas norte y este del área granera presentaron una mayor frecuencia de siembra del maíz, en contraste con la zona sur. Dentro de las zonas norte y este se destacó el departamento Burruyacu por presentar la mayor proporción de lotes con mayor frecuencia de siembra de maíz, mientras que en la zona sur resaltó el departamento La Cocha por la baja repetitividad.

## Bibliografía citada

**Devani, M. D. 2021.** Editorial. En: Devani, M. R. y Gamboa D. E. (eds). Publicación especial (62) El cultivo de maíz en el noroeste argentino, campaña 2019-2020. [En línea]. Disponible en <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=editorial-17> (consultado 01 diciembre 2021).

**Fandos, C.; F. J. Soria; P. Scandaliaris; J. I. Carreras Baldrés; D. E. Gamboa; M. R. Devani y F. Ledesma. 2021.** Uso de teledetección y SIG para el estudio de la dinámica del área sembrada con granos en Tucumán, períodos 2015-2018 y 2018-2021. En: Devani, M. R. y Ledesma F. (eds). Publicación especial (64)

El cultivo de la soja en el noroeste argentino, campaña 2020-2021. [En línea]. Disponible en <https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=uso-de-teledeteccion-y-sig-para-el-estudio-de-la-dinamica-del-area-sembrada-con-granos-en-tucuman-periodos-2015-2018-y-2018-2021> (consultado 01 diciembre 2021).