

## **EVALUACIÓN DE GUANO DE GALLINAS PONEDORAS EN CULTIVOS DE MAÍZ Y SOJA INTA EEA MANFREDI, CAMPAÑA 2014-2015.**

Sosa, N.; Bragachini, M.; Mathier, D.; Velez, J.P.; Villarroel, D.  
INTA EEA Manfredi  
sosa.nicolas@inta.gov.ar

### **Introducción**

*La producción avícola en Argentina experimentó un sostenido crecimiento en los últimos años, tanto en la producción de huevos como de carne. Esto se debe al aumento del número de granjas como así también al incremento de la escala productiva de las mismas. El proceso de intensificación, que motivó este crecimiento, fue acompañado por mejoras en el sistema de producción (galpones automáticos, bienestar animal, genética, nutrición, sanidad, otros).*

*La producción de huevo en cáscara para consumo, se estima alcanzó 11.770 millones de huevos, 8,4 % más de lo producido el año anterior, de acuerdo con las estimaciones de CAPIA. La cantidad de huevos ingresados en plantas industrializadoras con habilitación de SENASA durante el año 2014 aumentó 3.4 % en comparación con el año 2013, totalizando 1.071 millones de huevos (MinAgri, 2015).*

*Este incremento en la producción, conduce a un aumento en la concentración de guano en las granjas, el cual debe ser gestionado correctamente. El crecimiento de la producción avícola en Argentina ocurrió en forma intensificada y concentrada, y en algunos casos, sin una planificación previa sobre la disposición final de los residuos generados, los cuales de no tratarse y manejarse adecuadamente, pueden generar un grave impacto ambiental. Este fenómeno, fue observado y estudiado en detalle por numerosos investigadores en el estado de Iowa (Estados Unidos). El potencial de contaminación del suelo y aguas superficiales a través de una manipulación incorrecta, disposición y aplicación al suelo de estiércol de aves de corral es considerable porque la mayoría de las granjas tienen un número relativamente pequeño de tierra y altos costos de transporte de estiércol de las aves de corral (Edwards y Daniel, 1992; Moore et al, 1995). La contaminación que generan estos residuos no sólo deteriora el ambiente sino también implican una fuga de energía y nutrientes que podrían ser aprovechados como recursos para aplicar enmiendas orgánicas al suelo o generar biocombustibles como energía alternativa (RIA, 2014). Su aplicación al suelo como enmienda orgánica brinda una solución al problema, permitiendo recuperar la fertilidad de los suelos y aumentar la producción de los cultivos, preservando los recursos naturales.*

*El guano de gallina contiene una importante cantidad de nutrientes como N, P, K y otros nutrientes minerales para el desarrollo de los cultivos. A diferencia de fertilizantes inorgánicos, el N disponible para los cultivos proveniente del guano es frecuentemente menor y se libera lentamente a través del proceso de mineralización (Sharpley and Smith, 1995; Mitchell and Tu, 2006). El contenido de nutrientes en el estiércol de aves de corral es más alto que el de otros tipos de estiércol (Nahm, 2003). En relación a esto, el contenido en N, referido a la materia seca de los estiércoles, varía en un amplio rango desde 1 a 4%, correspondiendo normalmente los valores más bajos al estiércol de bovino y los más altos a los de gallinaza (Pomares y Canet, 2001). Sin embargo, el guano tiene una relación N:P relativamente baja (2 o inferior), mientras que las plantas requieren aproximadamente 8 veces más nitrógeno que fósforo. Por lo tanto, cuando el guano se aplica en función de las necesidades de nitrógeno de un cultivo, resulta en una sobreaplicación de fósforo (Sims et al., 2000).*

*Investigaciones a largo plazo han demostrado que la distribución correcta de guano a los cultivos (maíz y soja) mejoraron la calidad del agua y el rendimiento de los cultivos, comparado con el uso de fertilizantes comerciales (Chinkuyu et al., 2002; DeLaune et al., 2004).*

*Los objetivos del ensayo fueron: I) evaluar diferentes dosis de guano de gallinas ponedoras sobre la producción y los componentes de rendimiento de los cultivos de maíz y soja. II) Evaluar el efecto del guano de ponedora sobre las propiedades químicas del suelo.*

## **Materiales y métodos**

*El ensayo se implantó en el lote 6 de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Manfredi (Córdoba), sobre un suelo Haplustol típico, serie Oncativo, durante la campaña agrícola 2014/2015. El cultivo antecesor fue soja de primera.*

*Se utilizó el diseño estadístico en bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones. La unidad experimental fueron parcelas de 100 m de largo y 14 m de ancho. La mitad de las parcelas (50 m x 14 m) se destinó a la siembra del cultivo de soja y la otra mitad al de maíz. El tratamiento a evaluar fue la dosis de guano de ponedora a aplicar (0, 5, 10 y 15 tn ha<sup>-1</sup>). La distribución del estiércol se realizó con una máquina Fertec de 6 m<sup>3</sup> de capacidad equipada con balanza electrónica de precisión, 6 y 27 días previos a la siembra de soja y maíz respectivamente. El sistema de distribución empleado consta de una cinta transportadora de caucho en el fondo de la tolva prismática que acarrea el material hasta 2 discos cóncavos, provistos de cuatro aletas endurecidas regulables en forma independiente para la distribución del material. (Figura 1 y 2).*



**Figura 1 y 2:** *Equipo de aplicación de guano y distribución de guano sobre el suelo.*

*Se sembró con tecnología de siembra directa la variedad de soja NA 4990 el 2 de diciembre. La emergencia fue el día 7 del mismo mes. Se utilizó una máquina Agrometal de 12 surcos espaciados a 0,525 m y la densidad fue de 22 semillas por metro lineal. La fecha de siembra de maíz fue el 23 de diciembre y la emergencia a los 6 días posteriores. Se sembró el híbrido DK 72-10 VT3P. El distanciamiento entre hileras fue de 0,525 m y el stand logrado de 67.300 plantas ha<sup>-1</sup>.*

*El guano utilizado en el ensayo, proviene de un criadero de gallinas ponedoras equipado con galpones automáticos. Este residuo, está compuesto por heces, orina, restos de alimentos, plumas y cascara de huevo, que contienen una importante cantidad de nutrientes y materia orgánica. Estos se recolectaron de los galpones con un camión volcador y se depositaron en pilas cercanas a los galpones. Con la finalidad de conocer su composición, se tomaron muestras del mismo y se enviaron a laboratorio para su análisis (Tabla 1).*

En la Tabla 1 se pueden observar los valores de Materia Seca (MS), pH, conductividad eléctrica (C.E.), Materia orgánica (MO), Nitrógeno Total (Nt), Carbono total (Ct), Fósforo (P), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Potasio (K) y Hierro (Fe) del guano utilizado.

**Tabla 1:** Caracterización físico-química del guano empleado.

M.S	pH	C.E.	M.O.	Nt	Ct	P	Ca	Mg	Na	K	Fe
%		( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	%								
34	6,8	75	61	1,89	35,8	1,2	2,51	0,51	0,02	1,22	0,58

Los valores de la Tabla 1 se encuentran por debajo de los parámetros citados en la bibliografía. Es importante destacar que los residuos ganaderos, estiércoles y efluentes presentan una enorme variabilidad en su composición y por lo tanto en el contenido de elementos fertilizantes. Los nutrientes de los abonos orgánicos no están igualmente disponibles en todos los tipos de abonos. El comportamiento, como fertilizante, de un abono orgánico depende de su composición, de la estabilidad de la MO que contiene y de la relación N:P del mismo.

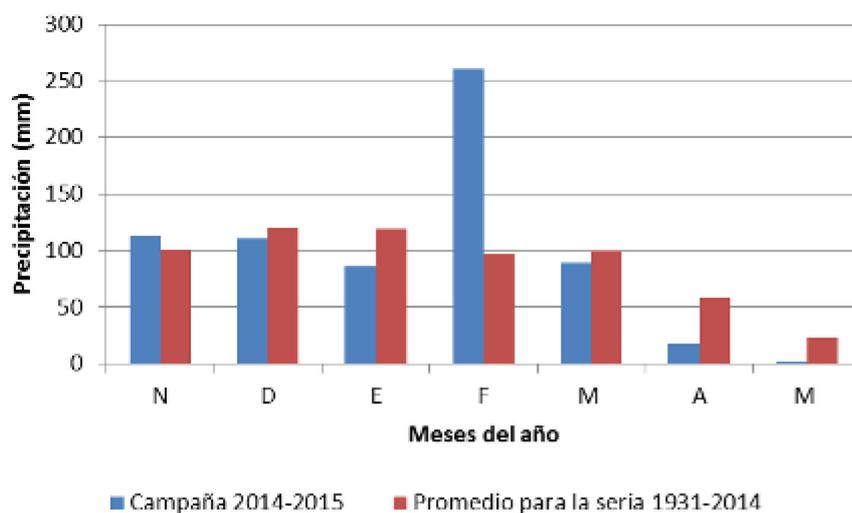
Previo a la aplicación de guano se analizaron las propiedades químicas del suelo, que se detallan en la Tabla 2.

**Tabla 2:** Parámetros químicos del suelo evaluado previo a la aplicación de guano.

Prof.	M.O.	Nt	N-NO <sup>3</sup>	Pe	pH	C.E.	Ca	Mg	K	Na	CIC	PSI
(cm)	(%)	(ppm)		(dS/cm)		(meq)/100 gr						(%)
0-20	1,73	0,11	24,5	27	6,91	1,83	11	1,85	1,60	0,19	15	1,3
20-40	1,00	0,07	16,2	14	7,94	2,03	12,45	1,80	2,00	0,19	15,2	1,2
40-60	0,86	0,06	7,4	6	8,55	1,35	30,50	1,70	1,50	0,31	11,8	2,6

Los valores de M.O. y Nt fueron bajos. El resto de los parámetros se encuentran dentro de rangos adecuados para la producción de maíz y soja.

En la Figura 3 se indican las precipitaciones ocurridas en el período noviembre 2014 - mayo 2015 y el período histórico 1931-2014.



**Figura 3:** Precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica del INTA Manfredi. Registros históricos (1931-2014) y precipitaciones (mm) en la campaña 2014/15.

Las precipitaciones durante el ciclo del cultivo, superiores a la media histórica (60,4 mm), permitieron un excelente crecimiento y desarrollo de todas las etapas vegetativas y reproductivas del cultivo.

En el estado fenológico V6 del maíz se tomaron fotografías aéreas del ensayo mediante un avión no tripulado (UAV) Gatewing X100 (Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, CA, US.). Los vuelos se efectuaron con un solapamiento longitudinal y lateral del 80% entre fotografías y a dos alturas (150 y 360 m) para lograr resoluciones espaciales en terreno de 5 y 12.6 cm. Se ubicaron y georreferenciaron puntos de control en el terreno que se utilizaron para orto-rectificar el mosaico generado con las fotografías. El UAV fue equipado con una cámara digital (RICOH, GR Digital IV 10 Mp) modificada, en la cual se extrajo el filtro de infrarrojo y se incluyó un filtro para bloquear de luz visible X-Nite 650 (LDP-LLC Max-Max, Carlstadt, NJ, US). Las fotografías aéreas fueron procesadas con el módulo fotogramétrico Trimble Business Center (Trimble Navigation Limited, Sunnyvale, CA, US) para obtener el mosaico orto-rectificado. Se calculó un índice normalizado utilizando las bandas 1 y 3,  $I1-3 = (B1 - B3) / (B1 + B3)$ . El cálculo del índice se realizó empleando Erdas Imaging 9.2 (Leica Geosystem Geospatial Imaging LLC).

En ambos cultivos, la cosecha se efectuó en forma manual (10/04/15 soja y 3/06/2015 maíz), sobre 5 m de longitud en los 2 surcos centrales de las parcelas (superficie cosechada: 5,2 m<sup>2</sup>). El resto de las parcelas se cosecharon con una maquina Don Roque 125 equipada con monitor de rendimiento y sensor de proteína (Tecnocientífica®).

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos para evitar la incidencia en los resultados, de factores no deseados (malezas, insectos, enfermedades).

Los resultados fueron analizados mediante análisis de varianza, empleando para la comparación de medias el test de Duncan (LSD,  $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados

### Soja

No existen diferencias significativas para las variables analizadas (Rendimiento, peso de 100 semillas, peso hectolítrico, contenido de aceite, contenido de proteína) entre los tratamientos evaluados. Sin embargo, las parcelas con aplicación de guano evidencian una mayor respuesta a la aplicación del subproducto. El rendimiento promedio del ensayo ( $4865 \text{ kg ha}^{-1}$ ) fue muy alto, explicado en gran parte por las abundantes precipitaciones ocurridas a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Posiblemente hay un efecto de dilución debido a las abundantes precipitaciones que impidieron manifestar un incremento en las variables analizadas en las parcelas con aplicación de guano. Numerosos estudios, demuestran que el N es un elemento móvil en el suelo y susceptible al lavado. Los resultados obtenidos en soja, coinciden con las investigaciones de Pomares y Canet (2001) que afirman que la acción fertilizante de los estiércoles en elementos como el P, K y micronutrientes resulta afectada en gran medida por la capacidad tampón (reguladora) del suelo.

**Tabla 3:** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), peso de 100 semillas (g), peso hectolítrico, contenido de aceite (%) y contenido de proteína (%) en función de la dosis de guano aplicada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan al 5 % de probabilidad).

Tratamiento	Rendimiento	Peso 1000 semillas	Peso Hectolítrico	Aceite	Proteína
	( $\text{kg ha}^{-1}$ )	(g)		(%)	(%)
Testigo	4822 <sup>a</sup>	164 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>
5.000 $\text{kg ha}^{-1}$	4921 <sup>a</sup>	165 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>
10.000 $\text{kg ha}^{-1}$	4831 <sup>a</sup>	165 <sup>a</sup>	73 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	39 <sup>a</sup>
15.000 $\text{kg ha}^{-1}$	4888 <sup>a</sup>	165 <sup>a</sup>	74 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>

Debido a las condiciones ambientales muy buenas en desarrollo de grano que favorecieron un buen llenado, los rendimientos se incrementaron en forma significativa con una caída leve en la cantidad de proteína. El aceite que normalmente suele subir con los rindes altos, en esta cosecha fue inferior a lo esperado porque en llenado no hubo buena luminosidad y días soleados como requiere la concentración de aceite en el grano.

### Maíz

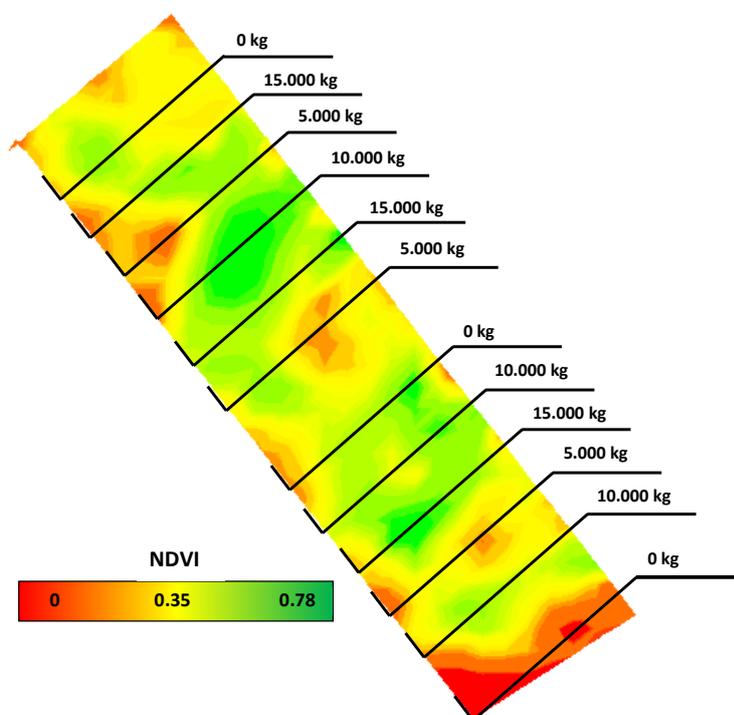
El rendimiento de maíz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) con el tratamiento estadístico correspondiente se presenta en la Tabla 4. Se observan diferencias significativas de rendimiento entre la parcela testigo y la parcela con aplicación de  $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$  de guano. Hay un incremento de rendimiento hasta los  $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$ , por encima de este valor se estabiliza el rendimiento. Este mismo comportamiento se observa para la variable peso de 100 semillas. En cuanto al peso hectolítrico, no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

**Tabla 4:** Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), peso de 100 semillas (g), peso hectolítrico en función de la dosis de guano aplicada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan al 5 % de probabilidad).

Tratamiento	Rendimiento	Peso 1000 semillas	Peso Hectolítrico
	( $\text{kg ha}^{-1}$ )	(g)	
Testigo	12159 <sup>a</sup>	350 <sup>a</sup>	76 <sup>a</sup>
5.000 $\text{kg ha}^{-1}$	12715 <sup>ab</sup>	340 <sup>ab</sup>	77 <sup>a</sup>
10.000 $\text{kg ha}^{-1}$	13214 <sup>b</sup>	331 <sup>b</sup>	76 <sup>a</sup>
15.000 $\text{kg ha}^{-1}$	13050 <sup>ab</sup>	341 <sup>ab</sup>	76 <sup>a</sup>

Los diferentes valores de rendimiento obtenidos en el ensayo oscilan entre  $11.331 \text{ kg ha}^{-1}$  para el tratamiento  $5.000 \text{ kg ha}^{-1}$  y  $14.404 \text{ kg ha}^{-1}$  para el tratamiento  $15.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . El rendimiento medio del ensayo fue de  $12.788 \text{ kg ha}^{-1}$ , superior a la producción media esperada para esta variedad, de acuerdo al catálogo de productos 2014 publicado por Dekalb. También existen diferencias significativas para la variable peso de 1000 semillas, logrando el mayor valor en el tratamiento con aplicación de  $10.000 \text{ kg ha}^{-1}$ . No se observan diferencias significativas para el peso hectolítrico de los granos entre los tratamientos evaluados.

Los mismos resultados se encontraron al evaluar los diferentes tratamientos con el índice NDVI (Figura 4). En el análisis de correlación, hay una alta relación entre la variable tratamiento con NDVI ( $R^2=0,7$ ) y rendimiento ( $R^2=0,62$ ). También encontramos alta correlación entre NDVI y rendimiento. Es decir, hay una respuesta de rendimiento a los tratamientos respaldado por e NDVI.



**Figura 4:** Mapa NDVI, en estado fenológico V6 del cultivo de maíz obtenido con UAV.

## SUELO

Las enmiendas orgánicas poseen ventajas frente a los fertilizantes tradicionales, dentro de las cuales se destaca su impacto sobre las propiedades de suelo tanto físicas (estructura) como así también químicas. Posterior a la cosecha, se analizaron las propiedades químicas del suelo (Tabla 5 y 6).

**Tabla 5:** Parámetros químicos del suelo evaluado posterior a la cosecha de soja (0-20 cm).

Prof.	M.O.	Nt	N-NO <sup>3</sup>	Pe	pH	C.E.	Ca	Mg	K	Na	CIC	PSI
(cm)	(%)	(ppm)		(dS/cm)		(meq)/100 gr						%
Testigo	2.02	0.10	10.86	33.47	7.01	0.93	12.40	1.83	2.43	0.83	20.87	4.37
5.000 kg ha <sup>-1</sup>	2.16	0.11	11.71	37.96	7.25	0.99	11.50	2.43	2.57	0.73	19.47	3.90
10.000 kg ha <sup>-1</sup>	1.92	0.10	11.88	45.31	7.26	1.11	12.43	1.87	2.60	0.93	19.40	4.87
15.000 kg ha <sup>-1</sup>	2.17	0.11	12.27	41.02	7.14	1.12	12.27	1.57	2.50	0.73	18.97	3.83

Se observaron incrementos en los parámetros químicos MO y Nt en los tratamientos con 5.000 y 15.000 kg ha<sup>-1</sup> de guano respecto al testigo, pero no se encontró la misma respuesta para 10.000 kg ha<sup>-1</sup>. Se observaron incrementos en los parámetros químicos N-NO<sup>3</sup> y P en todos los tratamientos respecto el testigo. Se incrementó levemente la CE pero en ninguno de los casos limita la producción de cultivos.

**Tabla 6:** Parámetros químicos del suelo evaluado posterior a la cosecha de maíz (0-20 cm).

Prof.	M.O.	Nt	N-NO <sup>3</sup>	Pe	pH	C.E.	Ca	Mg	K	Na	CIC	PSI
(cm)	(%)	(ppm)		(dS/cm)		(meq)/100 gr						%
Testigo	2.38	0.12	6.78	25.21	6.72	0.62	10.77	2.00	2.30	0.37	16.33	2.17
5.000 kg ha <sup>-1</sup>	2.00	0.10	9.24	40.98	6.69	0.68	10.13	2.00	2.43	0.47	17.10	2.67
10.000 kg ha <sup>-1</sup>	2.17	0.11	10.31	36.46	6.82	0.76	10.43	2.07	2.33	0.43	16.07	2.63
15.000 kg ha <sup>-1</sup>	2.08	0.11	10.06	43.42	6.85	0.71	10.93	2.03	2.37	0.17	15.23	1.10

No se observaron incrementos en los parámetros químicos MO y Nt en el período de tiempo transcurrido entre la aplicación de guano de ponedora y el muestreo de suelo (6 meses). Se observaron incrementos en los parámetros químicos N-NO<sup>3</sup> Fue importante el incremento del fósforo (superior a 10 ppm respecto al testigo). Si para elevar 1 ppm de P en el suelo se necesitan 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, el incremento observado sería equivalente a la utilización de más de 133 kg ha<sup>-1</sup> de FDA. Se incrementó levemente la CE pero no ofrece inconveniente alguno para el desarrollo de los cultivos.

## CONCLUSIONES

La utilización de guano de gallinas ponedoras debe ser tomada como una estrategia de fertilización a largo plazo donde se preserve el medio ambiente y se conserva la

fertilidad del suelo. Es una alternativa viable para reutilizar estos subproductos dentro del sistema y evitar una fuente de contaminación, solucionando así el destino final del mismo.

Se observó una respuesta positiva a la aplicación de guano en el cultivo de maíz respecto al testigo. No se evidenció este mismo comportamiento en soja. El rendimiento medio del ensayo de soja fue de 4.865 kg ha<sup>-1</sup> y el de maíz 12.788 kg ha<sup>-1</sup>. Esto indica unas excelentes condiciones de crecimiento y desarrollo de los cultivos, en la campaña agrícola 2014-2015.

La producción de soja y maíz con la utilización estratégica de guano de gallinas ponedoras es una buena opción para mejorar la eficiencia del reciclado de nutrientes y producir en una forma más sustentable.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la estimable colaboración del Productor Juan Carlos Ghibaudo, a la empresa Fertec por facilitarnos la máquina para la aplicación de guano y a Juan Pablo Bongianino y Gonzalo Bruvera (estudiantes de la Universidad Nacional de Villa María) por contribuir con todas las actividades de campo y laboratorio del ensayo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Chinkuyu, A. J.; Kanwar, R.S.; Lorimor, J.C.; Xin, H.; Bailey, T.B. 2002. Effects of laying hen manure application rate on water quality. *Trans. ASAE* 45:299–308.
- DeLaune, P. B.; Moore Jr., P. A.; Carman, D.K.; Sharpley, A.N.; Haggard, B.E.; Daniel, T.C. 2004a. Development of a phosphorus index for pastures fertilized with poultry litter - Factors affecting phosphorus runoff. *J. Environ. Qual.* 33:2183–2191.
- Edwards, D.R.; Daniel, T.C. 1992. Environmental impacts of on-farm poultry waste disposal: A review. *Bioresources Technology* 41(1): 9-33.
- Mitchell, C.C.; Tu, S. 2006. Nutrient accumulation and movement from poultry litter. *Soil Science Society of America Journal* 70, 2146–2153.
- MinAgri, 2015. Boletín Avícola. Año XVIII, Nº 74. Marzo 2015. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. [www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar).
- Moore, P.A.; Daniel, T.C.; Sharpley, A.N.; Wood, C.W. 1995. Poultry manure management - environmentally sound options. *Journal of Soil and Water Conservation* 50:321-327.
- Nahm, K.H. 2003. Evaluation of the nitrogen content in poultry manure. *Worlds PoultryScience Journal* 59:77-88.
- Pomares, F.; Canet, R. 2001. Residuos orgánicos utilizables en agricultura: origen composición y características. En: Boixadera, J.; Teira, M.R. (eds.) *Aplicación agrícola de residuos orgánicos*. Universidad de Lleida. Lleida, España.
- Ria, 2014. Efluentes pecuarios. Valor que no se desecha. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*. Ediciones INTA. Vol. 40 Nº 3.
- Sharpley, A.N.; Smith, S.J. 1995. Nitrogen and phosphorus forms in soils receiving manure. *Soil Science* 159:253–258.
- Sims, J.T.; Edwards, A.C.; Schoumans, O.F.; Simard, R.R. 2000. Integrating soil phosphorus testing into environmentally based agricultural practices. *J. Environ. Qual.* 29:60–71.