

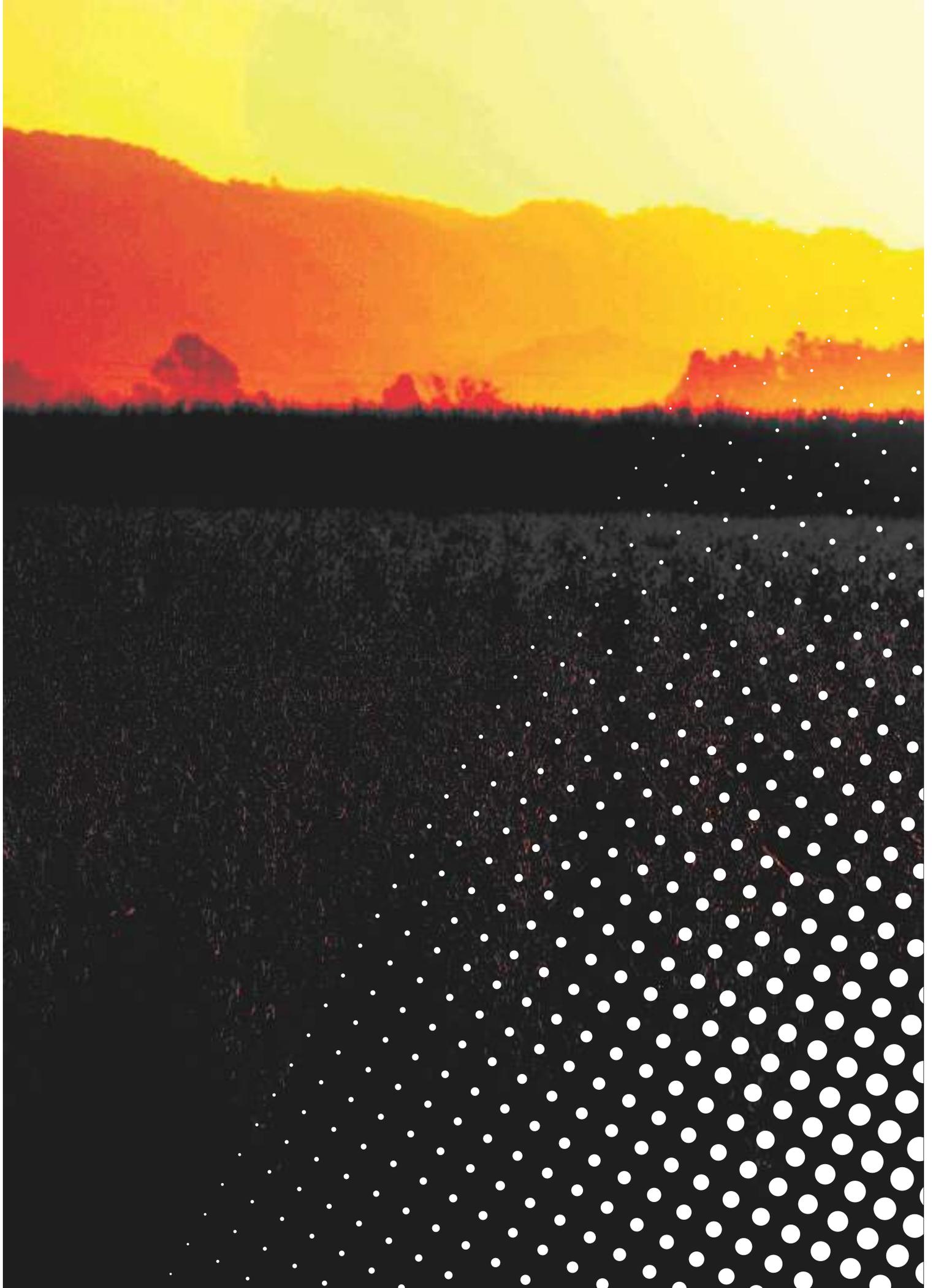
Campaña 2017/2018

# 6

## Análisis espacial por sensores remotos y SIG

**6a.** Cultivos antecesores de la  
soja sembrada en la campaña  
2017/2018 en Tucumán

El  
cultivo  
de la  
**SOJA**  
en el  
noroeste  
argentino



# Cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018 en Tucumán

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

\* Sección Sensores Remotos y SIG, \*\* Sección Granos; EEAOC. E-mail: carmina@eeaoc.org.ar

## Introducción

Con el propósito de obtener los máximos rendimientos en los sistemas productivos de granos de la región NOA, una práctica común es el agregado de una importante cantidad de insumos para contrarrestar la acción negativa de los factores reductores del rinde como las plagas y también las altas tasas de extracción de nutrientes. Estos sistemas, que presentan grandes desbalances, generan un deterioro paulatino del medio ambiente y una reducción de la rentabilidad debido al desequilibrio entre el costo de los insumos y los incrementos de productividad asociados a estos (Pérez *et al.*, 2017).

La problemática mencionada lleva a un replanteo de los sistemas productivos en busca de alternativas que garanticen su sustentabilidad. Es necesario tener una visión holística, es decir una visión general e integrada del sistema, centrada no solo en la producción sino también en la sostenibilidad ecológica

del sistema. Para ello es de vital importancia mantener la diversidad genética dentro de la especie en cultivo, así como la diversidad de especies en el lote de producción, lo cual permitirá garantizar los ciclos de nutrientes (Altieri, 1999). En este sentido, el conocimiento de las sucesiones de cultivos en un terreno es un parámetro fundamental al analizar agroecosistemas.

La información sobre secuencias y rotaciones de cultivos es escasa (Waldhoff *et al.*, 2017), aunque en numerosas publicaciones se diferencian coberturas vegetales utilizando información satelital.

Las tecnologías relacionadas con el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG) presentan un gran potencial para la obtención de información de secuencias y rotaciones de cultivos a escala regional, puesto que los sensores remotos permiten una rápida detección y cuantificación de los cambios en la cobertura terrestre y los SIG posibilitan la vinculación

espacial de distintas fuentes de información.

El objetivo del presente estudio fue identificar y cuantificar los cultivos antecesores de la superficie sembrada con soja en la campaña 2017/2018 en la provincia de Tucumán.

Se realizó un estudio multitemporal de imágenes categorizadas (Chuvienco, 2000) utilizando metodologías de SIG. Las imágenes categorizadas son coberturas temáticas digitales en formato raster generadas a partir de clasificaciones de imágenes adquiridas por sensores remotos. Las coberturas temáticas utilizadas como base fueron las clasificaciones de soja, maíz, trigo y garbanzo obtenidas por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) para los años 2016, 2017 y 2018. Dichas capas temáticas fueron obtenidas a partir de clasificaciones multiespectrales de imágenes satelitales Landsat 8 OLI, Resourcesat 2 LISS 3 y Sentinel 2A y 2B MSI.

## Secuencias de cultivos antecesores

La superficie neta cultivada  
con soja en la campaña  
2017/2018 fue estimada

en 193.030 ha (Fandos *et al.*,  
2018). La superposición de las  
coberturas de soja, maíz, trigo y  
garbanzo en el período analizado  
permitió identificar los antecesores  
de la soja 2017/2018. Se

detectaron 39 diferentes  
secuencias o sucesiones (Tabla 1).  
Los espacios en blanco indican  
lotes en barbecho o con otros  
cultivos.

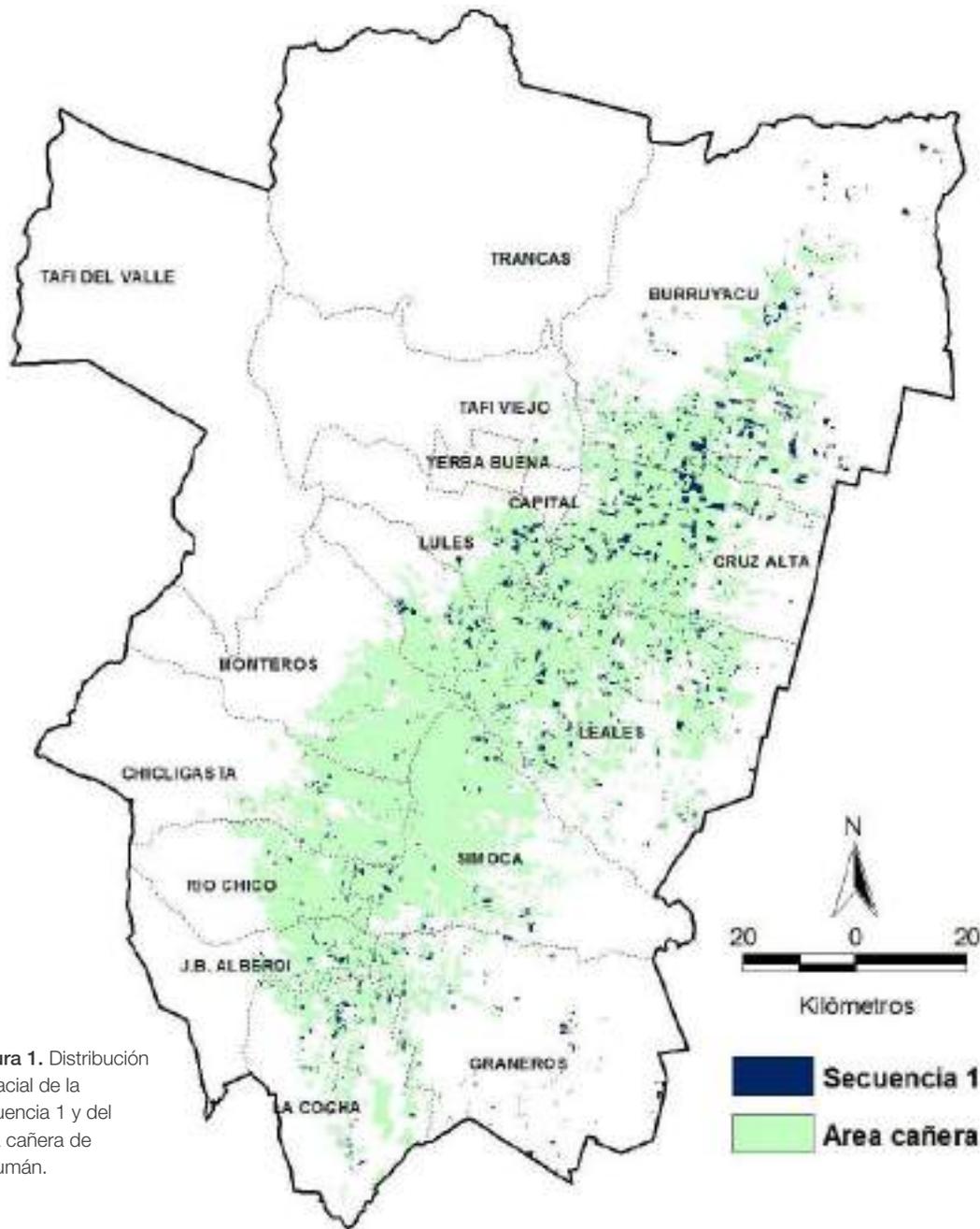
**Tabla 1.** Detalle de secuencias de cultivos antecesores al cultivo de soja sembrado en la campaña 2017/2018 en Tucumán.

Secuencias	Verano 2015/2016	Invierno 2016	Verano 2016/2017	Invierno 2017	Verano 2017/2018	Sup. (ha)	Sup. (%)
1					Soja	31.760	16,5
2	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja	30.450	15,8
3	Soja	Trigo	Maiz		Soja	24.450	12,7
4	Maiz		Soja	Trigo	Soja	17.650	9,1
5	Soja		Maiz		Soja	14.460	7,5
6	Soja		Soja		Soja	9.100	4,7
7	Soja		Soja	Trigo	Soja	8.660	4,5
8			Soja		Soja	7.430	3,8
9	Soja	Garbanzo	Maiz		Soja	5.680	2,9
10	Soja				Soja	5.460	2,8
11	Soja	Trigo	Soja		Soja	5.040	2,6
12			Soja	Trigo	Soja	4.390	2,3
13	Maiz		Soja		Soja	3.560	1,8
14	Soja	Trigo	Soja	Garbanzo	Soja	2.470	1,3
15	Soja	Trigo			Soja	2.390	1,2
16			Maiz		Soja	2.260	1,2
17	Maiz				Soja	1.950	1,0
18				Trigo	Soja	1.940	1,0
19	Soja	Trigo		Trigo	Soja	1.690	0,9
20	Maiz		Maiz		Soja	1.620	0,8
21	Maiz		Soja	Garbanzo	Soja	1.370	0,7
22		Trigo	Soja	Trigo	Soja	1.370	0,7
23		Trigo	Maiz		Soja	1.110	0,6
24	Soja	Garbanzo	Soja	Trigo	Soja	940	0,5
25	Soja	Garbanzo	Soja	Garbanzo	Soja	930	0,5
26	Soja			Trigo	Soja	870	0,5
27	Maiz			Trigo	Soja	690	0,4
28		Trigo		Trigo	Soja	580	0,3
29		Trigo	Soja		Soja	510	0,3
30	Soja	Garbanzo	Soja		Soja	500	0,3
31		Trigo			Soja	370	0,2
32	Soja		Soja	Garbanzo	Soja	300	0,2
33	Soja		Maiz	Trigo	Soja	230	0,1
34		Trigo	Soja	Garbanzo	Soja	160	0,1
35			Soja	Garbanzo	Soja	150	0,1
36	Soja	Garbanzo			Soja	150	0,1
37	Soja	Trigo		Garbanzo	Soja	140	0,1
38				Garbanzo	Soja	130	0,1
39	Soja	Garbanzo		Garbanzo	Soja	120	0,1
<b>TOTAL</b>						<b>193.030</b>	<b>100,0</b>

El detalle de la Tabla 1 indica que la secuencia 1 concentró la mayor superficie con alrededor del 16 % del total provincial. La misma corresponde a lotes con soja en 2017/2018 que tuvieron barbecho u otro cultivo pero no soja, maíz, trigo o garbanzo como antecesor. Una práctica agronómica frecuente en la zona cañera tucumana es la rotación de los cañaverales con soja (Fandos *et al.*, 2017). Para indagar si los lotes de soja que no fueron rotados con otros cultivos de granos correspondían a lotes en rotación soja/caña de azúcar, se elaboró la Figura 1, que muestra la disposición espacial de la secuencia 1 en el área cañera tucumana. Se aprecia que la mayor proporción de lotes con la secuencia 1 se localizó dentro del área cañera, lo que permite inferir que corresponden mayormente a lotes con sistema de rotación soja/caña de azúcar.

En base a lo expuesto en el párrafo anterior se optó por separar la secuencia 1 y concentrar el análisis en las secuencias restantes que corresponden exclusivamente al agroecosistema granero (Tabla 2), aunque se debe señalar que la secuencia 1 es una alternativa beneficiosa a los fines de un manejo sustentable del agroecosistema cañero, ya que permite incorporar diversidad al sistema.

Al analizar la Tabla 2 se observa que alrededor del 43% de la superficie con soja en 2017/2018 tuvo como antecesor inmediato



**Figura 1.** Distribución espacial de la secuencia 1 y del área cañera de Tucumán.

en invierno el cultivo de trigo, el 4% cultivo de garbanzo y el 53 % restante corresponde mayormente a lotes que permanecieron en barbecho o con otros cultivos.

Los sistemas de producción de granos con rotación de soja y maíz son en términos generales más sustentables que el monocultivo de soja, ya que mantienen mayores niveles de cobertura de suelo,

presentan balance de carbono positivo, son más productivos y manifiestan mayor estabilidad en los rendimientos (Morandini *et al.*, 2009). Además favorecen la reducción de la población del picudo negro (*Rhissomatus subtilis*) y permiten otras estrategias en el control de malezas, mediante el uso de herbicidas de menor costo y la rotación de los mismos con otros activos (Pérez *et al.*, 2017).

Si solo se considera el antecesor inmediato de verano (campaña 2016/2017), surge que el 59% de la superficie se cultivó sobre lotes con soja como antecesor, el 31% con maíz como antecesor y el 10% sobre lotes en barbecho o con otros cultivos, esto último en escasa proporción. Cabe resaltar que este 31% de lotes sobre antecesor maíz es un buen valor de rotación pero no suficiente para las zonas marginales de

**Tabla 2.** Detalle de secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018, en el agroecosistema granero de Tucumán.

Secuencias	Verano 2015/2016	Invierno 2016	Verano 2016/2017	Invierno 2017	Verano 2017/2018	Sup. (ha)	Sup. (%)
2	Soja	Trigo	Soja	Trigo	Soja	30.450	18,9
3	Soja	Trigo	Maiz		Soja	24.450	15,2
4	Maiz		Soja	Trigo	Soja	17.650	10,9
5	Soja		Maiz		Soja	14.460	9,0
6	Soja		Soja		Soja	9.100	5,6
7	Soja		Soja	Trigo	Soja	8.660	5,4
8			Soja		Soja	7.430	4,6
9	Soja	Garbanzo	Maiz		Soja	5.680	3,5
10	Soja				Soja	5.460	3,4
11	Soja	Trigo	Soja		Soja	5.040	3,1
12			Soja	Trigo	Soja	4.390	2,7
13	Maiz		Soja		Soja	3.560	2,2
14	Soja	Trigo	Soja	Garbanzo	Soja	2.470	1,5
15	Soja	Trigo			Soja	2.390	1,5
16			Maiz		Soja	2.260	1,4
17	Maiz				Soja	1.950	1,2
18				Trigo	Soja	1.940	1,2
19	Soja	Trigo		Trigo	Soja	1.690	1,0
20	Maiz		Maiz		Soja	1.620	1,0
21	Maiz		Soja	Garbanzo	Soja	1.370	0,8
22		Trigo	Soja	Trigo	Soja	1.370	0,8
23		Trigo	Maiz		Soja	1.110	0,7
24	Soja	Garbanzo	Soja	Trigo	Soja	940	0,6
25	Soja	Garbanzo	Soja	Garbanzo	Soja	930	0,6
26	Soja			Trigo	Soja	870	0,5
27	Maiz			Trigo	Soja	690	0,4
28		Trigo		Trigo	Soja	580	0,4
29		Trigo	Soja		Soja	510	0,3
30	Soja	Garbanzo	Soja		Soja	500	0,3
31		Trigo			Soja	370	0,2
32	Soja		Soja	Garbanzo	Soja	300	0,2
33	Soja		Maiz	Trigo	Soja	230	0,1
34		Trigo	Soja	Garbanzo	Soja	160	0,1
35			Soja	Garbanzo	Soja	150	0,1
36	Soja	Garbanzo			Soja	150	0,1
37	Soja	Trigo		Garbanzo	Soja	140	0,1
38				Garbanzo	Soja	130	0,1
39	Soja	Garbanzo		Garbanzo	Soja	120	0,1
<b>TOTAL</b>						<b>161.270</b>	<b>100,0</b>

Tucumán, puesto que por las características agrológicas de las mismas es recomendable rotar con maíz entre un 20% y un 50% del área cultivada con soja (Pérez *et al.*, 2004), de manera de garantizar la sustentabilidad del sistema agroproductivo.

Para una mejor apreciación de la magnitud alcanzada por las principales secuencias se elaboró la Figura 2, que muestra las secuencias con superficies mayores a 5000 ha (ver Tabla 2).

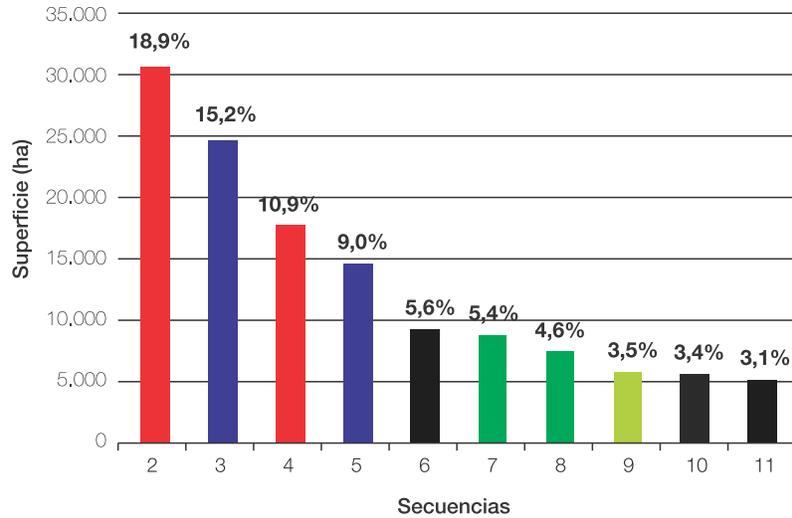
Se destacan las secuencias 2, 3 y 4 porque cada una concentra una superficie superior a las 17.000 ha, con valores porcentuales de 19%, 15% y 11%, respectivamente. La secuencia 2 corresponde a lotes donde los cultivos de soja y trigo se intercalan en las cinco campañas analizadas, sucesión poco beneficiosa desde el punto de vista de la diversidad del sistema, en contraposición con las secuencias 3 y 4 que incluyen una campaña con maíz, lo que aporta mayor diversidad.

Una de las ventajas del análisis SIG es la posibilidad de una rápida visualización de la información en el espacio. En la Figura 3 se muestra la disposición espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja cultivada en la campaña 2017/2018 en la provincia de Tucumán.

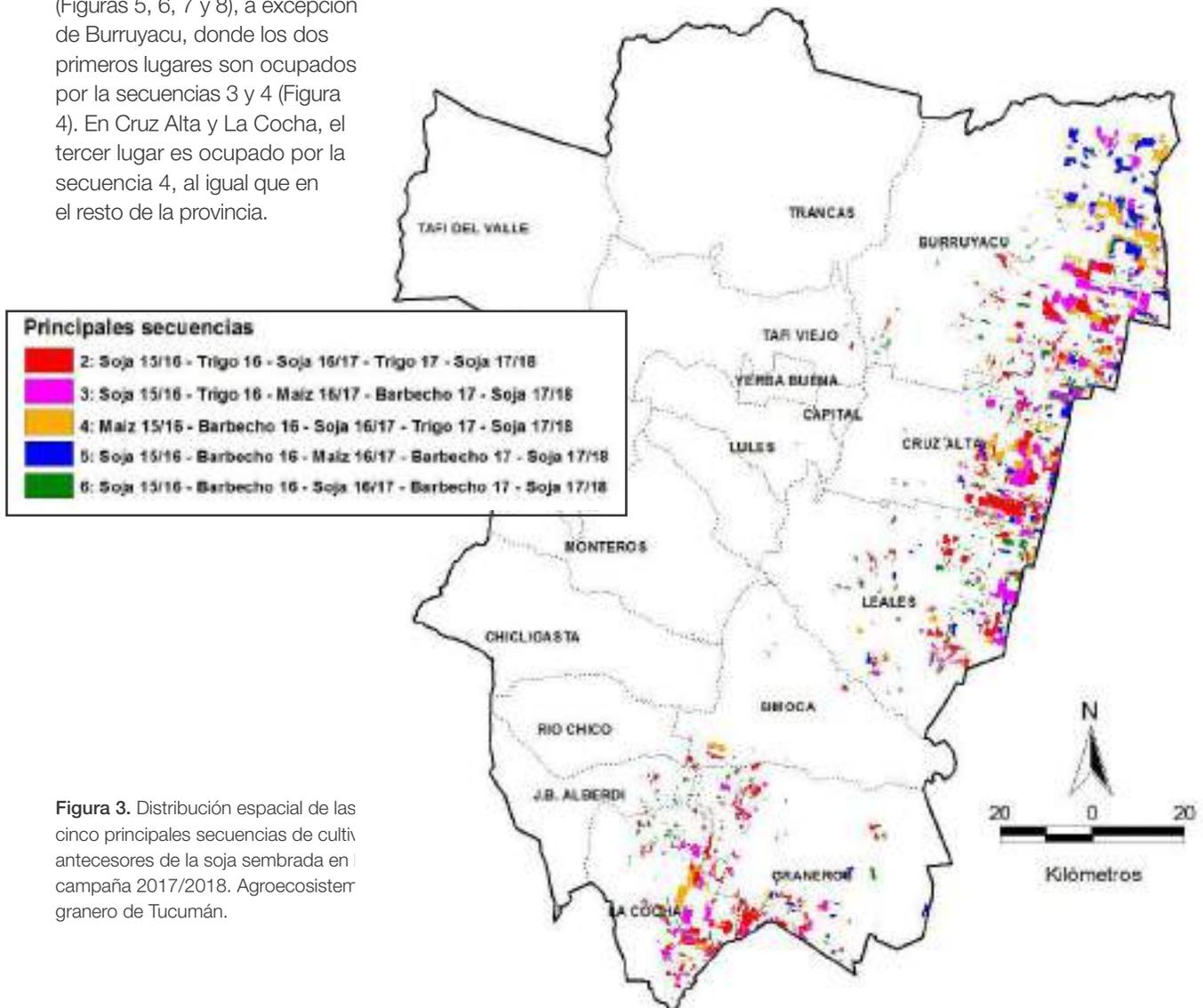
Con la finalidad de indagar las tendencias en los

agroecosistemas graneros a nivel departamental se elaboró la Tabla 3, que muestra las secuencias detectadas en los principales departamentos graneros: Burruyacu, Cruz Alta, Leales, La Cocha y Graneros. Además se resaltan las cinco secuencias de mayor superficie, utilizando coloración similar a la Figura 2, y se indican los datos a nivel provincial a los fines comparativos.

Se observa que en los cinco departamentos analizados, al igual que a nivel provincial, las secuencias 2 y 3 ocupan el primer y segundo lugar, respectivamente (Figuras 5, 6, 7 y 8), a excepción de Burruyacu, donde los dos primeros lugares son ocupados por la secuencias 3 y 4 (Figura 4). En Cruz Alta y La Cocha, el tercer lugar es ocupado por la secuencia 4, al igual que en el resto de la provincia.



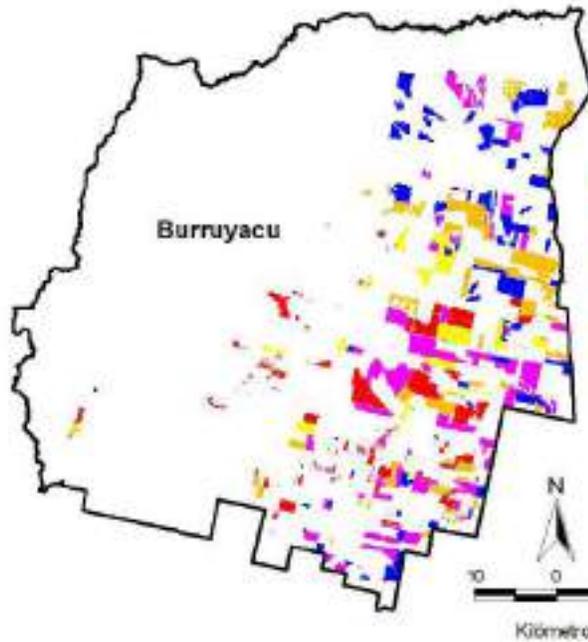
**Figura 2.** Superficie ocupada por las principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrados en la campaña 2017/2018 (superficie mayor a 5.000 ha). Agroecosistema granero de Tucumán.



**Figura 3.** Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero de Tucumán.

**Tabla 3.** Superficie ocupada por las principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Departamentos con mayor superficie granera.

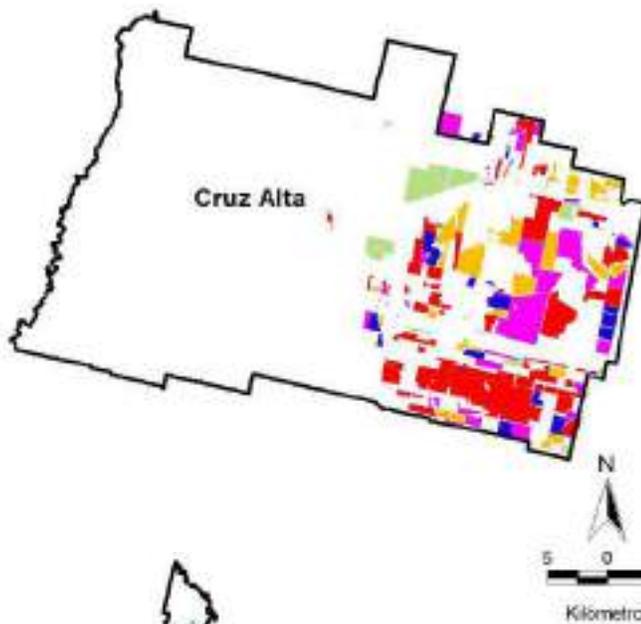
Orden de importancia	Burruyacu			Cruz Alta			Leales			La Cocha			Graneros			TUCUMÁN		
1ª	3	11.560	16,9	2	7.720	30,9	2	4.510	17,9	2	5.010	24,2	2	4.850	28,2	2	30.450	18,9
2ª	4	9.670	14,1	3	4.240	17,0	3	3.420	13,6	3	3.470	16,7	3	1.900	11,0	3	24.450	15,2
3ª	5	9.470	13,8	4	3.030	12,1	6	2.790	11,1	4	2.480	21,0	5	1.340	7,8	4	17.650	10,9
4ª	2	7.480	10,9	7	1.930	7,7	8	1.990	7,9	7	1.780	8,6	10	940	5,5	5	14.650	9,0
5ª	9	4.120	6,0	5	1.640	6,6	7	1.790	7,1	14	1.100	5,3	19	890	5,2	6	9.100	5,6
6ª	6	3.630	5,3	11	1.010	4,0	5	1.890	7,5	8	840	4,1	13	890	5,2	7	8.660	5,4
7ª	7	2.840	4,2	9	950	3,8	4	1.710	6,8	6	830	4,0	6	720	4,2	8	7.430	4,6
8ª	10	2.310	3,4	8	930	3,7	12	1.370	5,4	10	550	2,7	16	630	3,7	9	5.680	3,5
9ª	13	1.870	2,7	6	770	3,1	10	960	3,8	16	450	2,2	18	600	3,5	10	5.460	3,4
10ª	8	1.870	2,7	12	610	2,4	11	890	3,5	12	430	2,1	8	580	3,4	11	5.040	3,1
11ª	11	1.770	2,6	10	400	1,6	13	690	2,7	18	410	2,0	11	540	3,1	12	4.390	2,7
12ª	12	1.330	1,9	15	340	1,4	20	630	2,5	11	400	1,9	4	490	2,8	13	3.560	2,2
13ª	14	1.310	1,9	22	180	0,7	23	550	2,2	24	390	1,9	12	430	2,5	14	2.470	1,5
14ª	17	1.260	1,8	20	160	0,6	16	380	1,5	22	360	1,7	7	330	1,9	15	2.390	1,5
15ª	15	1.250	1,8	17	140	0,6	9	320	1,3	15	270	1,3	17	300	1,7	16	2.260	1,4
16ª	21	980	1,4	18	130	0,5	15	240	1,0	9	360	1,3	28	250	1,5	17	1.950	1,2
17ª	25	790	1,2	29	130	0,5	17	230	0,9	19	220	1,1	15	230	1,3	18	1.940	1,2
18ª	16	720	1,1	16	100	0,4	24	180	0,7	21	220	1,1	22	220	1,3	19	1.690	1,0
19ª	20	670	1,0	13	100	0,4	19	130	0,5	26	200	1,0	26	200	1,2	20	1.620	1,0
20ª	18	640	0,9	21	100	0,4	18	120	0,5	5	180	0,9	23	190	1,1	21	1.370	0,8
21ª	27	410	0,6	26	100	0,4	22	90	0,4	25	140	0,7	20	160	0,9	22	1.370	0,8
22ª	30	390	0,6	19	80	0,3	29	70	0,3	28	130	0,6	31	110	0,6	23	1.110	0,7
23ª	19	360	0,5	34	70	0,3	27	70	0,3	32	110	0,5	27	100	0,6	24	940	0,6
24ª	24	290	0,4	27	60	0,2	26	70	0,3	29	90	0,4	24	90	0,5	25	930	0,6
25ª	26	270	0,4	23	50	0,2	31	60	0,2	34	80	0,4	39	80	0,5	26	870	0,5
26ª	23	260	0,4				14	50	0,2	35	60	0,3	21	70	0,4	27	690	0,4
27ª	32	180	0,3							31	60	0,3	29	50	0,3	28	580	0,4
28ª	33	140	0,2							23	60	0,3	33	40	0,2	29	510	0,3
29ª	38	120	0,2							30	50	0,2				30	500	0,3
30ª	31	110	0,2							27	50	0,2				31	370	0,2
31ª	22	110	0,2							17	30	0,1				32	300	0,2
32ª	35	90	0,1							13	30	0,1				33	230	0,1
33ª	29	80	0,1													34	160	0,1
34ª	39	40	0,1													35	150	0,1
35ª	28	30	0,0													36	150	0,1
36ª																37	140	0,1
37ª																38	130	0,1
38ª																39	120	0,1
<b>Total parcial</b>		<b>68.420</b>	<b>100,0</b>		<b>24.970</b>	<b>100,0</b>		<b>25.200</b>	<b>100,0</b>		<b>20.740</b>	<b>100,0</b>		<b>17.220</b>	<b>100,0</b>		<b>161.270</b>	<b>100,0</b>



**Principales secuencias**

- 3: Soja 15/16 - Trigo 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 4: Maíz 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 5: Soja 15/16 - Barbecho 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 2: Soja 15/16 - Trigo 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 9: Soja 15/16 - Garbanzo 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18

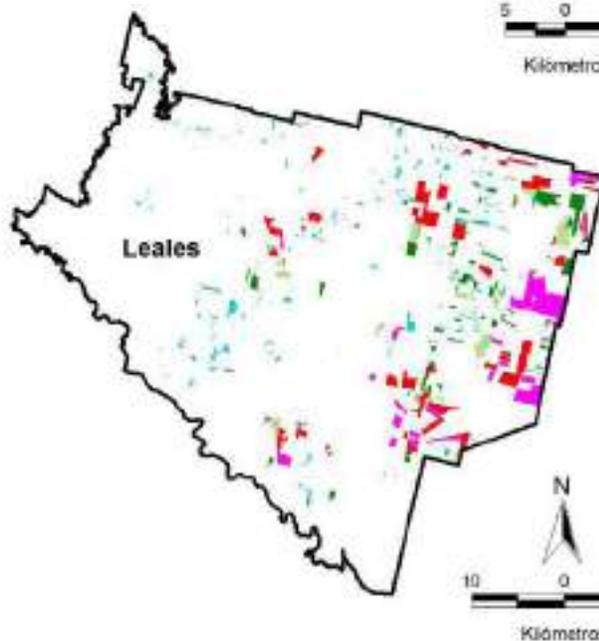
Figura 4. Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero del departamento Burruyacu.



**Principales secuencias**

- 2: Soja 15/16 - Trigo 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 3: Soja 15/16 - Trigo 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 4: Maíz 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 7: Soja 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 5: Soja 15/16 - Barbecho 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18

Figura 5. Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero del departamento Cruz Alta.



**Principales secuencias**

- 2: Soja 15/16 - Trigo 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18
- 3: Soja 15/16 - Trigo 16 - Maíz 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 6: Soja 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 8: Barbecho 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Barbecho 17 - Soja 17/18
- 7: Soja 15/16 - Barbecho 16 - Soja 16/17 - Trigo 17 - Soja 17/18

Figura 6. Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero del departamento Leales.

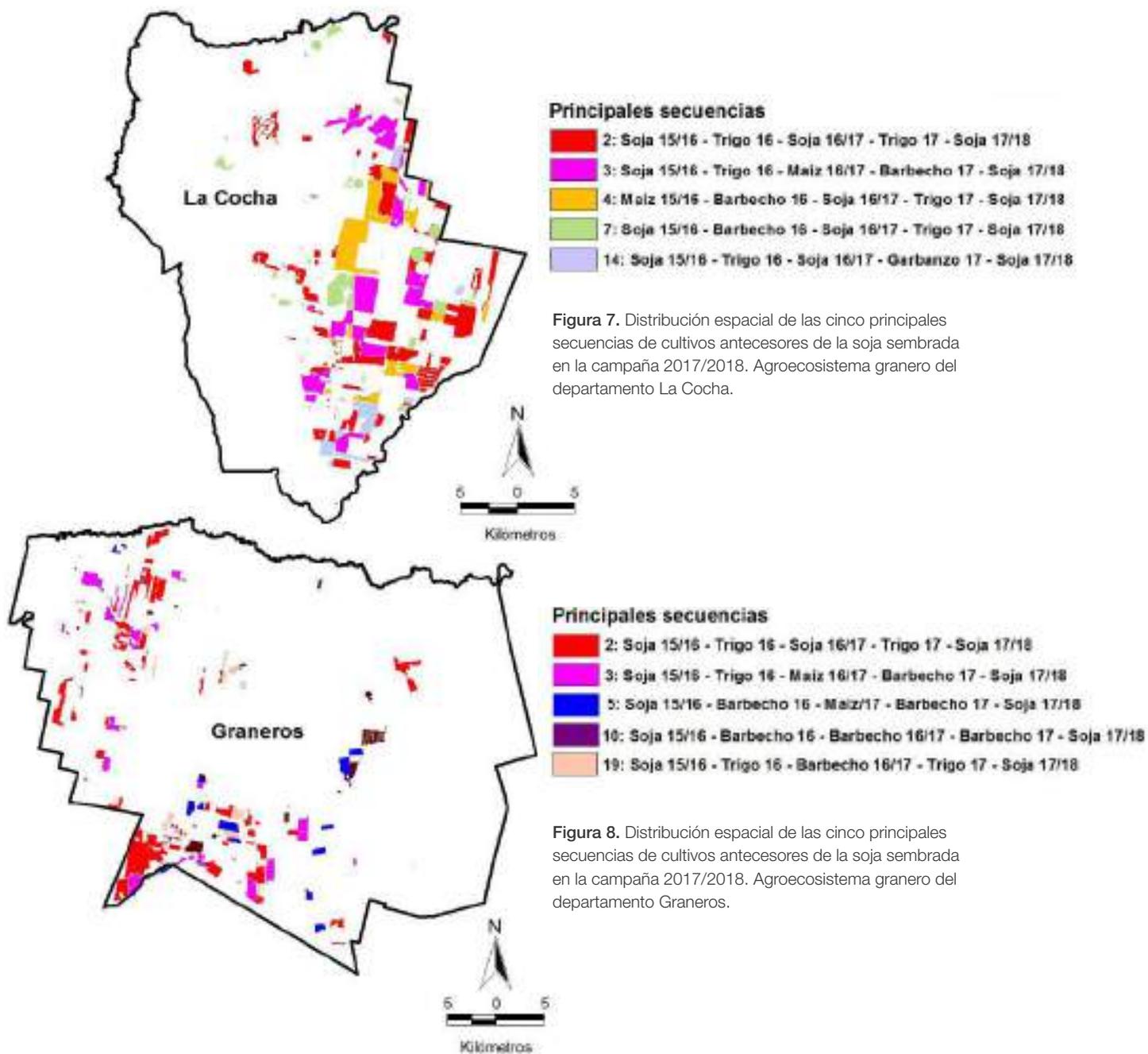


Figura 7. Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero del departamento La Cocha.

Figura 8. Distribución espacial de las cinco principales secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada en la campaña 2017/2018. Agroecosistema granero del departamento Graneros.

### Consideraciones finales

Entre los factores que favorecen la sustentabilidad de los sistemas productivos se destaca la diversidad genética, que permite garantizar los ciclos de nutrientes. En este contexto, la información sobre secuencias de cultivos es un parámetro fundamental al momento de analizar agroecosistemas. Dicha información está escasamente

disponible para escalas regionales.

La metodología empleada contribuye a la generación de información de escala a nivel regional. El análisis multitemporal de las imágenes categorizadas con la información de cultivos, analizadas en un entorno SIG, permitió identificar, cuantificar y representar espacialmente distintas secuencias de cultivos antecesores de la soja sembrada

en la campaña 2017/2018. Se identificaron 39 secuencias de cultivos. La secuencia con mayor frecuencia fue la 1, correspondiente a lotes con soja en 2017/2018 y antecesores de barbecho u otro cultivo pero no soja, maíz, trigo o garbanzo. La mayor proporción de lotes con dicha secuencia se localizó dentro del área cañera, lo que permite inferir que corresponden mayormente a lotes con sistema

de rotación soja/caña de azúcar.

Al enfocar el análisis en las secuencias que corresponden exclusivamente al agroecosistema granero provincial se constató que el 43% de la superficie con soja en 2017/2018 tuvo como antecesor inmediato de invierno el cultivo de trigo, el 4%, cultivos de garbanzo y el 53% restante, barbecho u otros cultivos. Si solo se considera el antecesor inmediato de verano (campaña 2016/2017), surge que el 59% de la superficie se cultivó sobre soja como antecesor, el 31% sobre lotes de maíz y el 10% sobre barbecho u otros cultivos. Cabe resaltar que el 31% de los lotes cultivados sobre maíz es un buen valor de rotación pero no suficiente para las zonas marginales de la provincia de Tucumán, en las que se recomienda rotar con

maíz alrededor del 50% del área cultivada con soja.

Las secuencias 2, 3 y 4 fueron las de mayor frecuencia. La secuencia 2 corresponde a lotes donde los cultivos de soja y trigo se intercalaron en las cinco campañas analizadas, sucesión poco beneficiosa desde el punto de vista de la diversidad del sistema; al contrario de las secuencias 3 y 4 que incluyen una campaña con maíz, lo que aporta mayor diversidad.

El detalle a nivel departamental indica que en todos los departamentos las secuencias 2 y 3 ocupan el primer y segundo lugar, respectivamente, al igual que a nivel provincial con excepción de Burruyacu, donde los dos primeros lugares son ocupados por la secuencias 3 y 4.

Finalmente, si se consideran los valores porcentuales de las secuencias que tuvieron maíz por lo menos una vez en la serie analizada (secuencias 3, 4, 5, 9, 13, 16, 17, 20, 21, 23, 27 y 33), se constata que alrededor del 47% de la superficie provincial sembrada con soja en la campaña 2017/2018 fue rotada con maíz al menos en una campaña agrícola en el período considerado. El detalle por departamentos revela que en Burruyacu esta rotación asciende al 60%, en Cruz Alta alcanza el 42%, en Leales el 38%, en La Cocha el 35% y en Graneros el 28%, lo que demuestra que el departamento Burruyacu se destaca por una mayor diversidad en su sistema productivo granero, en contraste con los departamentos del sur provincial, principalmente Graneros.

## Bibliografía citada

**Altieri, M. A. 1999.** Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. Uruguay.

**Chuvieco, E. 2000.** Fundamentos de Teledetección Ambiental. Ediciones RIALP, SA, Madrid, España. 3º edición revisada.

**Fandos, C.; J. I. Carreras Baldrés; P. Scandaliaris y F. J. Soria. 2017.** Dinámica de la rotación soja/caña de azúcar en la provincia de Tucumán, análisis del período 2012/2017. Avance Agroindustrial 38 (4): 24-28. EEAOC.

**Fandos, C.; J. I. Carreras Baldrés; P. Scandaliaris; F. J. Soria; M. R. Devani; D. E. Gamboa; F. Ledesma y O. N. Vizgarra. 2018.** Estimación de la superficie cultivada con soja, maíz y poroto en la campaña 2017/2018

en Tucumán y comparación con campañas precedentes. EEAOC. Boletín electrónico 146. [En línea]. Disponible en: [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar) (consultado 10 junio 2018).

**Morandini, M.; C. Hernández; D. Gamboa; F. Soria; D. R. Pérez; C. Fandos y A. Sanzano. 2009.** La sustentabilidad del maíz en la rotación. En: Gamboa, D.; D. Medina y M. R. Devani (Eds.), El maíz en el NOA, campaña 2008/2009. Publ. Espec. EEAOC (39): 81-85.

**Pérez, D. R.; C. Fandos; M. Devani, F. Soria; L. Mazzone y F. Ledesma. 2004.** Soja y maíz en Tucumán – Campaña 2003/2004. En: Devani, R.; F. Ledesma y J. M. Lenis (eds.), El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino: campaña 2003/2004. Publ. Espec. EEAOC (25): 79-84.

**Pérez, D. R.; M. R. Devani; V. Paredes y G. Rodríguez. 2017.** Crecimiento del gasto de producción del cultivo de soja y su relación con el modelo productivo. En: Devani, R.; F. Ledesma y J. R. Sánchez (Eds.), El cultivo de la soja en el Noroeste Argentino: campaña 2016/2017. Publ. Espec. EEAOC (53): 155-161. [En línea]. Disponible en: [www.eeaoc.org.ar](http://www.eeaoc.org.ar) (consultado 05 junio 2018).

**Waldhoff, G. and G. Lussem y Bareth. 2017.** Multi-Data Approach for remote sensing-based regional crop rotation mapping: A case study for the Rur catchment, Germany. Int J Appl Earth Obs Geoinformation. 61: 55-69. [En línea]. Journal homepage. Disponible en: [www.elsevier.com/locate/jag](http://www.elsevier.com/locate/jag) (consultado 02 febrero 2018).

