

Fertilización de cultivos y la nutrición de los suelos en la región Centro Oeste de Santa Fe

INFORME ANUAL ENSAYO LARGA DURACIÓN INTA-ASOCIACIÓN CIVIL FERTILIZAR

FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS Y LA NUTRICIÓN DE LOS SUELOS EN LA REGIÓN CENTRO OESTE DE SANTA FE

TIPO DE PROYECTO: Convenio INTA – Fertilizar Asociación Civil

Período que cubre este Informe: campaña 2005/06

Hugo Fontanetto - 02 / 06 / 2006

1. MARCHA DEL ENSAYO

Durante la campaña 2005/06 (inicio del ensayo) se realizaron experiencias en los cultivos de trigo y de soja de 2a. Las mismas se detallan a continuación.

RESULTADOS

Secuencia: Trigo/Soja de 2^a/Maíz-Soja de 1a.

1. TRIGO (2005/06).

Se instaló un ensayo en la zona rural de María Juana (Santa Fe), sobre un argiudol típico serie Rafaela con nivel de P extractable del suelo alto (mayor a 35 ppm, Bray I). El mismo se instaló en parcelas divididas (cada unidad experimental de de 12,60 m de ancho por 50 m de largo), con 4 repeticiones, donde se combinaron dos criterios de reposición de fósforo (P0 y P80) con tres criterios de reposición de nitrógeno (N) y azufre (S), totalizando seis combinaciones. Los de P fueron: A) con reposición de P (P90) para toda la secuencia y aplicado a la siembra del trigo 2005/06 (bajo la forma de superfosfato triple de calcio) y B) sin reposición de P (P0). Los de N y de S fueron:

- 1- Reposición total (100 % de lo que se extrae con los granos producidos);
- 2- 50 % de la reposición y
- 3- 50 % más que reposición.

Se ensayaron 6 tratamientos diferentes y se evaluó: disponibilidad de nutrientes y otros parámetros químicos del suelo, rendimiento en granos y número de espigas/m²), determinación de concentración de N, P y de S en granos y cálculo de los índices de cosecha de N, P y S.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización aplicados para el doble cultivo trigo/soja 2a. campaña 2005/06 y los estimados para maíz 2006/07 y soja de 1ª. 2008/09.

Tratamientos de Fertilización	Nutrientes aplicados (kg/ha)				
	TRIGO de 4.000 kg/ha	SOJA 2ª de 2.500 kg/ha	MAIZ de 10.000 kg/ha	SOJA 1a de 4.000 kg/ha	Total de la secuencia kg/ha
A-1	N80-P15-S5	N75-P17-S8	N145-P30-S18	N120-P27-S14	N420-P90-S45
A-2	N40-P15-S2,5	N38-P17-S4	N73-P30-S9	N60-P27-S7	N210-P90-S23
A-3	N120-P15-S10	N113-P17-S12	N218-P30-S27	N180-P27-S21	N840-P90-S68
B-1	N80-P0-S5	N75-P0-S8	N145-P0-S18	N120-P0-S14	N420-P0-S45
B-2	N40-P0-S2,5	N38-P0-S4	N73-P0-S9	N60-P0-S7	N210-P0-S23
B-3	N120-P0-S10	N113-P0-S12	N218-P0-S27	N180-P0-S21	N840-P0-S68

Se sembró el cv. de trigo Cronox, en siembra directa a una distancia entre surcos de 0,21 cm y 122 kg/ha de semillas. Las fuente de N fue nitrato de amonio (32 % de N), aplicado el 60 % a la siembra y el 40 % restante en macollaje del trigo y yeso agrícola (18 % de S), aplicado al voleo 5 días antes de la siembra. Se efectuaron tres evaluaciones del contenido de humedad edáfica durante el ciclo del cultivo. A la siembra, en espiga embuchada y al comienzo del llenado de los granos. Los datos se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Contenido hídrico del suelo (por horizontes y hasta 1, 40 m de profundidad) del suelo en tres momentos del ciclo del trigo. Campaña 2005/06

Profundidad (cm)	Siembra		Espiga embuchada		Fin de Llenado granos	
	(mm)	Acumulada	(mm)	Acumulada	(mm)	Acumulada
0 - 15	15,1	15,1	20,7	20,7	0,6	0,6
15 - 25	14,9	30,0	12,3	33,0	6,1	6,7
25 - 45	17,1	47,1	20,9	50,9	2,5	9,2
45 - 65	20,0	67,1	11,6	65,5	0,1	9,2
65 - 90	23,1	90,2	15,7	81,3	0,1	9,3
90 - 110	35,1	125,2	33,3	114,6	1,6	10,9
110 - 140	45,3	170,5	18,1	132,7	7,8	19,7
Total (140 cm)	170,5		132,7		17,7	

Las condiciones para el crecimiento inicial y para todo el ciclo del cultivo hasta fines del mes de octubre fueron muy favorables, permitiendo un excelente desarrollo del mismo. Luego se dio un período de falta de precipitaciones durante los primeros 20 días de noviembre, que provocó que el cultivo agote la reserva hídrica del suelo hasta prácticamente los 140 cm superiores, llegando al final del llenado de granos con casi 20 mm de agua útil (Cuadro 1).

Las lluvias ocurridas y la media histórica se detallan en la Figura 1.

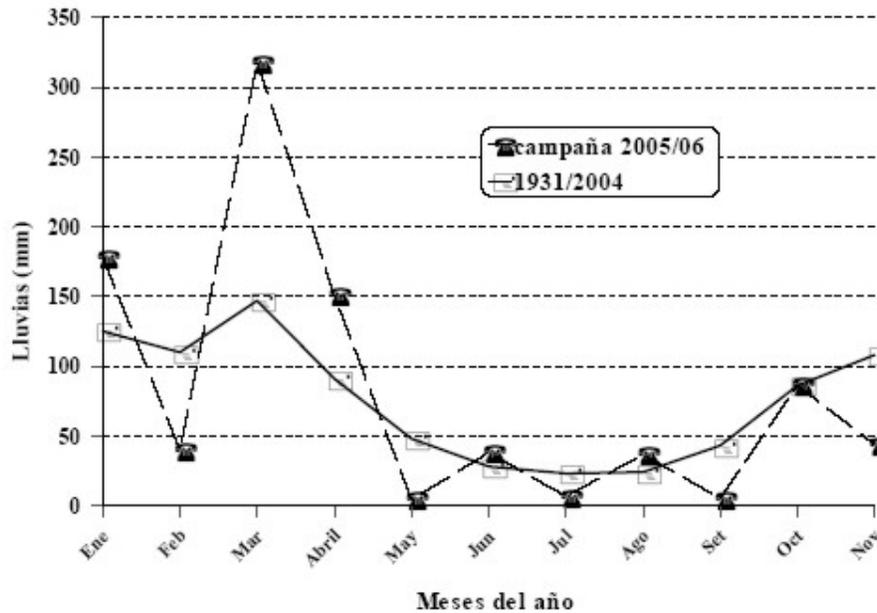


Figura 1. Lluvia promedio histórico y campaña 2005/06 para el ciclo del cultivo de trigo. Las lluvias fueron superiores a la media histórica al comienzo y al final del ciclo y similares a la misma durante el resto (Figura 1).

Los parámetros químicos del suelo analizados al inicio de la experiencia se detallan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Parámetros químicos del suelo analizados a la siembra del trigo y a distintas profundidades. María Juana (2005/06)

SITIO	Prof. (cm)	MO	Nt	N-NO3	P Bray I	S-SO4	pH	Ca	Mg	K	Na
		%		ppm				ppm			
María Juana	0-20	2,91	0,139	11,4	38,1	8,9	5,9	9,6	2,9	1,2	0,4
	20-40	2,11	0,077	1,5	27,4	4,6	6,3	15,1	2,5	1,9	0,6
	40-60	1,60	0,054	1,3	16,7	4,1	6,5	16,4	5,1	2,4	1,4

Los niveles de N-NO3 y de S-SO4 fueron bajos, pero normales para esa época del año. Los valores de MO son normales para suelos bajo agricultura en siembra directa, los de P extractable fueron altos al igual que las bases del complejo de intercambio.

El rendimiento en granos por efecto de los tratamientos ensayados se puede apreciar en la Figura 2.

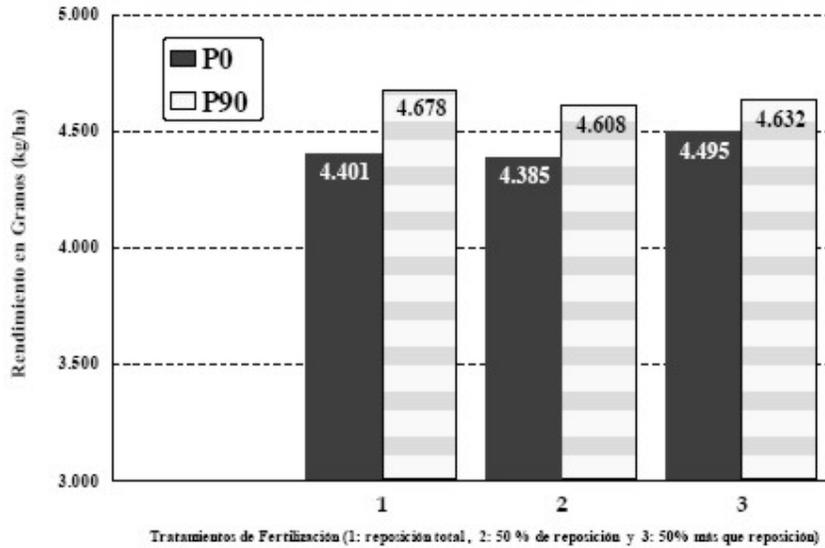


Figura 3. Rendimiento en granos del trigo con los tratamientos de fertilización evaluados.

No se detectó efecto de los diferentes tratamientos de fertilización sobre los rendimientos de granos del trigo.

El número de espigas/m² se detalla en la Figura 4.

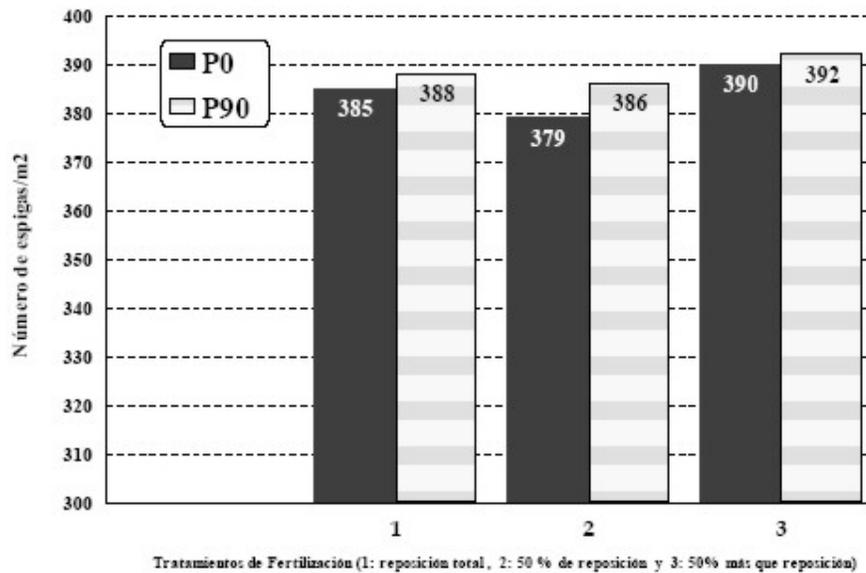


Figura 4. Número de espigas/m² del trigo con las estrategias de fertilización ensayadas.

No hubo efecto de las diferentes estrategias de fertilización sobre el número de espigas/m².

En el Cuadro 4 aparecen los rendimientos en granos del trigo y el balance de nutrientes para el mismo.

Cuadro 4. Rendimiento en granos del trigo, concentración de nutrientes en granos, extracción y aporte de nutrientes y balance final de nutrientes. Campaña 2005/06.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Nutrientes en grano (%)			Extraccion de Nutrientes			Aporte de Nutrientes			Balance		
		N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S
A-1	4678	2,27	0,44	0,12	106	21	6	80	15	5	-26	-6	-1
A-2	4608	2,25	0,43	0,14	104	20	6	40	15	3	-64	-5	-4
A-3	4632	2,28	0,46	0,13	106	21	6	120	15	10	14	-6	4
B-1	4401	2,24	0,45	0,15	99	20	7	80	0	5	-19	-20	-2
B-2	4385	2,27	0,48	0,12	100	21	5	40	0	3	-60	-21	-3
B-3	4495	2,29	0,44	0,13	103	20	6	120	0	10	17	-20	4

Los rendimientos fueron superiores al rendimiento esperado (4.000 kg/ha) con todos los tratamientos, lo que provocó que el balance de N, de P y de S sea en general negativo, salvo para los criterios A-3 y B-3 (50 % más que lo que extrae el rendimiento esperado). Es marcado el desbalance de P en el suelo cuando el mismo no se repone y es un alerta para esta región, pues si bien aún los niveles actuales son altos, son sensiblemente inferiores a los que se medían hace 20 años atrás (existen datos de 52 ppm en promedio, de muestras determinadas en el Laboratorio de Suelos del INTA Rafaela para lotes cercanos al de esta experiencia).

2.SOJA de 2ª (2005/06)

Luego de cosechado el trigo, se sembró la soja de segunda cv. A 6411 el 11/12/2005, en surcos a 0,42 m entre sí y con una densidad de 18 plantas/m lineal. El nutriente S se aplicó como yeso agrícola (18 % de S) y el N se agregó bajo la forma de nitrato de amonio (32 % de N), ambos al voleo 8 días antes de la siembra.

Las lluvias promedio y las ocurridas durante el ciclo de la soja se detallan en la Figura 3.

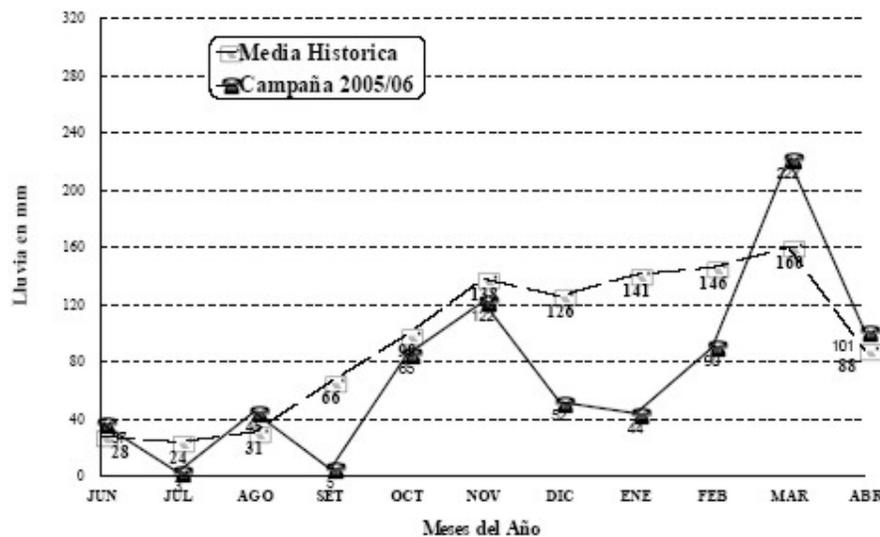


Figura 3. Lluvias promedio histórico y campaña 2005/06 para el ciclo del cultivo de soja.

Las lluvias ocurridas fueron sensiblemente inferiores al promedio histórico, especialmente durante el período de formación y llenado de granos, lo que afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo. Se efectuaron tres evaluaciones del contenido de humedad edáfica durante el ciclo del cultivo. A la siembra, durante el llenado de granos y en madurez fisiológica. Los resultados se detallan en la Figura 4.

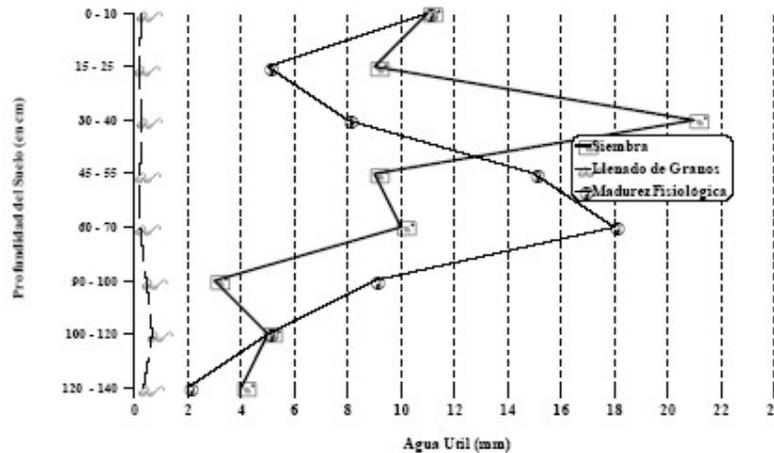


Figura 4. Contenido hídrico del suelo (por horizontes y hasta 1, 40 m de profundidad del suelo en tres momentos del ciclo de la soja de 2a. Campaña 2005/06.

Los contenidos de agua edáfica fueron bajos a la siembra y más bajos a medida que el cultivo fue desarrollándose, llegando a niveles muy cercanos al del punto de marchitez permanente durante la fase de llenado de granos.

El rendimiento en granos por efecto de los tratamientos ensayados se puede apreciar en el la Figura 5.

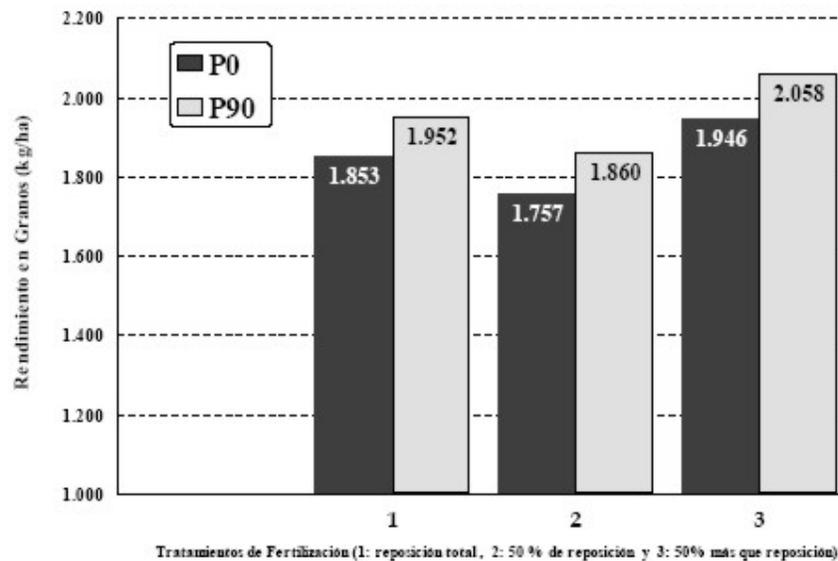


Figura 5. Rendimiento en granos de la soja de 2a. con los tratamientos de fertilización evaluados.

Los rendimientos de granos fueron muy bajos e inferiores a los esperados (2.500 kg/ha) y afectados por el gran déficit hídrico registrado.

En el Cuadro 5 aparecen los rendimientos en granos de la soja y el balance de nutrientes para la misma.

Cuadro 5. Rendimiento en granos de la soja, concentración de nutrientes en granos, extracción y aporte Nutrientes y balance final de nutrientes. Campaña 2005/06.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Nutrientes en grano (%)			Extracción de Nutrientes			Aporte de Nutrientes			Balance		
		N	P	S	N	P	S	N	P	S	N	P	S
A-1	1952	5,55	0,71	0,224	108	14	4	75	17	8	-33	3	4
A-2	1860	5,61	0,68	0,227	104	13	4	38	17	4	-66	4	0
A-3	2058	5,53	0,67	0,241	114	14	5	113	17	12	-1	3	7
B-1	1853	5,58	0,66	0,219	103	12	4	75	0	8	-28	-12	4
B-2	1757	5,51	0,65	0,226	97	11	4	38	0	4	-59	-11	0
B-3	1946	5,54	0,68	0,228	108	13	4	113	0	12	5	-13	8

Los rendimientos de la soja fueron sensiblemente inferiores a los esperados y por ello el balance de S fue positivo, el de P fue también positivo en donde este nutriente se repuso y medianamente negativo donde no se lo hizo. A pesar de las bajas producciones el balance para N fue negativo, salvo para el tratamiento B-3, confirmando que este nutrimento es el más crítico para la producción y el de mayor desbalance en las secuencias agrícolas.

En la Figura 6 se detalla la producción de granos del doble cultivo trigo/soja 2a.

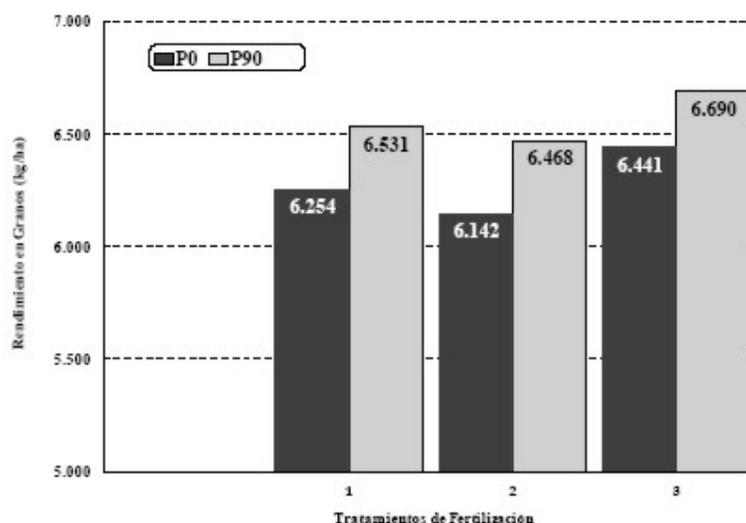


Figura 6. Rendimiento en granos del doble cultivo trigo/soja de 2a. con los tratamientos de fertilización evaluados. Campaña 2005/06.

Si bien la Figura 6 muestra una tendencia a obtener una mayor producción con el doble cultivo trigo/soja 2a. con el criterio de reposición de P, la misma no fue significativa. Las producciones de los dos cultivos y el balance de nutrientes se detalla en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Rendimiento en granos del doble cultivo trigo-soja de 2a., extracción y aporte de nutrientes y balance final de nutrientes. Campaña 2005/06.

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Extracción de Nutrientes			Aporte de Nutrientes			Balance		
		N	P	S	N	P	S	N	P	S
A-1	6630	215	34	10	155	32	13	-60	-2	3
A-2	6468	208	32	11	78	32	7	-130	0	-4
A-3	6690	219	35	11	233	32	22	14	-3	11
B-1	6254	202	32	11	155	0	13	-47	-32	2
B-2	6142	196	32	9	78	0	7	-118	-32	-3
B-3	6441	211	33	10	233	0	22	22	-33	12

Solamente con el criterio de reposición 3 se obtuvieron balances positivos de N y de S, pero no de P. Esto demuestra que para las condiciones de esta experiencia los índices de cosecha de P son mayores a los de las tablas de INPOFOS, confirmando la importancia de este tipo de experiencias de larga duración, que permitirán obtener índices regionales. Los mayores desbalances fueron de N, especialmente cuando se aplicó el criterio de fertilización 2.

Conclusiones

- Los diferentes criterios de reposición de N, P y S no afectó la producción de trigo y de soja de segunda y recién cuando se suman los rendimientos de los dos cultivos, aparece una tendencia a mayores producciones cuando se repone P en sueltos con niveles altos de P.
- Los tratamientos de fertilización no afectaron la concentración de nutrientes en grano del trigo ni los de la soja.
- La concentración de N, de P y de S en granos promedio para el Trigo fue de 2,27; 0,45 y 0,13%, respectivamente y para la soja de 5,55; 0,68 y 0,23%, respectivamente.
- El índice de cosecha promedio para el N, el P y el S para Trigo fue de 22,7; 4,5 y 1,3 kg por cada tonelada de grano producido, mientras que para la soja fue de 27,7; 6,8 y 2,3, respectivamente (considerando para soja que el mecanismo de FBN aporta el 50% del requerimiento del cultivo).
- Con las producciones obtenidas en la presente experiencia, con el doble cultivo trigo/soja se extraen del suelo 208,5 kg/ha de N; 33,3 kg/ha de P y 10,3 kg/ha de S aproximadamente.
- El deterioro químico del suelo es alarmante si no se modifica la actual reposición de nutrientes con dosis más sustentables.