

Asociación Argentina de Economía Agraria

SOSTENIBILIDAD DEL CRECIMIENTO AGRICOLA DE SAN LUIS (Argentina)

Año 2017

*Diaz, Jorge Raúl*¹
diaz.jorgeraul@gmail.com

*Froment, Juan Ramiro*²

*Perez, Alberto*³

*Güerri, Emilio*⁴

*Cozzarin, Guillermo*⁵

¹ Ingeniero Agrónomo. Magister INTA/UNSL

² Ingeniero Agrónomo INTA SL

³ Ingeniero Agrónomo UNSL

⁴ Ingeniero Agrónomo INTA SL

⁵ Ingeniero Agrónomo UNSL

Asociación Argentina de Economía Agraria

SOSTENIBILIDAD DEL CRECIMIENTO AGRICOLA DE SAN LUIS (Argentina)

RESUMEN

El crecimiento de la agricultura en la provincia de San Luis, un factor relevante en la diversificación productiva y el desarrollo, hoy ocupa el 10 % de la superficie productiva, es por este motivo que se hace necesario analizar los factores que hacen su sostenibilidad y de esta manera garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Este trabajo efectúa un análisis económico del balance de nutrientes a nivel provincial y del departamento General Pedernera. Se obtuvo una valoración económica del balance de nutrientes de los cultivos de maíz y soja, para las últimas campañas agrícolas, calculado con un índice de reposición elaborado con una encuesta tecnológica y se simuló el incremento de los índices de reposición.

SUMMARY

The growth of agriculture in the province of San Luis, a relevant factor in the diversification of production and development, now occupies 10% of the productive area, it is for this reason that it is necessary to analyze the factors that make it sustainable and This way guarantee the welfare of present and future generations. This work performs an economic analysis of nutrient balance at the provincial level and at the General Pedernera department. An economic valuation of the nutrient balance of maize and soybean crops was obtained for the last agricultural seasons, calculated with a replenishment index elaborated with a technological survey and simulated increase of the indexes of replenishment.

Asociación Argentina de Economía Agraria

INTRODUCCION

La actividad agropecuaria de San Luis tiene un rol importante en el desarrollo provincial. A pesar de ser una región semiárida su potencialidad productiva es aún hoy subestimada.

En los últimos diez años la superficie agrícola ha crecido en forma notable y la frontera agrícola se ha corrido progresivamente hacia el oeste, debido principalmente al aumento de las precipitaciones medias anuales, derivadas del cambio climático, y a las innovaciones biotecnológicas de la agricultura. Las curvas de precipitaciones se correlacionan con el aumento de la producción. Es decir, la agricultura se ha desplazado en los últimos años siguiendo la distribución de las precipitaciones (Viglizzo *et al*, 1997). Este proceso trajo aparejado un desplazamiento de la ganadería hacia zonas marginales y a su intensificación para mejorar la competitividad económica a través de tecnologías como el engorde a corral y la suplementación de la recría.

Este crecimiento de la agricultura se encontró favorecido por una nueva forma de organización y redes de contratos, con arrendamientos de corto plazo que han tendido al monocultivo. Los arrendatarios son empresas o pooles de siembra cuya relación con el campo es de tipo contractual y la gestión se caracteriza por la toma de decisiones de corto plazo. En tal caso, existiría un desacoplamiento entre decisiones productivas y la percepción de señales ambientales (Manuel-Navarrete *et al.*, 2005). Esto implica analizar qué factores de este proceso afectan la sostenibilidad y como avanzar hacia una agenda que articule el progreso con la conservación del medio ambiente basada en el conocimiento.

La FAO define al desarrollo sustentable como la gestión y conservación de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico e institucional de modo que garantice el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

En nuestro país, la reforma constitucional de 1994 y la incorporación de la cláusula ambiental con jerarquía constitucional brinda un nuevo escenario. Así, la obligación de las autoridades de proveer en materia ambiental en los términos del artículo 41, es en sí mismo un llamado de atención para los responsables no solo de las áreas ambientales sino de los diferentes espacios de gobierno en sus diversas funciones (Juliá, 2009).

La combinación de actividades productivas, el aumento de la superficie agrícola y la intensificación de la ganadería influyen en el estado de los ecosistemas pampeanos y en los servicios ambientales que estos proporcionan. En particular, estos tres factores provocan alteración de hábitats, pérdida de biodiversidad, resistencia a fitosanitarios, alteración de los ciclos de nutrientes, alteraciones de las propiedades físico-químicas del suelo, y contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nutrientes y biocidas. (Manuel-Navarrete *et al*, 2005).

Rotoló (2016) demostró que el aumento de las tecnologías de insumo da como resultado un empobrecimiento del ambiente. Flores y Sarandon (2002) argumentan que el análisis costo-beneficio económico como único método de toma de decisiones ha enmascarado un costo importante de degradación del capital natural a través de la pérdida de fertilidad del suelo.

En los últimos años se han venido publicando trabajos en la Argentina de diferentes regiones relacionados a la pérdida de fertilidad de los suelos. En el partido de Arrecifes, zona norte de la provincia de Buenos Aires se evaluó los cambios tecnológicos en los últimos 20 años. La racionalidad económica de maximización de rentabilidades trajo como consecuencia una pérdida en la capacidad productiva de los suelos. Dicho “*costo oculto*”, como lo denominan los autores del trabajo, no ha sido tenido en cuenta en el cálculo de dichas rentabilidades

Asociación Argentina de Economía Agraria

(Zazo, 2011). En el centro sur de Buenos Aires, Manchado, (2011) expresa que “si fuera posible una diversificación relativamente homogénea en la región, alguna forma eficiente de rotación agrícola ganadera, sería beneficiosa para los sistemas en su conjunto. En la práctica ello no es posible, porque la agricultura arroja márgenes brutos superiores a la ganadería, cuyos sistemas de cría se extienden por donde la actividad agrícola no es posible debida a limitaciones edáficas”.

En Santa Fe los resultados de un estudio realizado arrojaron que la soja y el maíz extrajeron el 84% de los micronutrientes analizados. El resultado negativo de este balance de micronutrientes reafirmó que la extracción de estos nutrientes en los granos cosechados es trascendente y está sujeto a las variaciones interanuales de los rendimientos y de la superficie implantada de cada uno de ellos (Manlla, 2013).

Arzubi (2009) afirma que los planteos agrícolas más convenientes desde el punto de vista económico se modifican de acuerdo a si se contemplan (Largo plazo) o no se contemplan (Corto plazo) los costos de reposición por el balance de nutrientes y la materia orgánica del suelo.

Teniendo en cuenta la importante exportación neta de nutrientes de soja (IPNI, 2011) y considerando la importancia del aspecto ambiental para la sustentabilidad de las empresas agrarias (Flores y Sarandon, 2002) surgió la necesidad de efectuar un análisis a nivel regional sobre la exportación de nutrientes de las principales actividades agropecuarias.

Es necesario realizar estos balances con mayor precisión para efectuar una fertilización equilibrada, donde no sólo se reponga lo extraído sino también se mantenga, y que, junto con otras alternativas de manejo, se pueda revertir o recuperar el deterioro físico químico del suelo.

Según la asociación civil Fertilizar la reposición correspondiente a los principales cuatro nutrientes oscila entre un 25 y un 35%. Las cifras correspondientes al balance entre la extracción de nutrientes por los principales cultivos y los aportes por fertilización, continúan siendo deficitarias en los suelos agrícolas de la Argentina. En la campaña 2010/11 se extrajeron 3.93 millones de toneladas de N, P, K, S y Ca, siendo la reposición de 1.36 millones de toneladas, lo que representa un 34.6% de reposición (Cruzate y Casas, 2012).

En la Argentina según la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA, 2009) en la campaña 2007/08 se registró un record de 3.7 millones de toneladas de consumo de fertilizantes en función de la buena relación existente entre el precio de los granos y el de los fertilizantes. En 2008/09 se observó una marcada disminución en el uso de los insumos ya que se aplicaron sólo 2.55 millones de toneladas de fertilizantes (Fertilizar, 2009). En la campaña 2010/11 el consumo de fertilizantes creció hasta un nivel de 3.4 Mt.

En la campaña 2015/2016 se sembraron 32.408.172 de ha para las cuales se aplicó fertilizantes sobre el 63 % de la superficie. Para 4.249.99 has de maíz sembradas se fertilizó el 77% del área, con respecto a la soja se sembraron 20.679.253 y se fertilizó el 53% del área⁶. Para San Luis, aunque menciona una superficie menor que la proporcionada por el Ministerio de Agroindustria citamos la superficie fertilizada informada en soja de 28 % y maíz de 44%.

La Asociación Civil Fertilizar realizó un informe destacando que en el año 2016 el consumo de fertilizantes en Argentina fue de 3.610.000 toneladas, reflejándose un incremento del 46% respecto de año 2015, que había sido de 2.474.000 toneladas. Los incrementos más

⁶ Datos obtenidos de la asociación civil Fertilizar (<http://www.fertilizar.org.ar> visitado el 10 de Julio del 2017).

Asociación Argentina de Economía Agraria

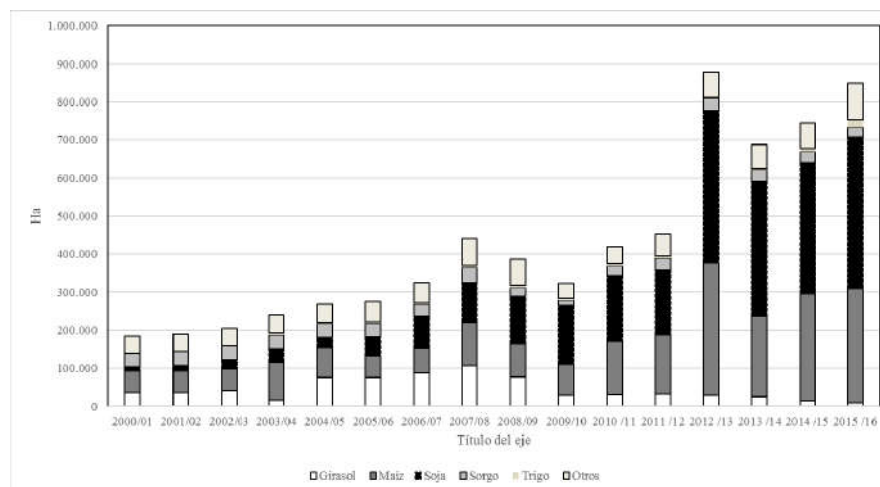
sustanciales se dieron en el segundo y tercer cuatrimestre, explicados por el aumento de las gramíneas en la superficie de siembra. Algo similar ocurrió en el tercer cuatrimestre donde el consumo aumentó un 44% respecto al mismo periodo del año anterior, gracias a que el maíz fue el motor principal.

En la provincia de San Luis en los últimos años se ha repetido el pronunciado cambio en el uso del suelo, la “agriculturización”, cambios tecnológicos y, arrendamientos de empresas y pooles en distintas áreas de la provincia, en particular en los establecimientos del oeste con ambiente frágil donde se desarrolla la ganadería y en donde las precipitaciones son dispares. Se han producido efectos como en la cuenca del Morro que han provocado erosión, inundaciones y pérdida de nutrientes. El gráfico 1 muestra la evolución de la superficie sembrada por cultivo.

La ocupación agrícola del suelo ha llegado alrededor del 10 % de la superficie total. Se está diversificando la producción en las áreas de riego, aunque los sistemas de producción predominantes son el ganadero puro y el agrícola ganadero. El primero se caracteriza por el uso de pastizal natural y mega térmicas al oeste y en el centro este, sistemas ganaderos más intensivos, la agricultura convive en la región en gran parte sin seguir esquemas preestablecidos de rotaciones.

Históricamente las precipitaciones oscilan entre los 300 y 600 mm anuales, disminuyendo en sentido este-oeste, encontrando valores mínimos en la región noroeste de la provincia.

Gráfico 1. Superficie sembrada por cultivo en la provincia de San Luis.

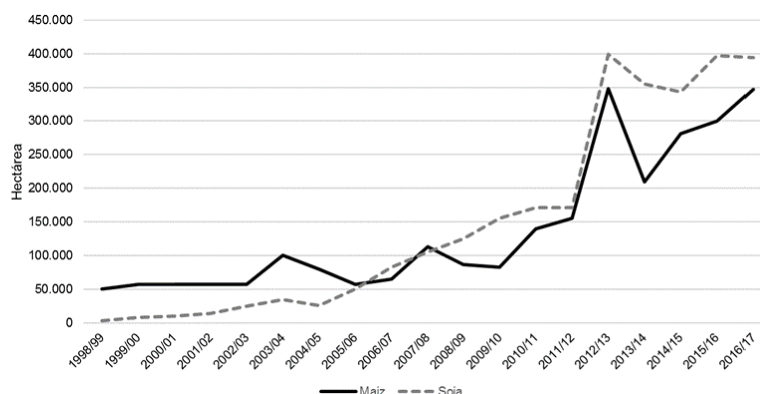


Fuente: Elaboración propia según datos del Ministerio de Agroindustria.

En el caso de maíz y soja existe una distribución de superficie más homogénea que el promedio nacional donde la relación soja maíz de 4 a 1. (Gráfico 2).

Asociación Argentina de Economía Agraria

Gráfico 2. Superficie de soja y maíz San Luis.



Fuente: Elaboración propia según datos del Ministerio de Agroindustria

Esta distribución se extiende principalmente en el centro este de la provincia y en las últimas campañas se concentra en el departamento de General Pedernera.

Tabla 1. Superficie Sembrada por Departamento periodo 2014-2016.

	Campaña 2014/2015			Campaña 2015/2016		
	Maíz	Soja	Total agrícola	Maíz	Soja	Total agrícola
Ayacucho	4000	3500	16100	3500	4500	11800
Chacabuco	23000	28000	64400	14000	35000	49300
Pringles	27000	42000	85925	55000	64000	120600
Pedernera	175000	220000	446000	154400	246678	415278
Dupuy	30000	17000	66100	41400	7700	50900
Pueyrredón	20000	29200	58930	18000	28500	47200
Junín	1000	1500	3100	600	1400	2350
San Martín	1000	2300	3700	600	2200	2800
TOTAL	281000	343500	744255	287500	289978	700228
% del total	38%	46%		41%	41,5%	

Fuente: Elaboración propia según datos del Ministerio de Agroindustria

Existe legislación vigente, la Ley de protección y conservación de suelos N° IX-0315-2004 (5461), donde dice “Declárese de interés público en todo el territorio de la provincia de San Luis, la protección y conservación de los suelos ubicados en áreas rurales, entendiéndose por ello el mantenimiento y mejoramiento de su capacidad productiva” y en su artículo 3 b) Agotamiento: Disminución notoria de la aptitud productiva intrínseca del suelo por la excesiva extracción de nutrientes y sin la debida reposición de los mismos.⁷

Otro antecedente importante es la Ley N° 0749-2010 Plan maestro ambiental: Tratado de paz entre progreso y medio ambiente, que tiene la finalidad de armonizar el desarrollo tecnológico en un marco de desarrollo sustentable.

Ambas consideran la sostenibilidad y evitar la tendencia a la degradación ambiental cuando se aplican sistemas de labranza y tecnologías de producción que llevan a desbalances en el

⁷ En la actualidad se encuentra en vigencia el decreto reglamentario 2651/07 que reglamenta su aplicación en la provincia

Asociación Argentina de Economía Agraria

contenido de nutrientes de los sistemas, por lo cual es preciso generar información para contribuir a preservar la potencialidad productiva de los sistemas.

MATERIALES Y METODOS

1. Región de Estudio:

La provincia de San Luis está situada entre los 31°50'30'' y 36° de latitud Sur, y entre las longitudes 64°55'30'' a 67°15'30'' al oeste del meridiano de Greenwich. Se extiende de norte a sur en 464 km y alcanza a medir 225 km en su máxima extensión de este u oeste. La superficie es de 76.748 km². Limita al norte con las provincias de San Juan, La Rioja y Córdoba, al este con Córdoba y La Pampa, al sur con La Pampa y al oeste con Mendoza y San Juan. Peña Zubiate (2006) ha reconocido tres órdenes principales de suelo: Entisoles (70%), Molisoles (20%) y Aridisoles (10%). Como denominador común son tierras muy jóvenes, con un perfil poco evolucionado, escaso contenido de materia orgánica y limitaciones de aridez, semiaridez y alta rocosidad. Debido a esto los suelos presentan una considerable susceptibilidad a degradación por erosión eólica o hídrica. Son suelos con escasa materia orgánica y alta presencia de carbonato de calcio formando tosca. Los mismos se encuentran en la clasificación de suelos por su capacidad de uso entre IV (uso agrícola) y VII (ganadería extensiva). Aptitud IV a VII.

2. Estimación de índices de reposición (IR)

Reposición de nutrientes (Rp_n)

Se calcula analizando los datos de la encuesta realizada por la red de información agropecuaria nacional (RIAN) de INTA entre diciembre de 2006 y enero de 2007⁸. La reposición de nutrientes al sistema se calculó a partir de la cantidad de fertilizantes minerales que se incorporaron para cultivos con finalidad de cosecha de granos. Dicha encuesta abarcó el consumo total de fertilizantes para una superficie correspondiente al 14% del total sembrado de maíz y el 9% de soja. En la campaña 2006-2007 el consumo de fertilizantes fue relativamente alto, registrándose un pico en la campaña siguiente. Los posteriores años el consumo disminuyó, recuperando casi el mismo nivel en la última campaña.

$$Rp_n = \left(\frac{AF_x}{Sup} \right)$$

AF_x = Aporte por fertilización de nutriente elemental (Kg)

n = nutriente (N, P, K, S, Ca y Mg)

Sup = Superficie de la muestra (ha)

$$AF_x = (F_1 \times \%n_{F_1}) + (F_2 \times \%n_{F_2}) + (F_x \times \%n_{F_x}) \dots$$

F_x = Fertilizante utilizado

$\%n$ = Porcentaje del nutriente elemental del fertilizante

Índice de Reposición (IR)

El índice de reposición es la relación entre el aporte de un nutriente por fertilización mineral y la extracción del mismo para un cultivo dado.

$$IR = \widetilde{Rp}_n / \widetilde{Ext}$$

⁸ La base de datos se encuentra en la página web <http://rian.inta.gov.ar/etriap2007/>.

Asociación Argentina de Economía Agraria

IR = Índice de reposición

\widetilde{Rp}_n = Reposición promedio del nutriente elemental por superficie $\left(\frac{kg}{ha}\right)$.

\widetilde{Ext} = Extracción según rinde promedio de campaña $\left(\frac{kg}{ha}\right)$.

3. Valorización del Balance de nutrientes

A partir de la información de superficies y producción promedio de cada año, se calculó la pérdida económica en pesos constantes a junio 2017 del balance provincial. Los valores obtenidos fueron con los totales del cultivo de maíz y soja para la provincia de San Luis y el Departamento General Pedernera.

Balance de nutrientes (B_n)

$$B_n = Ext_{nt} - Rp_{nt}$$

B_n = Balance de nutrientes (kg)

Ext = Extracción del nutriente elemental (kg)

Rp = Reposición del nutriente elemental (kg)

n = Nutriente específico

t = Superficie total

Extracción de nutrientes total (Ext_{nt})

Se calculó la extracción de nutrientes como aquellos removidos por los productos de cosecha de soja y maíz utilizando la planilla de cálculos nutricionales el provisto por el International Plant Nutrition Institute (IPNI) versión 2016 y desarrollado por Garcia y Correndo⁹.

$$Ext_{nt} = Ext_n \times p$$

p = Producción

Reposición de nutrientes total (Rep_{nt})

$$Rep_{nt} = Ext_{nt} \times IR$$

Valorización del B_n (VB_n)

$$VB_n = B_n \times p_f$$

p_f = precio del fertilizante¹⁰

⁹ Datos obtenidos de <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>.

¹⁰ Se tomó el precio promedio anual actualizado por IPC SL junio 2017

Asociación Argentina de Economía Agraria

RESULTADOS

1. Análisis de la tecnología

La superficie fertilizada de la provincia fue 72,88% para maíz de cosecha siendo la urea con el 57,56% el insumo de mayor consumo, seguido por el fosfato diamónico (FDA) 21,44% y el UAN 14,06% entre otros¹¹.

En el departamento Pedernera se fertilizaron lotes en un 75,67% de la superficie. La urea represento un 40,16%, FDA el 25,53% el UAN el 23,70% y una mezcla líquida comercial en base a nitrógeno el 7,05% y el fosfato monoamónico (FMA) el 3,56 %. La superficie fertilizada en el departamento como se puede observar es levemente superior a los de la provincia, más los promedios de dosis de fertilización se mantuvieron constantes.

En relación al cultivo de soja se fertilizó el 52,63% de la superficie en la provincia, siendo los productos más utilizados el superfosfato simple (SPS) y el sulfato de amonio con el 35% cada uno aproximadamente, seguidos por el FDA con el 20% entre otros¹². En el Departamento General Pedernera se fertilizaron lotes en un 49,24% de la superficie, levemente inferior al promedio provincial, y al igual que en maíz las dosis fueron constantes en los dos lugares de estudio.

Con los datos analizados se confeccionó el índice de reposición de N, P y K.

Tabla 2. Índice de Reposición en la provincia de San Luis y departamento Pedernera

	provincia San Luis				departamento Pedernera			
	superficie total		superficie fertilizada		superficie total		superficie fertilizada	
	Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja	Maíz	Soja	Maíz
N	5%	42%	9%	58%	3%	42%	6%	54%
P	16%	28%	26%	39%	13%	39%	27%	50%
K	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia.

2 Valorización del Balance

Se valorizó el balance de nutrientes de maíz y soja para en la provincia de San Luis y el departamento Pedernera, con la metodología propuesta, para las campañas 2012/13 hasta la 2016/17 a nivel provincial, y 2015 al 2017 a nivel departamental.

Balance del cultivo de maíz

El modelo 1 utiliza el IR resultante de la aplicación de fertilizantes en la superficie total, con la producción estimada por el Ministerio de Agroindustria.

¹¹ Resultados en Tablas 1 y 2 del Anexo.

¹² Resultados en Tabla 3 y 4 del Anexo.

Asociación Argentina de Economía Agraria

Tabla 3. Valorización del Balance de Nutrientes en Maíz. Modelo 1.

Modelo 1	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción	tn	1.437.600,00	848.760,00	1.600.020,00	1.812.937,00	2.031.705,00
Extracción Nitrógeno (Ext)	Kg. De N	18.623.454,55	10.920.839,73	20.468.724,32	23.242.782,05	25.943.310,00
Reposición Nitrógeno (Ext x IR)	Kg. De N	7.821.850,91	4.586.752,69	8.596.864,22	9.761.968,46	10.896.190,20
Balance de Nitrógeno (Bn)	Kg. de N	- 10.801.603,64	- 6.334.087,04	- 11.871.860,11	- 13.480.813,59	- 15.047.119,80
Valorización del N elemental	\$ constantes	- 256.520.281,78	- 158.767.879,36	- 235.009.075,86	- 239.277.940,06	- 229.225.791,91
Extracción Fósforo (Ext)	Kg. de P	3.885.405,41	2.141.016,22	4.176.234,91	4.669.686,21	5.313.690,00
Reposición Fósforo (Ext x IR)	Kg. De P	1.087.913,51	599.484,54	1.169.345,77	1.307.512,14	1.487.833,20
Balance Fósforo (Bn)	Kg. De P	- 2.797.491,89	- 1.541.531,68	- 3.006.889,14	- 3.362.174,07	- 3.825.856,80
Valorización del P elemental	\$ constantes	- 182.541.014,66	- 107.887.512,33	- 176.890.139,84	- 202.196.734,46	- 200.779.157,93
Extracción Potasio (Ext)	Kg. de K	4.856.756,76	2.905.664,86	5.481.308,32	6.317.810,76	6.876.540,00
Reposición Potasio (Ext x IR)	Kg. De K	-	-	-	-	-
Balance Potasio (Bn)	Kg. De K	- 4.856.756,76	- 2.905.664,86	- 5.481.308,32	- 6.317.810,76	- 6.876.540,00
Valorización del K elemental	\$ constantes	- 105.929.187,23	- 63.263.901,74	- 153.774.843,96	- 149.990.252,44	- 101.148.133,77
TOTAL	\$ constantes	- 544.990.483,68	- 329.919.293,43	- 565.674.059,66	- 591.464.926,96	- 531.153.083,62

Fuente: Elaboración propia.

Se observó una relación negativa entre la producción y los valores de los balances, que se debe a que los niveles de extracción superan a los de reposición.

La pérdida de macronutrientes significó para la campaña 2016/17, un total de \$-531.153.083,62 para una producción de 2.031.705 t es decir \$ -261,43 por tonelada de grano producido. Esto representa un 11,6% del precio pizarra de maíz de Rosario (\$ 2.250 junio de 2017). Esta pérdida ha disminuido desde la campaña 2009/2010 a un ritmo calculado por regresión lineal de \$29,7 por tonelada, debido principalmente a la disminución del precio de la urea. Tabla 4.

Tabla 4. Valorización de la pérdida de macronutrientes en \$ constantes por tonelada

Campaña	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
\$ (constante jun17)	-379,10	-388,71	-353,54	-326,25	-261,43

Fuente: Elaboración propia

El modelo 2 utiliza el IR resultante de la superficie fertilizada. Tabla 5.

Tabla 5. Valorización del Balance de Nutrientes en Maíz. Modelo 2.

Modelo 2	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Valorización del N Elemental	\$ constantes	\$ -185.756.066,12	\$ -114.969.843,68	\$ -170.178.985,96	\$ -173.270.232,46	\$ -149.154.369,76
Valorización del P Elemental	\$ constantes	\$ -154.652.804,09	\$ -91.404.697,95	\$ -149.865.257,36	\$ -171.305.566,70	\$ -170.104.564,36
Valorización del K Elemental	\$ constantes	\$ -105.929.187,23	\$ -63.263.901,74	\$ -153.774.843,96	\$ -149.990.252,44	\$ -101.148.133,77
TOTAL	\$ constantes	\$ -446.338.057,44	\$ -269.638.443,36	\$ -473.819.087,29	\$ -494.566.051,59	\$ -420.407.067,89

Fuente: Elaboración propia.

El modelo 3 supone un aumento del consumo de fertilizantes del 100% sobre la superficie total. En este caso la reducción de la pérdida por extracción neta de nutrientes es del 46% en la última campaña.

Tabla 6. Valorización del Balance de Nutrientes en Maíz. Modelo 3.

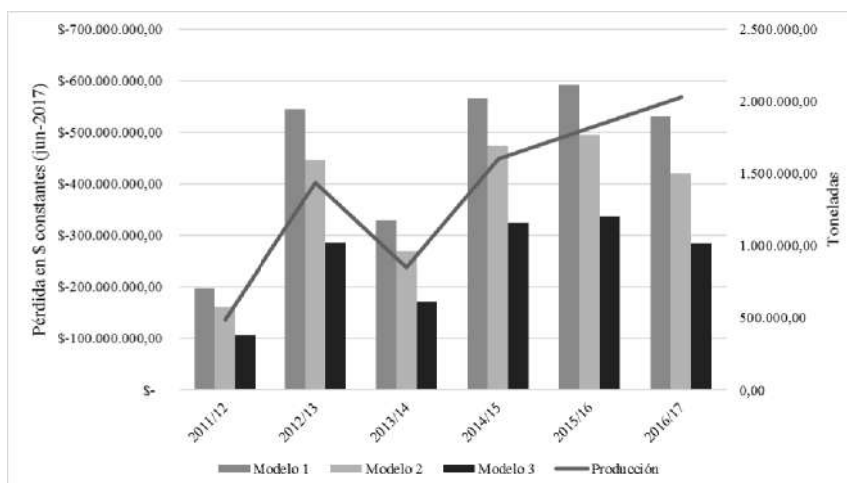
Modelo 3	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Valorización del N Elemental	\$ constantes	\$ -70.764.215,66	\$ -43.798.035,69	\$ -64.830.089,89	\$ -66.007.707,60	\$ -63.234.701,22
Valorización del P Elemental	\$ constantes	\$ -109.017.550,42	\$ -64.432.819,86	\$ -105.642.722,40	\$ -120.756.383,08	\$ -119.909.774,88
Valorización del K Elemental	\$ constantes	\$ -105.929.187,23	\$ -63.263.901,74	\$ -153.774.843,96	\$ -149.990.252,44	\$ -101.148.133,77
TOTAL	\$ constantes	\$ -285.710.953,32	\$ -171.494.757,29	\$ -324.247.656,26	\$ -336.754.343,12	\$ -284.292.609,86

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 3 se observa la comparación entre los 3 modelos.

Asociación Argentina de Economía Agraria

Gráfico 3. Valorización del Balance de Nutrientes en Maíz.



Fuente: Elaboración propia.

Balance del cultivo de soja:

Los índices de extracción neta del cultivo de soja superan a los de maíz a razón del 66%. Se utilizó la misma metodología de simulación que para el cultivo de maíz. Tabla 7.

Tabla 7. Valorización del Balance de Nutrientes en Soja. Modelo 1.

Modelo 1	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Producción	t	678.444,00	848.815,00	962.870,00	1.228.333,00	1.146.540,00
Valorización del N Elemental	\$ constantes	\$ -349.723.585,47	\$ -452.673.132,79	\$ -407.417.466,01	\$ -474.727.900,28	\$ -334.295.184,06
Valorización del P Elemental	\$ constantes	\$ -196.869.529,75	\$ -271.429.164,11	\$ -254.897.971,21	\$ -340.280.118,80	\$ -269.561.052,08
Valorización del K Elemental	\$ constantes	\$ -243.720.692,26	\$ -309.304.036,14	\$ -443.780.811,01	\$ -489.163.667,53	\$ -281.077.356,96
TOTAL	\$ constantes	\$ -790.313.807,48	\$ -1.033.406.333,03	\$ -1.106.096.248,23	\$ -1.304.171.686,60	\$ -884.933.593,09

Fuente: Elaboración propia.

La pérdida resultante de la valorización del N, P y K para la campaña 2016/17 es de \$-884.933.593,09 para una producción de 1.146.540 t, es decir \$ -771,83 por tonelada de grano, lo cual representa un 20,2 % del precio de la soja promedio junio de 2017 (\$3901.11/t)¹³. Esta ha disminuido desde las campañas anteriores a un ritmo de \$-94,18 t⁻¹.

Tabla 8. Valorización del Balance de Nutrientes en Soja. Modelo 2.

Modelo 2	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Valorización del N Elemental	\$ constantes	\$ -318.637.044,54	\$ -412.435.520,98	\$ -371.202.580,14	\$ -432.529.864,70	\$ -304.580.056,59
Valorización del P Elemental	\$ constantes	\$ -173.432.680,97	\$ -239.116.168,38	\$ -224.552.974,63	\$ -299.770.580,85	\$ -237.470.450,64
Valorización del K Elemental	\$ constantes	\$ -243.720.692,26	\$ -309.304.036,14	\$ -443.780.811,01	\$ -489.163.667,53	\$ -281.077.356,96
TOTAL	\$ constantes	\$ -735.790.417,77	\$ -960.855.725,50	\$ -1.039.536.365,79	\$ -1.221.464.113,07	\$ -823.127.864,18

Fuente: Elaboración propia

Los índices de reposición mejorados en el cultivo de soja, al ser marcadamente inferiores que en el cultivo de maíz¹⁴, no evidencian diferencias significativas con respecto al primer modelo.

¹³ Valor calculado a través de la cotización pizarra de Rosario, junio 2017.

¹⁴ Ver Tabla 2.

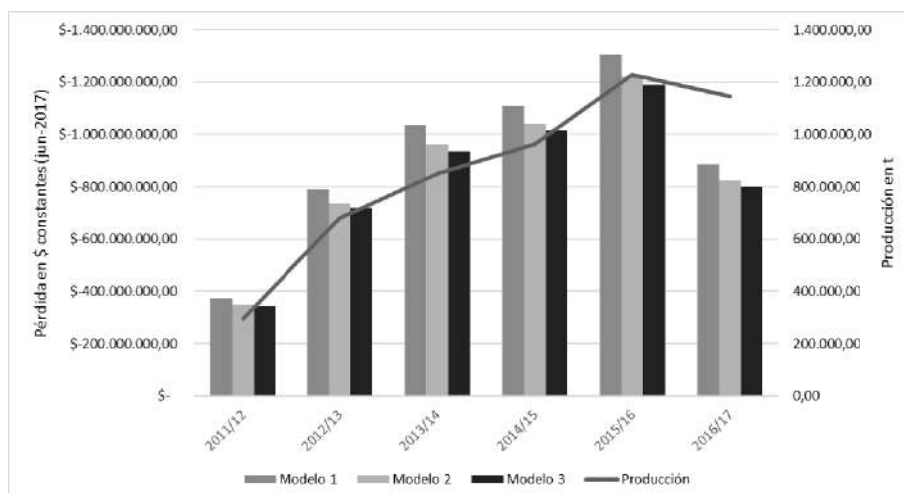
Asociación Argentina de Economía Agraria

Tabla 9. Valorización del Balance de Nutrientes en Soja. Modelo 3.

Modelo 3	Unidad	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17
Valorización del N Elemental	\$ constantes	\$ -310,865,409.31	\$ -402,376,118.03	\$ -362,148,858.68	\$ -421,980,355.80	\$ -297,151,274.72
Valorización del P Elemental	\$ constantes	\$ -161,714,256.58	\$ -222,959,670.52	\$ -209,380,476.35	\$ -279,515,811.87	\$ -221,425,149.92
Valorización del K Elemental	\$ constantes	\$ -243,720,692.26	\$ -309,304,036.14	\$ -443,780,811.01	\$ -489,163,667.53	\$ -281,077,356.96
TOTAL	\$ constantes	\$ -716,300,358.15	\$ -934,639,824.69	\$ -1,015,310,146.04	\$ -1,190,659,835.20	\$ -799,653,781.60

Fuente: Elaboración propia

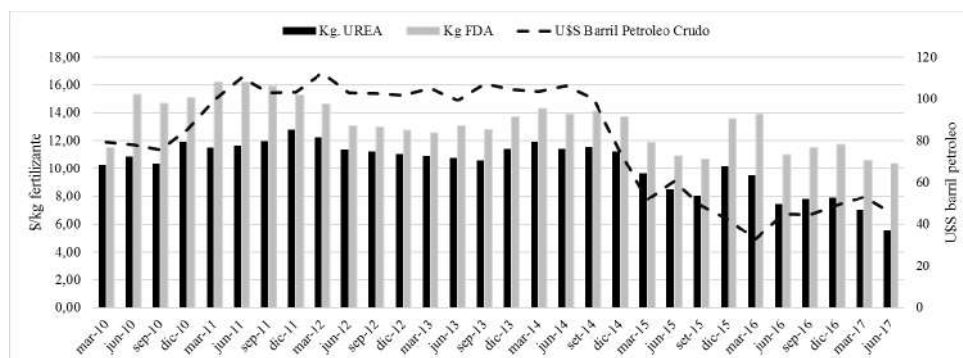
Gráfico 4. Valorización del Balance de Nutrientes en Soja.



Fuente: Elaboración propia.

En los resultados se analizó la marcada disminución de las pérdidas para la campaña 2016/2017. En el caso del maíz la producción registró un aumento que no se correlacionó con el aumento de las pérdidas, sino que de hecho estas disminuyeron levemente¹⁵. En el cultivo de soja, habiendo una leve disminución de la producción, las pérdidas disminuyeron de manera notable¹⁶. Esto se explica por la variación del precio de los fertilizantes, y su correlación con el precio de los combustibles fósiles.

Gráfico 5. Precio del fertilizante en relación al precio internacional del barril de petróleo crudo. Periodo 2010-2017.



Fuente: Elaboración propia según datos del Boletín Económico Agropecuario INTA San Luis.

En departamento de General Pedernera se obtuvo la evolución del balance de nutrientes de las campañas 2014/15 y 2015/16.

¹⁵ Ver Gráfico 3.

¹⁶ Ver Gráfico 4.

Asociación Argentina de Economía Agraria

Tabla 10. Valorización del Balance de Nutrientes en Gral. Pedernera.

Modelo 1	Unidad	Maíz		Soja	
		2014/15	2015/16	2014/15	2015/16
Producción	Tn	962,500.00	1,023,672.00	616,000.00	764,701.80
Valorización del N Elemento s/Precio Urea	\$ constantes	\$ -141,370,880.06	\$ -29,892,806.68	\$ -115,944,198.92	\$ -146,064,221.53
Valorización del P Elemento s/FDA	\$ constantes	\$ -90,152,191.98	\$ -31,071,429.18	\$ -116,854,249.20	\$ -150,755,661.68
Valorización del K Elemento s/KCl	\$ constantes	\$ -77,590,001.29	\$ -15,803,526.10	\$ -152,221,969.37	\$ -120,754,123.45
TOTAL	\$ constantes	\$ -309,113,073.33	\$ -317,649,426.83	\$ -684,274,108.88	\$ -834,674,082.52
Modelo 2		Maíz		Soja	
Valorización del N Elemento s/Precio Urea	\$ constantes	\$ -112,121,732.46	\$ -23,708,088.06	\$ -108,543,505.37	\$ -136,740,973.35
Valorización del P Elemento s/FDA	\$ constantes	\$ -73,895,239.33	\$ -25,468,384.57	\$ -98,050,117.15	\$ -126,479,348.30
Valorización del K Elemento s/KCl	\$ constantes	\$ -77,590,001.29	\$ -15,803,526.10	\$ -152,221,969.37	\$ -120,754,123.45
TOTAL	\$ constantes	\$ -263,606,973.08	\$ -272,253,417.47	\$ -639,718,974.43	\$ -779,664,171.89
Modelo 3		Maíz		Soja	
Valorización del N Elemento s/Precio Urea	\$ constantes	\$ -38,998,863.46	\$ -37,271,147.35	\$ -254,854,826.34	\$ -288,975,425.56
Valorización del P Elemento s/FDA	\$ constantes	\$ -32,513,905.30	\$ -34,885,297.71	\$ -143,658,679.13	\$ -186,622,929.42
Valorización del K Elemento s/KCl	\$ constantes	\$ -77,590,001.29	\$ -85,814,101.32	\$ -243,146,802.46	\$ -306,587,748.39
TOTAL	\$ constantes	\$ 149,102,770.06	\$ 157,970,546.38	\$ 641,660,307.93	\$ 782,186,103.37

Fuente: Elaboración propia.

La pérdida por valorización del balance para la campaña 2015/16 se estimó en \$ -317.649.427 con una producción estimada de 1.023.672 t, lo que resultó en \$ -310,3 por tonelada en maíz. La soja con una producción de 746.701,80 y un balance de \$-834.647.082,52 presentó una pérdida de \$ -1.091,5 por tonelada en soja.

DISCUSION

Se observa que a nivel territorial la decisión de fertilizar está asociada a la dosis de suficiencia¹⁷, sin tener en cuenta cálculos de reposición, mantenimiento o enriquecimiento. Como los umbrales críticos en el cultivo de soja son menores, al calcular la valorización económica la pérdida es mayor.

En el cultivo de maíz, a causa de la mayor inversión que requiere la tecnología, se observó una mayor conciencia de la importancia de la fertilización, aunque siga respondiendo a la misma lógica de suficiencia que en soja. Es por esto que el supuesto utilizado en el modelo 3 registra una mejora en la recomposición del balance mayor que la soja.

En el departamento con mayor superficie agrícola los índices de reposición de nutrientes en soja fueron levemente inferiores al total provincial, inversamente a esto sucedió en el cultivo de maíz, donde las dosis de fertilización fueron superiores, especialmente en fósforo.

La metodología utilizada para el trabajo es muy difundida, aunque es más adecuada en sistemas de agricultura permanente, ya que los sistemas mixtos agrícola-ganaderos deberían ajustarse con otros factores de reposición. Los resultados nos indican la importancia de adecuar metodologías para la evaluación en nuestra región, y continuar relevando la tecnología adoptada a nivel global y analizar la situación con pasturas en el largo plazo.

Las políticas públicas y activas deben resguardar la sustentabilidad del sistema, continuidad del desarrollo y el circuito económico que genera la agricultura, en definitiva, los nuevos escenarios demandan capacidades estratégicas para usufructuar las opciones de cambio asociadas a la visión de desarrollo sustentable, de tal modo que los resultados económico-productivos del presente no se conviertan en fracasos sociales y ambientales, y tal vez productivos del futuro. Es necesario que se articulen trabajos de investigación para proporcionar elementos de toma de decisiones en la aplicación de la legislación.

¹⁷ Dosis mínima para alcanzar los umbrales críticos del cultivo

Asociación Argentina de Economía Agraria

CONCLUSIONES

La sostenibilidad del sistema agrícola en la provincia de San Luis, motor de desarrollo y valor agregado, tiene varios factores a impulsar entre ellos el manejo de nutrientes que debería mantener una relación balanceada entre ingresos y egresos de nutrientes en el mediano y largo plazo, ya que la pérdida de nutrientes es una de las formas de degradación de los suelos junto a la erosión hídrica y eólica. El resultado económico muestra un costo importante de pérdida de fertilidad del suelo. Por ello se continúa con la motivación de acercar alternativas superadoras. Es necesario adecuar tecnologías productivas de menor impacto ambiental en la región semiárida y concientizar acerca de la sostenibilidad del progreso.

Asociación Argentina de Economía Agraria

BIBLIOGRAFIA

- Arzubi, A., Calonge, P. 2009. Evaluación económica de rotaciones agrícolas. Comparación con el monocultivo de soja. XL Reunión Argentina de Economía Agraria. Bahía Blanca Argentina
- Azqueta, D., Alviar, M., Domínguez, L., O’Ryan, R. 2007. Introducción a la economía ambiental. Segunda edición. McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S. A. U. Edificio Valrealty, 1.ª planta Basauri, 17. 28023 Aravaca (Madrid)
- Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Agroquímicos (CIAFA). Información disponible en la página web <http://www.ciafa.org.ar>. Visita julio 2017
- Cruzate, G. y Casas R. 2011. Extracción de Nutrientes en la Agricultura Argentina. [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/D0F05E377CB382B68525799500757379/\\$FILE/21.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/D0F05E377CB382B68525799500757379/$FILE/21.pdf)
- Dirección provincial de Estadística y Censos, Provincia de San Luis. Índice de precios. Disponible en página web <http://www.estadistica.sanluis.gov.ar/>. Visita julio 2017
- Engler, P. y Vicente, G. 2008. Valoración económica del balance de nitrógeno y fósforo de los principales rubros agrícolas y pecuarios en la provincia de Entre Ríos. Agricultura sustentable. Página 80 a 87. Serie Extensión No 51. ISSN 0325 – 8874. EEA INTA Paraná. Ediciones INTA.
- Fertilizar Asociación Civil. Visita en estadísticas disponibles en la página web: <http://www.fertilizar.org.ar/>. Visita julio 2017
- Flores, C. Sarandón, S. 2002. ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía. 105(1): 52-67.
- García, F. y Correndo, A. 2016. Cálculo de Requerimientos Nutricionales - Versión 2016. Planilla de cálculo para estimar la absorción y extracción de nutrientes de cereales, oleaginosas, leguminosas, industriales, forrajeras y hortalizas. IPNI International Plant Nutrition Institute. <http://www.ipni.net/>
- García F., González Sanjuán, M. 2013. La nutrición de suelos y cultivos y el balance de nutrientes: ¿Cómo estamos? Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica 9:2-7. IPNI. Disponible en <http://www.ipni.net/>
- Ghida Daza, C. 2011. Estimación del balance de nutrientes en la evaluación económica de actividades agrícolas y ganaderas. Información para Extensión N° 138, EEA INTA Marcos Juárez, ISSN 0327-697X, 11p
- Juliá, M.; Del Campo, M. C.; Foa Torres, J. G. 2009. La Institucionalización Ambiental en la Argentina. Lerner Editora SRL. Córdoba.
- Manchado, J. 2010. La sustentabilidad en la agricultura pampeana: Valoración económica del balance de nutrientes para las principales actividades agropecuarias extensivas en la Región Centro Sur de la Provincia de Buenos Aires. XLI REUNION ANUAL DE LA Asociación Argentina de Economía Agraria. Potrero de los Funes. San Luis.
- Manlla, A. Vicente, G. Castellarin, J. Pagani, R. 2013. Valoración Económica del Balance de micronutrientes en los principales cultivos extensivos de la provincia de Santa Fe.

Asociación Argentina de Economía Agraria

- INTA EEA Oliveros. <http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-valoracion-economica-balance-micronutrientes-san.pdf>
- Manuel-Navarrete, D. Gallopín, G. Blanco, M. Díaz-Zorita, M. Ferraro, D. Herzer, H. Laterra, P. Morello, J. Murmis, M. Pengue, W. Piñeiro, M. Podestá, G. Satorre, E. Torrent, M. Torres, F. Viglizzo, E. Caputo M. Celis. 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. Publicación de las Naciones Unidas ISSN electrónico 1680-8886. Santiago de Chile.
- Ministerio de agroindustria de la Nación. Estadísticas disponibles en la página web <http://www.datos.agroindustria.gob.ar>. Visita julio 2017
- Peña Zubiate, C., d'Hiriart, A. 2006. Carta de suelos de la República Argentina. Provincia San Luis INTA, Gobierno de la provincia de San Luis.
- Reynaldo Argüelles, C. 2012. La economía ambiental y su evolución en el pensamiento económico. Publicación en Revista Desarrollo Local Sostenible. Grupo Eumed y Red Académica Iberoamericana Local Global. Vol. 5 N°13. febrero de 2012.
- Rótolo, G., Montico, S., Francis C., Ulgiati, S. 2015. "How land allocation and technology innovation affect the sustainability of agriculture in Argentina Pampas: An expanded life cycle analysis". Agricultural Systems 141:79-93.
- Viglizzo, E. Roberto, Z. Lertora, F. López Gay E. y Bernardos, J. 1997. Clima y cambio de uso del suelo en ecosistemas de cultivos de campo de Argentina: Agricultura, Ecosistemas y Medio Ambiente. Agriculture, Ecosystems & Environment. Vol. 66.
- Zazo, F. Flores, C. Sarandon, S. 2011. El "costo oculto" del deterioro del suelo durante el proceso de "sojización" en el Partido de Arrecifes, Argentina. Revista Brasileira de Agroecología 6(3): 3-20.
- Telam agencia de noticias. <http://www.telam.com.ar/notas/201610/165375-consumo-fertilizantes-crecimiento.html>

Asociación Argentina de Economía Agraria

ANEXO

Tabla 1. Información de fertilización maíz total provincial

	UREA	DAP	UAN	Mezcla Líquida	MAP	SAM	Total Relevado
Sup. Fertilizada (ha)	5.006	2.600	1.100	210	260	60	6.816
Kilos aplicados	381.270	142.050	93.165	27.720	14.000	4.200	662.405
Promedio por ha	76	55	85	132	54	70	
N	175.384	25.569	27.949	7.762	1.540	882	239.086
P	-	17.643	-	-	1.966	-	19.608
S	-	-	-	-	-	333	333
Ca	-	-	-	1.441	-	-	1.441

Fuente: Elaborado con datos de encuesta tecnológica

Tabla 2. Información de fertilización de maíz Departamento Pedernera

	UREA	DAP	UAN	Mezcla Líquida	MAP	Total Relevado
Sup. Fertilizada	2.075	2.015	1.100	210	260	3.885
Kilos aplicados	157.850	100.350	93.165	27.720	14.000	393.085
Promedio por ha	76	50	85	132	54	
N	72.611	18.063	27.949	7.762	1.540	127.925
P	-	12.463	-	-	1.966	14.429
Ca	-	-	-	1.441	-	1.441

Fuente: Elaborado con datos de encuesta tecnológica

Tabla 3. Fertilización de soja total provincial

	SPS	Urea	FDA	SAM	Mezcla	Total Relevado
Sup. Fertilizada	1.740	220	1.008	1.080	210	4.391
Kilos aplicados	87.000	17.600	50.200	86.400	4.200	252.050
Promedio por ha	50	-	50	80	20	
N	-	8.096	9.036	18.144	252	35.528
P	4.698	-	6.235	-	1.680	12.613
K	-	-	-	-	210	210
S	3.194	-	-	6.922	-	10.116
Ca	15.660	-	-	-	-	15.660

Fuente: Elaborado con datos de encuesta tecnológica

Tabla 4. Fertilización soja Departamento Pedernera

	SPS	FDA	SAM	Mezcla	Total Relevado
Sup. Fertilizada	1.470	451	380	210	2.511
Kilos aplicados	73.500	21.150	30.400	4.200	129.250
Promedio	50	47	80	20	
N	-	3.807	6.384	252	10.443
P	3.969	2.627	-	454	7.049
K	-	-	-	210	210
S	2.699	-	2.435	-	5.134
Ca	13.230	-	-	-	13.230

Fuente: Elaborado con datos de encuesta tecnológica