



# Guano de gallina

## Valor agronómico

Secretaría  
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo  
Presidencia de la Nación

# Guano de gallina

## Valor agronómico

Caracterización físico química del guano de gallinas ponedoras de granjas del noreste de la provincia de Buenos Aires

## AUTORIDADES SECRETARÍA DE AGROINDUSTRIA

- › **Luis Miguel Etchevehere**  
Secretario de Gobierno de Agroindustria
- › **Ing. Agr. Guillermo Bernaudo**  
Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca
- › **Ing. Prod. Agr. Rodrigo Troncoso**  
Subsecretario de Ganadería
- › **Ing. Agr. Karina F. Lamelas**  
Directora de Porcinos, Aves de Granja y No Tradicionales
- › **Ing. Zoot. Gisela Mair**  
Area Avícola

**Este documento ha sido elaborado por el siguiente equipo de trabajo: Ing. Agr. Roberto Maisonnave<sup>1</sup>, Ing. Agr. Karina Lamelas<sup>2</sup>, Ing. Zoot. Gisela Mair<sup>2</sup> y Lic. en Estadística Norberto Rodríguez<sup>2</sup> en el marco del Proyecto ‘Caracterización físico química de guano de granjas de gallinas ponedoras del noreste de la provincia de Buenos Aires’ de la Secretaría de Agroindustria de la Nación.**

Agradecemos al Dr. Jorge Dillon (Ex Subsecretario de Ganadería) por el apoyo institucional al proyecto, a la Ing. Agr. Alejandra Cuatrín (EEA INTA Rafaela) por su asistencia técnica para el diseño estadístico del muestreo, al Dr. Hugo Lucchetti por su colaboración durante la toma de muestras, a la Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA) y a los siguientes establecimientos que nos facilitaron el acceso a las granjas: Agronahuel, Ameyra Iruanyak, Aviber, Avícola Brandsen, Avícola Floreno, Avícola De la Fuente, El Sauce, Granja Avícola Los Cardales, Granja Biogglio, Granja Coenghi, Granja del Pilar, Granja Norte, Granja Prida, Jorjú, La Ponderosa, La Violeta, Las Marías y el Pablo, Macon, Mi Jardin, Olaclara, Ovobrand, Ovoprot, Plumas Blancas, Seguí Cardales y Supremo.

### **Año 2019**

---

1 AmbientAgro - Consultoría ambiental

2 Secretaría de Gobierno de Agroindustria de la Nación

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>5</b>
2.1 Diseño y tamaño de muestra .....	5
2.2 Consideraciones del muestreo .....	6
2.3 Método de muestreo de guano de gallina .....	7
2.4 Acondicionamiento del material de la muestra .....	9
2.5 Planilla de relevamiento .....	9
2.6 Parámetros físico-químicos analizados .....	9
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>10</b>
3.1 Análisis e Interpretación de resultados obtenidos .....	11
3.1.1 Características de los galpones y del guano de gallina .....	11
3.1.2 Resultados físico-químicos .....	12
3.2 Comparación con resultados internacionales .....	17
3.3 Efecto de algunas variables sobre los parámetros físicos y químicos del guano de gallina .....	18
<b>4. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE UTILIZACIÓN AGRONÓMICA DEL GUANO DE GALLINA</b> .....	<b>19</b>
4.1 Maíz .....	20
4.2 Soja .....	23
<b>5. BALANCE DE NUTRIENTES A LARGO PLAZO</b> .....	<b>25</b>
<b>6. CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	<b>27</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA</b> .....	<b>29</b>
<b>8. ANEXOS</b> .....	<b>30</b>
Anexo I Planilla de relevamiento de información de granjas .....	30
Anexo II Gráficos de histogramas .....	31
Anexo III Efecto del sistema de recolección sobre los parámetros físicos y químicos del grano de gallina .....	33



# 1. Introducción

---

La producción nacional de huevos creció en los últimos 20 años 143 %, pasando de 5.160 millones de huevos (1996) a 12.585 millones de huevos (2016). El incremento observado ha sido acompañado de un aumento en la cantidad de granjas de postura así como también de un incremento en el tamaño de las mismas.

El crecimiento del sector trajo aparejado no sólo un aumento en la cantidad de alimento ofrecida al mercado interno y externo sino también en el volumen de desechos de la producción, en particular en este caso, de guano de gallina (GG).

Como es sabido, el guano de gallina es depositado por las aves en forma piramidal debajo de las jaulas, en el caso de los galpones convencionales mientras que en los galpones automáticos, el mismo es depositado sobre una cinta que lo transporta hasta el final del galpón. El guano es removido de los galpones convencionales con una frecuencia variable según el manejo de cada productor, y mayoritariamente día por medio en el caso de galpones automáticos. De acuerdo con lo establecido por las Resoluciones de SENASA N° 546/2010 y su modificatoria N° 106/2013, el guano se debe remover totalmente una vez por año (vacío sanitario) observando un período de vaciado del galpón mínimo de 10 días.

Una vez removido, el guano es utilizado como enmienda orgánica principalmente. Si bien en Argentina ésta es la alternativa más difundida entre los productores avícolas y agrícolas, su uso se realiza sin conocer su composición físico-química ni a través de un Plan de Manejo de Nutrientes que considere un balance de éstos entre lo que aporta el guano y lo que requiere el cultivo.

En diversos foros y ante diferentes organismos públicos, el sector avícola ha solicitado una orientación técnica para poder manejar el guano de forma apropiada. Cualquier esfuerzo en el sentido de proveer dicha guía debe estar cimentado en el conocimiento amplio del sector para poder identificar las áreas temáticas donde la información o el conocimiento disponibles no son suficientes.

En este sentido, el diagnóstico conjunto con representantes de la Secretaría de Agroindustria e INTA ha permitido revelar que no existe en nuestro país una base de datos mínima referente a las características físico-químicas del guano.

El foco de análisis en el estudio del manejo de excretas debe estar en las cantidades que nuestros productores generan y la composición físico-química de estos materiales. Así, podemos comenzar a analizar las distintas alternativas de tratamiento, manejo y utilización como también las limitantes dadas por los resultados encontrados.

Existe siempre un riesgo en asumir valores de concentración de nutrientes desarrollados en otros países, ya que, si bien las dietas y genética animal son equiparables en el mundo moderno, los sistemas de manejo de las excretas y la interacción de estas con el medio ambiente es un proceso complejo. De este modo no es extraño observar una gran variabilidad en valores de concentración de nutrientes dentro de un mismo país o -incluso- en una misma región.

Es por ello que desde el Ministerio se planteó realizar un muestreo de guano de granjas de gallinas ponedoras, acotado a zonas productoras tradicionales de la provincia de Buenos Aires, que permita caracterizarla desde el punto de vista físico-químico para conocer el aporte potencial de nutrientes como abono orgánico. Así también se buscó comparar los resultados analíticos locales con los publicados en bibliografía internacional de referencia.

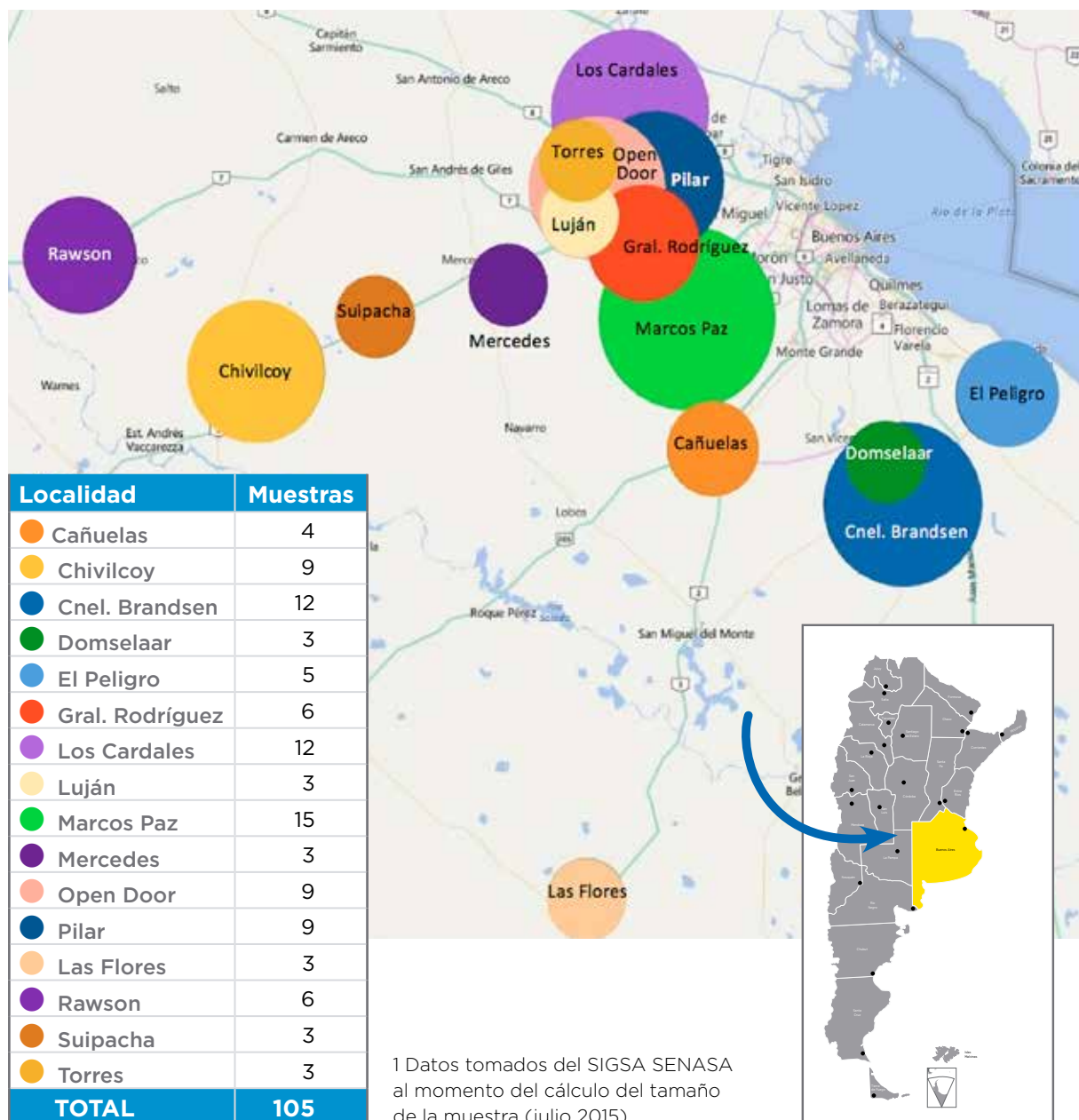
## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Diseño y tamaño de muestra

En el país se registran un total de 1.315 granjas que producen huevos para consumo, de las cuales 445 (33,8 %) están ubicadas en la provincia de Buenos Aires<sup>1</sup>.

La población objeto de estudio del presente trabajo fueron las 445 granjas que están ubicadas en la citada provincia, y es a esta a la cual se referirán los resultados de la presente investigación por muestreo.

**MAPA 1. Localización de las zonas de muestreo en la provincia de Buenos Aires**



De esta población así definida y dentro de un listado de granjas potenciales acordado con CAPIA<sup>2</sup>, con productores avícolas y con profesionales del sector, se seleccionó en una primera etapa una muestra en forma aleatoria de 36 granjas y dentro de cada granja, en una segunda etapa, se volvieron a seleccionar sub-muestras constituidas por hasta tres galpones elegidos entre aquellos que estaban próximos a sacar el guano del galpón. En el caso de algunas granjas que poseían menos de tres galpones de este tipo, se tomaron dos o un solo galpón.

La unidad de estudio fue el guano de gallina definida como *“todo el guano de gallina ponedora comercial, depositado por las aves en un mismo galpón, que haya tenido el mismo manejo productivo, densidad animal, sanidad y cuyas aves hubieran recibido la misma alimentación (cantidad y tipo), se encontraran en las mismas instalaciones, constituyan un único lote y esté próximo a ser retirado”*.

El tamaño de la muestra fue determinado en 36 granjas en base al conocimiento previo de la población total de granjas<sup>3</sup> y del desvío standard del contenido de nitrógeno total esperado<sup>4</sup>, con una aceptación de un margen de error de 0,10 y un nivel de confianza de 0,95. Se tomaron tres muestras en cada granja resultando en un total de 108 muestras.

## 2.2. Consideraciones del muestreo

El período de muestreo abarcó los meses de septiembre y octubre de 2015, lapso de tiempo necesario para muestrear los establecimientos seleccionados en forma paulatina, de acuerdo con la capacidad indicada por el laboratorio seleccionado, teniendo en cuenta un flujo permanente pero que no excediera su capacidad. El laboratorio seleccionado para los análisis fue el de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (Laboratorio de Química Analítica).

La toma de muestras fue efectuada por parte de un equipo de técnicos conformado por profesionales del sector avícola y del Ministerio de Agroindustria quienes fueron capacitados previamente en una jornada a campo<sup>5</sup>.

El muestreo se realizó cuando el guano estaba próximo a ser retirado del galpón y la toma de muestras se hizo siguiendo el instructivo diseñado para tal fin y respetando condiciones de bioseguridad e higiene de SENASA.

Las muestras fueron colocadas en bolsas herméticamente cerradas para evitar que se mezclen los contenidos y colocadas a su vez en un envase secundario para mayor seguridad. Se mantenían refrigeradas a 4° C hasta la entrega en el laboratorio, que se realizaba en un plazo de 24 h desde la toma de muestras. Para ello el técnico conservaba las muestras en heladera o cajas conservadoras con refrigerantes hasta el momento de su envío. Todas las muestras iban rotuladas y acompañadas con la correspondiente planilla de relevamiento, debidamente completa con todos los datos solicitados.

2 CAPIA: Cámara Argentina de Productores Avícolas.

3 Fuente SIGSA SENASA.

4 Sobre la base de muestras de guano de ponedoras de distintos trabajos de EEUU se calculó el promedio y el desvío standard (1.454 %  $\pm$  0.304) del contenido de nitrógeno total.

5 Capacitador: Ing. Roberto Maisonnave en el marco del Convenio con el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

## 2.3 Método de muestreo de guano de gallina

Tanto en los galpones convencionales como en los automáticos, el muestreo se llevó a cabo justo antes de que el guano fuera evacuado del galpón.

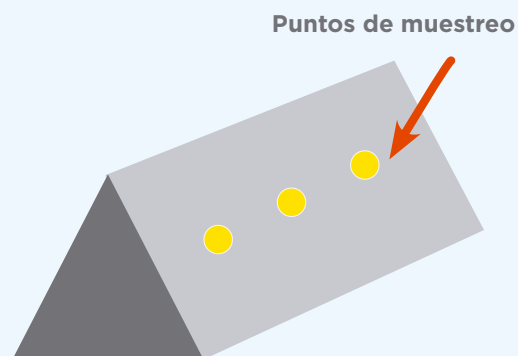
Se realizó el muestreo de pilas de guano por líneas, según el tipo de galpón, de acuerdo con lo especificado por Zhang y Hamilton (adaptado).

En galpones convencionales, se utilizó una pala pequeña para “calar” la pila en un punto aproximadamente a media altura de la misma, introduciéndola unos 50 cm levemente inclinada hacia abajo (ver Figura 1) o hacia arriba dependiendo de la cohesión del material. El material fue recolectado en sucesivos tramos equidistantes a lo largo del galpón (entre 12 y 20 muestras por pila aproximadamente) y de todas las pilas de guano (ver Figura 2), colocando las sub-muestras en un balde plástico, donde se mezclaron y homogeneizaron. Del balde se tomó una muestra representativa de 1 kg aproximadamente requerida por el laboratorio y se la colocó en una bolsa plástica con cierre sellado (tipo *Ziploc*) de 30 cm x 30 cm rotulada. Al finalizar todo el material sobrante fue devuelto a las pilas.

**FIGURA 1. Calado de pila de guano en galpones convencionales**



**FIGURA 2. Distribución del muestreo de pila de guano en galpones convencionales**



**FOTOS 1 Y 2. Recolección de guano en jaulas convencionales.**





**FOTOS 3 Y 4. Recolección de guano en jaulas automáticas.**



**FOTOS 5 Y 6. Homogeneización del material sobre lona o en balde.**

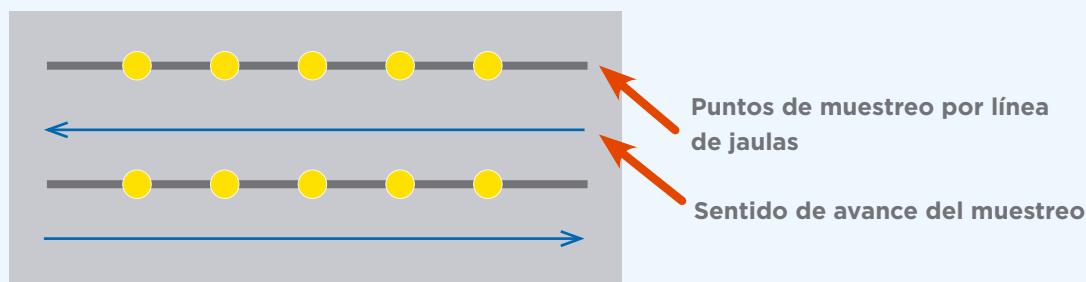


**FOTO 7. Envasado primario en bolsa sellada.**



**FOTO 8. Conservación hasta traslado al laboratorio.**

En galpones automáticos, se tomaron muestras en forma manual, de volumen aproximado equivalente a un puño, del guano depositado sobre las cintas removedoras a lo largo de todo el galpón. El material fue recolectado en sucesivos tramos equidistantes, determinando un total de 12 a 20 muestras por hilera de jaulas aproximadamente (ver Figura 3), colocando las sub-muestras en un balde plástico donde se mezclaron y homogeneizaron. Del balde se tomó una muestra representativa de 1 kg aproximadamente requerida por el laboratorio y se la colocó en una bolsa plástica con cierre sellado (tipo *Zip/oc*) de 30 cm x 30 cm rotulada. Al finalizar todo el material sobrante fue colocado en las cintas.

**FIGURA 3: Distribución del muestreo de pila de guano en los galpones automáticos**

## 2.4. Acondicionamiento del material de la muestra

En todos los casos se colocó una segunda bolsa plástica envolviendo a la que contenía la muestra para agregar protección contra los cortes y rasgados que pudieran ocurrir durante el traslado. Luego se colocaron las bolsas de distintas muestras en una conservadora de plástico o telgopor, agregando refrigerantes con el objetivo de mantener las muestras debajo de 4°C hasta su recepción en laboratorio.

## 2.5. Planilla de relevamiento

Por cada muestra se completó una **planilla de relevamiento** que contenía información sobre la muestra y sobre el galpón del que se extrajo la misma (Anexo I). La información relevada incluía:

- › Tipo de galpón
- › Edad de las aves
- › Color de la gallina
- › Sistema de ventilación
- › Antigüedad del guano
- › Uso posterior, incorporación al suelo, almacenamiento transitorio, entre otros

## 2.6. Parámetros físico-químicos analizados

Los parámetros y los métodos de laboratorio utilizados en cada muestra fueron los siguientes:

**TABLA 1. Parámetros físicos y químicos y métodos de laboratorio**

Parámetro	Unidades	Método empleado
Humedad	%	Secado en estufa a 105 C ° hasta peso constante. Determinación por residuo seco. (Page, A.L., Miller, R.H. y Keeney, D (1982). Methods of soil analysis. Part 2. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy. Soil Science Society of America 1143 p).
pH	UI	Método Potenciómetro (relación 1:5) (Page <i>et al.</i> , op. cit.)

Continúa en pág. siguiente >>

Parámetro	Unidades	Método empleado
CE (conductividad eléctrica)	mmhos/cm	Método conductímetro (pasta de saturación, relación 1:1 (Page <i>et al.</i> , op. cit.))
Nitrógeno Kjeldahl total	mg/kg	Método Macro-Kjeldahl (Page <i>et al.</i> , op. cit.)
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (nitrógeno amoniacal intercambiable)	mg/kg	Extracción con solución de KCl y posterior medición a través de uso de electrodo ion selectivo (Page, 1982, SM 4500-NH <sub>3</sub> G y H).
N-org (nitrógeno orgánico)	mg/kg	Se estimó por diferencia entre el nitrógeno Kjeldahl y el amonio (Page <i>et al.</i> , op. cit.)
Sólidos volátiles	%	Determinación por ignición. Schulte, E.E., Hopkins, B.G. 1996. <i>Estimation of organic matter by weight loss-on ignition</i> . En: Magdoff <i>et al.</i> (ed.). <i>Soil organic matter: Analysis and interpretation</i> SSSA Spec. Publ. 46 SSSA, Madison, Wisconsin, EEUU. Pp 21-31.
Fósforo total	mg/kg	Digestión ácida y posterior método colorimétrico del ácido vanado molibdofosfórico (Murphy & Riley Page, 1962. <i>A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters</i> . <i>Anal. Chim. Acta</i> 27:31-36.) (Page <i>et al.</i> , op. cit.)
Potasio total	mg/kg	Digestión ácida posterior lectura por fotómetro de llama. EPA: Method 3050B. ASTM. (1979). Annual book of ASTM standards, Part 31. Philadelphia, USA. <i>Water American Society for testing and materials</i> . 1280 p.
Calcio intercambiable	mg/kg	Digestión ácida y posterior lectura por absorción atómica. EPA: Method 3050B
Magnesio intercambiable	mg/kg	Digestión ácida y posterior lectura por absorción atómica. EPA: Method 3050B
Sodio	mg/kg	Digestión ácida y posterior lectura por fotómetro de llama. EPA: Method 3050B. ASTM. (1979). Annual book of ASTM standards, Part 31. Philadelphia, USA. <i>Water American Society for testing and materials</i> . 1280 p.
Zinc	mg/kg	Digestión ácida y posterior lectura por absorción atómica. EPA: Method 3050B
Cobre	mg/kg	Digestión ácida y posterior lectura por absorción atómica. EPA: Method 3050B

Fuente: Laboratorio de Química Analítica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

### 3. Resultados

Uno de los objetivos principales del presente trabajo fue determinar las concentraciones medias de los parámetros físicos y químicos más importantes en guano de gallina próximo a retirarse del galpón de producción. Anticipando la alta variabilidad de la composición química del GG, como se observa en distintos trabajos consultados, se asumió como muy relevante estimar no sólo los valores medios de los parámetros físicos y químicos, sino también las concentraciones máximas y mínimas encontradas –que definen un rango de resultados probables– como así también el desvío estándar (Desvío ST) y el coeficiente de variación (CV) para cada caso particular; éstos últimos como medidas de la variabilidad propia de cada parámetro físico y químico estudiado.

Resulta importante mantener presente que el guano que se evacua de los galpones de gallinas ponedoras es utilizado, mayoritariamente, como abono orgánico agrícola.

Por otro lado, es importante comparar los resultados de este trabajo con datos obtenidos de forma similar en otros países o regiones, de manera de establecer similitudes y diferencias en cuanto a la calidad de la enmienda y su utilización. Para ello, es imprescindible establecer dicha comparación con estudios de caracterización de guano en condiciones reales de producción, como ha sido en este caso.

## 3.1 Análisis e interpretación de resultados obtenidos

### 3.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS GALPONES Y DEL GUANO

En las tabla 2 a 8 se resume la información obtenida de las planillas de relevamiento<sup>6</sup> que acompañaban cada muestra e indican algunas características del guano así como de las aves y de los galpones de los cuales se obtuvieron las mismas.

**TABLA 2. Tipo de galpón (%)**

Tipo de galpón	%
Convencional <sup>1</sup>	59,0
Automáticos <sup>2</sup>	41,0
TOTAL	100

<sup>1</sup> Sistema de recolección de guano manual (jaula piramidal).

<sup>2</sup> Sistema de recolección de guano con cinta automática.

**TABLA 3. Tipo de ventilación (%)**

Tipo de ventilación	%
Ventiladores	41,0
Túnel	37,0
Natural	22,0
TOTAL	100

**TABLA 4: Color de gallina (%)**

Color	%
Blanca	80,0
Color	9,5
Blanca y Color	7,6
No sabe/no contesta	2,9
TOTAL	100

**TABLA 5. Edad de las aves (%)**

Semanas de vida	%
<20	1,0
20-30	12,0
31-40	10,0
41-50	15,0
51-60	7,0
61-70	13,0
71-80	7,0
81-90	6,0
91-100	4,0
> 100	7,0
No sabe/no contesta	18,0
TOTAL	100

<sup>6</sup> Datos compilados sobre 105 planillas.



**TABLA 6: Línea genética de las aves (%)**

Línea genética	%
Lohmann	30,5
Hi Line	16,2
Dekalb	6,7
Otras (Bovans, Hi Sex, HyN, Isa)	15,2
No sabe/ no contesta	31,4
TOTAL	100

**TABLA 7: Antigüedad del GG (%)**

Frecuencia	%
1 a 2 días	41,0
1 a 3 meses	21,9
4 a 6 meses	24,8
Más de 7 meses	1,9
No sabe/ no contesta	10,5
TOTAL	100

**TABLA 8: Uso posterior del GG según tipo de predio (%)**

Tipo de predio	%
Propios	25,8
De terceros	37,1
No sabe/ no contesta	37,1
TOTAL	100

### 3.1.2 RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

A continuación, en las tabla 9, 10 y 11 se presentan los resultados físico-químicos de las muestras obtenidas. Todos los resultados se encuentran expresados en base seca, con excepción del contenido de humedad.

**TABLA 9. Conductividad eléctrica, pH y humedad de guano de gallina**

	Conductividad Eléctrica (mmhos/ cm)	pH	Humedad (%)
Media	15,59	6,67	70,00
Desvío ST	2,70	0,61	6,29
CV %	17,33	9,12	8,99
Min	9,70	5,82	54,35
Max	21,47	8,06	80,20

Ver Anexo II, Gráficos de histogramas.

Como se observa en la tabla 9, la Conductividad Eléctrica presentó una media de 15,59 con un desvío estándar (DSt) de  $\pm 2,70$ , y con un coeficiente de variación (CV) superior al 17 %<sup>7</sup>. El pH observado fue prácticamente neutro, con una media de 6,67 y DSt  $\pm 0,61$  lo que resulta un valor normal dentro de los rangos de pH de suelos agrícolas que pudieran recibir el guano de gallina. El promedio del contenido de humedad fue de 70,0 % y DSt  $\pm 6,29$ , con un máximo de 80,20 % y un mínimo de 54,35 %. El contenido medio de

<sup>7</sup> Más allá de la alta variabilidad propia, el DSt y el CV podrían ser menores si se tomara una muestra de mayor tamaño.

humedad encontrado resulta aún apropiado para su evacuación del galpón avícola, aunque próximo al límite de los materiales “sólidos”.

Usualmente, existen desafíos en cuanto a la manipulación, carga y/o descarga de guano u otras excretas animales cuando su contenido de humedad se encuentra por encima del 75 %. En el presente relevamiento se identificaron varias granjas donde la humedad del guano no resultó óptima, algunas incluso rozando el 80 %, si consideramos el manejo posterior que debe hacerse del mismo.

Sin embargo, el contenido de humedad medio relevado resulta comparable a los rangos publicados en la literatura internacional, donde se citan valores desde 50 % hasta 80% de contenido de agua. Estudios realizados en granjas de ponedoras de Pensilvania y Alabama, EEUU, reportaron contenidos de humedad de entre el 50 % y 70% (Mitchell y Donald, 1999). Mientras tanto, datos disponibles del estado de Iowa mostraron contenidos de humedad de entre 42 % y 51% para granjas con sistema convencional de manejo del guano, mientras en California se publicaron valores de hasta el 75 % en los mismos tipos de galpones (Lorimor y Xin, 1999; Bell, 1990).

Como se mencionará más adelante, el tipo de instalaciones, los sistemas de ventilación del galpón de postura y la alimentación tienen incidencia directa en la calidad del guano producido y su composición físico-química.

**TABLA 10. Sólidos volátiles, nitrógeno, fósforo y potasio en cama de pollo**

	Sólidos volátiles* (%)	Nitrógeno amoniacal (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Nitrógeno total (%)	Fósforo total (%)	Potasio (%)
Media	58,60	1,71	1,49	3,20	1,77	2,69
Desvío ST	9,74	0,70	0,57	0,92	0,59	0,52
CV %	16,63	40,65	38,07	28,81	33,40	19,19
Min	38,19	0,56	0,54	1,51	0,55	1,16
Max	75,33	3,48	3,20	5,19	2,90	3,85

\*Sólidos volátiles: como indicador de materia orgánica

Ver Anexo II, Gráficos de histogramas.

El guano de gallina mostró un contenido elevado de materia orgánica<sup>8</sup> (el promedio 58,60 %), con un CV de 16,63 %. Los valores registrados como mínimo y máximo, y el coeficiente de variación propiamente dicho, nos alertan sobre una dispersión marcada de los contenidos de materia orgánica del guano relevado.

<sup>8</sup> Los análisis de laboratorio miden sólidos volátiles, los cuales en excretas animales pueden ser considerados como un indicador aproximado del contenido de materia orgánica de las muestras.

El contenido de materia orgánica de una enmienda mejora propiedades edáficas como: tasa de infiltración, capacidad de retención de agua y capacidad de intercambio catiónico. La materia orgánica mejora la estructura del suelo, a la vez que aumenta el contenido de nutrientes que se liberan en forma lenta y progresiva mejorando el desarrollo y el rinde de cultivos y pasturas.

Por otro lado, las muestras de guano de gallina analizadas tuvieron un contenido promedio de nitrógeno total (NT) de 3,20 %, 1,49 % de nitrógeno orgánico (N-org) y 1,71 % de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

Conocer las distintas formas nitrogenadas de excretas de origen animal resulta imprescindible, por cuanto los contenidos relativos de esas formas químicas determinan la cantidad de nitrógeno que estará disponible para el cultivo (NDC) en el mediano plazo y, en consecuencia, también nos informa las proporciones que son sensibles de ser perdidas en el ambiente.

El NDC estará afectado por las pérdidas de nitrógeno que se produzcan durante y después de la aplicación de la enmienda, como así también por la tasa de mineralización de la fracción orgánica.

Siguiendo la ecuación correspondiente y utilizando una recomendación simplificada<sup>9</sup> de los servicios de extensión de distintas universidades de EEUU:

$$\text{NDC} = \text{NT} \times \text{FD}$$

Donde,

NDC: Nitrógeno disponible para el cultivo

NT: Nitrógeno total

FD: Factor de disponibilidad

La ecuación refleja el hecho que sólo una fracción de las distintas formas de N presentes en el guano de gallina estarán disponibles para los cultivos durante el primer año. El rango de variación de disponibilidad del nitrógeno se ubica entre el 50 y 70% del N total según distintos autores (Koelsch y Shapiro, 1997; Payne y Zhang; Moore *et al.*, 1998), por lo que podría tomarse un valor medio de 60% como sugiere la Universidad de Purdue, Indiana.

Para los resultados obtenidos en este muestreo, se comprueba que el valor calculado según la ecuación simplificada<sup>10</sup> es:

$$\text{NDC} (\%) = 3,20 \times 0,6 = 1,92 \%$$

9 Una forma extendida de esta ecuación es la que considera un Factor de Volatilización de amoníaco y un Factor de Mineralización esperada durante el primer año de agregada la enmienda:

$$\text{NDC} = (\text{N-NH}_4^+ \times (1-\text{FV})) + (\text{N-NO}_3^- + \text{N-NO}_2^-) + (\text{N-Org} \times \text{FM})$$

Donde,

FV: factor de volatilización de amoníaco esperada inmediatamente después de efectuada la aplicación. El rango de valores posibles de FV es amplio y depende de las condiciones climáticas, de la incorporación o no del guano al suelo, del tiempo transcurrido entre la aplicación y la incorporación, entre otros factores. Usualmente, puede asumirse un FV de 0,15-0,30 para guano de gallina (Colorado State University).

FM: factor de mineralización esperada durante el primer año de agregada la enmienda, usualmente 0,50 (Purdue University).

10 Considerando la ecuación extendida, con los resultados de este muestreo se observa que el valor calculado es similar al de la ecuación simplificada:

$$\text{NDC} (\%) = ((1,71 \times (1-0,225)) + (1,49 \times 0,50)) = 2,06\%$$

La composición relativa del guano en cuanto a sus formas nitrogenadas resultó bastante equilibrada, con un 46% del N total en forma de N-org y un 54% como nitrógeno amoniacal. El nitrógeno orgánico es menos sensible a mostrar pérdidas, incrementando eventualmente el pool de N del suelo. Mientras, el N amoniacal representa una forma química que en condiciones de pH alcalino se puede volatilizar parcialmente como gas amoníaco.

Respecto de la variabilidad de los resultados, tanto en las formas de N como para el fósforo, que es el otro nutriente de importancia agronómica primordial, los Coeficientes de Variación resultan elevados<sup>11</sup>. Los CV de N amoniacal y orgánico superaron el 40 % y 38 % respectivamente mientras el CV del fósforo (P) fue de 33 % y 19 % en el caso de potasio (K). Estos amplios rangos de concentraciones probables de los nutrientes de relevancia agronómica no hacen más que subrayar la importancia de contar con muestras de guano de gallina de cada granja antes de realizar un uso agronómico de la misma, para no subestimar ni sobreestimar la concentración de los nutrientes relevantes ni sus probables porcentajes de pérdidas. Una vez que el manejo del GG en galpones se encuentra estabilizado, el método de muestreo a campo afinado y las determinaciones de laboratorio resultan menos variables, entonces puede programarse el muestreo de GG cada 2 a 3 años, especialmente si la utiliza en su propio campo, de forma de reducir el costo para el productor, pero obteniendo resultados confiables.

La composición media del guano de gallina respecto de P y K fue de 1,77 y 2,69 % respectivamente. Estos resultados se encuentran dentro de los rangos esperados y determinan una relación aproximada NPK de:

**1,8N : 1P : 1,5K**

Esta proporción de macro nutrientes esenciales es similar a la calculada en base a diversas publicaciones de EEUU específicas para guano de gallina en galpones con manejo seco<sup>12</sup> del mismo (ver 3.2):

**1,5N : 1P : 1K**

Los valores encontrados se retomarán más adelante para ejemplificar las tasas de aplicación agronómica de guano para diferentes cultivos en condiciones reales de producción (ver punto 4).

**TABLA 11. Calcio, sodio, magnesio, zinc y cobre en guano de gallina**

	Calcio (%)	Sodio (%)	Magnesio (%)	Zinc (ppm)	Cobre (ppm)
Media	14,52	0,57	0,73	262,33	38,19
Desvío ST	5,02	0,14	0,09	79,78	11,50
CV %	34,57	25,00	12,33	30,41	30,10
Min	2,34	0,33	0,55	131,40	15,84
Max	27,12	0,93	0,94	432,69	65,08

Ver Anexo II, Gráficos de histogramas.

11 Más allá de la alta variabilidad propia, el Desvío estándar y el CV podrían reducirse con una muestra poblacional más grande.

12 Galpones con jaulas piramidales o automáticas con cinta.



Un análisis de la composición de “bases” o cationes principales del guano de gallina, calcio, sodio, magnesio y potasio, muestra que el calcio es el catión mayoritario con el 78% del contenido relativo. En contraposición, el sodio es el catión en menor concentración y representa tan sólo el 3% de las bases.

Estos resultados son críticos para anticipar la reacción del guano de gallina utilizado como enmienda sobre las características físicas de un suelo agrícola. El calcio es determinante para la estabilidad estructural de los suelos, mientras el sodio tiene el efecto contrario propendiendo a la pérdida de estructura debido a la dispersión de partículas de arcillas expandibles.

Es conocido el rol biológico indispensable de los micronutrientes en el desarrollo de las plantas. Entre ellos, particularmente el zinc ( $Zn^{2+}$ ) y el cobre ( $Cu^+$ ,  $Cu^{2+}$ ) son componentes o activadores de numerosas enzimas.

El zinc es un micronutriente esencial para el desarrollo de las plantas, a tal punto que puede ser componente de formulaciones de fertilizantes comerciales que ya se encuentran disponibles en el mercado de agro insumos de nuestro país.

Por ejemplo, el maíz es un cultivo sensible a deficiencias de Zn (Gutiérrez Boem, 2016). Por otra parte, los niveles de Zn en suelo han disminuido notablemente y este micro nutriente podría ya ser limitante en gran parte de la región pampeana (Sainz Rozas, 2013; Melgar, 2004).

Las excretas de aves son normalmente ricas en zinc, aunque su valorización como fertilizante de cultivos no es habitual dado que raramente se incluye su determinación como parte de un análisis químico básico de guano de gallina. En nuestro caso, la concentración media de zinc fue de 262,33 mg/kg con un CV de 30,41%.

Otro micronutriente esencial para las plantas es el cobre. Los cereales de invierno y los cítricos son sensibles a la deficiencia de Cu (Gutiérrez Boem, 2016; Sierra, 2016). El contenido medio de guano de gallina del presente estudio arrojó un valor de 38,19 mg/kg o ppm con un CV de 30,10 %.

Los resultados obtenidos en este trabajo están dentro del rango esperado según publicaciones internacionales consultadas tanto para el caso del zinc como para cobre. El rango de concentración de referencia de estos micronutrientes se ubicó entre 15 y 68 ppm para cobre, y entre 150 y 388 ppm en el caso del zinc (Moore *et al.*, 1998; Mitchell y Donald, 1999; Barbazán *et al.*, 2011). Las medias determinadas en nuestro muestreo fueron de 38,19 ppm Cu y 262,33 ppm Zn como se mostró en la tabla 11.

El uso de minerales traza en aves es necesario para que las aves alcancen su potencial genético de producción. Si bien la excreción de estos minerales podría impactar en el ambiente, cabe destacar que su uso puede reducirse a través del manejo de los suplementos minerales utilizados en nutrición animal.

Shiping Bai y col. (2016) determinaron que la suplementación de gallinas ponedoras con Zn, Cu y manganeso mejoró la calidad de la cáscara de los huevos, al tiempo que es posible reducir las dosis de micronutrientes en la ingesta de acuerdo con la fuente de suplementación. Por otra parte, Maciel y col. (2010) encontraron mejoras en peso y peso específico del huevo al suplementar con Zn; no obstante, expresan que las diferencias en *performance* reportadas en la literatura podrían explicarse debido a la alta variedad

de suplementos, a la variabilidad de la biodisponibilidad y estabilidad de aquellos y al metabolismo de las aves.

En el mismo sentido, Leeson (2003) advirtió que el uso de *Fitasas y Proteinatos* pueden incrementar muy significativamente los niveles de biodisponibilidad de Zn y Cu, y por lo tanto reducir su excreción e impacto ambiental.

Las concentraciones de Cu y Zn encontradas en este trabajo no son, por sí solas, indicativas de un impacto potencial cierto siendo necesario contemplar no sólo el contenido de la excreta sino también la dosis de aplicación en el lote (Ver puntos 4.1 y 4.2), las tasas de remoción de los cultivos y los niveles previos en el suelo.

## 3.2 Comparación con resultados internacionales

Se realizó una revisión bibliográfica referente a la caracterización físico-química de guano de gallina desarrollada por otros autores, obteniendo una comparación interesante para algunos de los parámetros medidos.

A continuación, la tabla 12 compara los promedios de distintos trabajos relevados y los resultados obtenidos en la provincia de Buenos Aires para el presente muestreo.

**TABLA 12. Concentraciones medias de macro nutrientes en guano de gallina, en base seca (kg/tn)**

	Nitrógeno (kg/tn)	Fósforo (kg/tn)	Potasio (kg/tn)	Calcio (kg/tn)
Pennsylvania <sup>1</sup>	4,85	3,11	3,34	15,38
Pennsylvania <sup>2</sup>	4,00	1,75	1,66	7,00
Alabama <sup>3</sup>	5,00	1,89	1,38	n/d
Carolina del Norte <sup>4</sup>	4,75	3,06	3,11	10,75
Iowa <sup>5</sup> A	2,05	2,66	3,57	n/d
Iowa <sup>5</sup> B	2,20	3,05	2,93	n/d
Buenos Aires	3,20	1,77	2,69	14,52

1 Pennsylvania: Patterson, 1994.

2 Pennsylvania: Shipp et al., 1981.

3 Alabama: Mitchell y Donald, 1999.

4 Carolina del Norte: Zublena et al., 1993.

5 Iowa: Lorimor, 1999. Dos granjas distintas.

Valores convertidos a "base seca" para 1,2,3 y 4 según contenido de humedad publicado por los autores.

n/d: no disponible.

Como puede apreciarse, la variabilidad de los valores es elevada, especialmente en el caso del nitrógeno donde el manejo de la ventilación del galpón, por sus efectos en la temperatura y la humedad, impacta directamente sobre la volatilización del amoníaco. Obsérvese que aún dentro de los EEUU la variabilidad en el contenido de nitrógeno total comprende un rango amplio de entre 2,05 y 5,00%.

Otro factor que puede ser importante para explicar las diferencias encontradas con valores del extranjero es la composición de la dieta que puede no estar balanceada en forma idéntica ni contar con los mismos ingredientes y aditivos. También los precios y disponibilidad de distintos ingredientes pueden determinar composiciones de la dieta muy diferentes aún entre regiones de nuestro país.

Simultáneamente, pueden existir motivos relacionados con las características del producto buscado, el mercado, la calidad o la resistencia del huevo deseada, que podrían determinar diferencias importantes en el uso de suplementos ricos en calcio. En el caso del calcio, aunque las referencias no abundan, el rango entre valores máximos y mínimos supera el 100% al igual que en el caso del nitrógeno abordado previamente.

En general, puede afirmarse que los valores relevados en la provincia de Buenos Aires se ubican dentro del rango de valores esperados según la bibliografía consultada, con la salvedad que en el caso del fósforo hemos medido valores casi mínimos, y cercanos al máximo para el calcio.

Independientemente de los motivos, la variabilidad de los resultados refuerza la necesidad de contar con estudios de caracterización regionales para poder planificar el uso de las excretas animales en general, y del GG en particular, sobre la base de valores locales.

### 3.3. Efecto de algunas variables sobre los parámetros físicos y químicos del guano de gallina

Si bien el objetivo principal del trabajo fue realizar una caracterización físico-química del guano, otras variables fueron relevadas al momento de la toma de muestras, de manera de disponer de información que nos permitiera realizar un análisis más integral de los resultados (punto 2.5).

De la información relevada, se identificó la variable “sistema de recolección” de guano con el objeto de analizar si podía tener algún efecto sobre las características físico-químicas del mismo. La información se agrupó en dos categorías: manual (galpones con jaulas piramidales) o automático (galpones con jaulas con cinta de recolección automática).

Se realizaron Test de Hipótesis de igualdad de promedios entre las categorías especificadas para la variable indicada y los 14 parámetros físicos y químicos.

De las pruebas realizadas, se observaron efectos significativos del sistema de recolección (manual o automático) sobre: pH, CE, humedad, materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, fósforo, potasio y magnesio. No se observaron efectos significativos del sistema de recolección en nitrógeno orgánico, calcio, sodio, cobre y zinc.

No obstante, y como fuera expresado más arriba, no se profundizó en el análisis y la interpretación de estos resultados dado que no era el objeto del trabajo y se requerirían más estudios para ser concluyentes. En el Anexo III se resumen las tablas y gráficos correspondientes.

## 4. Ejemplos prácticos de utilización agronómica del guano de gallina

sobre la base de datos de la provincia de Buenos Aires, Argentina

A continuación, y en base a los resultados promedio obtenidos, se desarrollan algunos ejemplos prácticos de aplicación de guano de gallina en cultivos de maíz y soja de Primera.

El objetivo de fertilización de un cultivo responde, generalmente, a las necesidades de nitrógeno del mismo, debido a una combinación de factores. En primer lugar, el nitrógeno es el nutriente que la mayoría de los cultivos requieren en mayor cantidad. En segundo lugar, la concentración de nitrógeno disponible en suelos de producción agrícola generalmente no es suficiente para asegurar niveles de rendimiento máximo potencial de un cultivo en una zona determinada.

En el caso de las Leguminosas fijadoras de nitrógeno atmosférico, la fertilización suele responder a las necesidades de fósforo, con el agregado ocasional de otros nutrientes como azufre según zonas y nivel tecnológico del planteo agrícola.

Además, un Plan de fertilización o de Manejo de Nutrientes debe asumir una estrategia respecto del nivel de fertilidad química del suelo en cuestión. Dicha estrategia de fertilización puede estar basada en:

- › La sustitución del 100% del nutriente objetivo que el cultivo va a requerir durante el ciclo de crecimiento
- › La sustitución del balance negativo de nutrientes entre lo que el cultivo va a requerir y lo que está disponible en el suelo a la siembra
- › La reposición de niveles de nutrientes de un suelo empobrecido por años de agricultura altamente extractiva, en este caso se fertiliza no sólo con la cantidad requerida por el cultivo, sino que se agrega una masa de nutriente objetivo a acumular en el suelo para reponer los niveles de fertilidad deseados.

En nuestro caso adoptaremos la primera opción sólo para simplificar los cálculos e independizarnos del valor inicial de nitrógeno o fósforo en el suelo a la siembra, que será diferente para cada lote y para cada año.

Desde el punto de vista práctico, esto significaría que el productor agrícola de granos u oleaginosas estaría optando por mantener los niveles actuales de nutriente objetivo en su suelo, agregando cada año lo que el cultivo removerá según un nivel de rendimiento predeterminado.



Sin embargo, nuestra recomendación técnica es la de tomar muestras de suelos anualmente –o cada 2 a 3 años mínimo– de modo de monitorear el nivel de ese nutriente objetivo en el suelo, ya que si no se alcanzaran los rendimientos esperados seguramente veríamos incrementos paulatinos de la concentración del nutriente en el suelo.

Por otro lado, si los años fueran excepcionalmente buenos respecto de las temperaturas y las precipitaciones quizá los rindes podrían ser mayores a los esperados, y en ese caso estaríamos deprimiendo el nivel de nuestro nutriente objetivo en el perfil del suelo.

Independientemente del resultado del cultivo, a largo plazo tanto el guano de gallina como la cama de pollo y otras excretas de origen animal, siempre aumentarán al menos levemente el nivel del *pool* de nitrógeno del suelo, ya que como se explicó en 3.1 (ecuación 1) existe una porción del nitrógeno de estas excretas que se encuentra en forma de N-orgánico y no se mineraliza completamente durante el primer año de aplicación, de modo que el resto se va mineralizando e incorporando al *pool* de nitratos durante el segundo y tercer año sucesivamente. Este es otro motivo que justifica el muestreo periódico de los suelos enmendados, de modo de ajustar la tasa de aplicación de acuerdo con el nivel variable de nitrógeno en el suelo.

Cuando se cuenta con valores de nitratos o fósforo disponible en el suelo, dichos valores se ingresan en filas d.1 y d.2 de la **tabla de cálculo de dosis de aplicación agronómica** restándose dicho valor del requerimiento total de nutriente del cultivo ( $e.1 = c.1 - d.1$ ).

Asimismo, cuando los cultivos sean diferentes a los aquí propuestos, bastará con reemplazar el rendimiento objetivo de dicho cultivo junto al valor de “requerimiento total de nutrientes” en la fila c.1 (consultar tabla 9 de *Buenas prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano*) y luego seguir los cálculos mostrados.

Los valores de GG para maíz y soja de las tabla 13 y 14 han sido convertidos a su expresión en base húmeda o “tal cual”, que representa la composición y calidad del guano de gallina tal como se la encuentra en el galpón y próximo a ser aplicada sobre un lote. Las concentraciones de N y P utilizadas para los cálculos son sólo ejemplos que surgen de este relevamiento y no deben tomarse como una receta que reemplace la muestra de cada granja en particular.

## 4.1. Maíz

› **Objetivo:** Base nitrógeno (valores calculados en celdas amarillas); base fósforo (valores calculados en celdas grises). Ver g.1 y h.1 en tabla 13.

› **Estrategia de fertilización:** 100 % sustitución.

› **Enmienda:** Guano de gallina promedio (Buenos Aires).

› **Rendimiento esperado:** 8 tn/ha

› **Nitratos en suelo a la siembra:** 0

› **Fósforo disponible en suelo a la siembra:** 0

**TABLA 13. Cálculo de dosis de aplicación agronómica de guano de gallina en cultivo de maíz**

Cultivo	Maíz grano	Unidades
a) Rendimiento esperado	8	tn/ha
b) Requerimiento nutrientes x unidad de rendimiento <sup>13</sup>		
b1) Nitrógeno	22	kg N/tn
b2) Fósforo	4	kg P/tn
c) Requerimiento total de nutrientes para el cultivo		
c1) Nitrógeno: a) x b1)	176	kg N/ha
c2) Fósforo: a) x b2)	32	kg P/ha
<b>SUELO</b>		
d) Concentración de nutrientes en el suelo*		
d1) Nitrógeno como nitratos	0	kg N/ha
d2) Fósforo disponible	0	kg P/ha
<b>ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN</b>		
e) Cantidad de nutrientes a suplementar x fertilización		
e1) Estrategia base nitrógeno: c1) - d1)	176	kg N/ha
e2) Estrategia base fósforo: c2) - d2)	32	kg P/ha
<b>GUANO DE GALLINA</b>		
f) Concentración de nutrientes en la excreta**		
f.2.1) Guano de gallina: nitrógeno***	6,2	kg/tn
f.2.2) Guano de gallina: fósforo****	4,8	kg/tn
<b>FERTILIZACIÓN</b>		
g) Cantidad de material a aplicar: fertilización base nitrógeno		
g.1) GG: e1) / f.2.1)	28,3	tn/ha
h) Cantidad de material a aplicar: fertilización base fósforo*****		
h.1) GG: e2) / f.2.2	6,7	tn/ha

\*Según informe analítico de laboratorio de suelos.

\*\*Según informe analítico de laboratorio químico.

\*\*\*Disponibilidad de N total corregida por pérdidas estimadas (NDC). Reemplazar en f.2.1 los valores de concentración de nitrógeno disponible para el cultivo en base a los resultados propios obtenidos en cada granja, asegurándose de que el laboratorio utilizado informe dichos valores en "base húmeda".

\*\*\*\*Disponibilidad de P total corregida por pérdidas estimadas (PDC). Reemplazar en f.2.2 los valores de concentración de fósforo disponible para el cultivo en base a los resultados propios obtenidos en cada granja, asegurándose de que el laboratorio utilizado informe dichos valores en "base húmeda".

\*\*\*\*\*Considerar suplementación de fertilizante nitrogenado sintético o comercial.

13 Fuente: INPOFOS. Archivo Agronómico N° 3.

En el ejemplo de la tabla 13, se requieren agregar 28,3 toneladas de guano de gallina tal cual sale del galpón avícola, para cubrir el 100% del requerimiento de nitrógeno del cultivo de maíz y sin consumir el nitrógeno disponible en el suelo previo a la fertilización<sup>14</sup>.

Si se opta por la fertilización base fósforo, entonces se requieren sólo 6,7 toneladas de guano de gallina y, obviamente, se deberá completar el plan de fertilización con nitrógeno sintético o comercial.

Es importante destacar que cuando se toman valores guía de concentración de nutrientes de otros países, o incluso de otras regiones de nuestro vasto país, pueden existir diferencias significativas en los resultados obtenidos. Al respecto, en *“Buenas prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano”* (Maisonave et al., 2015), se alertaba sobre esta situación al utilizar valores guía de los Estados Unidos. En dicha guía puede corroborarse que utilizando los promedios nacionales de EEUU relevados y publicados por la American Society of Agricultural Engineers (ASABE), la recomendación de fertilización para el mismo maíz de 8 tn/ha de rendimiento esperado fue de 4,2 toneladas de guano de gallina (base nitrógeno) considerando una concentración inicial de 20 kg/ha de N en el suelo a la siembra. Aún eliminando el N inicial en el suelo a la siembra (para reflejar lo asumido en el ejemplo de la tabla 14), la Dosis de Aplicación Agronómica sería de 4,75 toneladas de guano de gallina en base N y de 1,60 toneladas en base fósforo en lugar de la recomendación original de 1,4 (ver Anexo 1 de la guía citada anteriormente).

Puede comprobarse que la diferencia entre las dosis de aplicación desarrolladas en este documento y aquellas originadas en valores de referencia de ASABE son importantes. En primer lugar, los valores de ASABE se basan en estimaciones indirectas de la eficiencia de absorción de los distintos nutrientes por parte de los animales, y no en muestras de guano propiamente dichas. En segundo lugar, los valores de ASABE reflejarían las condiciones de una “excreta o guano fresco” al momento de ser producido por las gallinas, y como sabemos ese material se almacena en el galpón por un tiempo variable entre 2 y 3 días hasta un año completo según se trate de jaulas automáticas o convencionales y de cada caso en particular.

Durante este lapso, el guano va perdiendo nitrógeno amoniacal por volatilización, disminuyendo la concentración de nitrógeno total del mismo, por lo cual no sorprende que la concentración de N total en guano fresco estimado por método ASABE sea varias veces superior (37 kg N/tn GG y 20 kg P/tn GG) a los resultados relevados en este muestreo (ver *Guía de Buenas Prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano* -Anexo I).

Cabe resaltar una vez más que en los ejemplos de cálculo desarrollados en tablas 13 y 14 no fueron considerados ni la concentración de nitratos a la siembra ni la estimación de nitrógeno a mineralizarse a partir de la materia orgánica existente en el suelo durante la estación de crecimiento del cultivo.

<sup>14</sup> Cabe aclarar que con la estrategia de fertilización en base a Nitrógeno, la adición de 28,3 tn de guano aportaría 3,96 kg Zn/ha y 0,56 kg Cu/ha. Nótese que si se asumiera un valor de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> a la siembra (en el ejemplo se tomó cero), la cantidad de guano a aplicar disminuiría y el contenido de Zn podría entonces acercarse a las recomendaciones de fertilizantes comerciales. En el ejemplo, ambos micronutrientes se ubican por debajo de los límites máximos de concentración indicados por la Resolución SENASA N° 264/2011.

## 4.2. Soja

En el caso del cultivo de soja, especie fijadora de nitrógeno atmosférico por simbiosis con bacterias del género *Rhizobium*, el agregado de una fuente de N adicional en forma de enmienda o fertilizante permite que la planta tome ese N presente en la solución del suelo como nitrato.

Esto representa una ventaja estratégica para la planta y el cultivo, ya que la absorción de nitratos del suelo se produce por flujo transpiratorio –sin gasto de energía– mientras que la simbiosis con bacterias fijadoras representa un gasto de hidratos de carbono para la planta.

Por lo expresado anteriormente, desde el punto de vista agronómico es apropiado proponer un plan de fertilización de soja en base nitrógeno. Por otro lado, este cultivo es altamente demandante de fósforo, por lo que se verá muy favorecido por el agregado de dicho elemento contenido en el guano de gallina.

- › **Cultivo:** Soja de primera.
- › **Objetivo:** Base nitrógeno (valores calculados en celdas amarillas); base fósforo (valores calculados en celdas grises). Ver g.1 y h.1 en tabla 14.
- › **Estrategia de fertilización:** 100 % sustitución.
- › **Enmienda:** guano de gallina promedio (Costa Este, Entre Ríos).
- › **Rendimiento esperado:** 3 tn/ha.
- › **Nitratos en suelo a la siembra:** 0
- › **Fósforo disponible en suelo a la siembra:** 0

**TABLA 14. Cálculo de dosis de aplicación agronómica de guano de gallina en cultivo de soja de primera**

Cultivo	Soja grano	Unidades
a) Rendimiento esperado	3	tn/ha
b) Requerimiento nutrientes x unidad de rendimiento <sup>15</sup>		
b1) Nitrógeno	80	kg N/tn
b2) Fósforo	8	kg P/tn
c) Requerimiento total de nutrientes para el cultivo		
c1) Nitrógeno: a) x b1)	240	kg N/ha
c2) Fósforo: a) x b2)	24	kg P/ha
SUELO		
d) Concentración de nutrientes en el suelo*		
d1) Nitrógeno como nitratos	0	kg N/ha
d2) Fósforo disponible	0	kg P/ha

Continúa en pág. siguiente >>

<sup>15</sup> Fuente: INPOFOS. Archivo Agronómico N° 3.



ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN			
e)	Cantidad de nutrientes a suplementar x fertilización		
e1)	Estrategia base nitrógeno: c1) - d1)	240	kg N/ha
e2)	Estrategia base fósforo: c2) - d2)	24	kg P/ha
GUANO DE GALLINA			
f)	Concentración de nutrientes en la excreta**		
f.2.1)	Guano de gallina: nitrógeno***	6,2	kg/tn
f.2.2)	Guano de gallina: fósforo****	4,8	kg/tn
FERTILIZACIÓN			
g)	Cantidad de material a aplicar: fertilización base nitrógeno		
g.1)	CP: e1) / f.2.1)	38,7	tn/ha
h)	Cantidad de material a aplicar: fertilización base fósforo*****		
h.1)	CP: e2) / f.2.2	5,0	tn/ha

\*Según informe analítico de laboratorio de suelos.

\*\*Según informe analítico de laboratorio químico.

\*\*\*Disponibilidad de N total corregida por pérdidas estimadas (NDC). Reemplazar en f.2.1 los valores de concentración de nitrógeno disponible para el cultivo en base a los resultados propios obtenidos en cada granja, asegurándose de que el laboratorio utilizado informe dichos valores en "base húmeda".

\*\*\*\*Disponibilidad de P total corregida por pérdidas estimadas (PDC). Reemplazar en f.2.2 los valores de concentración de fósforo disponible para el cultivo en base a los resultados propios obtenidos en cada granja, asegurándose de que el laboratorio utilizado informe dichos valores en "base húmeda".

\*\*\*\*\*Considerar suplementación de fertilizante nitrogenado sintético o comercial.

En el ejemplo de la tabla 14, se requieren agregar 38,7 toneladas de guano de gallina tal cual sale del galpón avícola, para cubrir el 100% del requerimiento de nitrógeno del cultivo de soja, sin depender de la fijación simbiótica con microorganismos del suelo y sin consumir el nitrógeno disponible en el suelo previo a la fertilización<sup>16</sup>.

Si se opta por la fertilización base fósforo, entonces se requieren sólo 5,0 toneladas de guano de gallina y, obviamente, se deberá completar el plan de fertilización con nitrógeno sintético o comercial.

Las tabla 13 y 14 son orientativas, y tienen como objetivo mostrar una forma de cálculo sencilla basada en resultados analíticos y conceptos agronómicos que pueda ser aplicada por el Productor o su Asesor en temas agropecuarios.

Sin embargo, el nivel de análisis podría profundizarse según el criterio del Productor y/o Asesor, a través del muestreo de suelo en varias profundidades, según el tipo de análisis de suelos solicitados al laboratorio, ajustando cálculos de pérdidas por condiciones climáticas locales, etc.

<sup>16</sup> Cabe aclarar que con la estrategia de fertilización en base a Nitrógeno, la adición de 38,7 tn de guano aportaría 5,42 kg Zn/ha y 0,77 kg Cu/ha. Ambos micronutrientes se ubican por debajo de los límites máximos de concentración indicados por la Resolución SENASA N° 264/2011.

Por último, la siguiente tabla 15 resume la concentración de **nutrientes disponibles** para los Cultivos contenidos en 1 tonelada de guano de gallina, para brindar una referencia rápida a Productores y Profesionales. Nótese que nos referimos a Nutrientes Disponibles, es decir la cantidad esperada realmente disponible para el cultivo una vez descontadas todas las pérdidas potenciales que ocurren durante la aplicación de la enmienda y considerando el % de mineralización durante la estación de crecimiento del cultivo.

**TABLA 15. Concentración promedio de nutrientes en guano de gallina (kg/tn)**

Nutriente disponible	Kg/tn*
Nitrógeno	6,2
Fósforo	4,8
Potasio	7,3
Calcio	39,2
Magnesio	2,0
Sodio	1,5
Cobre	0,01
Zinc	0,07

\*Kg de nutriente/tonelada de guano de gallina tal cual.

Así, la tabla 15 es útil al momento de la planificación de la campaña agrícola como una primera referencia aproximada de la superficie necesaria para uso agronómico de una cantidad de guano de gallina conocida (un galpón, dos, etc.) que se aplique al lote inmediatamente después de ser removido del galpón avícola. Cabe aclarar que esta referencia no sustituye el análisis de laboratorio particular del GG ni los cálculos correspondientes explicados precedentemente.

Para guano de gallina almacenado temporariamente –ya sea en el predio avícola o en la cabecera del lote agrícola– deben considerarse los valores que resulten del análisis químico de dicho material, dado que el tiempo transcurrido y las condiciones de almacenamiento introducen variaciones en la composición de la misma que serán propias de cada caso.

## 5. Balance de nutrientes a largo plazo y la importancia de los planes de manejo de nutrientes

Como se mostró en **3.1. 'Análisis e interpretación de resultados'**, la relación promedio de nitrógeno/ fósforo en el guano de gallina relevado en la provincia de Buenos Aires fue de 1,8:1. Sin embargo, una vez que se computan las pérdidas esperadas en la concentración de N debido a la volatilización de amoníaco y en la fracción orgánica a mineralizar, esa relación N:P disminuye a 1,3:1 representando la proporción final de nutrientes “disponibles para el cultivo”.

Por otro lado, en el diseño de una fertilización tanto de maíz como de soja se advertirá que el requerimiento de N y P de dichos cultivos tiene una relación N: P superior a la relación N: P del guano, por lo que resulta necesario ajustar el aporte que éste puede realizar de acuerdo con los requerimientos de aquellos.

**TABLA 16. Relación NDC: PDC en guano de gallina y requerimiento nutricional de cultivos**

	<b>Relación N : P</b>
<b>Guano de gallina</b>	1,3 : 1
<b>Maíz</b>	5,5 : 1
<b>Soja</b>	8 : 1

Fuente: relación calculada a partir de los resultados de este trabajo (GG) y de datos de Infopos (maíz y soja).

La tabla 16 muestra que cuando realizamos fertilizaciones con guano de gallina en base nitrógeno estamos agregando una cantidad mayor de fósforo que la que necesita el cultivo (sobrefertilización). Y lo opuesto sucede cuando la fertilización se diseña en base fósforo y no agregamos la cantidad mínima de N requerida por el cultivo (subfertilización).

En el ejemplo para el cultivo de maíz, la cantidad de fósforo disponible para el cultivo entregada en la fertilización base nitrógeno representó tres veces más de lo requerido por el cultivo. Por otro lado, la cantidad de nitrógeno entregada como NDC en la fertilización base fósforo fue de tan sólo el 23 % del requerimiento del cultivo. Para el caso de la soja las diferencias son aún más marcadas.

Ambas situaciones tienen solución a través del trabajo profesional del ingeniero agrónomo implementando un Plan Integral de Manejo de Nutrientes (PIMN) a 3 ó 5 años vista. Un PIMN nos permite anticipar estos desbalances y manejarlos de manera ambientalmente apropiada, agronómicamente eficiente y económicamente viable.

Algunas soluciones posibles a las situaciones descritas son: la rotación de cultivos con mayor requerimiento de fósforo como alfalfa o girasol, la fertilización de lotes con guano cada 2 ó 3 años en lugar de anualmente, la inclusión de un doble cultivo, o el agregado de fertilizante comercial en el caso de la subfertilización de nitrógeno.

Por ejemplo, el agregado de un cultivo de alfalfa en la rotación agrícola de un lote -que presenta un elevado consumo de fósforo del suelo y además es un cultivo plurianual- nos permite “descansar” del agregado de guano en dicho lote por 4 años en promedio y obtener un cultivo de alfalfa de alto rendimiento gracias a la disponibilidad de fósforo, cobre, zinc y otros elementos esenciales para su desarrollo.

Sin embargo, cualquier decisión de manejo agro-ambiental de excretas o enmiendas de origen animal debe estar sustentada en datos reales. En este sentido, la toma periódica de muestras tanto de guano de gallina como de suelos, según protocolos definidos en virtud de las particularidades de este tipo de materiales, es esencial para una planificación realista y ambientalmente sustentable.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son de importancia para nuestro país, no sólo por la cantidad de granjas relevadas sino por la variedad de parámetros físico-químicos analizados.

Dicha caracterización físico-química del guano de gallina de la provincia de Buenos Aires resulta muy útil para los productores de la región y para las autoridades correspondientes que deseen planificar a largo plazo el manejo de este valioso subproducto de la producción avícola.

Sin embargo, la extrapolación de datos a otras regiones productivas debe ser cautelosa y reconociendo las variadas diferencias ambientales, edáficas y agronómicas existentes.

## 6. Consideraciones finales

Los resultados obtenidos representan los primeros datos de referencia del país en lo que respecta a la composición físico-química de guano de gallina proveniente de granjas de Buenos Aires, obtenidos a través de un muestreo representativo del número de establecimientos avícolas de la provincia. Los resultados evidencian un alto y variado contenido de nutrientes y de materia orgánica.

La alta variabilidad de los resultados refuerza la recomendación de que cada productor tome su muestra para conocer el aporte potencial de nutrientes del guano de gallina de su granja.

Si bien existen similitudes con datos de EEUU, diferencias aparentemente menores de concentración expresadas en partes por millón (o mg/Kg) pueden representar magnitudes importantes de nutrientes cuando se consideran las toneladas de GG aplicadas por hectárea en lotes de producción agrícola. Esto subraya la importancia de disponer de información local de nuestro país para que los productores y técnicos puedan implementar Tasas Agronómicas de Aplicación de guano de gallina más precisas, disminuyendo los impactos potenciales en el ambiente.

Desde el punto de vista agronómico y ambiental, la disponibilidad de cantidades muy importantes de GG en la provincia de Buenos Aires puede resultar una ventaja estratégica, tanto para el sector avícola productor de huevos como para los productores agropecuarios de la región.

Si bien se observa un cambio de tendencia en las últimas campañas, la realidad productiva de la región pampeana en general, y de la provincia de Buenos Aires en particular, muestra un predominio importante de cultivos de soja. También es conocida la disminución en superficie destinada a trigo y a otros cereales de invierno junto con la reducción de los rodeos ganaderos en una serie de varios años.

Esta situación ha significado una disminución de aportes de carbono al suelo ya que el cultivo de soja produce un rastrojo de bajo volumen. Estudios del INTA alertan sobre la disminución del contenido de materia orgánica y de ciertos nutrientes en suelos pampeanos durante los últimos años (Sainz Rozas *et al.*, 2013).

En este escenario, el guano de gallina puede jugar un rol importante como abono orgánico que devuelva fertilidad natural a nuestros suelos, reponiendo también los niveles de fósforo y otros elementos que han sufrido reducciones significativas. Pero además debe recordarse que el guano afecta positivamente varias propiedades físicas de los suelos, como su capacidad de infiltración de agua –reduce los procesos de erosión y aumenta la precipitación efectiva–, aumenta la capacidad de almacenamiento de agua y el contenido de materia orgánica, entre otros (Payne y Zhang).

El desbalance de nutrientes N:P propio de las excretas animales puede ser estratégicamente utilizado por el profesional agrónomo para reponer niveles de fósforo en el suelo a mediano plazo a través de la implementación de *Planes de manejo de nutrientes y estrategias de fertilización en base nitrógeno* (Maisonave *et al.*, 2015). Luego, monitoreando la evolución del fósforo en el suelo y otros parámetros de interés puede cambiarse la estrategia de fertilización por la de “base fósforo”, con el objeto de mantener el nivel alcanzado de este nutriente en el suelo y completar el plan de manejo de nutrientes con una fertilización nitrogenada a través de algún fertilizante sintético como la urea, por ejemplo.

Además, de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio del guano de gallina es relevante, presentando la particularidad de poder entregar macro y micronutrientes que se encuentran en forma disponible para las plantas a corto plazo. Esto es crítico en el caso del fósforo que actúa como promotor del crecimiento de raíces y del potasio en condiciones de limitantes por tipo de suelo o cultivos.

Con un stock aproximado de 15 millones de gallinas ponedoras, el valor del guano en la provincia de Buenos Aires podría superar los 5 millones de dólares<sup>17</sup> si fuera utilizado completamente como fertilizante. Este valor contempla únicamente la valorización del nitrógeno y fósforo del guano sin considerar otros nutrientes claves como azufre y zinc, entre otros. Además, restaría valorizar el aporte de materia orgánica de esta enmienda.

Sobre la base del contenido promedio de nutrientes determinado en este trabajo, en la provincia de Buenos Aires se contaría con 2.934 t de nitrógeno y 2.271 t de fósforo disponibles para el cultivo, lo que sería suficiente para fertilizar anualmente 16.670 ha de maíz –que proporcionan 133.360 tn del cereal– según los requerimientos de nitrógeno del cultivo. Si, en cambio, basáramos la estrategia de fertilización en los requerimientos de fósforo entonces la superficie de maíz a fertilizar con guano de gallina ascendería a 70.969 ha cada año.

El valor fertilizante del guano de gallina no debe ser menospreciado. Su manejo profesional, asegurando la preservación ambiental y el mejoramiento de suelos y cultivos, es indispensable para dar una solución técnica ordenada a una práctica ya acostumbrada en la gallinas ponedoras, como es el abonado de campos con dicho subproducto de la avicultura.

<sup>17</sup> Estimado en base a los precios de urea (440 U\$S/tn) y superfosfato triple (470 U\$S/tn) de febrero 2018 (Revista Márgenes Agropecuarios).

## 7. Bibliografía consultada

- › Barbazán, M.; del Pino, A.; Moltini, C.; Hernández, J. y J. Rodríguez. *Caracterización de materiales aplicados en sistemas agrícolas intensivos de Uruguay*. Agrociencia Uruguay - Volumen 15 1:82-92 - enero/junio 2011.
- › Bell, Donald. 1990. *Managing your poultry waste problems*. Poultry Fact Sheet PFS N° 10. University of California Cooperative Extension.
- › CAPIA. Cámara Argentina de Productores Avícolas. Datos de producción avícola nacional. 2016.
- › Gutierrez Boem, F. Capítulo 10 "Micronutrientes". En: *Manejo de la fertilidad del suelo en planteos orgánicos*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 2016. 166 pp.
- › Lorimor, J. y Hongwei Xin. 1999. *Manure production and nutrient concentrations from high-rise layer houses*. *Applied Engineering in Agriculture*. Vol. 15(4): 337-340. American Society of Agricultural Engineers.
- › Maciel, M., Paes Saraiva E., Aguiar, E., Pimenta Ribeiro, P., Pereira Passos, D. y Barros Silva, J. 2010. *Revista Brasileira de Zootecnia*. Vol. 39 N° 2.Viçosa.
- › Márgenes Agropecuarios, Revista. Año 33. N° 392. Febrero 2018.
- › Melgar, R. 2004. *Uso de micronutrientes en cultivos de Gruesa*. [www.Fertilizando.com](http://www.Fertilizando.com)
- › Maisonnave, R.; Lamelas, K. y G. Mair. 2015. Buenas prácticas de manejo y uso de cama de pollo y guano. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. 37 pp.
- › Ministerio de Agroindustria de la Nación. Subsecretaría de Ganadería. DNPA. Dirección de Porcinos, Aves de Granja y No Tradicionales. Área Avícola. Datos de producción avícola nacional.
- › Ministerio de Agroindustria de la Nación. *Superficie y rendimiento de maíz y soja en la provincia de Buenos Aires*. Campaña 2015/2016. [www.agroindustria.gob.ar](http://www.agroindustria.gob.ar)
- › Mitchell, C. y J. Donald. 1999. *The value and use of poultry manures as fertilizers*. Alabama Cooperative Extension System. ANR-244. Reprinted January, 1999.
- › Moore, P.; Daniel, T.; A. Sharpley and C. Wood. *Poultry Manure Management*. Chapter 3. In: *Agricultural Uses of Municipal and Industrial byproducts*. Pp 60-77.
- › Payne, J. y Hailin Zhang. *Poultry litter nutrient management: a guide for producers and applicators*. Oklahoma State University.
- › Patterson, P. 1994. *Estimating manure production based on nutrition and production*. Laying hens. Proc. 1994 Poultry Waste Management Symposium. Pp 90-96.
- › Sainz Rozas, H. et al. *¿Cuál es el estado de la fertilidad de los suelos argentinos?* Simposio Fertilidad 2013. Rosario, Santa Fe.
- › SENASA-SIGSA. Información sobre cantidad de granjas avícolas en la República Argentina.
- › Shiping Bai et al. 2016. Dietary organic trace minerals level influences eggshell quality and minerals retention in hens. *Annual Animal Science*. Vol.17, N° 2 (2017) 503 - 515. DOI: 10.1515/aoas-2016-0074.
- › Shipp, R.; Jordan, H.; Hinish, W. y D. Beegle. 1981. Spec. Cir. 274. The Pennsylvania State University College of Agriculture, Extension Service. University Park, Pennsylvania.
- › Sierra, C. *Una mirada a la relación entre el cobre, el suelo y las plantas*. Septiembre 2016.
- › Zhang, H. and D. Hamilton. *Sampling animal manure*. Oklahoma Cooperative Extension Service. PSS-2248.
- › Zublena, J.; Barker, J. and T. Carter. 1993. *Poultry manure as a fertilizer source*. North Carolina Cooperative Extension Service Soil Facts. Raleigh, N.C.



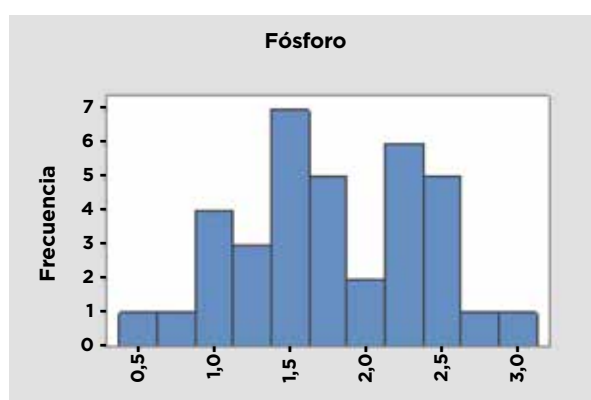
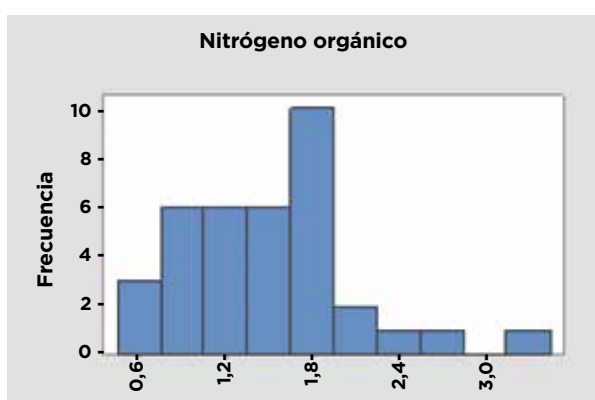
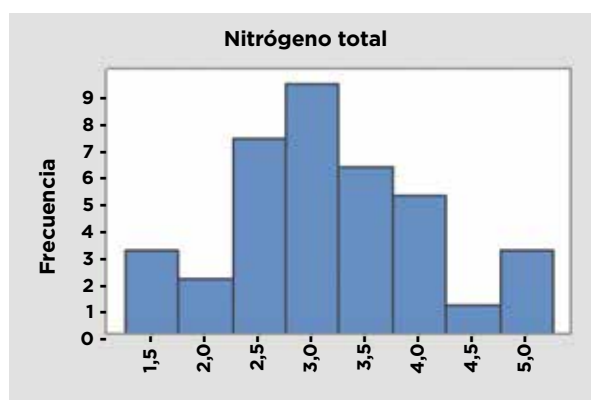
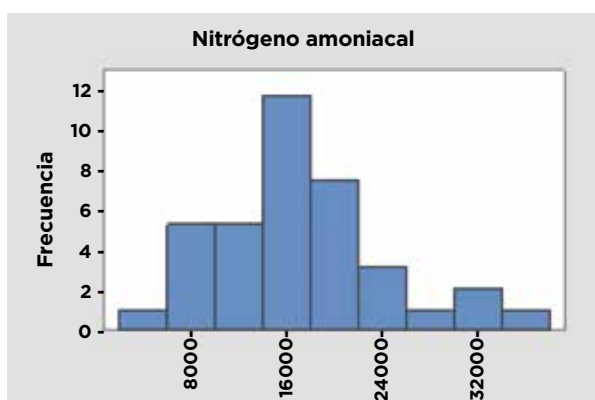
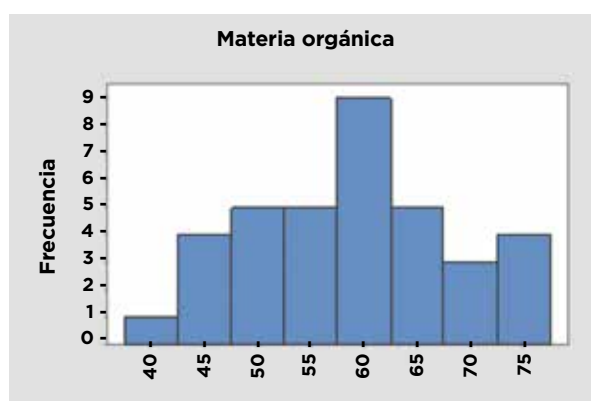
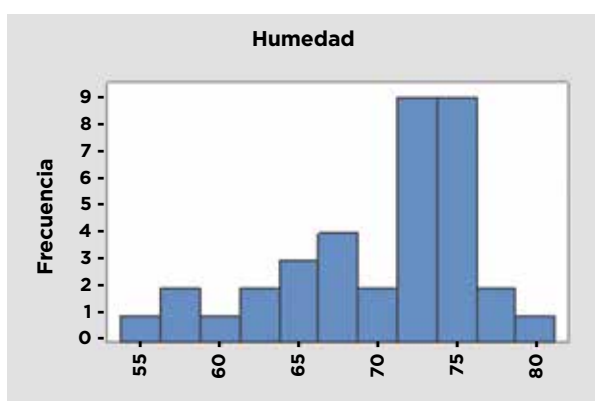
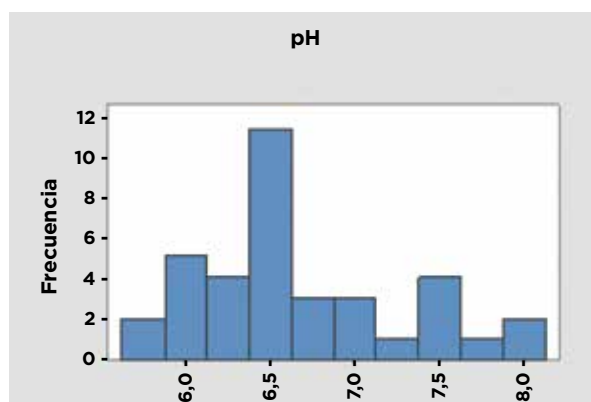
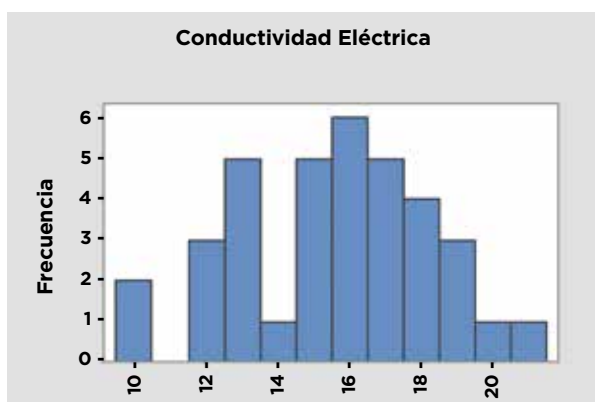
## 8. Anexos

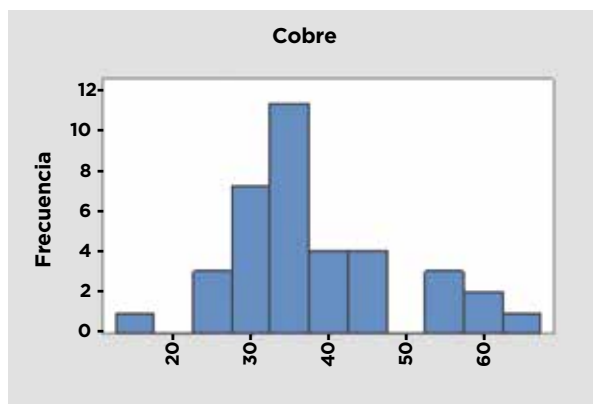
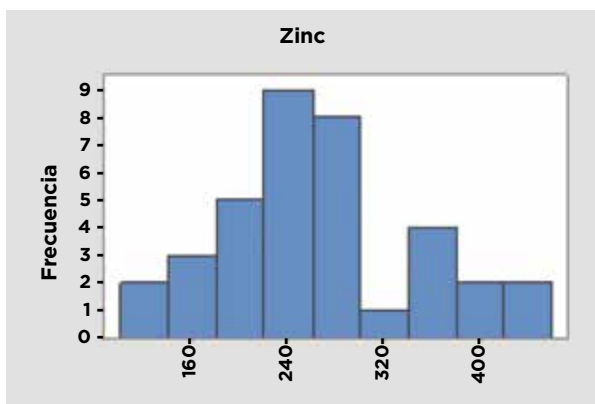
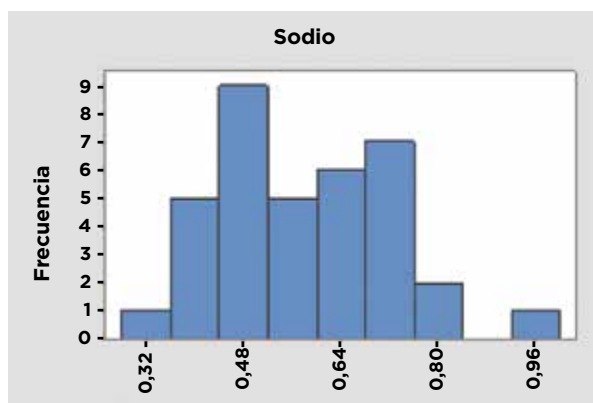
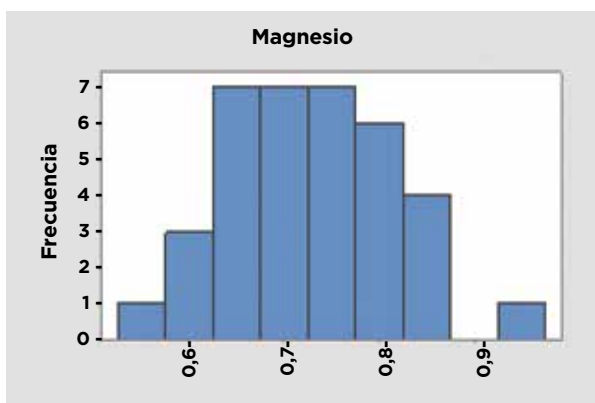
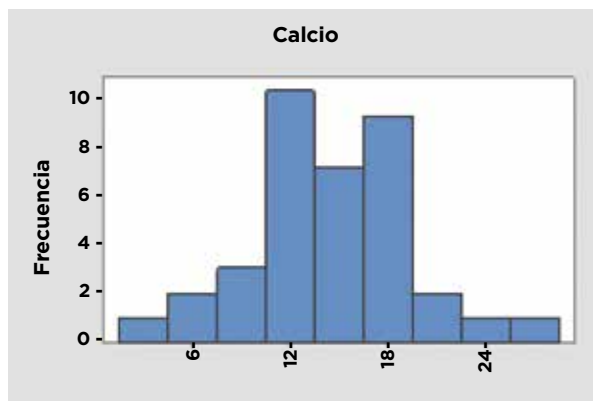
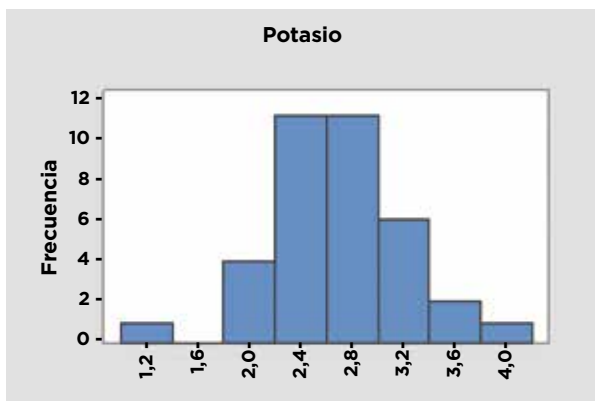
### Anexo I. Planilla de relevamiento de Información de granjas

**Formulario para la toma de muestras de GUANO de GALLINAS**

<b>1 Identificación de la Granja</b>		N° Muestra _____						
1.1. Nombre de la Granja _____								
1.2. Ubicación de la Granja (dirección y localidad) _____								
1.3. Nombre o N° del galpón _____								
<b>2 Sobre el Galpón:</b>								
2.1. Medidas del galpón: largo x ancho (en metros) _____								
2.2. Cantidad de aves en el galpón _____								
2.3. Tipo de galpón _____	→	<table style="border: none;"> <tr><td>Jaula piramidal</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Jaula piramidal con retiro</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Jaulas automáticas</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	Jaula piramidal	<input type="checkbox"/>	Jaula piramidal con retiro	<input type="checkbox"/>	Jaulas automáticas	<input type="checkbox"/>
Jaula piramidal	<input type="checkbox"/>							
Jaula piramidal con retiro	<input type="checkbox"/>							
Jaulas automáticas	<input type="checkbox"/>							
2.4. Sistema de ventilación _____	→	<table style="border: none;"> <tr><td>Natural (ventiladores)</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Túnel (extractores)</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td>Ninguno</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> </table>	Natural (ventiladores)	<input type="checkbox"/>	Túnel (extractores)	<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>
Natural (ventiladores)	<input type="checkbox"/>							
Túnel (extractores)	<input type="checkbox"/>							
Ninguno	<input type="checkbox"/>							
<b>3. Sobre el Guano</b>								
3.1. Antigüedad _____								
3.2. Cantidad de guano a retirar (tn/galpón) _____								
3.3. Costo de retiro del guano (\$/galpón) _____								
3.4. Frecuencia de retiro (veces/año o veces/semana) _____								
3.5. Uso posterior frecuente								
Predio propio <input type="checkbox"/> Predio de terceros <input type="checkbox"/> No sabe <input type="checkbox"/> ¿La incorpora al suelo? Si/No <input type="checkbox"/>								
3.6. Almacenamiento transitorio: Lo apila en la granja <input type="checkbox"/> Lo apila en el lote a aplicar <input type="checkbox"/>								
<b>4 Si en la granja hace Pila de Guano (fuera del galpón):</b>								
4.1. Antigüedad desde inicio de la pila (meses): _____								
4.2. ¿La pila está cubierta? (Si/No) <input type="checkbox"/> ¿Con qué material? _____								
4.3. ¿Dónde almacena la pila? _____								
4.4. Uso posterior frecuente (aplicación al suelo)								
Predio propio <input type="checkbox"/> Predio de terceros <input type="checkbox"/> La incorpora al suelo? Si/No <input type="checkbox"/>								
4.5. Almacenamiento transitorio: Lo apila en la granja <input type="checkbox"/> Lo apila en el lote a aplicar <input type="checkbox"/>								
5.1. Nombre de quien tomó la muestra _____								
5.2. Fecha ____/____/____								

## Anexo II. Gráficos de histogramas





## Anexo III. Efecto del sistema de recolección sobre los parámetros físicos y químicos del guano de gallina

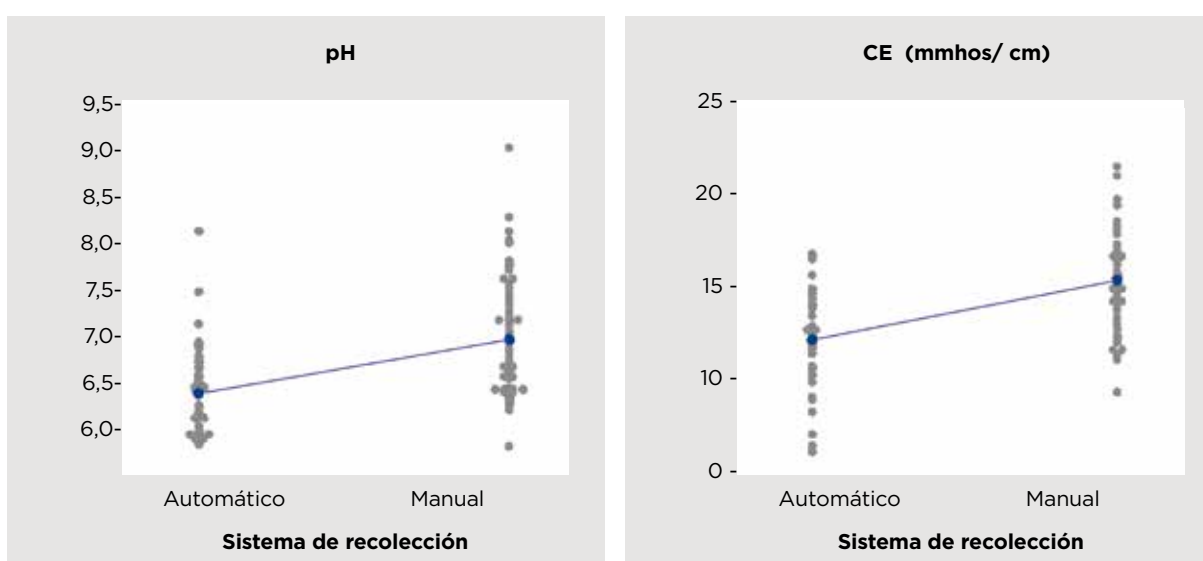
A partir de los test de hipótesis de igualdad de promedios realizados entre las categorías especificadas para la variable Sistema de recolección (manual, en galpones con jaulas piramidales y automático, en galpones con cintas automáticas) y los 14 parámetros físicos y químicos, los resultados obtenidos mostraron que el sistema tuvo influencia sobre el pH, la conductividad eléctrica y la humedad. En la siguiente tabla se presentan los promedios para cada parámetro.

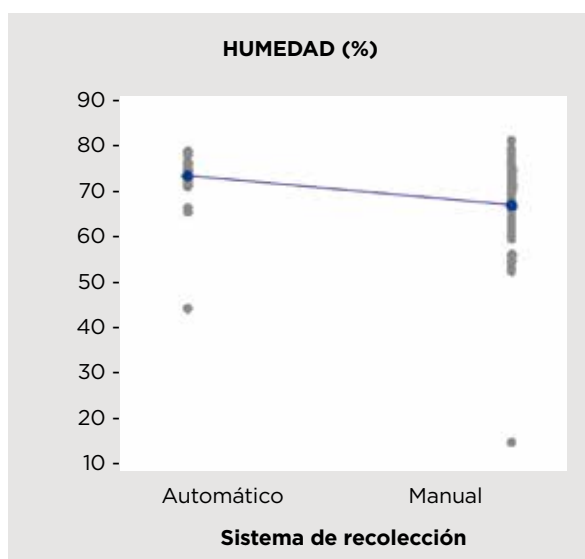
**TABLA 17. Efecto del sistema de recolección sobre el pH, la CE y el contenido de humedad en guano**

	pH		CE (mmhos/cm)		Humedad (%)	
	Sistema de recolección					
	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático
Promedio	6,91	6,31	16,87	13,72	67,19	73,54
Desvío ST	0,64	0,50	2,56	2,70	9,84	5,26

Los promedios difieren con un nivel de significación  $p < 0.01$

**GRÁFICOS 1, 2 Y 3. Efecto del sistema de recolección sobre el pH, la CE y el contenido de humedad en guano**





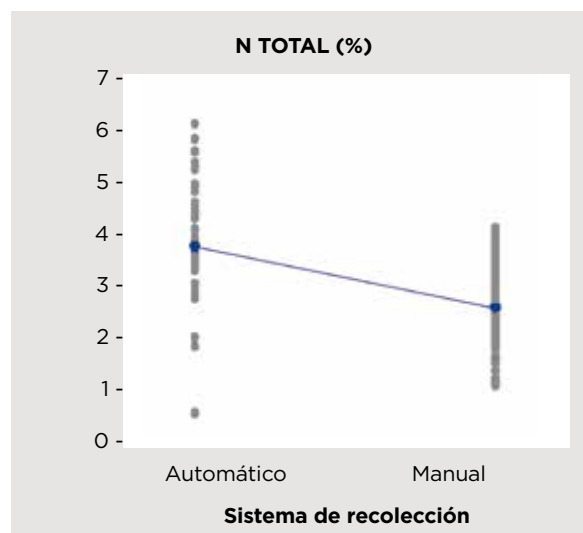
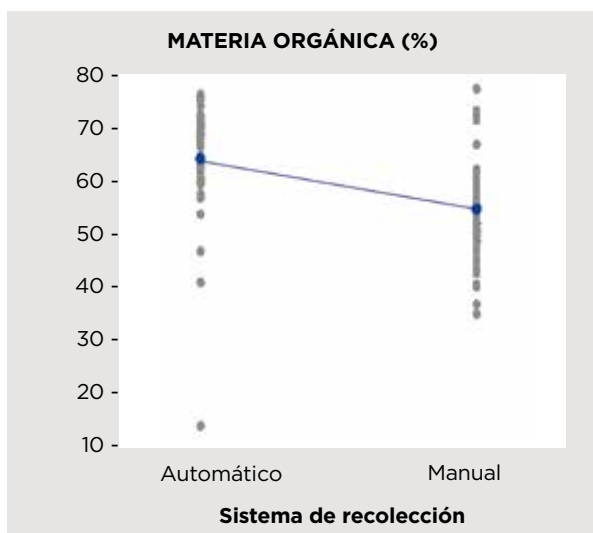
También se observaron diferencias significativas entre las muestras tomadas en galpones con Sistema de recolección manual y automático para el contenido de materia orgánica, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal (tabla 18) así como también para fósforo, potasio y magnesio (tabla 19).

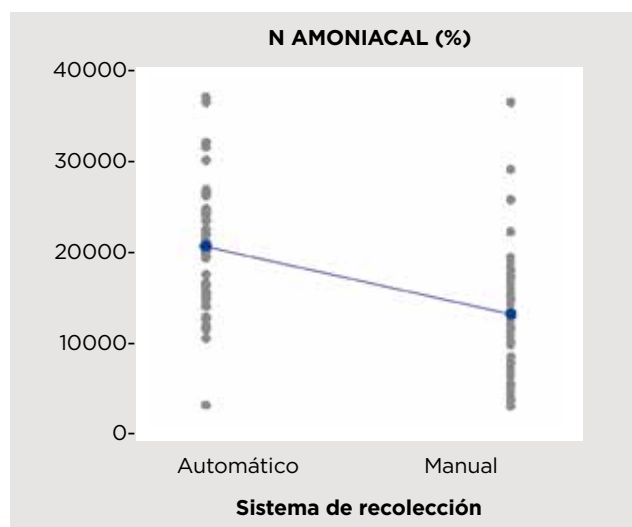
**TABLA 18. Efecto del sistema de recolección sobre el contenido de materia orgánica, N total y N-NH<sub>4</sub> en guano**

	Materia orgánica (%)		N total (%)		N-NH <sub>4</sub> (%)	
	Sistema de recolección					
	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático
Promedio	55,29	64,90	2,79	3,92	1,42	2,22
Desvío ST	8,86	10,80	0,78	1,08	0,66	0,75

Los promedios difieren con un nivel de significación  $p < 0.01$

**GRÁFICOS 4, 5 Y 6. Efecto del sistema de recolección sobre la materia orgánica, el N total y el N-NH<sub>4</sub> en guano**





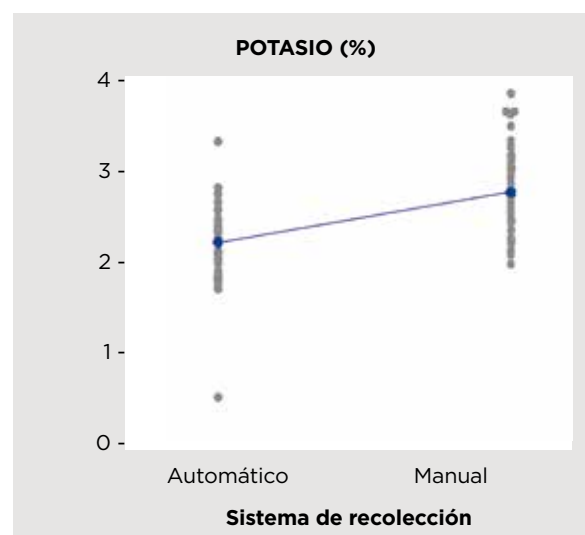
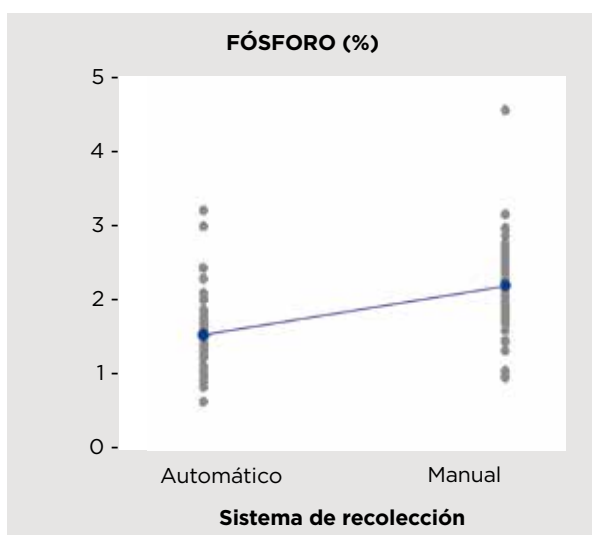
Asimismo, los resultados mostraron diferencias significativas para el fósforo, potasio y magnesio entre el guano de sistema de recolección manual y automático (tabla 19).

**TABLA 19. Efecto del sistema de recolección sobre el contenido de fósforo, potasio y magnesio en guano**

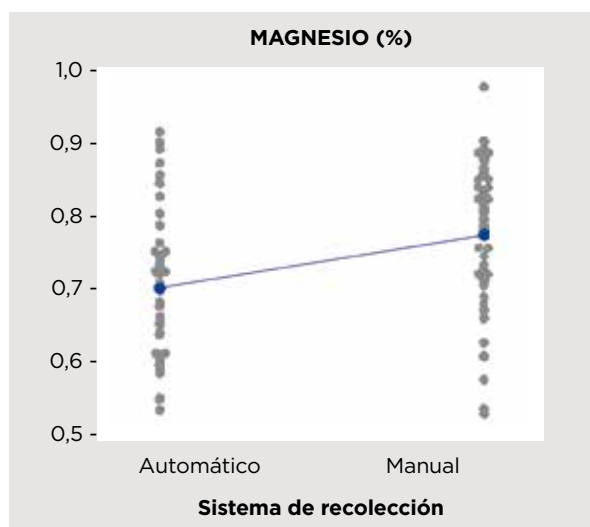
	Fósforo (%)		Potasio (%)		Magnesio (%)	
	Sistema de recolección					
	Manual	Automático	Manual	Automático	Manual	Automático
Promedio	2,05	1,37	2,94	2,34	0,76	0,68
Desvío ST	0,57	0,55	0,45	0,48	0,10	0,11

Los promedios difieren con un nivel de significación  $p < 0.01$

**GRÁFICOS 7, 8 Y 9. Efecto del sistema de recolección sobre el fósforo, el potasio y el magnesio en guano**







Por último, no se observaron diferencias significativas entre guano proveniente de galpones con sistema de recolección manual o automático para nitrógeno orgánico, sodio, calcio, cobre y zinc.

A continuación, se presenta una tabla que resume las principales variables que mostraron impacto sobre los parámetros físicos y químicos estudiados.

**TABLA 20. Resumen de efectos de algunas variables sobre los parámetros físicos y químicos estudiados**

		Variable
		Sistema de recolección
Parámetros físicos y químicos	pH	√
	CE	√
	Humedad	√
	Materia orgánica	√
	Nitrógeno total	√
	Nitrógeno amoniacal	√
	Fósforo	√
	Potasio	√
	Magnesio	√
	Nitrógeno orgánico	-
	Calcio	-
	Sodio	-
	Cobre	-
	Zinc	-

√ indica efecto estadísticamente significativo.  
 - indica que no hubo efecto estadísticamente significativo.



Secretaría de Agroindustria  
Ministerio de Producción y Trabajo  
**Presidencia de la Nación**

agroindustria  
.gob.ar

