



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación



Informe Ensayo de aplicación de efluentes porcinos en cultivo de maíz (Campaña 2017-2018).

Convenio INTA-CAPPICOR

Introducción

La producción porcina en Argentina evoluciona hacia sistemas intensivos, lo que genera una concentración de los residuos pecuarios en menor superficie. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país, sino una tendencia generalizada en el mundo, acompañada a su vez, por un mayor interés por el ambiente asociado a las características de producción y al desarrollo sustentable.

En base a esta preocupación sobre el cuidado del medio ambiente, en la provincia de Córdoba se modificó el Decreto 415/99 el cual fue reemplazado por el Decreto 847/16: reglamentación de estándares y normas sobre vertidos para la preservación del recurso hídrico provincial que incorpora al suelo como cuerpo receptor y dos posibilidades de aprovechamiento de los efluentes pecuarios líquidos (uso agronómico y reúso agrícola de los mismos). Luego fue aprobada la Resolución 29/17 que reglamenta el uso agronómico de efluentes pecuarios tanto líquidos como sólidos la cual brinda pautas para realizar un correcto aprovechamiento de los mismos.

En este contexto legal y buscando realizar un tratamiento de los efluentes de criaderos porcinos de manera más adecuada y aprovechando los nutrientes y materia orgánica que poseen los subproductos de esta actividad, se realizaron ensayos de aplicación de efluentes porcinos en 3 sistemas productivos (2 del norte y 1 del centro de la provincia de Córdoba) sobre cultivo de maíz con 3 sistemas de aplicación distintos. Los ensayos fueron realizados en forma conjunta entre CAPPICOR, INTA y Grupo Río Seco.

Objetivo General

Evaluar el efecto de aplicación de efluente de cerdo estabilizado mediante sistema de lagunas sobre cultivo de maíz con 3 sistemas de aplicación distintos (máquina estercolera, cañón regador y pivot central) y en 3 sitios de evaluación.

Objetivos específicos

- Evaluar el aporte de nutrientes del efluente de cerdo estabilizado.
- Evaluar el efecto de la aplicación del efluente de cerdo sobre el rendimiento del cultivo de maíz.
- Evaluar el efecto de la aplicación del efluente de cerdo sobre las propiedades químicas del suelo.

Materiales y métodos

Los ensayos se realizaron en 3 establecimientos agropecuarios de la provincia de Córdoba: Establecimiento La Constancia (Villa de María de Río Seco), Establecimiento El Cebil (San José de la Dormida) y Establecimiento Dos Ríos (Despeñaderos) Figura 1.



Figura 1. Ubicación geográfica de los ensayos

Se describe a continuación cada uno de los sitios de ensayo:

Establecimiento La Constancia

Los purines de cerdos utilizados en este sitio provenían del sitio de engorde-terminación y fueron tratados mediante sistema de 3 lagunas impermeabilizadas.

Se emplearon 6 tratamientos:

1. Testigo (Sin aplicación de efluente ni de fertilizante químico).
2. 15 mm de efluentes porcinos/ha.
3. 30 mm de efluentes porcinos/ha.
4. Testigo (Sin aplicación de efluente y 100 kg/ha de urea a la siembra).
5. 15 mm de efluentes porcinos/ha y 100 kg/ha de urea a la siembra.
6. 30 mm de efluentes porcinos/ha y 100 kg/ha de urea a la siembra.

Las parcelas fueron de 50 metros de ancho por 150 metros de largo cada una (7500 m²).

El diseño del ensayo se puede observar en la Figura 2.

4	6	5	Fertilizado a la siembra
1	3	2	Sin fertilizante

Figura 2. Diseño del ensayo

Para realizar un correcto plan de aplicación se tomaron muestras del efluente a aplicar y se enviaron a laboratorio para su caracterización. Se determinaron los siguientes parámetros: pH, Conductividad eléctrica (CE), Sólidos Totales (ST), Nitrógeno Total (NT), Fósforo Total (P), Potasio (K), Sodio (Na), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de análisis de efluente porcinos.

pH	CE	ST	NT	P	K	Na	Ca	Mg
	dS m ⁻¹	%	g l ⁻¹	ppm	g l ⁻¹			
7.82	18.9	1.42	0.27	126.7	4	1.13	1.3	0.96

Se tomaron muestras de suelo del lote previo a la siembra del cultivo y se analizaron en laboratorio parámetros de fertilidad y cationes. Las determinaciones realizadas fueron: Carbono Orgánico (CO), Materia Orgánica (MO), NT, Fósforo extractable (Pe), pH, CE, Nitrógeno de Nitrato (N-NO₃⁻), Ca, Mg, Na, K, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI). Los resultados se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de análisis de suelo presiembra.

Prof. (cm)	CO	MO	N _T	Pe	pH	CE	N-NO ₃ ⁻	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI
	g/100g suelo			(ppm)		(dS m ⁻¹)	(ppm)	(cmol Kg ⁻¹)				(%)	
0-20	1,54	2,66	0,15	58	6,44	1,58	27,5	14,7	5,7	0,11	2,8	22,7	0,5
20-40							25,9						
40-60							20,3						

Las precipitaciones ocurridas los meses previos y durante el ciclo del cultivo se pueden observar en el Figura 3.

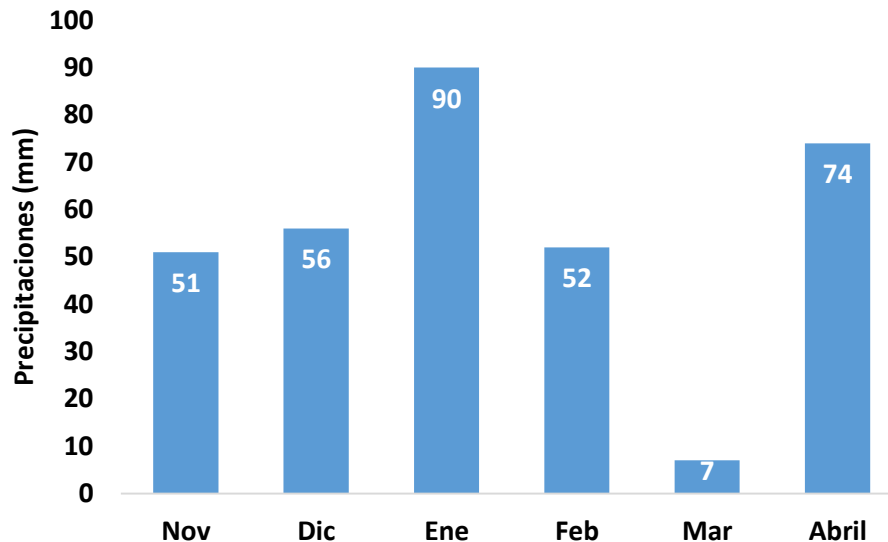


Figura 3. Precipitaciones (mm)

La aplicación del efluente se realizó el 05/12/2017 mediante sistema de cañón regador marca Irriland, modelo Comfort. Se sembró con tecnología de siembra directa el híbrido DK 7210 VT3P el 07/12/2017 con una densidad de siembra de 50.000 plantas/ha. Se determinó el contenido de clorofila en los tejidos de las hojas de maíz para los tratamientos ensayados mediante un equipo portátil (SPAD 502 de Minolta) en los estadios fenológicos V8 y floración.

La cosecha se realizó de manera manual el día 24/04/2018, para esto se tomaron 5 muestras por parcela en donde se recolectaron las mazorcas de 2 surcos contiguos por 5 metros de largo (10 metros lineales). Las muestras luego fueron trilladas con una cosechadora de parcela Wintersteiger, se las pesó y se midió su contenido de humedad y peso hectolítrico.

Establecimiento El Cebil

Los purines de cerdos utilizados en este sitio experimental provenían de un criadero ciclo completo de 1000 madres, los cuales fueron tratados mediante sistema de lagunas de estabilización.

Se emplearon 5 tratamientos:

1. **Testigo:** Sin aplicación de efluente ni de fertilizante.
2. **Dosis 1:** 3 mm de efluentes porcinos/ha. Sin fertilizante mineral.
3. **Dosis 2:** 6 mm de efluentes porcinos/ha. Sin fertilizante mineral.
4. **Dosis 3:** 12 mm de efluentes porcinos/ha. Sin fertilizante mineral.
5. **F. Químico:** Fertilizante mineral según estrategia empleada habitualmente por el productor (46 kg de nitrógeno/ha en estadio fenológico V4).

Las parcelas fueron de 14 metros de ancho por 250 metros de largo cada una (3.500 m²). El diseño del ensayo fue en bloques completos al azar con 3 repeticiones (Figura 4).

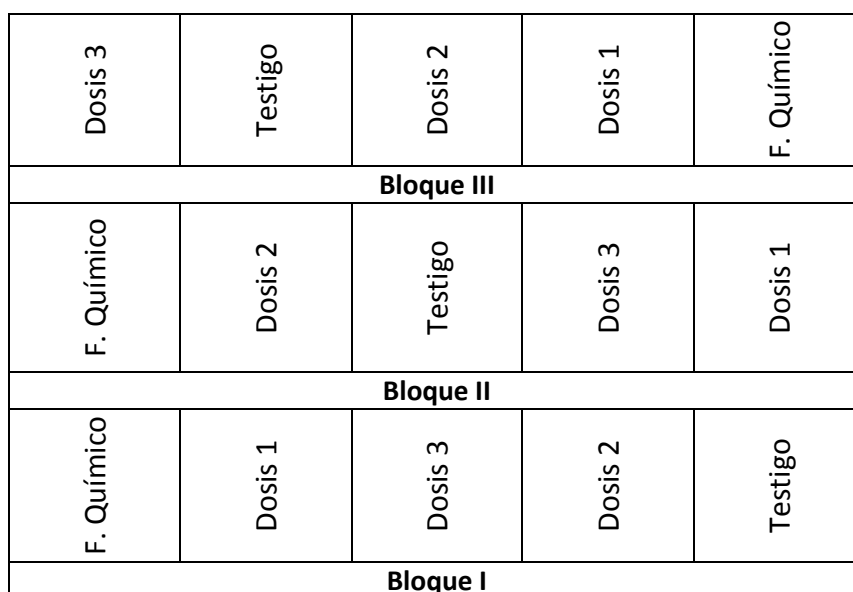


Figura 4. Diseño del ensayo

Al igual que en el sitio anterior se realizó un análisis del efluente a aplicar. En la Tabla 3 se pueden observar los valores obtenidos.

Tabla 3. Resultados de análisis de efluente porcinos.

pH	CE	ST	NT	P	K	Na	Ca	Mg
	dS m ⁻¹	%	g l ⁻¹	ppm	g l ⁻¹			
8.01	12.63	1	0.15	138	2.63	0.5	1.24	0.38

El 06/12/2017 se realizó un muestreo de suelo previo a la siembra del cultivo y a la aplicación del efluente. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Resultados de análisis de suelo presiembra.

Prof.	CO	MO	Nt	Pe	pH	CE	N-NO ₃	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI
(cm)	g/100g suelo			(ppm)		(dS m-1)	(ppm)	(cmol kg-1)					%
0-20	1.54	2.65	0.16	66	6.29	1.79	36.6	14.2	6.1	0.09	2.3	22.1	0.4
20-40							12.8						
40-60							9.4						

En la Figura 5 se pueden observar las precipitaciones ocurridas en los meses anteriores a la implantación del cultivo y durante el desarrollo del ciclo del mismo.

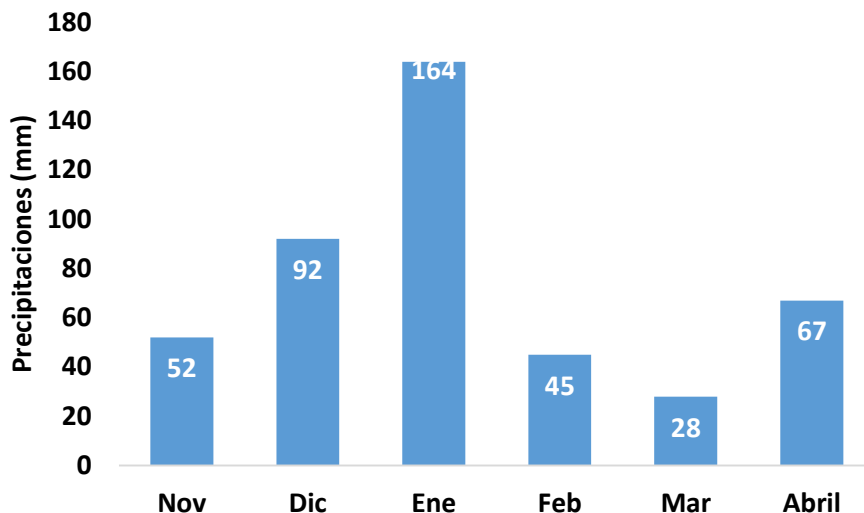


Figura 5. Precipitaciones (mm)

La aplicación del efluente se realizó mediante estercolera de líquidos el 20/12/2017; se sembró el 03/01/2018 el híbrido DK 7320 VT3P mediante sistema de siembra directa con una densidad de 54.000 plantas por hectárea.

En los estadios fenológicos v8 y floración se realizó muestreo con equipo SPAD 502 de Minolta para determinar el contenido de clorofila en los tejidos de las hojas. La cosecha manual se realizó el 24/04/2018. Las muestras luego fueron trilladas con trilladora estática, se las pesó y se midió su contenido de humedad y peso hectolítrico.

Establecimiento Dos Ríos

Los purines de cerdos utilizados en este sitio experimental provenían del sector recría-terminación de un criadero de 1000 madres, los cuales fueron tratados mediante 2 lagunas de estabilización impermeabilizadas. El efluente se tomó de la última laguna del sistema, luego de pasar por una criba autolimpiante para evitar el ingreso de impurezas al sistema de aspersión.

Dentro de este sitio experimental, las aplicaciones se realizaron con un pivot central Valley y las evaluaciones se efectuaron en 2 círculos contiguos.

Tratamientos círculo 1:

1. **Testigo:** Sin aplicación de efluente ni de fertilizante.
2. **Dosis 1:** 25 mm de efluentes porcinos/ha. Sin fertilizante mineral.
3. **Dosis 2:** 25 mm de efluentes porcinos/ha con 80 kg/ha de superfosfato simple.
4. **Dosis 3:** 12,5 mm de efluentes porcinos/ha con 80 kg/ha de superfosfato simple.

Tratamientos círculo 2:

1. **Testigo:** Sin aplicación de efluente ni de fertilizante.
2. **Dosis 1:** 37,5 mm de efluentes porcinos/ha.
3. **Dosis 2:** 50 mm de efluentes porcinos/ha.
4. **Dosis 3:** 62,5 mm de efluentes porcinos/ha.

Cada parcela correspondía a un cuarto del círculo de riego (2 ha aproximadamente). El diseño del ensayo se puede observar en la Figura 6.

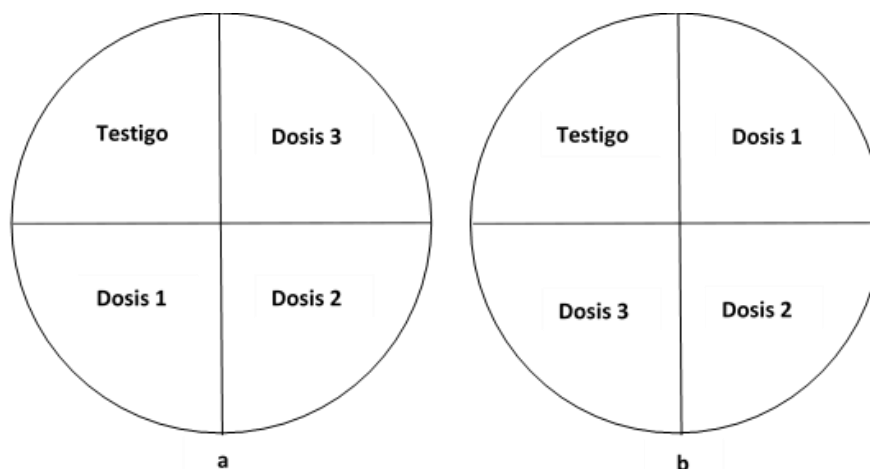


Figura 6: a círculo 1, b círculo 2.

Se realizó un análisis del efluente a aplicar cuyos valores se observan en la Tabla 3.

Tabla 4. Resultados de análisis de efluente porcinos.

pH	CE	ST	NT	P	K	Na	Ca	Mg
	dS m ⁻¹	%	g l ⁻¹	ppm	g l ⁻¹			
8.47	11.78	1.11	0.15	235.3	2	0.625	0.1	0.06

El 27/11/2017 se realizó un muestreo de suelo previo a la siembra del cultivo y a la aplicación del efluente. Los resultados obtenidos se pueden observar en la Tabla 5 (círculo 1) y Tabla 6 (círculo 2).

Tabla 5. Resultados de análisis de suelo presiembra (círculo 1).

Prof. (cm)	CO	MO	Nt	Pe	pH	CE	N-NO ₃	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI
	g/100g suelo			(ppm)		(dS m-1)	(ppm)	(cmol kg-1)				%	
0-20	1.21	2.09	0.12	12.7	6.5	1.5	22.4	12	4.8	0.1	1.78	18.7	0.47
20-40							11.5						
40-60							13.1						

Tabla 6. Resultados de análisis de suelo presiembra (círculo 2).

Prof. (cm)	CO	MO	Nt	Pe	pH	CE	N-NO ₃	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI
	g/100g suelo			(ppm)		(dS m-1)	(ppm)	(cmol kg-1)				%	
0-20	1.40	2.41	0.12	13.8	6.5	1.3	20.7	13.8	5.2	0.1	1.68	21.4	0.41
20-40							15						
40-60							15.6						

En la Figura 7 se pueden observar las precipitaciones ocurridas en los meses anteriores a la implantación del cultivo y durante el desarrollo del ciclo del mismo.

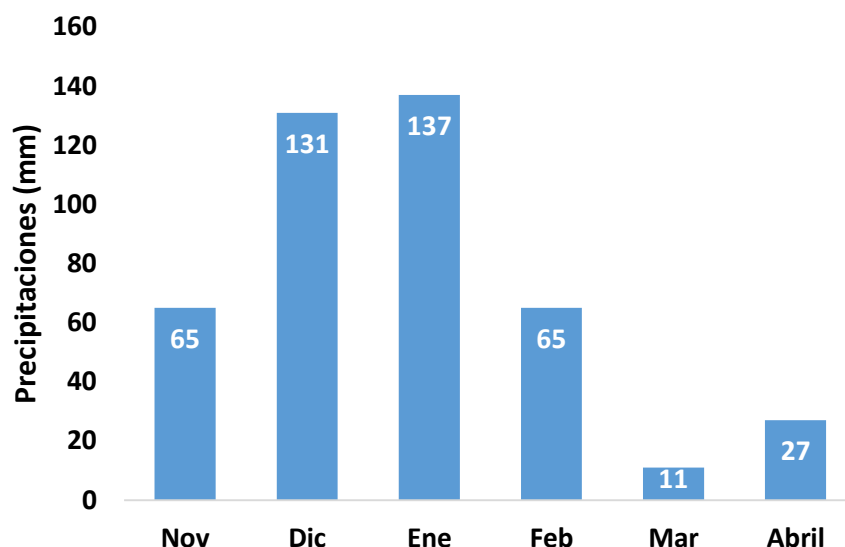


Figura 7. Precipitaciones (mm)

La aplicación del efluente se realizó mediante un pivot central el 04/12/2017 en el círculo 1 y el 07/12/2017 en el círculo 2; se sembró el 04/01/2018 el híbrido DK 7310 RR2 en el círculo 1 y el híbrido DK 7210 VT3P en el círculo 2 mediante sistema de siembra directa con una densidad de 72.000 plantas por hectárea.

En el estadio fenológico de floración se realizó un muestreo con equipo SPAD 502 de Minolta para determinar el contenido de clorofila en los tejidos de las hojas. La cosecha manual se realizó el 10/07/2018. Las muestras luego fueron trilladas con trilladora estática, se las pesó y se midió su contenido de humedad y peso hectolítrico.

Resultados

Aporte de nutrientes

El nitrógeno es el más importante entre los nutrientes esenciales de los cultivos por su rol en los sistemas biológicos, la complejidad de su ciclo y su participación en los sistemas de producción. Es el elemento que más comúnmente limita la producción de los cultivos de granos (Maddoni y otros, 2008).

En la Tabla 7 se presentan los aportes de nitrógeno y de fósforo por cada una de las láminas aplicadas en cada sitio de ensayo, y sus respectivas equivalencias en Kg/ha de urea y de Superfosfato simple y en la Tabla 8 el aporte total de cada uno de estos nutrientes (Efluente + Fertilizante).

Tabla 7. Aportes de N y P y sus equivalencias en Urea Y SPS.

Establecimiento	Lámina (mm)	Aporte	Aporte	Equiv. Urea/ha	Equiv. SPS/ha
-----------------	-------------	--------	--------	----------------	---------------

		de Nitrógeno	de Fósforo	(kg/ha)	(kg/ha)
La Constancia	15	40,5	19	88	207
	30	81	38	176	414
El Cebil	3	4,5	4,1	9,78	44,7
	6	9	8,3	19,6	89
	12	18	16,6	39	181
Dos Ríos	12,5	18,8	29,4	41	321
	25	37,5	58,8	82	642
	37,5	56,3	88,2	122	963
	50	75	117,7	163	1285
	62,5	93,8	147,1	204	1606

La valorización económica de los nutrientes aportados con los efluentes (equivalente a valor Urea y SPS), de acuerdo a las dosis aplicadas, es la siguiente:

Dos Ríos: U\$S 18 - 88 /ha equivalente urea y U\$S 95 - 475 /ha equivalente SPS.

La Constancia: U\$S 38 - 76/ha equivalente urea y U\$S 61 - 122 /ha equivalente SPS.

El Cebil: U\$S 4 - 17/ha equivalente urea y U\$S 13 - 53 /ha equivalente SPS.

Estos montos representan el valor monetario solo del equivalente a fertilizantes que se ahorran, pero no incluye el costo de la aplicación en cada caso particular.

Contenido de clorofila en la hoja (SPAD)

El contenido de clorofila en la hoja de maíz está estrecha y positivamente relacionado a la concentración de N en la hoja y, por lo tanto, refleja la condición nitrogenada del cultivo (Wolfe et al., 1988). El medidor de clorofila SPAD 502 es un instrumento que permite evaluar indirectamente y en forma no destructiva el contenido de clorofila en la hoja y, por ende, el estado nutricional del cultivo a través de una simple lectura (Sainz Rosas & Echeverría, 1998).

Cada lectura se conformó con el promedio de 10 mediciones, las cuales se realizaron en el estado fenológico V8 en la última hoja completamente desarrollada. Los resultados de las mediciones se presentan en la Figura 8.

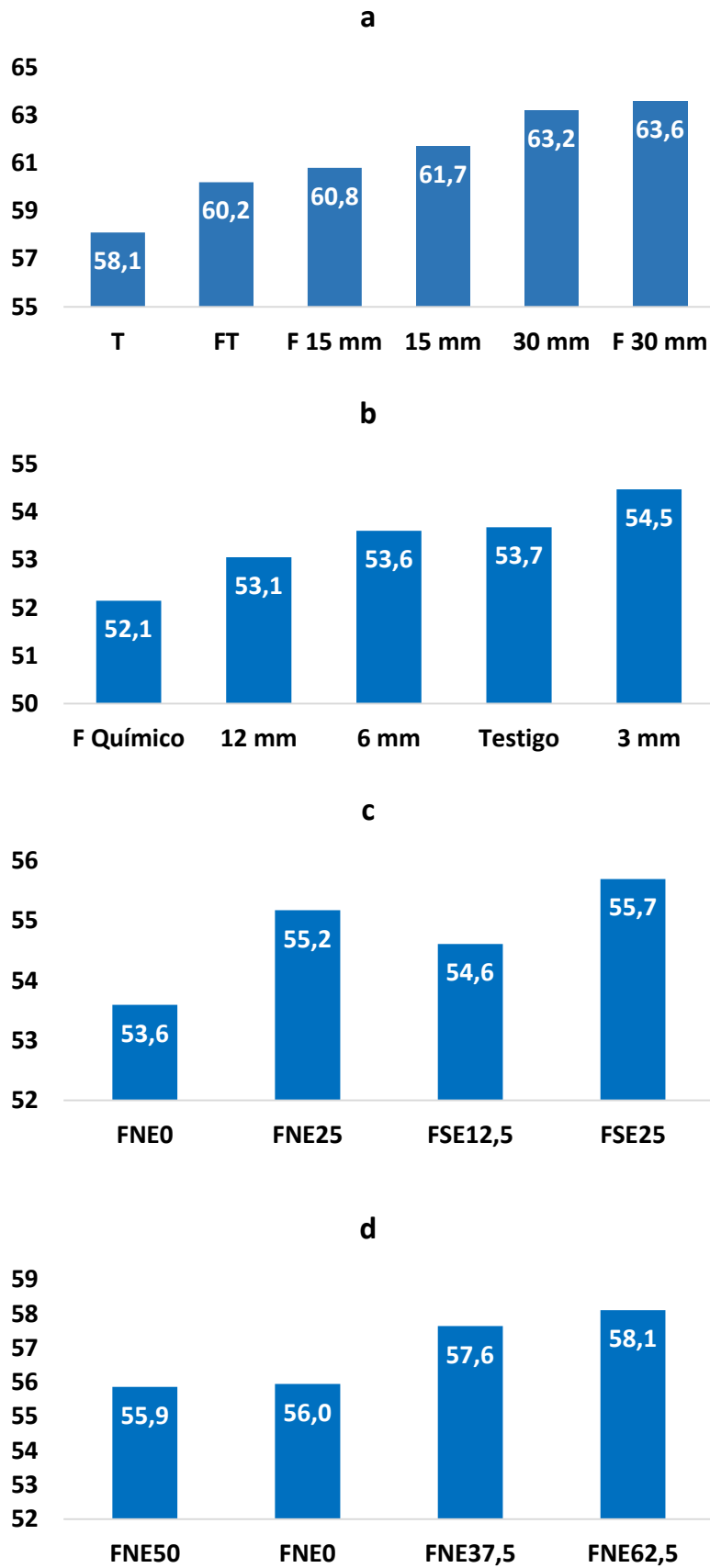


Figura 8: Índice de clorofila de maíz en estado fenológico V8. a) La Constancia, b) El Cebil, c) Círculo 1 Dos Ríos, d) Círculo 2 Dos Ríos.

De acuerdo a los resultados obtenidos con el SPAD, se puede afirmar que los diferentes tratamientos evaluados afectaron al índice de clorofila. Piekielek *et al.*, (1995) consideran que el punto crítico, a partir del cual no hay respuesta al abonado nitrogenado, se corresponde con una lectura SPAD de 52 unidades. Los valores obtenidos se encontraron por encima de esta lectura de referencia, inclusive en los tratamientos testigo sin aplicación de fertilizante, debido a un elevado contenido presiembra de $N-NO_3^-$ en suelo en los tres sitios experimentales; lo que indica que las plantas no sufrieron carencias de N.

Rendimiento

Se presentan a continuación los resultados en cuanto al rendimiento del cultivo de maíz con los diferentes tratamientos realizados:

La Constancia

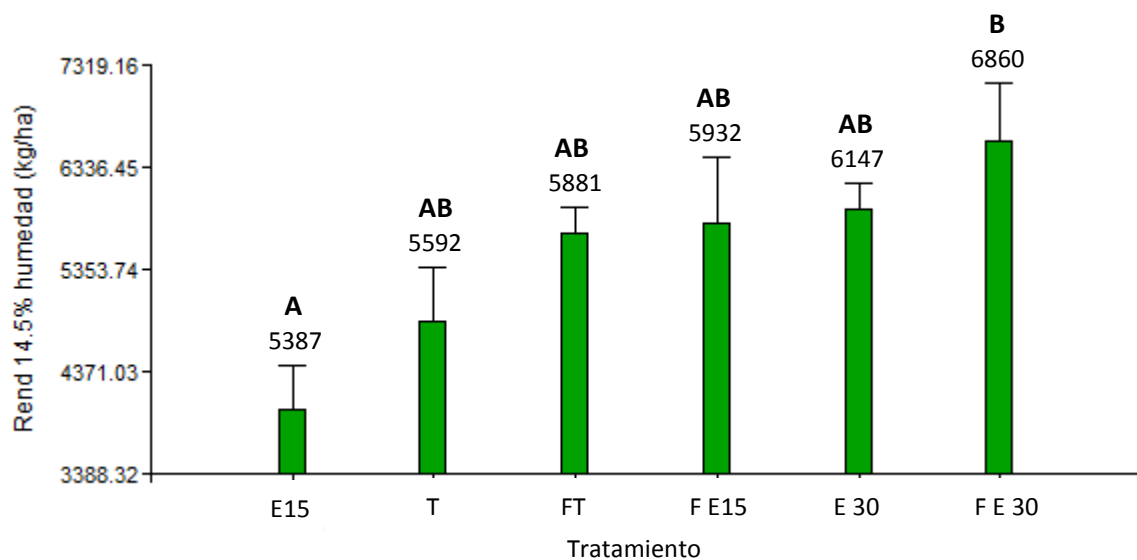


Figura 9. Rendimiento Establecimiento La Constancia

Se observaron rendimientos bajos en relación a otras campañas posiblemente debido a las bajas precipitaciones ocurridas durante el ciclo del cultivo y los meses anteriores.

El rendimiento observado para la dosis de 30 mm fue el mayor de todos los tratamientos evaluados, esto probablemente se dio como respuesta al aporte de nutrientes y, ante la escasez de precipitaciones, también puede haber contribuido como un aporte de agua en el ciclo del cultivo.

El Cebil

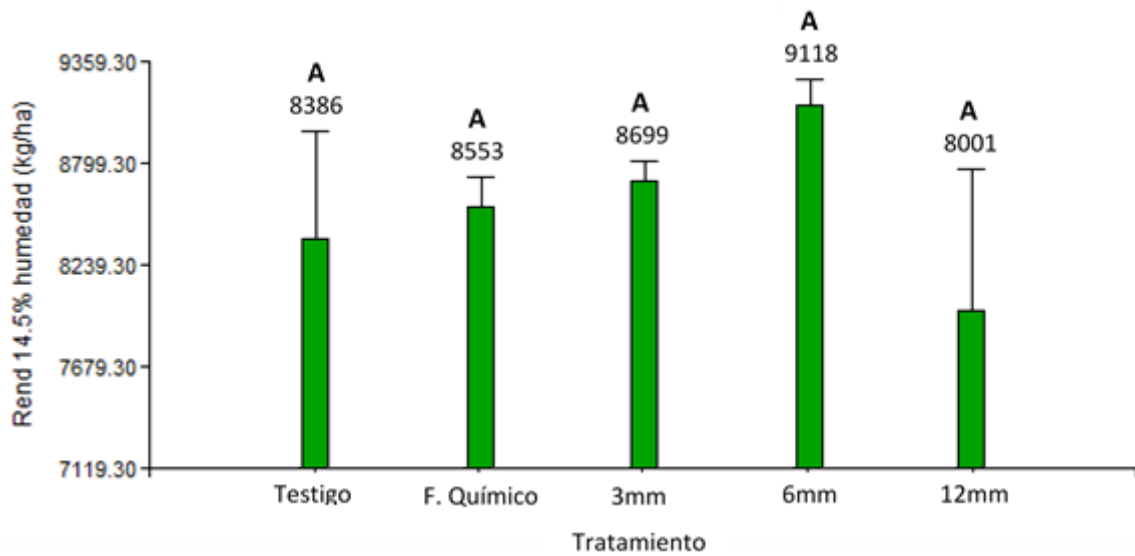


Figura 10. Rendimiento Establecimiento El Cebil

No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos planteados. La elevada fertilidad inicial del lote, no permitió expresar el aporte de nutrientes vía efluente porcino en este sitio experimental. Con la aplicación de una dosis superior a 6mm se obtuvo una reducción de rendimiento respecto a dosis menores, similar comportamiento fue observado en ensayos previos realizados por la empresa.

Dos Ríos

Círculo 1

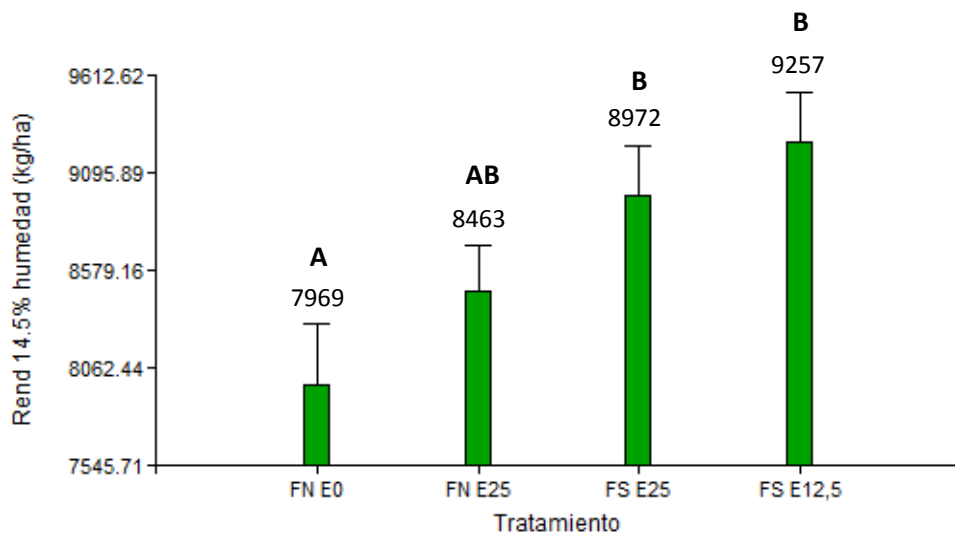


Figura 11. Rendimiento Círculo 1 Establecimiento Dos Ríos

Círculo 2

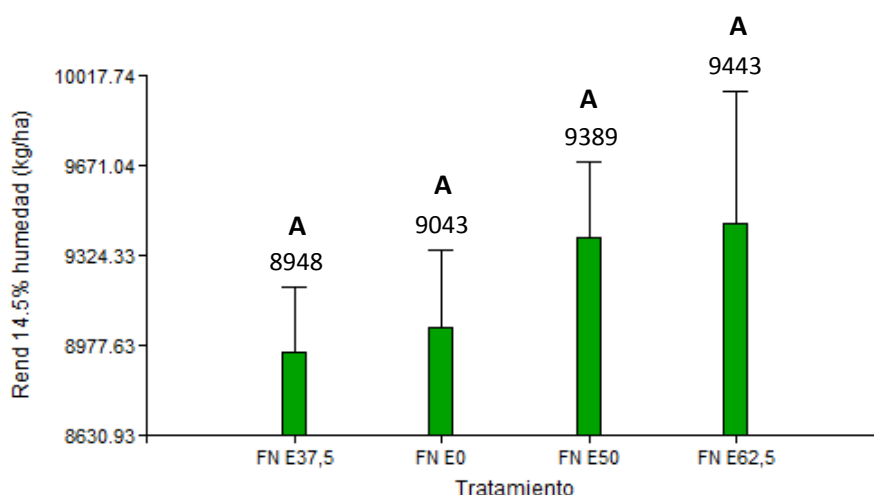


Figura 12. Rendimiento Círculo 2 Establecimiento Dos Ríos

En ambos círculos se observó una respuesta positiva de rendimiento a la aplicación de efluentes porcinos respecto al testigo. Considerando el bajo contenido inicial de fósforo en el suelo presiembra (12,7ppm) en el círculo 1, el aporte de 80 kg/ha de SPS a la siembra posiblemente contribuyó a un incremento de rendimiento respecto a las parcelas sin aplicación de fertilizante.

Si bien las diferencias de rendimiento no fueron estadísticamente significativas en el círculo 2, se observó una tendencia previsible de comportamiento a la aplicación de las dosis evaluadas (a mayor dosis mayor rendimiento).

Parámetros de calidad

A continuación, se observan el peso de mil granos y peso hectolítrico (PH) para los tres sitios experimentales y cada uno de los tratamientos (Tabla 10, 11 y 12).

Tabla 10. Peso de mil granos y Peso hectolítrico (PH) - La Constancia

Tratamiento	Peso de mil granos	PH
F E15	269,5	81,3
F E30	266,9	81,7
F T	259,3	81,9
E15	241,9	82,1
E30	262,6	82,2
T	244,0	82,0

Tabla 11. Peso de mil granos y Peso hectolítrico (PH) - El Cebil

Tratamiento	Peso de mil granos	PH
F. Químico	265,5	72,88
3 mm	259,2	73,76
12mm	253,3	72,37
6mm	256,0	73,31
Testigo	263,3	73,00

Tabla 12. Peso de mil granos y Peso hectolítrico (PH) - Dos Ríos

Circulo 1			Circulo 2		
Tratamiento	Peso de mil granos	PH	Tratamiento	Peso de mil granos	PH
FN E0	277,2	76,5	FN E0	270,7	79,7
FS E12,5	299,5	77,9	FN E37,5	272,4	78,7
FS E25	287,1	77,3	FN E50	279,3	78,8
FN E25	265,9	76,4	FN E62,5	287,1	79,6

Efecto sobre las propiedades químicas del suelo

A continuación, se observan los resultados de los análisis de suelos evaluados luego de la cosecha de los cultivos (Tabla 13 y 14) y en el Anexo I, los gráficos de algunas variables representativas de calidad de suelo.

La Constancia

Tabla 13. Parámetros de fertilidad y cationes Post-Cosecha (0-20 cm).

Parcela	%MO	%Nt	Pe	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI (%)
	g/100 g suelo		ppm		dS m ⁻¹	(cmol kg ⁻¹)					
E15	2,45	0,14	49	7,1	1,1	14,05	2,80	0,51	3,08	22,0	2,3
E30	2,73	0,17	>70	6,0	0,8	12,85	2,88	0,31	2,75	22,1	1,4
T	2,83	0,17	45	6,9	0,7	13,92	3,03	0,24	2,63	22,0	1,1
F E15	2,63	0,15	43	6,8	0,7	15,25	2,21	0,30	2,55	22,9	1,3
F E30	2,61	0,16	51	6,7	1,4	15,20	1,32	0,38	2,95	21,2	1,8
FT	2,71	0,17	53	6,9	0,8	15,38	2,69	0,29	2,68	22,2	1,3

Tabla 14. Contenido de N-NO₃⁻ Post-Cosecha.

Profundidad (cm)	N-NO ₃ ⁻ (ppm)					
	E 15	E 30	T	F E15	F E30	FT
0-20	12,3	13,9	10,8	9,1	25,8	7,8
20-60	11,7	10,1	6,3	6,6	17,6	6,2

No se observaron cambios en las propiedades químicas del suelo que limiten la producción del cultivo de maíz.

Los valores de pH son ligeramente ácidos y no representan ningún problema para el desarrollo de los cultivos y la absorción de nutrientes.

El balance catiónico mostró en todos los tratamientos situaciones con adecuado contenido de calcio (Ca). La concentración deseada de ese elemento en el complejo de intercambio catiónico (CIC) se estima entre un 65 y 70%. Los valores hallados, representan de un 58 y a un 72% de saturación (Sat.Ca), y son correctos para el normal desarrollo de los cultivos.

Los valores de magnesio (Mg) observados son altos en todos los tratamientos, excepto en F E30 que se encuentra por debajo del valor referencial de 10% de saturación. El contenido de potasio (K) es elevado ya que en todos los tratamientos supera el valor adecuado entre un 3-5%. No hay problemas en cuanto al contenido de sodio (Na) que se encuentra dentro de valores normales.

La conductividad eléctrica (EC) es baja en todos los tratamientos y no representa inconveniente alguno para el desarrollo de los cultivos.

El Cebil

Tabla 15. Parámetros de fertilidad y cationes Post-Cosecha (0-20 cm).

Parcela	%MO	%Nt	Pe	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI (%)
	g/100 g suelo		ppm	dS m ⁻¹	(cmol kg ⁻¹)						
Testigo	2,69	0,15	54	6,41	0,66	12,63	4,56	0,32	2,16	23,99	1,33
3 mm	2,39	0,15	51	6,54	0,90	14,16	3,86	0,26	2,34	23,90	1,10
6 mm	2,66	0,15	56	6,52	0,69	13,22	3,49	0,31	2,30	21,50	1,45
12 mm	2,97	0,16	57	6,64	0,82	14,87	2,40	0,35	2,03	22,84	1,52
F Químico	2,51	0,15	44	6,64	0,69	13,67	3,76	0,27	2,29	21,78	1,25

Tabla 16. Contenido de N-NO₃⁻ Post-Cosecha

Profundidad (cm)	N-NO ₃ ⁻ (ppm)				
	Testigo	3 mm	6 mm	12 mm	F Químico
0-20	11,3	16,1	9,3	15,5	10,8
20-60	10,3	12,1	9,3	9,2	6

No se observaron síntomas de degradación química de suelo en ninguno de los parámetros analizados.

Los valores de pH son ligeramente ácidos y no representan ningún problema para el desarrollo de los cultivos y la absorción de nutrientes.

El contenido de Ca fue bajo en todas las parcelas. Los valores hallados, representan de un 52 y a un 62% de saturación, y son bajos para el normal desarrollo de los cultivos tomando los parámetros de referencia mencionados anteriormente.

Los valores de magnesio (Mg) observados son altos en todos los tratamientos, superiores al valor referencial de 10% de saturación. El contenido de potasio (K) es elevado ya que en todos los tratamientos supera el valor del 8% en el complejo de intercambio. No hay problemas en cuanto al contenido de sodio (Na) que se encuentra dentro de valores normales.

La conductividad eléctrica (EC) es baja en todos los tratamientos y no ofrece inconveniente alguno para el desarrollo de los cultivos.

Dos Ríos

Círculo 1

En la Tabla 17 se pueden observar los parámetros de fertilidad y cationes, y en la Tabla 18 el contenido de nitratos medidos en suelo posterior a la cosecha del cultivo.

Tabla 17. Parámetros de fertilidad y cationes Post-Cosecha (0-20 cm).

Parcela	%MO	% Nt	Pe	pH	CE	S-SO ₄ ⁻	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI (%)
	g/100g suelo		ppm		dS m ⁻¹	ppm	(cmol kg ⁻¹)					
FN E0	2.72	0.15	8	6.6	0.6	8	11.1	2.7	0.3	1.8	19.9	1.4
FS E 12.5	2.68	0.14	11	6.7	0.6	10.6	11	3	0.4	1.8	20	2.2
FS E25	2.18	0.13	11	7.5	1.7	10.2	14.6	2.4	0.4	1.9	19.3	1.9
FN E25	2.28	0.13	8	6.6	0.6	8.1	11.3	3.7	0.3	1.8	19.4	1.6

Tabla 18. Contenido de N-NO₃⁻ Post-Cosecha

Profundidad (cm)	N-NO ₃ ⁻ (ppm)			
	FN E0	FS E12.5	FS E25	FN E25
0-20	8.2	9.3	11.8	10
20-40	4.4	8.1	6.5	4
40-60	5.5	10.9	12.3	6.8

Se observó en todos los tratamientos un leve incremento del NT y una disminución del contenido de fósforo. Los valores de pH son ligeramente ácidos, excepto el tratamiento FS E25 que presenta un valor por encima de la neutralidad.

En cuanto a la fertilidad actual, el nivel de N-NO₃ (0-20 cm) presenta una oferta estimada de nitrógeno (N) para un futuro entre 21 y 30 kg/ha. En cuanto al S-SO₄ las parcelas con aplicación de efluente y fertilizante mineral presentaron un valor superior al tomado como umbral (10 ppm), mientras que las parcelas con aplicación solo de efluente presentaron valores bajos de S.

El contenido de Ca fue bajo en todas las parcelas, excepto en FS E25 que presenta un valor elevado por encima de los parámetros de referencia mencionados anteriormente. Los valores de magnesio (Mg) observados son altos en todos los tratamientos, superiores al valor referencial de 10% de saturación. El contenido de potasio (K) es elevado ya que en todos los tratamientos supera el valor del 8% en el complejo de intercambio. No hay problemas en cuanto al contenido de sodio (Na) que se encuentra dentro de valores adecuados.

La conductividad eléctrica (EC) es baja en todos los tratamientos salvo en FS E25 que casi triplica el valor hallado en las otras parcelas; de todas formas, no genera inconveniente alguno para el desarrollo de los cultivos.

Círculo 2

Tabla 19. Parámetros de fertilidad y cationes Post-Cosecha (0-20 cm).

Parcela	%MO	% Nt	Pe	pH	CE	S-SO ₄ ⁻	Ca	Mg	Na	K	CIC	PSI (%)
	g/100g suelo		ppm		dS m ⁻¹	ppm	(cmol kg ⁻¹)					
FN E0	3.28	0.19	35	6.6	0.7	9.9	11	3	0.3	1.7	19	1.6
FS E 37.5	2.83	0.17	20	7.4	1.8	11.8	15	2.2	0.5	2.5	20.9	2.3
FS E50	3.02	0.16	30	6.8	1.6	9.8	12.9	2.9	0.5	2.9	23.6	1.9
FN E62.5	3.15	0.17	25	7	1.8	11.7	12.1	3.4	0.6	3	22.9	2.6

Tabla 20. Contenido de N-NO₃- Post-Cosecha

Profundidad (cm)	N-NO ₃ ⁻ (ppm)			
	FN E0	FS E37.5	FS E50	FN E62.5
0-20	9.9	21.9	35.9	39.1
20-40	5.4	25.4	28.9	40
40-60	4.3	26.2	33.7	46.3

Se observó en todos los tratamientos un incremento del NT y un importante incremento en el contenido de PE. Los valores de pH se encuentran próximos a la neutralidad en todas las parcelas.

En cuanto a la fertilidad actual, hay una marcada diferencia en los niveles de N-NO₃ (0-20 cm) entre los tratamientos, mostrando un gran incremento entre las parcelas con aplicación de efluente (55 – 98 kg/ha) y la parcela testigo (24,75 kg/ha). En cuanto al S-SO₄ todas las situaciones estudiadas están próximas o por encima del valor tomado como umbral (10 ppm), dando como resultado una oferta entre 25 y 30 kg/ha de S.

El contenido de Ca fue bajo en todas las parcelas. Los valores de magnesio (Mg) observados son altos en todos los tratamientos, superiores al valor referencial de 10% de saturación. El contenido de potasio (K) es elevado ya que en todos los tratamientos supera el valor del 8% en el complejo de intercambio. No hay problemas en cuanto al contenido de sodio (Na) que se encuentra dentro de valores adecuados.

Se observó un leve incremento de la CE y del PSI en las parcelas con aplicación de efluentes. Esto no ocasionó ningún perjuicio para la producción de los cultivos ni las propiedades químicas del suelo.

Conclusiones

La utilización de efluente porcino puede ser considerada como una importante estrategia de reposición de nutrientes (N y P) a largo plazo donde se preserva el medio ambiente y se conserva la fertilidad del suelo. En sistemas de producción donde el fosforo es limitante, el aporte de este elemento a través del purín se torna importante en cuanto a la producción y economía de la empresa.

Existe una importante variabilidad en la composición nutricional del efluente porcinos entre establecimientos, por tal motivo es importante una caracterización del subproducto a utilizar para calcular la dosis de aplicación.

Es posible considerar que una fertilización basada exclusivamente en aportes de efluente porcino podría reducir o sustituir parte de la fertilización inorgánica.

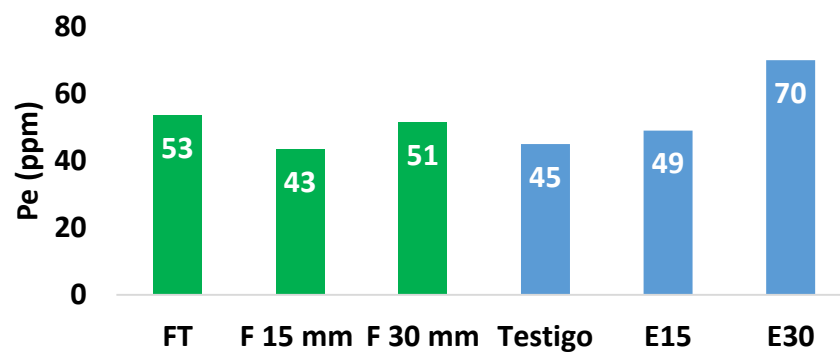
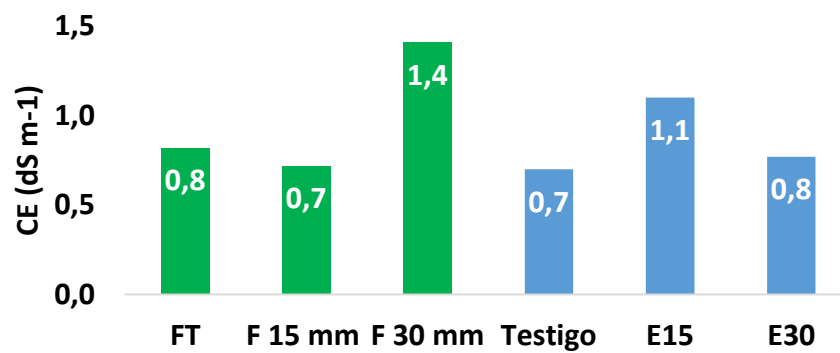
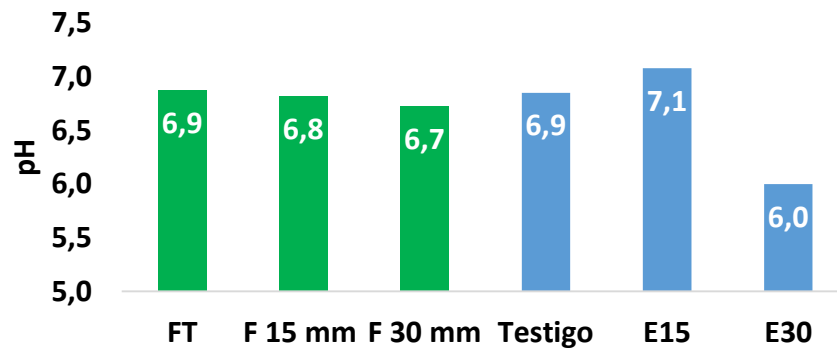
En las dosis evaluadas, no se observó degradación de los parámetros químicos de suelo.

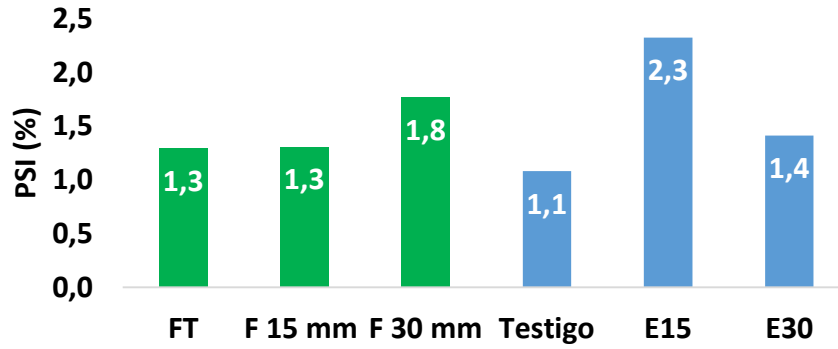
La utilización de subproductos genera una mejora económica en el resultado de los establecimientos, debido a respuestas mayormente positivas a rendimiento y balances positivos de P y N.

Se considera oportuno dar continuidad a los ensayos para evaluar el efecto de las aplicaciones a largo plazo sobre el suelo y los cultivos que integran las rotaciones de las empresas.

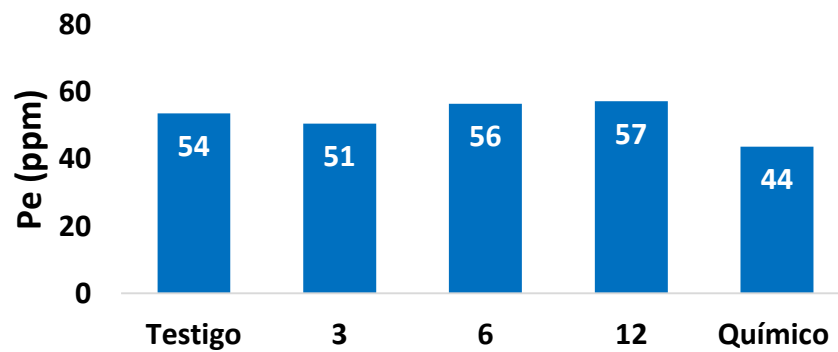
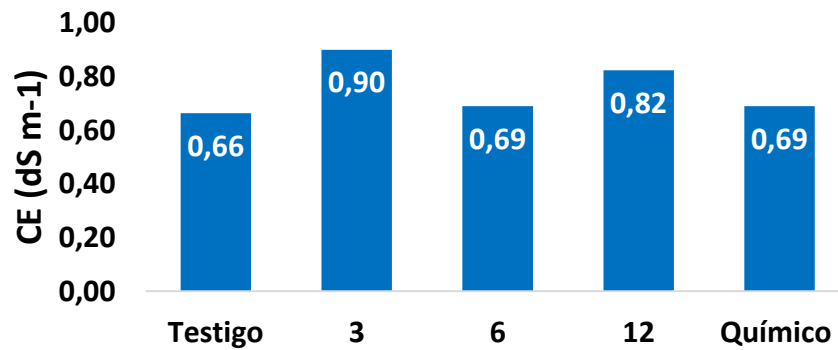
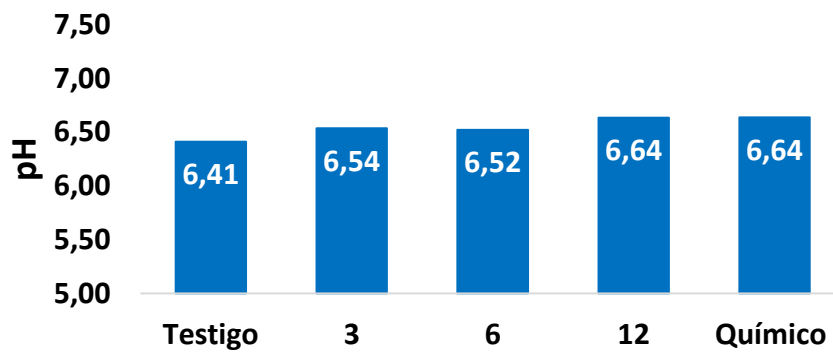
Anexo I

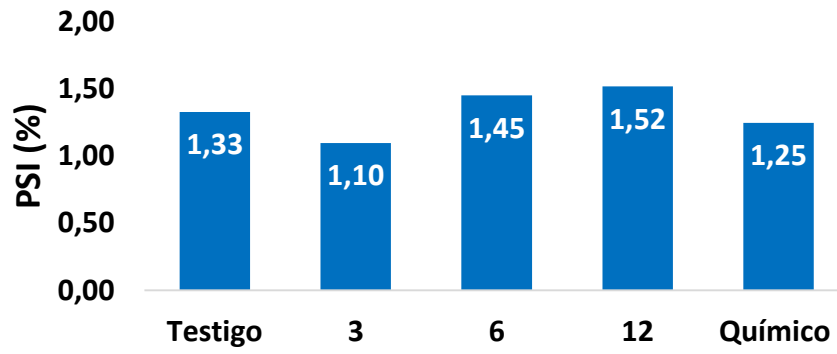
La Constancia



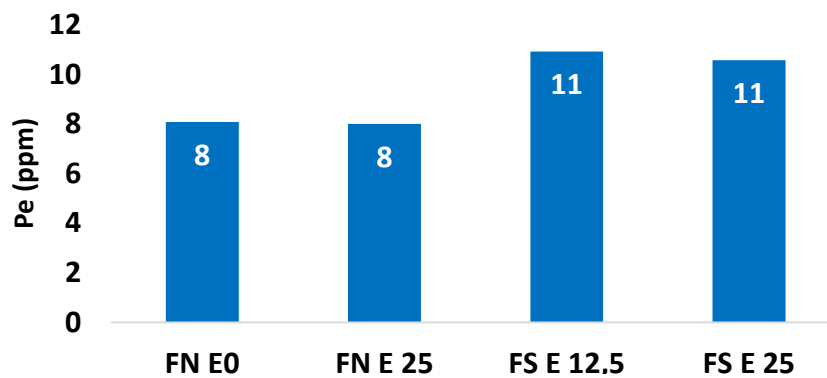
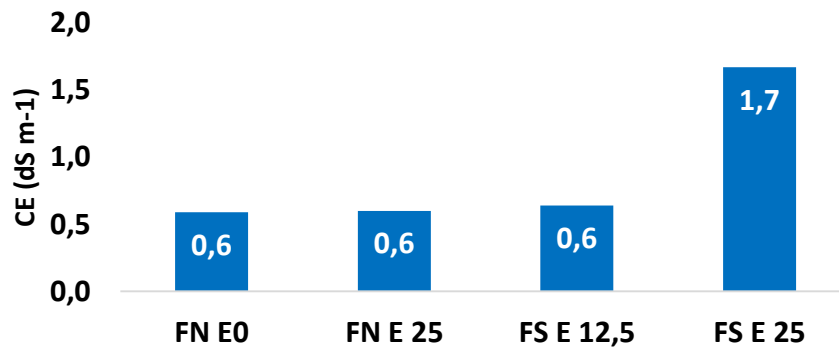
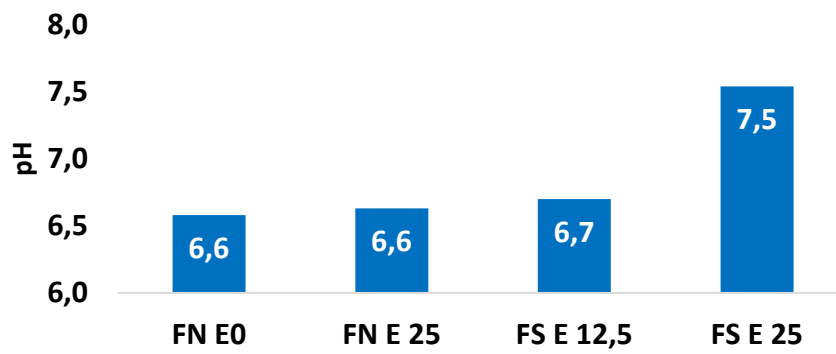


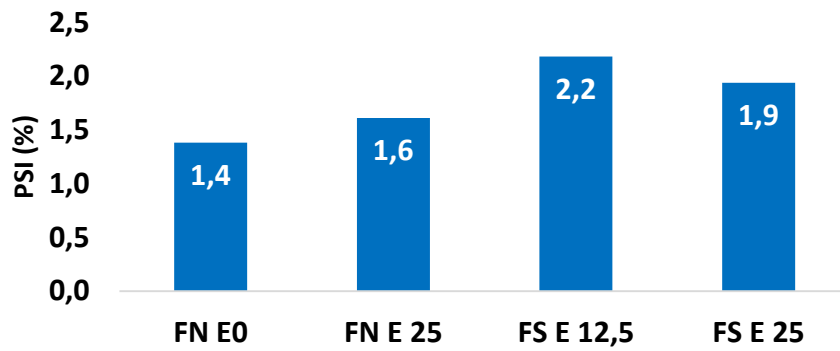
El Cebil





Circulo 1 Dos Ríos





Circulo 2 Dos Ríos

