



Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano



Secretaría de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación

Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano

El siguiente documento tiene por objeto abordar la problemática de la cama de pollo y del guano de las granjas avícolas de la Argentina y proponer algunos lineamientos generales que nos conduzcan a la elaboración de una Guía de Buenas Prácticas.

La producción avícola nacional se ha incrementado en gran medida durante los últimos 20 años, con el consiguiente aumento no sólo de la cantidad de granjas sino también de su tamaño. Es sabido que hoy la utilización de la cama de pollo y del guano como abono orgánico es una práctica corriente dentro de los establecimientos avícolas como fuera de ellos, y que si bien aporta beneficios al rendimiento de los cultivos como al suelo, se utiliza sin ningún tipo de estimación de las necesidades de éstos así como tampoco de las consecuencias ambientales que pudieran derivar de su uso inapropiado.

Por otra parte, entendemos que las alternativas de manejo y uso deben ser operativamente prácticas, económicamente viables y ambientalmente amigables, y que es preciso brindar una orientación clara a los productores así como también a los organismos estatales de las distintas jurisdicciones. Es por ello que creímos oportuno elaborar este documento que nos permita conducir la temática en pos de un ordenamiento del tema, liderando un cambio hacia la valorización de las excretas de origen animal y su uso responsable.

Autoridades

MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN

CPN Ricardo BURYAILE

SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

Ing. Agr. Ricardo NEGRI

SUBSECRETARIO DE GANADERÍA

Ing. Agr. Rodrigo TRONCOSO

DIRECTOR NACIONAL DE PRODUCCIÓN GANADERA

Ing. Agr. Daniel PAPOTTO

DIRECTORA DE PORCINOS, AVES DE GRANJA Y NO TRADICIONALES

Ing. Agr. Karina LAMELAS

ÁREA AVÍCOLA

Ing. Zoot. Gisela MAIR

Este documento ha sido elaborado por el Ing. Roberto Maisonnave¹ con la colaboración de las Ing. Karina Lamelas e Ing. Gisela Mair. Diciembre 2015

¹ Roberto Maisonnave es Ingeniero Agrónomo y 1er egresado como Magister de la Universidad de Buenos Aires en Ciencias Ambientales. Se formó EEUU como experto en Sistemas de Tratamiento de Sólidos y Efluentes Líquidos para el Reciclado de Nutrientes en Producción Animal Intensiva. Durante 10 años tuvo a su cargo la fertilización con sub-productos pecuarios de 20.000 hectáreas de cultivos anualmente, cumpliendo todas las exigentes normativas ambientales de diferentes Estados. Participó activamente de los procesos de adecuación de Normativa Ambiental para Granjas Animales en los Estados de Colorado, Kansas y Oklahoma. Es Asesor del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación en Impacto Ambiental de la Ganadería Intensiva y Asesor Ambiental de la Cámara Argentina de Productores Avícolas (CAPIA). Es Docente del Programa de Maestría en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la U.B.A. Es Investigador invitado en Facultad de Agronomía de la UBA. Desde su regreso a la Argentina en 2013 es Director de la Consultora Internacional "AmbientAgro", Ingeniería Ambiental para el Agro y la Industria. Es Co-autor del libro "Impacto Ambiental en Agro-sistemas"

Índice

1. INTRODUCCIÓN	9
2. BUENAS PRACTICAS DE MANEJO Y UTILIZACION DE GUANO DE GALLINA Y CAMA DE POLLO	9
3. DESCRIPCIÓN DEL GUANO DE GALLINA Y DE LA CAMA DE POLLO	9
4. BENEFICIOS DEL USO AGRÍCOLA	10
5. CONSIDERACIONES DE CARÁCTER AMBIENTAL	11
6. LOCALIZACIÓN DE LA GRANJA AVÍCOLA	12
7. BUENAS PRACTICAS DE MANEJO DEL GALPON AVICOLA	12
8. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL GUANO DE GALLINA (GG) Y CAMA DE POLLO (CP) 13	
9. TÉCNICA Y FRECUENCIA DE MUESTREO	16
9.1. Galpón de Pollos Parrilleros	17
9.1.1. Método de la canaleta	17
9.1.2. Método Zig-Zag	17
9.2. Galpón de Ponedoras	18
9.2.1. Galpón Convencional	18
9.2.2. Galpón Automático	19
10. ACONDICIONAMIENTO DE LA MUESTRA	19
11. DETERMINACIONES ANALÍTICAS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	19
12. DISEÑO DE LA APLICACIÓN AGRONÓMICA	21
13. ALMACENAMIENTO DE LAS EXCRETAS AVÍCOLAS	21
A) Cobertura de Pilas	22
B) Sellado del piso de las Pilas	22
C) Estructuras Permanentes de Almacenamiento de Pilas	22
14. CONDICIONES ÓPTIMAS DE USO AGRONÓMICO	22
A) Protección de Ambientes Riparios	23
B) Franjas de Filtro Vegetativo o Buffers	23
C) Distancias de Separación	23
15. EJEMPLO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE NUTRIENTES	24
15.1. Descripción de la Granja Avícola Modelo	24
15.2. Dosis de Aplicación Sugeridas	25
15.3. Ejemplo General de Recomendación de Fertilización a Campo	26
16. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE NUTRIENTES (PIMN)	29

17. SISTEMAS COMUNES DE TRATAMIENTO	30
A) Compostaje.....	30
B) pellet.....	30
C) Incineración.....	30
D) Generación de Biogás.....	30
ANEXO 1. HOJA DE CÁLCULO MODELO PARA APLICACIÓN AGRONÓMICA DE GG ...	32
ANEXO 2. HOJA DE CÁLCULO MODELO PARA APLICACIÓN AGRONÓMICA DE CP ...	33
ANEXO 3. BUENAS PRACTICAS DE MANEJO Y UTILIZACIÓN DE EXCRETAS	34
BIBLIOGRAFÍA.....	36

1. Introducción

La producción animal moderna ha evolucionado hacia sistemas donde la concentración animal y la intensificación son factores clave del proceso y determinantes del éxito económico-financiero de las granjas. Planteles con genética superior, instalaciones con ambiente controlado, capacitación de la mano de obra y mayor eficiencia en el uso de los recursos son características comunes de las granjas avícolas modernas ya sea en Argentina como en otros países líderes en producción agropecuaria.

Sin embargo, los esfuerzos en las mejoras técnicas de las granjas no han sido acompañados por un proceso de adecuación de la gestión de las excretas de origen animal (E.O.A.). Al aumentarse el número de animales por galpón, el número de granjas por Departamento y los volúmenes de producción nacional de huevos y pollos parrilleros ha aumentado también el volumen de excretas generadas. Este proceso puede haber sido acompañado por una reducción en la superficie agrícola disponible para la disposición de las excretas como así también por un aumento en la concentración de los nutrientes del suelo.

Resulta imprescindible que, en el marco de una producción moderna y eficiente, se destine a la gestión de los residuos de origen animal tiempo y recursos. El proceso educativo necesario para capacitar a los productores en los detalles agronómicos del manejo de las excretas nos permitirá convertir estos residuos en un sub-producto con alto valor agregado, al tiempo que evitará episodios de degradación del medio ambiente y de conflictos con vecinos y autoridades.

2. Buenas prácticas de manejo y utilización de guano de gallina y cama de pollo

Las Buenas Prácticas de Manejo y Utilización (BPMU) representan una colección de técnicas, tecnologías y procedimientos que conducen a lograr el objetivo productivo buscado respetando las características originales del medio ambiente y la salud de las aves y personas involucradas.

Las BPMU pueden estar directamente relacionadas con el manejo de las excretas propiamente dichas, y otras pueden influir indirectamente en las características y calidad de dichas excretas durante la crianza de las aves.

A lo largo del documento se comentan las distintas BPMU y se resumen en la Tabla correspondiente.

3. Descripción del guano de gallina y de la cama de pollo

El término “guano” representa las heces producidas por las gallinas ponedoras mientras que la cama de pollo es un material que se introduce en el galpón de pollos parrilleros estando vacío, limpio y desinfectado. En general se utiliza cascara de arroz, viruta de madera, cascara de girasol y maní u otros materiales cuya característica principal sea un bajo contenido de humedad y una importante capacidad de absorción de agua. El objetivo de esta cama es proveer a los animales de un “piso” seco, donde la humedad de las excretas vaya siendo absorbida por la cama.

En el presente documento se utiliza el término “excretas” para referirse en forma genérica al guano de gallina (GG) y a la cama de pollo (CP) que es utilizada para absorber y alojar las deyecciones.

Normalmente, una cama se utiliza durante 5 ó 6 camadas de engorde. Entre cada una de las camadas suele quitarse la capa superficial de la cama que forma una especie de costra, comúnmente llamada “champa”, reponiéndose una cantidad de material seco y nuevo equivalente. El descascarado suele utilizarse como fuente de carbono en el compostaje de animales muertos.

El guano de ponedoras, la cama de pollos parrilleros y los animales muertos son los tres principales residuos de interés en producción aviar. Aproximadamente se generan en la Argentina anualmente 1.400.000 toneladas de guano y 3.600.000 toneladas de excreta de pollo, las cuales se distribuyen mayoritariamente en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos. Santa Fe, Córdoba y Mendoza aportan cantidades menores (ver **TABLA 1**). El agregado de material para formar la cama de pollo adiciona 1.7 millones de toneladas al volumen de residuos. En cuanto a volumen de animales muertos, rangos del 4 al 7,5 % son generalmente representativos de las condiciones de producción en nuestro país.

TABLA 1. GENERACIÓN ANUAL DE GUANO Y CAMA DE POLLO A NIVEL NACIONAL

	PONEDORAS Y RECRÍA*	POLLOS PARRILLEROS**	TOTAL
Existencias Promedio* y Faena** (número de aves)	44.300.000	732.000.000	776.300.000
Guano y Cama (Ton/año)	1.400.000	5.300.000	6.700.000

(Elaboración propia en base a datos SE.NA.S.A. y C.A.P.I.A., 2013)

A nivel mundial los métodos de disposición de animales muertos incluyen el entierro en fosas cubiertas, la incineración y el “rendering” (procesamiento industrial de animales muertos y restos de la industria frigorífica con distintos fines). Si bien en algunos países como Chile y los Estados Unidos la utilización de estos materiales para alimento animal está permitida, en nuestro país está prohibido explícitamente en la Resolución SAGPyA² n° 1.389/2004.

Por otro lado, el compostaje de la mortandad de una granja junto a parte de sus excretas ha ido ganando aceptación (Cummins *et al.*, 1992), ya que el producto final es apto para la aplicación a campo como enmienda orgánica (ver sección “**Sistemas Comunes de Tratamiento**”). En nuestro país existe un manual didáctico destinado al productor avícola detallando el proceso e instalaciones necesarias para compostar la mortandad de pollos parrilleros (Arbiza, H., 2004).

Además en nuestro país se han realizado experiencias de apilado (Bernigaud, C., 2013) y compostado de cama de pollo y de guano (Barbaro *et al.*, 2011) siendo necesario aún definir protocolos que establezcan las condiciones para su correcto tratamiento así como evaluar los aspectos operativos y de mano de obra de esta práctica.

2 SAGPyA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.

4. Beneficios del uso agrícola

Las excretas de origen animal (E.O.A.) son ricas en contenido de distintos nutrientes esenciales para la producción agrícola, por lo cual son de gran valor e interés para los productores agropecuarios. Según el documento “Revisión del Manejo de Excretas Avícolas: Recomendaciones para el Futuro” del Ministerio de Agricultura de Canadá, la forma más práctica y conveniente de disponer de las excretas avícolas es a través de la aplicación en lotes agrícolas como fertilizante para el suelo (Ministerio de Agricultura y Alimentos de Canadá, 1990).

Este abordaje a la problemática de los residuos en la Granja Avícola coincide con las sugerencias técnicas que realizan los entes gubernamentales, Universidades y organismos de Investigación y Extensión en distintos países como los Estados Unidos, Chile, España e incluso en nuestro país a través de la tarea de investigación, extensión y difusión de INTA.

En España, la Guía de Mejoras Técnicas Disponibles para el sector avícola de la Comunidad de Valencia, reconoce la aplicación agronómica como una alternativa válida de aprovechamiento de las excretas, las cuales categoriza como “sub-producto” siguiendo la categorización de la legislación vigente en la CEE (Reglamento CEE nº 1744/2002).

Debe entenderse que cuando se promueve la aplicación de efluentes líquidos y sólidos de origen animal sobre lotes agrícolas se está reconociendo no sólo la capacidad de los cultivos de extraer valiosos nutrientes del suelo sino también la capacidad del propio suelo como ecosistema vivo de purificar dichos materiales a través del filtrado físico, la alteración química y la degradación microbiana. Este no es un concepto novedoso en la ciencia del tratamiento de residuos pero a menudo suele soslayarse su relevancia y efectividad. Los conocimientos que tenemos hoy en día en materia de tratamiento de materiales son muy profundos, e incluso se han desarrollado sistemas de tratamiento suelo-acuífero que permiten purificar contaminantes en la matriz del suelo y alojar el líquido remanente en cuerpos de agua subterráneos. Estas técnicas de avanzada, como el SAT (Soil-Aquifer Treatment) son cada vez más importantes en zonas áridas o semi-áridas donde la escasez de agua convierte en prioridad el tratamiento y reutilización del recurso (Castillo *et al.*, 2000).

Si bien el guano y la cama de pollo son de los mejores fertilizantes orgánicos disponibles su manejo inadecuado puede -al igual que con cualquier otro tipo de fertilizante- presentar un peligro potencial de contaminación de aguas superficiales y subterráneas. Las E.O.A. poseen cantidades significativas de macro-nutrientes vegetales como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). También presentan cantidades menores de micro-nutrientes como Zinc (Zn) y Cobre (Cu). Para ser exactos, el guano y la cama de pollo contienen los 16 elementos esenciales para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

Estas E.O.A. utilizadas como abono orgánico durante siglos aportan materia orgánica a los suelos, incrementando su fertilidad y mejorando propiedades físicas determinantes para el éxito de la producción agrícola como la infiltración y la capacidad de retención hídrica, a la vez que reducen la erosión de suelos y los costos afrontados por los productores en la compra de fertilizantes comerciales (Bogaard *et al.*, 2013).

En la actualidad, algunos países autorizan el uso de excretas animales en suelos de explotaciones hortícolas y frutales, incluso algunos permiten certificar producciones orgánicas que reciben excretas como fertilizante orgánico y no así las que se fertilizan con productos comerciales.

En los Estados Unidos, el National Organic Program es un programa federal desarrollado por el Departamento de Agricultura que regula la producción de alimentos orgánicos. La legislación aclara explícitamente que las excretas frescas, aireadas, de carácter anaeróbico o compostadas en sistema de capas (compostaje incompleto) pueden ser utilizadas sobre cultivos no destinados a consumo humano, mientras que para el caso de cultivos

de consumo humano el material debe ser aplicado e incorporado totalmente al suelo entre 90 y 120 días antes de la cosecha del cultivo.

Es importante destacar que, en esos casos, las exigencias referidas a tiempos de carencia, anticipación de la aplicación de excretas con un tiempo determinado previo a la siembra o implantación, cantidades autorizadas a aplicar y los controles ejercidos por los organismos oficiales son rigurosos ya que puede ponerse en peligro la salud de la población.

5. Consideraciones de carácter ambiental

La lixiviación de los nitratos que puede alcanzar napas de agua subterránea, la escorrentía de lotes con escasa cobertura que puede aportar fósforo a cursos de agua superficial y la liberación al ambiente de micro-organismos patógenos son los tres inconvenientes principales que pueden presentarse como consecuencia del manejo inadecuado de las excretas avícolas. En un cuarto plano, y con mayor incidencia del tipo de suelo e historia agrícola, pueden producirse cambios en la acidez y la concentración de algunos nutrientes en el perfil.

La eutrofización de cuerpos de agua superficial, causados por el enriquecimiento de nutrientes del mismo, es un proceso caracterizado por el crecimiento excesivo de plantas y el agotamiento de la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Esto resulta frecuentemente en el aumento muy significativo de la población de algas, problemas de olor y sabor, y matanza de peces en casos extremos (Maisonnave y Fabrizio de Iorio, 2001).

La eutrofización es una problemática que no sólo reduce el atractivo de un lago o laguna como espacio recreativo sino que puede también afectar fuentes de agua para el consumo humano y animal. Estos son algunos de los motivos que históricamente impulsaron litigios de carácter ambiental y legislación específica en varios países.

Según la ubicación geográfica de la granja avícola y del manejo de sus galpones y excretas, la generación de olores desagradables puede representar un problema. Los olores son, ante todo, gases de composición variada que pueden resultar además irritantes para las mucosas y el sistema respiratorio humano.

El concepto de **Aplicación Agronómica de Nutrientes** nos permite manejar las E.O.A. con un criterio de protección del medio ambiente asegurando que los nutrientes aportados en forma de excretas sean naturalmente reciclados en el sistema suelo-planta. Para ello, el diseño y la implementación de un **Plan Integral de Manejo y Utilización de Nutrientes** resulta indispensable.

Las Buenas Prácticas asociadas al manejo de las instalaciones y a la alimentación durante la producción contribuyen para reducir olores, moscas, roedores y nutrientes y mejorar el estado general del guano y de la cama de pollo.

6. Localización de la granja avícola

En la localización de la granja intervienen varios factores que pueden contribuir a un menor impacto ambiental de la explotación.

En general existe una asociación directa entre la ubicación de la granja, la generación de olores y los desafíos de la convivencia con vecinos residenciales próximos. Sin embargo, existen otros factores de la localización y del diseño de una granja que son menos evidentes pero tienen impacto en aspectos tales como el manejo diario de las excretas y su logística de distribución y transporte.

Entre los principales factores se encuentran: la dirección e intensidad de los vientos, las distancias a residencias permanentes o lugares de reunión frecuente (escuelas, clubes, etc.), la topografía, la superficie agrícola de la granja, la vegetación natural y la proximidad a cuerpos de agua superficiales y subterráneos.

Por ejemplo en el caso de establecimientos que no cuentan con superficie agrícola, habrá que contemplar un sistema de recolección y transporte de excretas fuera del predio. A su vez, si la recolección no es frecuente, se requerirá un lugar para almacenamiento de excretas, lo que puede convertirse en una fuente puntual de olores no placenteros. En este caso, la existencia o posibilidad de implementar cortinas forestales y la distancia a las residencias vecinas serán factores significativos de la armonía de la granja con su entorno natural y social.

7. Buenas prácticas de manejo del galpón avícola

Existe una cantidad significativa de BPM (Buenas Prácticas de Manejo) de un galpón de producción. Sin embargo, no es objetivo del presente documento detallar todas las Prácticas recomendadas, sino aquellas que influyen en las características del Guano de Gallina y la Cama de Pollo.

La densidad de parrilleros por metro cuadrado, y de gallinas ponedoras por jaula, tiene efecto sobre la concentración de excretas y su composición. Generalmente, a mayor densidad animal podemos encontrar excretas (GG o CP) con mayor concentración de nutriente, aunque esto también dependerá de otros factores como cantidad de cama agregada, ventilación, etc.

Otra práctica recomendada es el uso de caudalímetros para medir el consumo de agua en el galpón y evitar pérdidas que humedezcan el GG o CP, a la vez que se conserva el recurso.

Se destaca la elección apropiada de bebederos y comederos que minimicen la pérdida de su contenido, ya que ambos - agua y alimento- alteran la composición de las excretas.

De fundamental importancia es el correcto mantenimiento de los bebederos. Cuando los bebederos están en buen estado de funcionamiento, las excretas se mantienen más secas, evitando la descomposición anaeróbica focalizada que promueve moscas y olores desagradables.

El mantenimiento de los comederos también asegura la reducción de pérdidas de alimento que, al no haber sido pre-tratado en el tracto digestivo del ave, presenta mayor dificultad para ser descompuesto.

Una adecuada ventilación del galpón favorece el secado de las excretas reduciendo la formación y liberación de gases producidos durante la descomposición. Para ello resulta importante el manejo adecuado de cortinas, ventiladores o extractores, fogging y campanas de calefacción.

Entre las prácticas relacionadas con la alimentación, la formulación de raciones ajustada por fase de crecimiento y el uso de enzimas y otros aditivos, son herramientas que permiten mejorar la eficiencia de absorción de nutrientes en el ave. Así, se reduce la concentración de nutrientes en GG y CP, particularmente importante en el caso de fósforo.

Otras prácticas, basadas en la utilización de aditivos químicos como el Sulfato de Aluminio y el Bisulfato de Sodio, contribuyen a mejorar la calidad de aire dentro del galpón por reducción de la volatilización del amoníaco. Además, el Sulfato de Aluminio precipita parcialmente la fracción soluble de fósforo presente en la cama de pollo, lo que reduce las pérdidas potenciales de este elemento por escorrentía en lotes agrícolas fertilizados.

La remoción de bolsas, materiales plásticos y residuos en general son recomendadas con el fin de mantener el GG y CP limpio de materiales extraños que no son biodegradables.

Por último, una práctica actualmente en uso en las granjas de pollos parrilleros consiste en el apilado de cama dentro del galpón entre crianzas por un período total de 15 a 20 días. Con esta técnica se eleva la temperatura a 60°C - 70 °C durante 5 a 7 días para asegurar la muerte térmica de patógenos, requiriéndose un acondicionamiento previo de la CP -deschampado o desapelmazamiento con rotocultivador-, su humedecimiento y el volteo de la misma (Bernigaud, C.; comunicación personal). Debe destacarse que el objetivo de esta técnica es la reducción de patógenos y tendría un efecto de disminución del contenido de Nitrógeno y Carbono de la CP.

8. Análisis de la calidad del guano de gallina (GG) y cama de pollo (CP)

El valor de las excretas avícolas como fertilizante químico y acondicionador físico es innegable y está documentado en numerosas publicaciones de divulgación científica y técnica (Payne y Zhang; Goan *et al.*, 2012; Ferragut *et al.*, 2011). Los volúmenes de excretas generados por una granja son considerables, pero estos volúmenes se convierten en un verdadero desafío de planificación agro-ambiental cuando se analizan a escala regional.

Afortunadamente, cuando las excretas son manejadas, almacenadas y aplicadas en forma indicada asumen un valor económico significativo para el productor y han sido responsables del mejoramiento del potencial productivo de los suelos en distintas regiones y condiciones productivas del mundo (Cunningham *et al.*).

Los valores disponibles de “excretas frescas” en publicaciones internacionales (“as excreted manure” o “heces frescas”) son la fuente de información más confiable para planificar anticipadamente el manejo de excretas de una granja avícola. Los valores de “excretas frescas” son también útiles cuando se planifica a escala mayor que la predial, cuando se requiere una estimación aproximada de la generación de excretas de una granja o cuando la información detallada de performance animal y consumo de alimentos de un criadero no se encuentra disponible (ver **TABLA 2**).

Debe tenerse presente que los valores de “excretas frescas” provienen de cálculos empíricos basados en la composición e ingesta de la dieta y los niveles de performance animal típicos del sector avícola. La Asociación Americana de Ingenieros Agrícolas (A.S.A.E. por sus siglas en inglés) obtiene estos valores mediante dos abordajes diferentes: en primer lugar los valores de Tabla 1 en negrita son estimados según la **Ecuación nº 1 y 2**.

Ecuación nº 1

Nutriente Excretado (kg/animal x día) = Nutriente Ingerido (kg/animal x día) - Nutriente Retenido (kg/animal x día)

Donde,

Nutriente Retenido se obtiene de las estimaciones utilizadas en el sector avícola en sus programas de alimentación.

Ecuación nº 2

MS Excretada (kg/animal x día) = Ingesta de MS en Ración (kg/animal x día) * (1 - Digestibilidad de la MS)

Donde,

MS = Materia Seca

Segundo, cuando la estimación de ingesta en dieta y nivel de performance animal no puede realizarse se recurre a referencias bibliográficas reconocidas, como el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (U.S.D.A. por sus siglas en inglés). Estos valores son los incluidos en la **TABLA 2**.

Lo importante de los valores de la **TABLA 2** es que reflejan la composición físico-química de las excretas antes de que sufran cambios inevitables en el medio ambiente, ya sea por secado, volatilización de compuestos gaseosos o descomposición por procesos químicos y biológicos.

Para Gallinas Ponedoras se utilizan valores de referencia expresados en “unidades por animal y por día”. Si bien las Ponedoras muestran ciertos cambios en condición corporal a lo largo del ciclo productivo, la composición de las excretas es bastante uniforme.

Para el caso de los Pollos Parrilleros, es significativo el cambio en masa corporal durante el ciclo de engorde. En términos orientativos, en Argentina los pollos ingresan al sistema con un peso de aproximadamente 40 gramos (Dr. Arbiza, Granja Tres Arroyos, com. personal) y se terminan con 2.73 kilogramos (Avimetría, 2013), lo que representa un aumento de peso superior a 6 veces el peso de ingreso. Por lo tanto, es impreciso promediar las cantidades o volúmenes de excretas individuales para todo el periodo de engorde, ya que están muy influenciadas por el crecimiento del animal y los cambios en la tasa de absorción de nutrientes. Por ello, para el caso de Parrilleros es preferible presentar los valores de caracterización de las excretas en términos de “unidades por animal terminado”.

TABLA 2. CARACTERIZACIÓN DE EXCRETAS FRESCAS DE PONEDORAS Y PARRILLEROS

COMPONENTES	UNIDADES	PONEDORAS	UNIDADES	PARRILLEROS*
Peso	kg/animal-día	0.088	Kg/animal terminado	4.9
Volumen	lt/animal-día	0.083	Lt/animal terminado	4.9
Humedad	%	75	%	74
Sólidos Totales	kg/animal-día	0.022	Kg/animal terminado	1.3
Sólidos Volátiles	kg/animal-día	0.016	Kg/animal terminado	0.95
DQO	kg/animal-día	0.018	Kg/animal terminado	1.05
DBO	kg/animal-día	0.0050	Kg/animal terminado	0.30
Nitrógeno	kg/animal-día	0.0016	Kg/animal terminado	0.053
Fósforo	kg/animal-día	0.0005	Kg/animal terminado	0.016
Potasio	kg/animal-día	0.0006	Kg/animal terminado	0.031

Valores en negrita obtenidos por fórmula

*48 días duración fase de engorde y 2.36 kg peso de faena

Fuente: elaboración propia en base a datos ASABE, 2010

Como se explicó anteriormente, los datos publicados por la American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE) se han calculado en base a fórmulas que asumen valores de eficiencia de conversión de alimento (retención de nutrientes) y porcentaje de materia seca en la excreta.

Es importante destacar que por el progreso en genética animal, en calidad de elaboración de alimentos y suplementos, y en manejo del ambiente en galpones estos valores que fueron inicialmente publicados en 1992 fueron revisados y ajustados en 2005 y -nuevamente- en 2010. Así se refleja la evolución de las ciencias genéticas y nutricionales obteniendo valores de producción y características de excretas precisas y actualizadas. Por ejemplo, el índice de conversión de alimento en carne de pollos parrilleros era de 2.00 kg alimento / kg de peso vivo ganado en 48 días, reduciéndose un 4% a un índice de 1.92 en 2010 necesitando incluso un día menos para el periodo de engorde (National Chicken Council, 2011).

En cuanto a las excretas al momento de su remoción del interior de un galpón avícola, las llamaremos simplemente “excretas” -para diferenciarlas de las anteriormente descritas “excretas frescas” - y su composición promedio puede apreciarse en la **TABLA 3**. Debe tenerse presente que, en el caso de Parrilleros, las “excretas” removidas del galpón incluyen en su composición lo que aporte el material utilizado para la formación de la “cama”.

TABLA 3. PRODUCCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE EXCRETAS REMOVIDAS DE GALPONES

COMPONENTE	UNIDADES	PONEDORAS	PARRILLEROS
Peso	Kg/animal-día	0.03	0.02
Humedad	%	59.27 (14)	31.00 (24)
Sólidos Totales	% Base Húmeda	40	70
Sólidos Volátiles	% de Sólidos Totales	s/d	70
Nitrógeno Kjeldahl	% Base Húmeda	1.85 (30)	3.73 (14)
Nitrógeno-Amoníaco	% Base Húmeda	0.88 (39)	0.75
Fósforo	% Base Húmeda	1.21 (34)	0.60 (22)
Potasio	% Base Húmeda	1.31 (28)	1.37 (13)
Calcio	% Base Húmeda	6.40 (41)	1.82 (17)

Fuente: elaboración propia en base a datos ASABE, 2010
Números en paréntesis representan el Coeficiente de Variación (CV) porcentual
s/d = sin dato

Referencias bibliográficas generalistas de “excretas” a menudo incluyen el efecto de los cambios debido a la dilución por agregado de agua, secado, agregado de material empleado como cama, volatilización u otros cambios físicos, químicos y biológicos. Cuantificar estos cambios es generalmente complejo, con lo cual se debe tener precaución al adoptar estos valores.

Los datos mostrados en la **TABLA 3** son valores publicados en la bibliografía disponible al momento de elaboración del documento (A.S.A.B.E., 2010) y responden principalmente a las investigaciones realizadas por expertos de la Universidad del Estado de Illinois (Lorimor y Xin, 1999; Patterson y Lorenz, 1996; Lorimor *et al.*, 2000 y Lorimor, 1999) sobre muestras de excretas al momento de ser removidas de galpones comerciales de parrilleros y ponedoras. El rango de variación de los datos es significativamente alto, como muestra el CV, y fuertemente correlacionado con la ubicación geográfica y el tipo de sistema de manejo de excretas utilizado.

Siempre que sea posible deben utilizarse datos obtenidos de muestras de la misma granja avícola o, al menos, valores promedio locales. Los valores de la **TABLA 3 no deben utilizarse** para la elaboración de Planes de Manejo de Nutrientes ni para definir tasas de aplicación agronómica en granjas específicas, a menos que no exista ningún registro de datos de muestreo de las excretas en cuyo caso pueden ser los valores orientativos para una planificación inicial. El Plan debe luego ajustarse por valores de muestras representativas obtenidas en el predio a través de los años.

En nuestro país existen diversos esfuerzos en caracterización de excretas avícolas y cama de pollo. Los trabajos citados corresponden a guano y cama de pollo con distinto grado de almacenamiento. También se menciona una recopilación de cama de pollo confeccionada con distintos sustratos. Por último se incluye un ensayo de muestreo de guano fresco obtenido el mismo día de su generación.

A continuación se presentan -en forma resumida- los resultados obtenidos por distintos investigadores en condiciones de producción reales (ver **TABLA 4**).

TABLA 4. RECOPIACIÓN DE DATOS NACIONALES

SUSTRATO	N TOTAL	P TOTAL	HUME- DAD	FECHA	AUTOR/INSTITUCIÓN
	%				
Cama de pollo	2,5	1,2	s/d	2002	Arias, N. INTA EEA C. Uruguay, E. Ríos
Cama de pollo	3,06- 3,35	2,25- 2,54	s/d	2002	Arias, N. INTA EEA C. Uruguay, E. Ríos
Guano (obtenido el mismo día de su producción)	3,66	1,15	2,15	2007	Crespo, D. y colaboradores. INTA IMYZA e INTA EEA Pergamino, Bs.As.
Cama de pollo	2,13	1,86	s/d	2009- 2010	Lauric, A., Marinissen A y Loewy T. INTA AER Bahía Blanca EEA Bordenave
Cama de pollo	2,5	0,9	s/d	2011	Díaz, F. UCU. Cámara Arbitral de Cereales de E. Ríos
Cama de pollo	2,73	1,24	1,7	2011	Grupo Pasturas, INTA EEA C. Uruguay, E. Ríos
Cama de pollo	2,74	1,3	-	2012	Grupo Pasturas, INTA EEA C. Uruguay, E. Ríos
Estiércol de ponedora	3	1,5	40-80	2013	Stamatti, G y De Carli, R.
Cama de parrillero	2,5	0,9	25-50	2013	INTA AER Crespo, Entre Ríos*
Cama de pollo (prom. varios sustratos)	2,76	1,36	38,2	2014	Gange, Juan Martin
Rango	2,39-3,51	0,88- 2,09	16,1-61,6	2014	INTA AER C. Uruguay, Entre Ríos
CV	12	22	36	2014	

*Valores determinados en materia seca

N total: Nitrógeno total

P total: Fósforo total

Si bien no en todos los casos se aclara si los resultados están expresados en Base Seca o Húmeda, es muy interesante observar la variabilidad de los resultados que seguramente reflejan las distintas prácticas productivas dentro de los galpones avícolas.

9. Técnica y frecuencia de muestreo

Existen una serie de variables en el manejo de un galpón avícola que impactan la calidad y composición de nutrientes de las excretas, a saber:

- Tipo y cantidad de material utilizado como cama.
- Tiempo de acumulación.
- Alimento.
- Extensión del período de almacenamiento antes de la aplicación.

Por esto, se recomienda tomar las muestras de excretas y suelos lo más cercano posible al momento de la aplicación a campo (Edwards y Daniel, 1992). Los resultados analíticos son útiles para los productores que tienen tendencia a subestimar el valor nutritivo de las excretas. Además, los análisis de excretas se convierten en una herramienta educativa para los productores ayudándoles a entender el valor real que representan los contenidos de N y P y su impacto en los márgenes agrícolas.

El muestreo de excretas animales no es una tarea sencilla y, para muchas personas, tampoco es agradable. Sin embargo debemos admitir que así como nadie compraría una bolsa de fertilizante comercial que no indique el contenido porcentual de nitrógeno - fósforo - potasio, tampoco un productor agrícola puede adquirir o utilizar el guano o la cama de pollo sin conocer su contenido de nutrientes.

Muestrear frecuentemente el Guano y la Cama de Pollo es la forma de conocer con exactitud la dotación de nutrientes de la granja avícola. Asimismo es importante conocer la "uniformidad" del material a muestrear, ya que ningún resultado analítico puede ser más preciso que la muestra de la que proviene. Esto es particularmente importante en excretas animales ya que son materiales de composición extremadamente variable.

La muestra debe ser representativa del material disponible, debe ser recolectada de forma adecuada y debe ser preparada y transportada al laboratorio según un protocolo específico.

La frecuencia de muestreo recomendada es anual. Las investigaciones confirman que una misma granja, con la misma genética, dieta, alojamiento y manejo de ambiente del galpón no muestra cambios en la humedad ni en la composición de nutrientes de un año al otro (Lorimor *et al.*, 2007). Sin embargo, el manejo de un galpón avícola y la estacionalidad del clima en una localidad determinada, puede mostrar algunas diferencias en la calidad del guano y de la cama de pollo a través del tiempo. Estas diferencias pueden estar relacionadas al contenido de humedad principalmente, y al efecto de este parámetro en las concentraciones de nutrientes de interés. En estos casos se recomienda realizar un muestreo durante la estación seca y otro durante la de mayor humedad ambiente.

Además, cuando el material se "apila" a la intemperie por un periodo prolongado el efecto climático no puede ser soslayado. Preferentemente las excretas deben muestrearse inmediatamente antes de la aplicación a campo, considerando el tiempo necesario para muestrear el material y para que el Laboratorio desarrolle los análisis pertinentes.

Dentro de un galpón sí existen diferencias en la composición de las excretas. Por ejemplo, las zonas de comederos y bebederos, y las zonas próximas a las cortinas generalmente no son representativas del material promedio.

Es necesario conocer la composición de la cama y del guano para su correcta utilización.

Cumplir los protocolos de muestreo y de análisis conduce a la obtención de resultados analíticos de calidad.

A continuación se describen formas comúnmente utilizadas para el muestreo del galpón avícola.

9.1. Galpón de Pollos Parrilleros

Básicamente existen 2 métodos recomendables para muestrear un galpón que se encuentra poblado con animales.

9.1.1. Método de la canaleta

Utilizando una pala angosta y ubicados en el centro del galpón “cavar” una canaleta a lo ancho del galpón hasta alcanzar las paredes laterales (**FIGURA 1**). La canaleta será del ancho y profundidad de la pala utilizada. De existir “costra” (también llamada “champa”) sobre la cama de pollo recogerlo también. Depositar todo el material recolectado de la canaleta sobre una lona o tela, revolverlo utilizando un rastrillo u otra herramienta útil a tal efecto. Dividir el material en cuatro partes iguales. Tomar dos cuartos al azar y volver a mezclarlos uniformemente. Repetir el cuarteo hasta obtener un cuarto al azar del tamaño aproximado de la muestra a enviar al laboratorio. Llenar una bolsa plástica con cierre sellado.

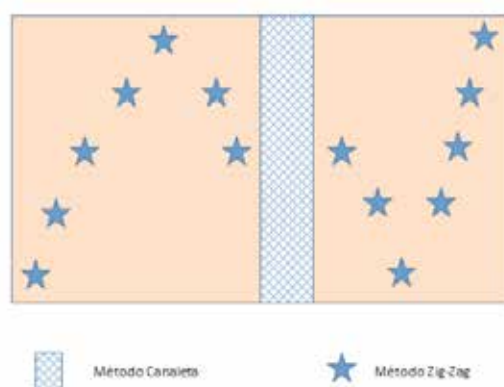


Figura 1. Muestreo de Cama de Pollo. Elaboración propia.

Rotular la bolsa indicando:

- Granja.
- Galpón.
- Fecha.
- Nombre del encargado del muestreo.
- Análisis de Laboratorio a realizar.

Al finalizar colocar todo el material sobrante dentro de la canaleta esparciéndolo uniformemente.

9.1.2. Método Zig-Zag

Comenzando en una esquina caminar el galpón en forma zigzagueante munido de una pala pequeña o lata grande, junto a un balde de 20 litros. Tomar entre 12 y 20 sub-muestras de toda la profundidad de la cama siendo precavidos de no recoger o raspar la superficie del suelo original. Colocar las sub-muestras en el balde. Al finalizar de recorrer el galpón agitar el contenido del balde para uniformar la muestra y llenar una bolsa plástica.

- Rotular de igual modo que en 9.1.1.

En el caso de almacenamiento de pilas de cama de pollo fuera del galpón y por tiempo prolongado, se pueden muestrear las mismas siguiendo las indicaciones descriptas en el 9.2.1.

La toma de muestras representativas de la cama de pollo constituye una buena práctica de manejo para su posterior utilización.

9.2. Galpón de Ponedoras

9.2.1. Galpón Convencional

En este caso el guano permanece en el galpón por un tiempo determinado durante el cual el muestreo se hace muy complejo. Lo ideal es muestrear el guano con anterioridad a su evacuación del galpón para la aplicación a campo. La ventaja de muestrear el guano dentro del galpón –es decir debajo de las jaulas– es que se puede enviar la muestra al laboratorio y contar con los resultados antes de comenzar la aplicación. En el caso de muestrear al momento de evacuar el material del galpón tendremos que comenzar la aplicación sin datos actuales, debiendo utilizar los resultados del último muestreo disponible de la granja para realizar cálculos preliminares de aplicación que deberán ser ajustados posteriormente.

La intensidad de muestreo de una pila es difícil de estandarizar ya que los tamaños y alturas de las mismas pueden ser muy variables. Asumiremos pilas de entre 1 y 1.5 metros de alto de forma alargada y largo variable.

En virtud del contenido de humedad de la pila de guano, que puede variar entre un 40 y un 80 % (Stamatti y De Carli, 2013), el muestreo puede resultar un verdadero desafío. A continuación se ofrecen algunas sugerencias que pueden resultar indicadas en algunos casos. Algunos productores pueden preferir muestrear el guano una vez cargado en el camión aplicador o transportador, en cuyo caso simplemente puede tomarse una sub-muestra cada uno o dos camiones para formar una muestra compuesta.

En el caso de montículos podemos utilizar 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 2**) o hacia arriba dependiendo de la cohesión del material. Retirar la pala y con ella recolectar el material que se extrae. También puede tomarse la muestra directamente extrayendo un “puño” de guano de la zona indicada, siempre utilizando guantes descartables como protección. Siempre colocar las sub-muestras en balde plástico.

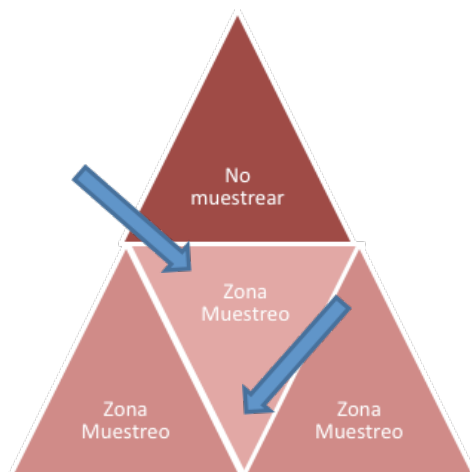


Figura 2. Calado de pila de guano.

Repetir el procedimiento de calado alrededor de la pila.

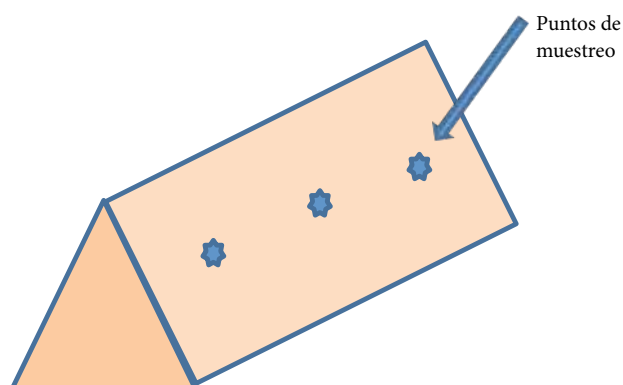


Figura 3. Distribución del muestreo de pila de guano.

En cuanto a la intensidad del muestreo, nuevamente se sugiere no menos de 12 muestras y, probablemente, más de 20 no serían necesarias con excepción de pilas extraordinariamente grandes. En estos casos se recomienda tomar una sub-muestra cada dos metros lineales. Luego repetir el procedimiento en todas las pilas de guano del galpón. Mezclar las muestras de todas las pilas. Finalmente se tomará una muestra representativa y debidamente homogeneizada del balde plástico que contiene las sub-muestras.

9.2.2. Galpón Automático

Los criterios de momento de muestreo e intensidad se mantienen igual que en el caso anterior. Se deberán tomar las muestras o “puños” directamente de las cintas removedoras de guano ubicadas a distintas alturas. Se sugiere caminar el galpón tomando las sub-muestras en zig-zag de cada cinta transportadora al alcance del operario (**VER FIGURA 4**). El total de submuestras para todo el galpón no debe ser menor a 16 a 20 muestras dependiendo del largo y del ancho del galpón.

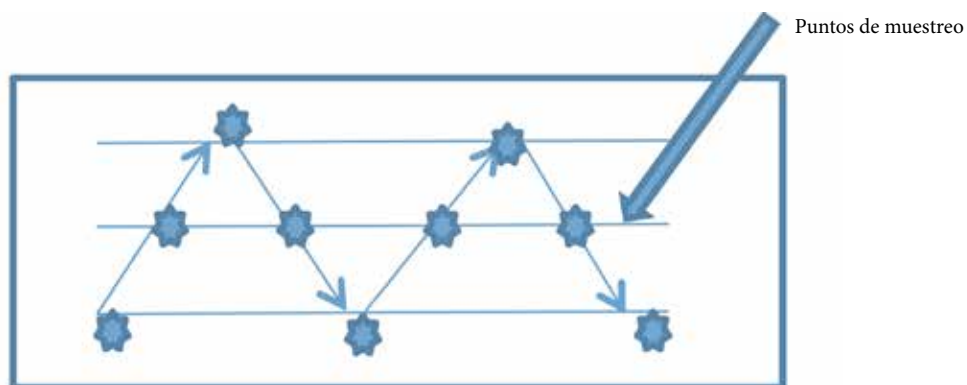


Figura 4: Distribución del muestreo de pila de guano en galpón automático

En caso de no poder acceder a tomar la muestra debajo de la jaula, se recomienda encender la cinta transportadora de guano y, en el extremo del galpón, tomar un puño de material a intervalos regulares de forma de obtener un número de submuestras similar al descrito en la metodología anterior.

Se deben mezclar todas las submuestras. Finalmente se tomará una muestra representativa y debidamente homogeneizada del balde plástico que contiene las sub-muestras.

En el caso de almacenamiento de pilas de guano fuera del galpón y por tiempo prolongado, se pueden muestrear las mismas siguiendo las indicaciones descritas en el 9.2.1.

La toma de muestras representativas del guano de ponedoras constituye una buena práctica de manejo para su posterior utilización.

10. Acondicionamiento de la Muestra

En todos los casos se recomienda colocar una segunda bolsa plástica envolviendo a la que contiene la muestra para agregar protección contra los cortes y rasgados que pueden ocurrir durante el traslado. Luego se recomienda colocar las bolsas de distintas muestras en una caja de cartón o similar para su transporte a laboratorio.

Generalmente no es necesario agregar preservantes a las muestras obtenidas cuando las mismas sean analizadas exclusivamente con fines de aplicación agronómica y el envío a laboratorio sea inmediato. Otros análisis más específicos pueden requerir precauciones especiales de acondicionamiento y preservación, especialmente referidas a la temperatura de la muestra y el tiempo máximo a transcurrir hasta la llegada a laboratorio. Esto es particularmente importante en muestras analizadas en su contenido bacteriológico.

11. Determinaciones Analíticas e Interpretación de Resultados

Muestras enviadas a distintos laboratorios pueden entregar resultados muy distintos. En primer lugar es imprescindible saber que ambos laboratorios utilizan los mismos métodos analíticos. Por ejemplo, la concentración de Fósforo de una muestra de suelo puede determinarse según el método Bray, Mehlich u Olsen. Los tres son reconocidos, recomendados para distintas situaciones, y resultan en valores dispares.

En segundo lugar debemos corroborar que ambos laboratorios informen los resultados de forma idéntica. Continuando con el Fósforo un laboratorio puede informar 0.41% de P_2O_5 y el otro 0.18% P, nuestra primera conclusión podría ser que los resultados difieren sin embargo están informando exactamente lo mismo. Lo que ocurre es que el primero está informando la concentración del elemento fósforo en su forma molecular (P_2O_5) mientras el segundo lo hace en su forma elemental (P). Las concentraciones de nitrógeno en sus formas moleculares presentarán una extensión del elemento, por ejemplo NO_3-N (nitrógeno de nitratos) ó NH_4-N (nitrógeno de amonio). Los elementos fósforo y potasio se informan simplemente como P y K.

La conversión de formas elementales a moleculares puede realizarse utilizando los pesos moleculares:

- 4,43 unidades de NO_3 equivalen a 1 unidad de NO_3-N
- 1,29 unidades de NH_4 equivale a 1 unidad de NH_4-N
- 2,29 unidades de P_2O_5 equivale a 1 unidad de P
- 3,07 unidades de PO_4 equivale a 1 unidad de P
- 1,21 unidades de K_2O equivale a 1 unidad de K

Retomando nuestro primer ejemplo, el laboratorio reportaba el fósforo elemental como P_2O_5 , que puede convertirse a P según:

$$0,41\% (P_2O_5) / 2,29 = 0,18\% P$$

Lo que confirman que ambos laboratorios coincidían en la concentración de fósforo de la muestra.

Adicionalmente debe prestarse atención a las unidades usadas por el laboratorio, ya que un mismo elemento puede reportarse en %, ppm (partes por millón) o mg/kg; siendo los dos últimos equivalentes en muestras de material sólido.

Por último, debe observarse si los resultados provistos por el laboratorio son “base tal cual o húmeda” o en “base seca”. La “base tal cual o húmeda” generalmente refiere a una

muestra procesada con el contenido de humedad con que arribó al laboratorio, mientras “base seca” responde a un proceso forzado de secado por calor. Si los análisis se realizan próximo al momento de aprovechamiento de las excretas, nos interesará obtener los resultados en “base húmeda” ya que así los aplicaremos al lote y debemos determinar los kilos o toneladas por hectárea a aplicar con el material tal cual se encuentra en el campo. Si los resultados analíticos son expresados en “base seca” deberemos llevarlos a base húmeda considerando el factor de contenido de humedad de la muestra.

Un análisis de excretas animales para utilizarse en agricultura debe incluir, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Materia Seca o Contenido de Humedad
- pH
- Conductividad Eléctrica
- Nitrógeno como Amonio (N-NH₄)
- Nitrógeno Kjeldahl Total (NKT)
- Nitrógeno Orgánico (cálculo por diferencia NKT - N-NH₄)
- Fósforo
- Potasio
- Calcio

Podemos encontrar variabilidad en cuanto a la cantidad de material que exija el laboratorio para llevar adelante estas determinaciones, fundamentalmente debido al tipo de instrumental que emplean y a los métodos analíticos utilizados. En general, podemos asegurar que 1 kg de muestra resultará suficiente pero siempre debemos consultarlo con el laboratorio.

Existen distintas razones para justificar la determinación analítica de los parámetros listados.

El contenido de humedad tendrá un impacto directo en el costo de transporte del material y también puede ser indicativo de la potencial producción de olores desagradables durante la aplicación agronómica del producto.

El pH y la conductividad eléctrica son básicos en cualquier análisis y, en nuestro caso, nos pueden dar una idea de la uniformidad del proceso de generación de guano o cama a través del tiempo.

Las distintas formas de Nitrógeno, Fósforo y Potasio constituyen los macro nutrientes que hacen al guano y la cama de pollo un fertilizante de interés. Sin embargo, las particularidades de estos elementos nos obligan a profundizar el estudio de su comportamiento en el ambiente y su disponibilidad para poder interpretar correctamente los resultados químicos y proponer un uso racional del sub-producto.

La concentración de calcio es importante en excretas avícolas, especialmente en el guano de ponedoras. Este calcio puede actuar como corrector de pH en un suelo ácido, con lo cual la excreta adquiere más valor como fertilizante orgánico.

Es importante utilizar métodos analíticos reconocidos y ajustados para determinaciones en excretas avícolas.

12. Diseño de la Aplicación Agronómica

Para avanzar en el diseño del aprovechamiento agronómico de las excretas, una vez conocidos e interpretados correctamente los análisis químicos desarrollados en el laboratorio, debemos entender el concepto de disponibilidad de los nutrientes.

El contenido de nutrientes de las E.O.A. no puede ser comparado directamente con el de un fertilizante comercial, ya que en las excretas no siempre la totalidad de un nutriente determinado está disponible para un cultivo en el corto plazo.

Estas consideraciones agronómicas están basadas en conocimientos de variadas áreas de la ciencia como la química, física, edafología y fisiología. Conjuntamente con una correcta planificación de los cultivos y una precisa estimación de pérdidas de nutrientes durante y posteriormente a la tarea de aplicación en el lote, constituyen la base de un **Plan Integral de Manejo de Nutrientes**.

El **Plan Integral de Manejo de Nutrientes** representa una colección de **Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Excretas** que asegura la protección del Medio Ambiente en base a datos a escala regional (clima) pero fundamentalmente a escala de **predio** (muestras de suelos y guano o cama, cantidad de excretas generadas, rotación de cultivos, rindes históricos).

13. Almacenamiento de las excretas avícolas

La limpieza de un galpón avícola depende de factores varios como la tasa de acumulación de guano en el caso de ponedoras o el cronograma de rotación previsto entre camadas de pollos. Estas situaciones no siempre coinciden con la disponibilidad de un lote agrícola para la aplicación agronómica, con las condiciones de humedad del suelo que permita el trabajo adecuado o simplemente con la disponibilidad de maquinaria para el esparcido. Por ello, muchos productores avícolas se ven obligados a almacenar el material temporariamente lo que aseguraría que se utilice en la forma agronómica más eficiente y con una protección del ambiente más rigurosa.

El máximo valor fertilizante del guano o la cama de pollo coincide con el momento de limpieza del galpón. A partir de allí las pérdidas de N por volatilización del amoníaco aumentan (Cunningham *et al.*). Este material removido puede aplicarse directamente al suelo o almacenarse (Moore *et al.*, 1998).

El almacenamiento de pilas de cama de pollo o guano al aire libre sin cobertura promueven la pérdida de N por volatilización pero también puede desencadenar pérdidas de P por escorrentía, que alcanzando un cuerpo de agua superficial puede afectar su calidad considerándose una fuente de contaminación puntual. Por ello las pilas de material proveniente de los galpones **avícolas no deben dejarse a la intemperie sin cobertura**.

La construcción de tinglados techados para almacenamiento de material, el contra piso de cemento, la utilización de una lona de cobertura y la construcción de "bordos" de tierra alrededor de las pilas a la intemperie que contengan posibles láminas de escorrentía desde las pilas y evite el ingreso de escorrentía exterior por lluvias, son todas **Buenas Prácticas de Manejo** para la granja avícola que se detallan a continuación:

a) Cobertura de Pilas

Pueden utilizarse lonas plásticas de un espesor mínimo de 0.15 a 0.25 mm. Las mismas deben sujetarse con neumáticos o algún otro material disponible en la Granja o puede enterrarse el borde en una zanja de escasa profundidad cubierta con tierra y comprimida, la elección de la forma de sujeción de la lona dependerá de los vientos y lluvias de la zona como también de la extensión del período de almacenamiento.

Este método es el más económico aunque no necesariamente el más eficiente desde el punto de vista de conservación de nutrientes, principalmente por la falta de atención y mantenimiento de la lona.

b) Sellado del piso de las Pilas

Es imprescindible en zonas donde las napas freáticas se encuentran a muy escasa profundidad. Puede utilizarse una lona de la misma característica que la mencionada anteriormente, o puede hacerse un contra piso de cemento donde apoyar las pilas. En este último caso deberá tenerse en cuenta que el volumen de escorrentía generado tras una precipitación será mayor y escurrirá más velozmente con lo cual podría erosionarse el suelo aguas abajo.

c) Estructuras Permanentes de Almacenamiento de Pilas

En granjas de mayor escala quizá sea más práctico contar con estructuras techadas permanentes y piso sólido en caso de napas superficiales. Lo importante es que la estructura proteja las pilas de la humedad ya sea por lluvia o por ascenso capilar de las napas. En este caso debe considerarse en el diseño la necesidad de maniobra de los equipos de trabajo, tanto en altura (techos) como en ancho (columnas).

Por otro lado hay que tener precaución en la cercanía de pilas de excretas o compost de animales muertos a las columnas o techo en caso de ser de madera ya que en ciertas condiciones de temperatura y humedad de las pilas las mismas pueden generar combustión espontánea. Se aconseja que las pilas no excedan los 2 metros de altura en el centro de las mismas. La temperatura interna de las pilas debe controlarse para asegurar que no exceda los 82° C por el peligro de ignición, en cuyo caso deberán ser movidas y mezcladas para bajar la temperatura.

La cobertura temporal, el sellado del piso y las estructuras permanentes del almacenamiento de pilas son todas buenas prácticas de manejo de las excretas avícolas.

14. Condiciones Óptimas de Uso Agronómico

La relación entre la práctica agronómica y el cuidado del ambiente es tan relevante que en el Proyecto de Diseño de una Granja Avícola nueva debería ser exigido un plan de manejo de las excretas en los permisos de habilitación, como sucede en otros países.

La ubicación de la Granja debería considerar pendientes del terreno natural, aptitud agrícola de los lotes próximos, existencia de cuerpos de agua superficial, profundidad de las napas, proximidad de vecinos y núcleos urbanos entre otros factores.

Existen situaciones en las que la granja puede no disponer de superficie para la aplicación agronómica. En esos casos es imprescindible el transporte fuera del predio para

lo cual es necesario tomar ciertos recaudos como: utilizar trailers o acoplados de buen sellado interior, que no permitan pérdidas de material líquido y disponer de lona para cubrir la carga.

En todos los casos las excretas deberían aplicarse al terreno solo cuando las siguientes condiciones - la mayoría reconocidas **Buenas Prácticas de Utilización de Nutrientes (BPUN)**- estén aseguradas:

- La humedad del suelo se encuentra por debajo de capacidad de campo.
- El momento de siembra del cultivo es próximo.
- No existen precipitaciones en el pronóstico meteorológico cercano.
- Los vientos son moderados a bajos y nunca en dirección a vecinos cercanos, rutas o caminos de alta circulación.
- Existe disponibilidad de equipo de aplicación correctamente calibrado.
- La humedad del guano o cama es la indicada para minimizar los olores y proliferación de moscas (menos del 40 % pero idealmente más cercano al 25 %).

Los lotes a utilizar deben carecer de pendientes extremadamente pronunciadas, sugiriendo que sean menores al 10 - 15 % según la textura y grado de cobertura de los mismos. La construcción de terrazas para sistematizar un terreno agrícola constituye una jerarquizada **BPUN** por su impacto en la protección de las aguas superficiales.

Es fundamental la correcta calibración del equipo aplicador de GG y CP, debiendo siempre medirse a campo la uniformidad de la aplicación al margen de los valores sugeridos por el fabricante.

Diversas prácticas del manejo relacionadas con la topografía, el cultivo y el clima deben considerarse en forma integral para lograr una adecuada utilización de nutrientes.

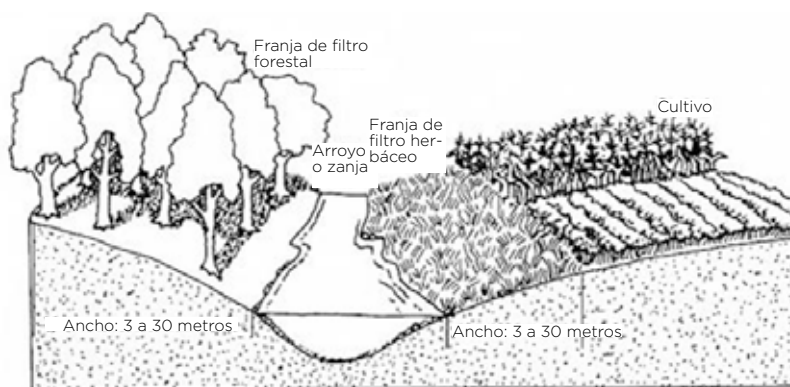
Los lotes deben estar alejados de cuerpos de agua superficiales como arroyos, riachos o inclusive humedales definidos, como así también de pozos de bombeo para provisión de agua para consumo humano y animal. De no ser éste el caso podrán implementarse distintas **BPUN** como ser:

a) Protección de Ambientes Riparios

Los Ambientes Riparios son ecosistemas frágiles que se encuentran en el eco tono tierra - agua. Generalmente su vegetación se compone de árboles, arbustos y especies herbáceas. Naturalmente actúan como zonas buffers protegiendo los cursos de agua a la vez que se constituyen en hábitats para un número significativo de mamíferos y aves. Deben protegerse del pastoreo animal para permitir que cumplan su función natural de filtro de aportes de material aguas arriba.

b) Franjas de Filtro Vegetativo o Buffers

Se ubican entre los cuerpos de agua y la zona de aplicación de excretas. Son eficientes filtrando sedimentos, materia orgánica, nutrientes y compuestos químicos de la lámina de escorrentía. Para conservar su eficiencia, estos filtros o buffers deben ser mantenidos apropiadamente (Natural Resources Conservation Service, 2008).



Fuente: Universidad del Estado de Ohio (The Ohio State University), adaptado.

c) Distancias de Separación

Se establece una distancia mínima entre cuerpos de agua y las áreas de aplicación de excretas. Por ejemplo, en el estado de Oklahoma (EE.UU. de Norteamérica) se exige una separación mínima de 30 metros entre la zona de aplicación y cursos de agua permanentes, pozos de bombeo o lagunas naturales, a menos que existan filtros o buffers bien establecidos. Adicionalmente se dicta que no pueden aplicarse excretas animales a menos de 15 metros de un curso de agua superficial intermitente o temporario, lo cual incluye líneas de escurrimiento.

Existen alternativas de manejo y uso para proteger efectivamente los cursos de agua superficiales y subterráneos.

15. Ejemplo Práctico de Aplicación de Nutrientes

15.1. Descripción de la Granja Avícola Modelo

Para el desarrollo de nuestras **Buenas Prácticas de Manejo de Guano y Cama de Pollo** es necesario asumir una situación productiva promedio actual, que sea representativa de una escala de producción en una zona geográfica determinada.

Consideraremos una Granja de Ponedoras ubicada en la Provincia de Buenos Aires con una carga animal instantánea promedio de 50.000 gallinas y otra de Pollos Parrilleros, en la Provincia de Entre Ríos con capacidad para 30.000 aves.

La **TABLA 5** presenta las cantidades de excretas frescas producidas con un porcentaje de humedad determinado que evidencia la ausencia de procesos de secado o descomposición. Para el caso de Parrilleros esta sería una situación totalmente teórica ya que debemos considerar la adición de cama que si bien no agrega nutrientes si agrega volumen y materia seca. En el caso de Ponedoras, la situación planteada sería bastante aproximada a lo que sucede en un galpón automatizado donde el guano se recoge cada 3 días en promedio.

Los valores presentados se encuentran anualizados habiendo considerado los períodos

de vaciado de galpones normales.

TABLA 5. PRODUCCIÓN ANUAL DE NUTRIENTES DE RELEVANCIA AGRONÓMICA

	NÚMERO DE ANIMALES	HUMEDAD (%)	EXCRETAS (TN / GRANJA X AÑO)			
			TOTAL	N	P	K
Ponedoras	50.000	75	402	29	9	11
Parrilleros	30.000	74	210	9	3	5

Fuente: Elaboración propia

Es importante recordar, como se explicó en secciones anteriores, que la concentración de nutrientes –en especial de Nitrógeno– es máxima al momento de la eyección de la excreta y que a partir de este momento comienzan las pérdidas en función a distintas variables ambientales y de manejo de la granja avícola. Es decir que los valores mostrados en Tabla 5 son máximos absolutos que –en la práctica– estarían sobre estimando la disponibilidad real de nutrientes.

La variabilidad de materiales utilizados para la cama de pollo, su cantidad o proporción relativa dentro del galpón, los distintos métodos de ventilación y –fundamentalmente– la diversidad de situaciones referidas al manejo diario de un galpón avícola resultan en la limitación de utilizar valores “promedio” de material a remover para su aplicación a campo (Gange, 2014). Por ello es que el muestreo de guano o cama de pollo en cada Granja es imprescindible e irremplazable para diagramar la correcta utilización del mismo.

Asimismo, los valores finales de N, P y K disponibles para los cultivos dependerán de las tasas de mineralización y técnicas de almacenamiento y aplicación a campo.

La siguiente Tabla muestra valores comparados de concentración de nutrientes en cama de pollo para distintos estados: heces frescas, cama fresca al momento de ser removida del galpón, cama almacenada por un tiempo y cama compostada. Los valores surgen de la adaptación de publicaciones de ASABE y un ensayo de muestreo de 24 meses de la Universidad de Georgia.

TABLA 6. COMPARACIÓN DE NUTRIENTES EN CAMA DE POLLO

MATERIALES	NT	P2O5	K2O
	KG / TN		
Heces Frescas	42	29	29
Cama Fresca	29	25	21
Cama Almacenada	25	26	21
Cama Compostada	25	27	21

Fuente: Elaboración propia (adaptado de ASABE y University of Georgia)

Obsérvese que, como fue explicado anteriormente, las mayores pérdidas se dan para el Nitrógeno como consecuencia de la volatilización de amoníaco. En el caso de los ensayos de la Universidad de Georgia la concentración de N representa un 59% del contenido original. Normalmente los folletos de extensión destinados a productores avícolas asumen pérdidas potenciales del 50% del N original de excretas al momento de la aplicación a campo (Payne y Zhang).

Al momento de realizar la aplicación a campo también debe tenerse presente que la disponibilidad del N durante la primera estación de cultivo no es del 100% ya que debe realizarse la mineralización y nitrificación de parte de este N. Estos valores difieren a escala regional y por ello es imprescindible la utilización de un protocolo de cálculo

aprobado por la autoridad de aplicación competente al momento de elaborar un **Plan de Utilización de Nutrientes (PUN)**.

Para nuestro ejemplo se asume utilización de guano y cama de pollo durante el mes de Septiembre, lotes en barbecho, cultivo a implantar Maíz para grano. Material aplicado al voleo sin incorporación. Los valores presentados en la **TABLA 7** incluyen las reducciones en concentración de Nitrógeno debido a volatilización de amoníaco o pérdidas de fósforo durante el transporte y almacenamiento dentro de la granja. Asimismo se aplicó un factor de disponibilidad para el Nitrógeno durante la primera estación de crecimiento de cultivo.

TABLA 7. SUPERFICIE A FERTILIZAR Y VALOR ECONÓMICO DE LA EXCRETA APLICADA

	EXCRETAS TN/AÑO	SUPERFICIE A FERTILIZAR (HAS)		VALOR ECONÓMICO U\$/AÑO		
		N	P	N	P2O5	TOTAL
Ponedoras	402	95	282	15.552	21.979	37.531
Parrilleros	210	28	85	4.658	6.624	11.282

Se asumen pérdidas de N Total del 50% y 10% en PT y KT

Fuente: elaboración propia

La superficie a fertilizar, expresada en hectáreas, refleja la demanda de nutrientes esperada por un cultivo de maíz con un rinde promedio de 7.000 kg/ha, que requiere 22 kg de N y 4 kg de P por cada tonelada de grano (International Plant Nutrition Institute). La valorización se ha realizado a valores comerciales corrientes y actuales (Mayo 2015).

15.2. Dosis de Aplicación Sugeridas

Con los cálculos realizados hasta el momento podemos sugerir una dosis de aplicación de guano y cama de pollo que el productor podría seguir en situación de campo. Esta dosis asegura que el cultivo a sembrar –en este caso Maíz– tenga toda la provisión de Nitrógeno necesario para un rendimiento en grano de 7.000 kg/ha.

TABLA 8. DOSIS DE APLICACIÓN AGRONÓMICA

	EXCRETAS TN/AÑO	REMOCIÓN DEL CULTIVO (KG/HA)		DOSIS DE APLICACIÓN (TN/HA)	
		N	P	N	P
Ponedoras	402	154	28	4,2	1,4
Parrilleros	210			7,3	2,5

Fuente: elaboración propia

Como muestra la **TABLA 8** la dosis de aplicación puede estar basada en la necesidad de N o P del cultivo. La decisión de aplicar una u otra dosis dependerá de un número importante de variables que se deben analizar y evaluar al diseñar un **Plan de Utilización de Nutrientes**. La mayoría de estas variables tienen en consideración el impacto en el ambiente de una u otra decisión mientras que el beneficio económico en ahorro de fertilizante comercial no debe nunca imponerse a los criterios de protección de los recursos naturales.

A continuación se muestran requerimientos nutricionales de distintos cultivos (**TABLA 9**) y se estiman los niveles de aplicación de Guano de Gallina y Cama de Pollo. Se toman los requerimientos de Nitrógeno como parámetro limitante de la producción estableciendo las toneladas de abono necesario por cada tonelada de grano (u otro producto) a cosechar. Es importante destacar que cada técnico y/o productor podrá adaptar estos valores de fertilización a su nivel de rendimiento objetivo, recordando que la adición de una fuente de nutrientes no altera el valor máximo potencial de producción de un lote que

está influenciado por la calidad productiva del recurso, el clima y las prácticas agronómicas. En los Anexos I y II se presentan dos Tablas Modelo Simplificadas de Cálculo de la Aplicación Agronómica para un ejemplo determinado, que ilustra sobre el razonamiento ordenado que es preciso para obtener una dosis de fertilización adecuada.

Las dosis de aplicación sugerida está definida por la concentración en el suelo del nutriente limitante, el requerimiento del cultivo y el aporte de nutriente de las excretas.

Es importante el asesoramiento profesional para asumir rindes potenciales del cultivo que guarden relación con la capacidad productiva del lote.

15.3. Ejemplo General de Recomendación de Fertilización a Campo

En primer lugar es fundamental aclarar que las recomendaciones de fertilización pueden realizarse desde distintos supuestos o escenarios. En el contexto de este Documento de Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de Cama de Pollo y Guano no debe olvidarse que el objetivo principal es el de reciclar los nutrientes de importancia agronómica que se hallan en las E.O.A. conservando la calidad del medio ambiente.

Las recomendaciones técnicas pueden basarse en un criterio de reposición de nutrientes del suelo o de provisión del faltante de nutrientes a extraer por el cultivo. En el primer caso se proveen los nutrientes que el cultivo va a requerir, manteniendo el nivel del nutriente existente en el suelo en pre-siembra aproximadamente sin cambios como consecuencia de la producción. En el segundo caso, se calcula la diferencia entre la concentración del nutriente en suelo y la masa por unidad de superficie a extraer para un rendimiento determinado, y esa cantidad faltante es la que se provee a través del abonado.

Al considerar un rendimiento objetivo o potencial es crítico reconocer que:

- A) El rendimiento esperado debe justificarse en la historia del lote
- B) Que el uso de promedios históricos es preferible al uso de máximos que se dan ocasionalmente
- C) Que el rendimiento potencial de un cultivo depende de múltiples factores como: material genético, contenido de humedad del suelo, nivel de radiación y temperatura durante la estación de crecimiento (Maddonna *et. al.*; 2003)
- D) Que la provisión de un insumo limitante del rendimiento, por ejemplo Nitrógeno, tiene una respuesta lineal la producción de materia seca (rendimiento) mientras este factor es limitante
- E) Que los factores de Requerimiento de un Nutriente por unidad de rendimiento (por ejemplo kg N / ton grano) son determinados precisamente para la situación explicada anteriormente

Así, presentamos las **TABLAS 9 Y 10** que muestran los Requerimientos de Nitrógeno y Fósforo respectivamente, por unidad de rendimiento considerado para distintos cultivos. Además se presentan las cantidades de GG y CP -en Kg/Ton de producto a cosechar- que satisfacen el 100% de los requerimientos de N y P de los cultivos.

Las cantidades de GG y CP mostrados en las tablas 9 y 10 son promedios generales de bibliografía internacional útiles a modo orientativo. Se enfatiza que es preciso contar con

muestras de cada establecimiento avícola en particular.

TABLA 9. RELACIÓN KILOGRAMOS DE GUANO DE GALLINA (GG) Y CAMA DE POLLO (CP) POR TONELADA DE PRODUCTO O RENDIMIENTO EN FUNCIÓN DEL REQUERIMIENTO DE NITRÓGENO.

PRODUCTO	REQUERIMIENTO CULTIVO	GG	CP
	KG N/TN PRODUCTO	KG/TN PRODUCTO	
Maíz ^o	22	303	529
Soja ^o	80	1.100	1.923
Sorgo ^o	30	413	721
Girasol ^o	40	550	962
Trigo ^o	30	413	721
Colza ^o	55	756	1322
Arroz ^o	22,2	305	534
Alfalfa [*]	27	371	649
Caña [*]	1,3	18	31
Tomate ^{**}	2,8	39	67
Papa ^{***}	4,4	61	106
Tabaco ^{****}	65	894	1.562
Algodón ^{*****}	120	1.650	2.885

^o tn grano, ^{*} tn Materia Seca, ^{**} tn fruto, ^{***} tn tubérculo, ^{****} tn hoja seca, ^{*****} tn fibra (elaboración propia)

Es importante destacar que en Tablas 9 y 10 aparecen cultivos hortícolas como Tomate y Papa, donde el manejo y recomendaciones de uso de excretas es algo diferente. Normativa internacional sobre abonos en cultivos para consumo humano directo autorizan el uso de excretas aplicadas al suelo entre 90 y 120 días antes de la cosecha del órgano a consumir (fruto en el caso del tomate y tubérculo en el caso de la papa). El rango de días se aplica en forma diferencial según el órgano a cosechar este o no en contacto directo con el suelo que fue abonado, siendo en el primer caso el lapso de días obligados a transcurrir entre abonado y cosecha más extenso (120 días). Para casos como Choclo de Maíz

usualmente 90 días son suficientes.

TABLA 10. RELACIÓN KILOGRAMOS DE GUANO DE GALLINA (GG) Y CAMA DE POLLO (CP) POR TONELADA DE PRODUCTO EN FUNCIÓN DEL REQUERIMIENTO DE FOSFATO.

PRODUCTO	REQUERIMIENTO CULTIVO	GG	CP
	KG P ₂ O ₅ /TN PRODUCTO	KG/TN PRODUCTO	
Maíz ^o	9,2	183	319
Soja ^o	18,3	367	637
Sorgo ^o	10,1	202	350
Girasol ^o	11,5	229	398
Trigo ^o	11,5	229	398
Colza ^o	23,4	468	812
Arroz ^o	7,1	142	247
Alfalfa [*]	5,7	115	199
Caña [*]	0,9	18	32
Tomate ^{**}	1,4	28	48
Papa ^{***}	2,1	41	72
Tabaco ^{****}	19,9	399	693
Algodón ^{*****}	45,1	903	1.569

^o tn grano, ^{*} tn Materia Seca, ^{**} tn fruto, ^{***} tn tubérculo, ^{****} tn hoja seca, ^{*****} tn fibra (elaboración propia)

Con la información de las Tablas 9 y 10, un extensionista o técnico asesor puede calcular las toneladas de GG y CP necesarias para un lote específico, de un cultivo específico, multiplicando las cantidades de abono sugerido por las toneladas de rendimiento esperado.

Finalmente la **TABLA 11** resume los requerimientos de N, P y K en función del rendimiento del cultivo.

TABLA 11. REQUERIMIENTOS N, P Y K.

PRODUCTO	REQUERIMIENTO KG/TN GRANO		
	N	P	K
Maíz	22	4	19
Soja	80	8	33
Sorgo	30	4,4	20,8
Girasol	40	5	28
Trigo	30	5	19
Colza	55	10,2	60,8
Arroz	22,2	3,1	26,2
Alfalfa*	27	2,5	21
Caña*	1,3	0,4	2,8
Tomate**	2,8	0,6	3,2
Papa***	4,4	0,9	6,4
Tabaco****	65	8,7	99,6
Algodón*****	120	19,7	74,7

(fuente: INPOFOS)

16. Plan integral de manejo de nutrientes (PIMN)

En algunos países existe, con distintos nombres pero en general el mismo objetivo, el requerimiento de un PIMN para disponer de las excretas en forma ordenada y sin perjuicio para el ambiente. Este Plan supone distintos componentes que en muchos casos incluyen los siguientes Capítulos:

- A)** Almacenamiento y Manejo de Excretas y Efluentes
- B)** Planificación Estratégica: manejo de N, P y K. Logística de la aplicación de excretas y manejo del riego de cultivos
- C)** Tratamiento en suelos y conservación
- D)** Manejo de raciones
- E)** Sistema de registro de datos
- F)** Calidad de aire

En forma simplificada, en los Estados Unidos los primeros tres capítulos comprenden lo que comúnmente se conoce como **Plan de Utilización de Nutrientes** y es obligatorio para cualquier productor de aves u otras especies animales que tenga una escala de producción determinada por el Estado como pasible de requerir un permiso ambiental.

El **Plan de Utilización de Nutrientes** consiste en el detalle de los lotes que el Establecimiento

tenga disponibles para realizar el Aprovechamiento Agronómico de los efluentes o sólidos de origen animal. Se debe contar con una estimación del volumen y masa de nutrientes a aplicar anualmente, lo que se compara con la capacidad productiva de los suelos para estimar si los cultivos propuestos como parte de la rotación agrícola serán capaces de remover la totalidad de los nutrientes aplicados.

Dependiendo de las características de los lotes, suelos, clima e hidrología de la zona particular del Establecimiento se deberán proponer diferentes **Buenas Prácticas de Manejo de Excretas y de Utilización de Nutrientes** que aseguren la conservación de la calidad ambiental. Algunas de estas Prácticas fueron descritas anteriormente en este mismo documento, pero otras BPM podrían ser:

- Implementación de sistemas de captura y almacenamiento de excretas según normas establecidas.
- Descripción de los sistemas de acondicionamiento o tratamiento si corresponde.
- Muestreo frecuente de las excretas frescas o tratadas.
- Muestreo frecuente de lotes que recibirán nutrientes de origen animal.
- Adopción de protocolos de muestreo aprobados por autoridad competente.
- Confección de mapas con referencia geográfica mostrando áreas de aplicación.
- Cálculo de aplicación agronómica según protocolos aprobados por autoridad competente.
- Aplicación de nutrientes a tasas agronómicas.
- Control total de los procesos de aplicación a campo (contención de escorrentía e infiltración dentro de los límites del sistema).
- Consideración de la variable climática en la planificación y ejecución de las tareas de aplicación.
- Respetar distancias mínimas a cuerpos de agua o pozos de bombeo.
- Construcción de terrazas de nivel.
- Recolección sistemática y almacenamiento de datos históricos de rendimiento de cultivos.

El producto final del PMN es una proyección a 3 ó 5 años vista que muestra la capacidad del Establecimiento, Granja o Criadero para utilizar agronómicamente los nutrientes de las excretas en base a un plan de rotaciones de cultivos. También es importante para proyectar la escasez de superficie agrícola o la acumulación de nutrientes en el suelo por rendimientos inferiores a los estimados. Al ser un Plan de actualización anual permite re-evaluar y realizar los ajustes agronómicos necesarios para que la calidad del Medio Ambiente siempre esté garantizada.

17. Sistemas comunes de tratamiento

Pueden existir situaciones donde el uso agronómico de GG y CP frescos no sea posible.

En estos casos podría recurrirse a alguna de las siguientes alternativas de tratamiento en las cuales siempre queda un producto final que puede utilizarse como enmienda orgánica.

a) Compostaje

Es una técnica probada, muy difundida y sencilla en cuanto a la teoría detrás del proceso, lo que la convierte en una herramienta de fácil adopción para los productores. Las principales ventajas del compostaje son la reducción en volumen del orden del 25-30% exclusivamente en el caso de CP, disminución de humedad de hasta un 50% para el caso de guano, la estabilización química del material, la disminución progresiva de olores y

moscas, la posibilidad de eliminar semillas de malezas y algunos patógenos si las temperaturas internas de la pila necesarias son alcanzadas y mantenidas por algunos días.

Entre las desventajas contamos que la liberación de amoníaco que, en los primeros estadios, puede ser importante generando olores significativos y disminuyendo el valor fertilizante de la excreta, se libera dióxido de carbono a la atmósfera que reduce el contenido de materia orgánica del compost (Griffiths, 2011). Es un proceso largo que requiere atención, mano de obra y maquinaria e implementos específicos (tractor, pala mecánica, etc).

La utilización de una fuente de Carbono es imprescindible en el caso del GG para reducir la humedad inicial, agregar porosidad imprescindible para la circulación de aire y llevar la relación C/N a rangos de 25 - 30:1 en el sustrato inicial. Adicionalmente esto contribuye a disminuir las pérdidas de nitrógeno como amoníaco, aunque debe notarse que se agrega volumen al material original lo cual incrementa el costo de transporte y aplicación posterior.

B) pellet

El pelleteado de GG y CP consiste en su tratamiento por compresión, moldeado y temperatura. Se consigue un material de menor volumen. Es necesario secar el material fresco para someterlo al proceso de pelleteado en los casos donde el contenido de humedad inicial sea elevado.

La principal ventaja de esta tecnología reside en la disminución del volumen y facilidad de manipuleo.

C) Incineración

Por su elevado costo es una alternativa para empresas de gran escala o emprendimientos cooperativos de varios productores. El proceso se basa en la incineración por calor a temperaturas de 1.000 a 1.200 °C, donde el calor generado puede recuperarse para transformarlo en energía. El residuo que queda como ceniza se utiliza como fertilizante aunque debe mencionarse que su contenido es mayoritariamente Carbono.

D) Generación de Biogás

Es otra alternativa para empresas de escala dado que la inversión inicial es elevada y la operatoria diaria requiere personal capacitado. El principal producto es el biogás que puede utilizarse como fuente de energía calórica o convertirse en electricidad. Un valor agregado de esta tecnología es el excelente control de olores. Si bien el proceso puede llevarse a cabo en seco o en húmedo los casos más exitosos en el sector avícola internacional se dan con sustrato líquido. Algunas limitaciones de esta tecnología son la necesidad de disponer de tierras agrícolas para disponer del digestato (porción líquida remanente del proceso), la conversión del nitrógeno orgánico en amoniacal que aumenta las pérdidas potenciales de nitrógeno durante la aplicación a campo y la disponibilidad de una red de energía para poder vender excedentes energéticos.

En estos tratamientos alternativos queda un producto final que puede utilizarse como enmienda orgánica.

ANEXO 1. HOJA DE CÁLCULO MODELO PARA APLICACIÓN AGRONÓMICA DE GG

CULTIVO	MAÍZ GRANO	UNIDADES
a) Rendimiento Esperado	8	tn/ha
b) Requerimiento Nutrientes x Unidad de Rendimiento		
b1) Nitrógeno	22	kg N /tn
b2) Fosforo	4	kg P /tn
c) Requerimiento Total de Nutrientes para el Cultivo		
c1) Nitrógeno: a) * b1)	176	kg N / ha
c2) Fósforo: a) * b2)	32	kg P / ha
d) Concentración de Nutrientes en el Suelo*		
d1) Nitrógeno como Nitratos	20	kg N/ ha
d2) Fósforo Disponible	5	kg P / ha
e) Cantidad de Nutrientes a Suplementar x Fertilización		
e1) Estrategia Base Nitrógeno: c1) - d1)	156	kg N/ ha
e2) Estrategia Base Fósforo: c2 - d2)	27	kg P/ha
f) Concentración de Nutrientes en la Excreta**		
f.1.1) Guano de Gallina: Nitrógeno***	37	kg/tn
f.1.2) Guano de Gallina: Fósforo****	20	kg/tn
g) Cantidad de Material a Aplicar: Fertilización Base Nitrógeno		
g.1) GG: e1) / f.1.1)	4,2	tn/ha
h) Cantidad de Material a Aplicar: Fertilización Base Fósforo*****		
h.1) GG: e2) / f.1.2)	1,4	tn/ha

GG: guano de gallina

* Según Informe Analítico de Laboratorio de Suelos

** Según informe Analítico de Laboratorio Químico

*** Disponibilidad de N Total corregida por pérdidas estimadas

**** Disponibilidad de P Total corregida por pérdidas estimadas

***** Considerar suplementación de Fertilizante Nitrogenado comercial

e) Se deberá considerar si la estrategia es fertilizar en base a Nitrógeno o Fósforo

ANEXO 2. HOJA DE CÁLCULO MODELO PARA APLICACIÓN AGRONÓMICA DE CP

CULTIVO	MAÍZ GRANO	UNIDADES
a) Rendimiento Esperado	8	tn/ha
b) Requerimiento Nutrientes x Unidad de Rendimiento		
b1) Nitrógeno	22	kg N /tn
b2) Fosforo	4	kg P /tn
c) Requerimiento Total de Nutrientes para el Cultivo		
c1) Nitrógeno: a) * b1)	176	kg N / ha
c2) Fósforo: a) * b2)	32	kg P / ha
d) Concentración de Nutrientes en el Suelo*		
d1) Nitrógeno como Nitratos	20	kg N/ ha
d2) Fósforo Disponible	5	kg P / ha
e) Cantidad de Nutrientes a Suplementar x Fertilización		
e1) Estrategia Base Nitrógeno: c1) - d1)	156	kg N/ ha
e2) Estrategia Base Fósforo: c2 - d2)	27	kg P/ha
f) Concentración de Nutrientes en la Excreta**		
f.1.1) Cama de Pollo: Nitrógeno***	21	kg/tn
f.1.2) Cama de Pollo: Fósforo****	11	kg/tn
g) Cantidad de Material a Aplicar: Fertilización Base Nitrógeno		
g.1) CP: e1) / f.1.1)	7,4	tn/ha
h) Cantidad de Material a Aplicar: Fertilización Base Fósforo*****		
h.1) CP: e2) / f.1.2)	2,5	tn/ha

CP: cama de pollo

* Según Informe Analítico de Laboratorio de Suelos

** Según informe Analítico de Laboratorio Químico

*** Disponibilidad de N Total corregida por pérdidas estimadas

**** Disponibilidad de P Total corregida por pérdidas estimadas

***** Considerar suplementación de Fertilizante Nitrogenado comercial

e) Se deberá considerar si la estrategia es fertilizar en base a Nitrógeno o Fósforo

ANEXO 3. BUENAS PRACTICAS DE MANEJO Y UTILIZACIÓN DE EXCRETAS

PRÁCTICA	EFEECTO	DETALLE
Correcta Densidad de Aves / m ²	Mejora calidad de GG y CP	Hacinamiento genera acumulación y descomposición parcial de heces, proliferación de moscas y olores, CP más húmeda
Instalación Caudalímetros	Reduce consumo y permite el control de pérdidas de agua	Reduce costos operativos, Conserva Recurso Agua, Mejora calidad GG y CP
Mantenimiento de Comederos y Bebederos	Reduce pérdidas de alimento y agua	Disminuye incidencia de moscas y generación de olores y roedores. Mejora calidad GG y CP. Reduce concentración de N y P en CP y GG
Recolección de Pérdidas de Alimento	Disminuye olores, moscas y roedores	Pérdidas significativas de alimento deben recolectarse, embolsarse y disponerse fuera del galpón para no agregar nutrientes no digeridos al GG o CP
Adecuada Ventilación (cortinas, ventiladores y extractores)	Favorece secado de excretas	Reduce moscas, olores. Favorece la manipulación del material y reduce el volumen. Mejora calidad de aire (bienestar humano y animal)
Uso controlado de sistema de humidificación interno	Evita incremento de humedad indeseado en GG y CP	Reduce olores de gases por descomposición de materia orgánica
Formulación de Ración Ajustada por Fase	Aumenta la eficiencia de absorción de nutrientes	Reduce excesos de nutrientes y sales en excretas
Uso de Aditivos (enzimas y otros)	Mejora la digestibilidad	
Acondicionamiento de CP con Sulfato de Aluminio Hidratado y Bisulfato de Sodio	Favorece precipitación de Fósforo Soluble	Reduce riesgo de eutrofización de aguas y mejora el valor fertilizante
Acondicionamiento de CP con Sulfato de Aluminio Hidratado	Reduce liberación de Amoníaco (NH ₃)	Mejora calidad de aire (bienestar humano y animal) y el valor fertilizante
Acondicionamiento de GG con Óxido de Calcio (cal)	Favorece el secado de GG	También se utiliza como larvicida para control de moscas
Limpieza General	Evita contaminación de GG y CP con otros materiales	Remover bolsas, material plástico, etc.
Apilado de CP dentro del Galpón	Reduce el volumen y la carga de microorganismos	Fermentación por calentamiento (tiempo y temperatura) y volteo de pilas de CP
Compostaje de GG	Reduce la carga de microorganismos, pérdida de Carbono y Nitrógeno	Favorece la manipulación y transporte, aumenta el costo operativo y de transporte

Almacenamiento de GG y CP cubierto y en piso impermeable	Conserva nutrientes y evita contaminación	Estructura fija (tinglado) o cobertura con lona. Piso cemento, mezcla suelo-cemento o membranas plásticas
Pelleteado	Reduce el volumen y la carga de microorganismos	Favorece la manipulación y transporte
Toma de Muestras según Protocolo Estandarizado y Determinaciones Analíticas en Laboratorio con experiencia en excretas	Informa contenido de nutrientes y características físicas y químicas	Permite valorar las excretas y planificar el uso agronómico y ambientalmente responsable
Transporte	Evitar pérdidas, conservar la calidad	Acoplados o tolvas de buen sellado interior, cerrados o cubiertos con lona apropiadamente
Implementación de Buenas Prácticas de Uso de Nutrientes (BPUN)	Conservación de los recursos naturales	Uso agronómico de excretas, control de escorrentía, filtros vegetativos, distancias mínimas a cuerpos de agua
Aplicación Agronómica de GG y CP	Conservación de recursos naturales, reciclado de nutrientes y maximización del valor fertilizante	Cantidad de Nutrientes aplicados al sistema suelo-planta en: dosis, momento, forma y lugar indicado
Calibración de equipos de aplicación	Mejora en la eficiencia del uso de los nutrientes	Se evitan la sobre-fertilización y sub-fertilización de cultivos
Plan de Manejo de Nutrientes	Planifica y documenta el plan de aprovechamiento agronómico	Identificación de lotes, cultivos, rotaciones y rendimientos

Bibliografía

American Society of Agricultural Engineers (A.S.A.E.) 2010. Manure Production and Characteristics. ASAE D 384.2.

American Society of Agricultural and Biological Engineers (A.S.A.B.E.) 2010. A.S.A.B.E. Standards.

Arbiza, Héctor. Manuales de Manejo de Pollos Parrilleros. Volumen 1. Manejo de Aves muertas. Compost. Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Avicultura (A.M.E.V.E.A) y Grupo de Trabajo Avícola Dr Bobby Visser (G.T.A).

Arbiza, Héctor. 2013. Peso de las aves en Argentina. Comunicación personal.

Arias, N. INTA EEA C.Uruguay, E.Ríos 2002. Fertilización orgánica de pasturas. Evaluación de pasturas. Información técnica nº 5. Producción animal.

Avimetría. Datos de peso promedio de ave viva y % de mortandad de Argentina. 2013.

Barbaro, L.; Karlanian, A.; Morisigue, D.; M. Rizzo; P. Riera, N.; Della Torre, V. y Crespo, D. INTA Instituto de Floricultura e IMyZA. Compost de ave de corral como componente de sustratos.

Barbaro, L.; Karlanian, A.; Rizzo, P.; Riera, N.; Della Torre, V.; Beltrán, M. y Crespo, D. INTA Instituto de Floricultura e IMyZA. 2012. Compost de guano de gallina en la composición de sustratos para la producción de plantines florales.

Bernigaud, C. INTA EEA Concepción del Uruguay. 2013. Ensayos de apilado de cama de pollo en Entre Ríos. Datos no publicados.

A. Bogaard, R. Fraser, T. Heaton, M. Wallace, P. Vaiglova, M. Charles, G. Jones, R. Evershed, A. Styring, N. Andersen, R. Arbogast, L. Bartosiewicz, A. Gardeisen, M. Kanstrup, U. Maier, E. Marinova, L. Ninov, M. Schäfer, y E. Stephan, 2013. Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers, Proceedings of the National Academy of Sciences 110 (31);, 12589-12594.

Cámara Arbitral de Cereales de Entre Ríos. 2011. Caracterización de estiércoles. Datos de composición química de cama de pollo. Proyecto Regional Agrícola INTA Crespo.

Cámara Argentina de Productores Avícolas (C.A.P.I.A). 2013. Datos de existencias avícolas.

Castillo, G.; Mena, M.; Diabarrat, F.; Honeyman, G.; Moreno, F. y J. Vallejos 2000. Tratamiento de aguas residuales mediante sistema suelo-acuífero: aspectos microbiológicos. XXVII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - AIDIS.

Crespo, D.; Belly, M.; Torti, J.; García, L.; Dalpiaz, J.; y Andriulo, A. 2007. Impacto de la producción intensiva de aves sobre algunas propiedades del suelo y la calidad del agua subterránea. INTA IMyZA e INTA EEA Pergamino, Buenos Aires.

Cummins, C.; W. Wood y D. Delaney 1992. A survey of the fertilizer value of co-composted poultry mortalities and poultry litter. In J.P. Blake, J.O. Donald y P.H. Patterson, editors, Proceedings of the National Poultry Waste Management Symposium, pp 358-363. Auburn University Printing Service, Auburn, Alabama.

Cunningham, D.; C. Ritz y W. Merka, 20XX. Best Management Practices for Storing and Applying Poultry Litter. The University of Georgia Cooperative Extension.

Díaz, F.; Arias, N.; Francou, L.; y Gange, J. 2014. Cátedra de Edafología, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Concepción del Uruguay, Entre Ríos. INTA EEA y AER

Concepción del Uruguay, Entre Ríos. Uso de la cama de pollo como abono orgánico. XXIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Reunión Nacional Materia Orgánica y Sustancias Húmicas, Bahía Blanca, Bs.Aires.

Edwards, D. y T. Daniel 1992. Environmental impacts of on farm poultry waste disposal - A review. *Bioresource Technology* 41:9-33

Ferragut, J.; Sánchez, C.; Santonja, G.; Torres Salvador, A. e Y. Sánchez 2011. Guía de Mejores Técnicas Disponibles para el sector de explotaciones intensivas de aves en la Comunitat Valenciana. Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y Universidad Politécnica de Valencia.

Gange, J. 2014 Resultados analíticos de cama de pollo con diferentes condiciones y manejos del Departamento Uruguay y Colón. 2014. Profam Uruguay. INTA AER Uruguay.

Goan, C.; Savoy, H. and F. Walker, 2012. Guidelines for developing and implementing a Poultry nutrient management Plan. University of Tennessee, Agricultural Extension Service. PB 1644.

Griffiths, Neil. 2011. Best practice guidelines for using poultry litter on pastures. Ministry of Industry and Investment. Government of New South Wales, Australia.

Grupo Pasturas. 2001.2012. INTA EEA Concepción del Uruguay. Datos de composición de cama de pollo, citados por Diaz, F.

Kansas State University 2003. Estimating manure nutrient availability. Department of Agriculture. Cooperative Extension Service.

Koelsch, R. y C. Shapiro, XXXX. Determining Crop Available Nutrients from Manure. University of Nebraska, Lincoln Extension. Institute of Agriculture and Natural Resources.

Lauric, A.; Marinissen, A.; Loewy, T. 2009 - 2010. Fertilización orgánica con guano de pollo sobre el rendimiento del cultivo de trigo y la fertilidad del suelo. INTA AER Bahía Blanca y EEA Bordenave. Buenos Aires.

Maddonni, G.; Ruíz R.; Vilariño, P. e I. García de Salamone 2003. Fertilización en los cultivos para grano. Cap. IXX, pags. 501-557. *En: Producción de Granos: Bases Funcionales para su Manejo*. Satorre, E.; Benech Arnold, R.; Slafer, G.; Otegui, M. y R. Savin. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 783 pp.

Maisonave, R. y A. F. de Iorio, 2001. Contaminación de aguas. *En: Impacto ambiental en agrosistemas*. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 267 pp.

Midwest Plan Service-18. Manure Characteristics.

Moore, P.; T. Daniel; A. Sharpley y C. Wood, 1998. Poultry Manure Management. *In: Agricultural Uses of Municipal, Animal and Industrial By-products*. USDA NRCS.

Natural Resources Conservation Services 2008. Filter Strip Conservation Practice Standard.

Payne, J. y H. Zhang. Poultry Litter Nutrient Management: A guide for producers and applicators. Oklahoma Cooperative Extension Service. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources. Oklahoma State University.

R. Waskom y J. Davis 1999. Best Management Practices for Manure Utilization. Colorado State University Cooperative Extension.

Stamatti, G. y De Carli, R. 2013. Modalidad de uso de estiércol de la producción avícola en la zona de Crespo, Entre Ríos. INTA AER Crespo. Entre Ríos. Primera Jornada Nacional de Gestión de Residuos INTA Rafaela, Santa Fe.

United States Department of Agriculture. 2000. National organic program: Final rule. Codified at 7 C.F.R., part 205.



Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA
SUBSECRETARÍA DE GANADERÍA
DIRECCIÓN NACIONAL DE PRODUCCIÓN GANADERA

Dirección de Porcinos, Aves de Granja y no Tradicionales
Área Avícola
Tel.: (011) 4349-2023/2157 - animen@magyp.gob.ar
Av. Paseo Colón 922 (1063) Bs. As. - Argentina

agroindustria
.gob.ar



#agroindustria