



LO QUE SE IBA A IR , VOLVIÓ PARA NUTRIR

Alumnos: Aguirrezabala, Iñaki; Civit Inés;
Lamattina, Belén; Lucas, Lucia; Siñeriz,
Manuela

Profesores: Olivares, Teresita; Sánchez,
María Fernanda

Miembro CREA: Barrenechea, Teo

Asesores INTA: Coliqueo, Mariana;
Pereyro, Álvaro

Institución: Colegio Santa María



Introducción

La avicultura en estos últimos años ha tenido un crecimiento importante debido a la demanda de carne de pollo y huevos. Esta producción animal tiene una gran importancia porque contribuye a satisfacer las necesidades proteicas de la población. Como consecuencia del aumento de la misma, también aumenta la cantidad de animales requeridos. Junto al aumento de la producción avícola, aumenta proporcionalmente también la cantidad de excremento residual. Frente a esta situación surge la inquietud por la reutilización del este residual transformándolo en un posible recurso. ¿A dónde va el guano? ¿Cómo podría reutilizarse? ¿Cómo afecta al suelo? ¿Lo puede afectar de manera positiva? ¿Por qué? ¿Podría ser utilizado como fertilizante orgánico?

Este proyecto se divide en dos etapas. En esta instancia se analizará el único micro emprendimiento avícola del partido de Pehuajó, ubicado en la localidad de Nueva Plata, para interiorizarnos acerca de la cantidad de gallinas ponedoras, la cantidad de guano generada diariamente, y la posibilidad de reutilizarlo a partir del manejo y el secado como fertilizante.

Continuando con la investigación el año próximo se realizarán ensayos en suelos con guano seco, y así poder determinar si mejora las condiciones físicas y químicas del mismo. Finalmente procuraremos implementar alternativas naturales que puedan mejorar la calidad y fertilidad del suelo y disminuir el impacto ambiental que genera la acumulación de excretas.

Objetivos generales:

- Conocer el impacto ambiental que genera la acumulación de los residuos avícolas.
- Reutilizar los desechos producidos en la producción avícola para evitar contaminar el suelo y que resulten insumos productivos.

Objetivos específicos:

- Implementar una propuesta de manejo de residuos para el tratamiento de los mismos aplicándolos al suelo para recuperar sus nutrientes y favorecer la fertilidad y la producción.
- Evaluar de la propuesta de manejo sustentable del guano analizando las condiciones físicas del suelo (temperatura, PH, conductibilidad eléctrica, entre otros) antes y después de los ensayos.

Situación problemática

Los residuos generados por el sector avícola tienen un impacto negativo en el ambiente, contribuyendo a la contaminación del suelo; además su acumulación constituye un inconveniente para el productor. Es importante conocer la cantidad y composición de las excretas de gallinas ponedoras para lograr hacer un uso sustentable como fertilizante, de uso agrícola.

¿Cómo utilizar los residuos de los criaderos de gallinas ponedoras para que no se genere acumulación de excremento y contribuyan al cuidado del ambiente y del suelo?

Hipótesis



**ASÍ SON
LOS SUELOS
DE MI PAÍS**



La actividad avícola produce desechos que podrían ser utilizados como abono para mejorar las condiciones del suelo y su productividad ya que aporta beneficiosos nutrientes que mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo y posibilitan aumentar el rendimiento de los cultivos



MARCO TEÓRICO

El suelo es la fina capa de material fértil que recubre la superficie de la Tierra, podemos decir que es una capa delgada situada en el límite entre la atmósfera y la zona continental de la corteza terrestre.

Según la FAO, el suelo es una mezcla heterogénea de minerales, materia orgánica, pequeños organismos vegetales y animales, agua y aire. Es una fina capa que se va formando a través del tiempo con la meteorización de rocas, descomposición de animales y plantas por acción del agua, aire y viento.

El suelo es un recurso natural no renovable que permite el desarrollo de la vida, producto de los factores de formación: el clima, la materia original, vegetación, topografía local y la edad.

Las definiciones más actualizadas consideran al suelo como “un sistema complejo, polifuncional, abierto, polifacético y estructural desarrollado en la superficie de la litosfera” (Arnold 1990). El INTA lo define como “una formación natural la cual se encuentra en la intersección entre litosfera, biosfera, atmósfera e hidrosfera. Está compuesto por minerales y elementos orgánicos en estado sólido, líquido y gaseoso, los que se relacionan entre sí conformando distintos niveles de organización”.

El suelo se encuentra en estado dinámico permanente, aún después de que alcanza propiedades estables. Por ello podemos observar ese dinamismo a partir de la vida que contiene en su superficie y en los primeros horizontes y por el rol que tiene tanto como productor como contenedor y proveedor, ya que presenta vegetación natural, es productor de alimentos directamente (agricultura) e indirectamente (ganadería), de fibras, como combustible, entre otros.

Otras de las funciones de suelo que se pueden mencionar tienen que ver con el ciclo hidrológico ya que almacena y purifica el agua; genera y provee de nutrientes para la macro y micro flora y fauna; la formación de minerales y nutrientes; actúa como filtro frente a la contaminación ya que retiene elementos tóxicos, entre otros.

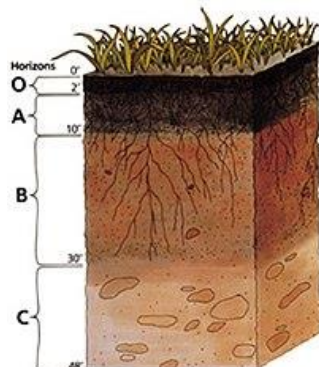
En síntesis podemos afirmar que el suelo es un cuerpo natural formado por una fase sólida (minerales y materia orgánica), una fase líquida y una fase gaseosa que ocupa la superficie de la tierra.

En un corte transversal del suelo, cuando se hace un camino o una excavación se observan distintas capas, que se denominan horizontes. Un perfil de suelo generalizado y algo simplificado tiene cuatro divisiones mayores, los horizontes O, A, B y C; y el horizonte A tiene 2 subdivisiones (A_1 y A_2). Dispuestos en orden descendente desde la superficie del suelo, los horizontes y sus características predominantes son las siguientes¹:

¹• ENKERLIN, E- CANO G. – GARZA R. – VOGEL E. (1997) Ciencia ambiental y desarrollo sostenible. International Thomson Editores



Figura N° 1: perfil del suelo



Fuente: edafología. El suelo concepto y formación disponible en www.edafologia.net

HO: Compuesta por hojarasca y materia orgánica parcialmente descompuesta.

HA₁: Capa rica en humus que consiste en materia orgánica parcialmente descompuesta mezclada con el suelo mineral.

HA₂: Región de lixiviación extensa de minerales de suelo. Los minerales se encuentran disueltos por el agua (o sea movilizados) en esta capa, las raíces de las plantas se concentran aquí.

HB: Región de poca materia orgánica cuya composición química se asemeja a la de la roca suprayacente. A veces se depositan aquí minerales de arcilla y óxidos de aluminio y hierro lixiviados del horizonte superior A₂.

HC: Principalmente material con alteración débil, similar a la roca débil, similar a la roca madre. Se acumulan en esta capa carbonatos de calcio y magnesio, especialmente en las regiones secas, que a veces forman capas duras e impenetrables o encostramientos.

Los horizontes del suelo revelan la influencia del clima y los factores bióticos a medida que aumenta la profundidad. Para la formación del suelo es fundamental el movimiento de elementos minerales hacia arriba y abajo a través del perfil del suelo.

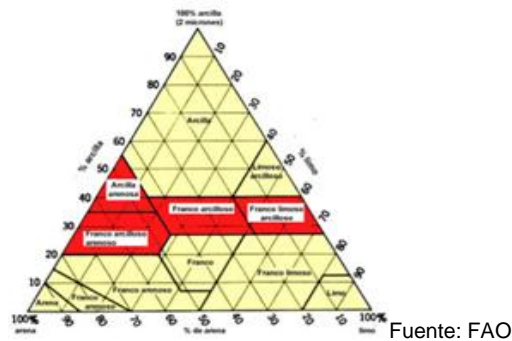
Las propiedades físicas del suelo, junto con las propiedades químicas y biológicas determinan en conjunto las características y productividad de los mismos. Estas son:

- **Estructura:** Porcentaje de arena, limo o arcilla. La estructura afecta directamente a la aireación, el movimiento del agua, la conducción térmica, entre otros.
- **Profundidad:** determina hasta donde pueden llegar las raíces sin obstáculos físicos ni químicos de ninguna naturaleza en busca de agua y nutrientes.
- **Disponibilidad de agua:** hace referencia al agua retenida en los poros que puede o no estar disponible para la planta, estos son la capacidad de campo, el punto de marchitez permanente, agua útil y la humedad gravimétrica, volumétrica y la de saturación.



· **Textura:** Los suelos tienen textura, ésta indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla. La textura de un suelo determina la capacidad de absorción y retención de agua, y aire, y la permeabilidad del mismo. También, el tiempo que tarda el agua en atravesar sus distintos horizontes. Un suelo ideal para la actividad agrícola es aquel que tiene en proporciones equilibradas materia presente en los tres tamaños, pequeño, mediano y grande.

Figura N° 2: Suelos, clasificación textural.



- **Color:** depende de su composición, la humedad, minerales, materia orgánica, etc.
- **Consistencia:** resistencia del suelo a la deformación o ruptura, la misma puede ser dura, muy dura o suave.
- **Porosidad:** se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. Los macroporos no retienen agua, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los microporos retienen agua, parte de la cual está disponible para las plantas.
- **Densidad:** peso por volumen del suelo. La densidad real varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparentemente alta indica un suelo compacto. Una densidad aparentemente baja no indica necesariamente un ambiente favorecedor para el crecimiento de las plantas.

La presencia de organismos dentro del suelo es una señal inequívoca de la calidad que posee el mismo. Las propiedades biológicas están relacionadas a la diversidad de vida (microorganismos, lombrices, hongos, bacterias e insectos) y a la presencia de materia orgánica que mejoran las condiciones del suelo acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

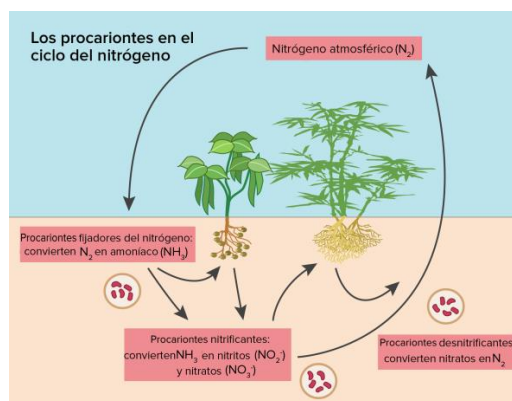
Dentro de las propiedades químicas y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes se pueden mencionar: capacidad de intercambio catiónico, pH, porcentaje de saturación de bases, nutrientes para las plantas, carbono orgánico del suelo, nitrógeno del suelo, salinización del suelo, alcalinización del suelo, contenido de carbonato de calcio y sodio en el suelo. El elemento más importante es el calcio, otros son Mg, K, Na, P y amonio

Los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta provienen del aire, del agua y del suelo, siendo la solución del suelo el medio de transporte de los nutrientes.



En el suelo existen bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, estas bacterias forman compuestos inorgánicos como el amoníaco y nitrato, que pueden ser utilizados directamente por las plantas. El resto de los seres vivos incorporan el nitrógeno a través de cadenas tróficas, los restos nitrogenados que excretan los seres vivos y los organismos muertos pueden ser nuevamente utilizados por las plantas. Otras bacterias desnitrificantes, devuelven el nitrógeno a la atmósfera.

Figura N° 3: Ciclo del nitrógeno



Fuente: Khan academy. El ciclo del nitrógeno. <https://es.khanacademy.org>

La carencia de estos minerales se suple con la aplicación de fertilizantes artificiales. Una alternativa a éstos son los abonos orgánicos, método de fertilización natural que nutren los suelos, mejora la producción de alimentos, disminuye el deterioro ambiental y contribuye a la salud humana. Constan de diferentes minerales (nitrógeno, fósforo y potasio) y sustancias básicas (enzimas, hormonas, aminoácidos, entre otros), que protegen contra la lixiviación por lluvia y la erosión

Las técnicas para elaborar abonos orgánicos disminuyen el volumen de desechos y producen abono de calidad a bajo costo. Con esta práctica se convertiría en un insumo algo que se considera un residuo.

Entre los abonos orgánicos se encuentran los de origen animal como el estiércol de aves de corral (guano)

Diversos autores definen al guano como la mezcla de las heces y orina producidos por las gallinas o pollos enjaulados, a la cual se le anexan restos de pienso, plumas, huevos rotos y una porción del material de la cama de pollo. También lo componen células de descamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal y diversas sales minerales. Al guano también se lo conoce como gallinaza o pollinaza.

En la Argentina se generan aproximadamente 1.400.000 toneladas de guano y 3.600.000 toneladas de excretas de pollo. Estas se generan principalmente en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos, y en menor medida, en Santa Fe, Córdoba y Mendoza. El agregado de material para formar la cama de pollo adiciona 1.7 millones de toneladas al volumen de residuos.

El material excretado por las aves aporta 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, esto se debe a que contienen nutrientes que pueden ser utilizados en la actividad agrícola, ya que constituyen uno de los mejores fertilizantes químicos ya que contiene nitrógeno, calcio, potasio, azufre, magnesio, zinc, cobre, entre otros.

A diferencia de los fertilizantes inorgánicos, el nitrógeno disponible para los cultivos proveniente del guano es frecuentemente menor y se libera lentamente a través del proceso de mineralización. El contenido de nutrientes en el estiércol de aves de corral es más alto que el de otros tipos de estiércol. Sin embargo, el guano tiene una relación N: P relativamente baja (2 o inferior), mientras que las plantas requieren aproximadamente 8 veces más nitrógeno que fósforo. Por lo tanto, cuando el guano se aplica en función de las necesidades de nitrógeno de un cultivo, resulta en una sobreaplicación de fósforo.

Pero estas excretas que son generadas en volumen considerables deben ser manejadas, almacenadas y aplicadas para que tengan un valor económico significativo para quien la produce, caso contrario, se convierten en un residuo negativo cuando no son manejadas adecuadamente ya que pueden contaminar el suelo, agua, las capas de agua subterránea por lixiviación y cursos de agua superficial causados por la eutrofización, aire, al liberar al medio microorganismos especialmente por el contenido de nitrato y fósforo como también la generación de olores desagradables producto de la liberación de gases

Cuadro N° 1: nutrientes en una tonelada de guano.

Nutrientes disponibles	Kg/tn
Nitrogeno	6,2
Fosforo	4,8
Potasio	7,3
Calcio	39,2
Magnesio	2
Sodio	1,5
Cobre	0,01
Zinc	0,07

Fuente: elaboración propia a partir de lectura bibliográfica.

Para que el guano pueda ser utilizado como fertilizante es necesario que pase por una serie de procedimientos para evitar la contaminación del suelo, ya que el uso de las heces sin previo tratamiento puede generar un impacto negativo en el ambiente y la bioseguridad.

En primer lugar se debe realizar un análisis previo del guano para determinar cuál sería el tratamiento adecuado para reducir el impacto ambiental. Entre los factores a tener en cuenta son la recolección, almacenamiento, manipulación, tratamiento, transporte y aplicación. Luego debe pasar por un proceso de secado, ya sea por maquinarias que aceleran el proceso de deshidratación del guano o en forma natural (secado al sol). Posteriormente al secado debe pasar por un proceso de compostaje.



El compostaje nos abre a la posibilidad de transformar aquellos desechos que se encuentran en grandes cantidades y son problemáticos en insumos para la producción agrícola. La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes.

El compostaje incluye distintas etapas para llegar a considerarse un “compost de calidad”, si no se siguen correctamente, este compost puede sufrir riesgos como:

- Fitotoxicidad: En un material que no haya terminado el método de compostaje correctamente, el nitrógeno está más en forma de amonio en lugar de nitrato.
- Bloqueo biológico del nitrógeno: también conocido como “hambre de nitrógeno”. Ocurre en materiales que tienen material mucho más rico en carbono que en nitrógeno.
- Reducción de oxígeno radicular: Cuando se aplica al suelo un material que aún está en fase de descomposición, los microorganismos utilizarán el oxígeno presente en el suelo para continuar con el proceso, consumiéndolo y no dejándolo disponible para las plantas.
- Exceso de amonio y nitratos en las plantas y contaminación de fuentes de agua: Un material tiende a contaminar el suelo y las aguas superficiales y subterráneas, a causa del exceso de nitrógeno en forma de amonio.

La realización del compost, al igual que cualquier otro proceso, incluye distintas fases de realización, las cuales son:

1. Fase Mesófila. El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura entre dos y ocho días.

2. Fase Termófila o de Higienización. Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias, que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores. Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como la Salmonella. Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

3. Fase de Enfriamiento o Mesófila II. Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa,



y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.

4. Fase de Maduración. Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos.

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje. Si la humedad baja por debajo de 45%, no da lugar a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (mayor a 60%) el agua satura los poros e interfiere la oxigenación del material. Una manera sencilla de monitorear la humedad del compost, es aplicar la “técnica del puño” que consiste en introducir la mano en la pila, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar apelmazado pero sin escurrir agua. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped).

Fertilización:

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas. Se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo.

Desarrollo:



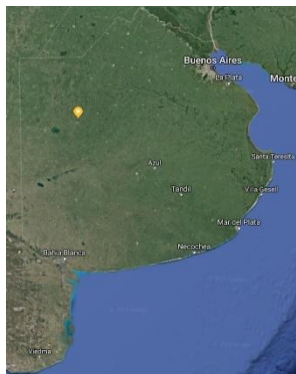
Pehuajó es uno de los 135 partidos de la provincia de Buenos Aires. Está ubicado en el noroeste de la provincia y su cabecera es la ciudad de Pehuajó. Limita con los partidos de Lincoln, Carlos Casares, Hipólito Yrigoyen, Daireaux, Trenque Lauquen y Carlos Tejedor. El clima es templado húmedo intermedio entre el continental y el oceánico, con T° en verano entre 10 °C a 15 °C por las noches, 27 a 35 °C durante el día. En invierno son frecuentes las heladas, con T° mínimas de unos pocos grados bajo cero. Los promedios diarios de temperatura se encuentran a lo largo del año dentro del rango óptimo de crecimiento de los principales cultivos extensivos (trigo, soja, maíz) La precipitación media anual ronda los 950 mm.

Con respecto al suelo predomina los hapludoles énticos con suelo profundo, arenoso, con escaso desarrollo, ubicado generalmente en posiciones de crestas de lomas y medias lomas, dentro de los paisajes de cordones medanosos con relieve suavemente ondulado y pendientes de alrededor de 1%. Son suelos de texturas franco-arenosas, con drenajes algo excesivo dependiendo de la posición, y cierta susceptibilidad a la erosión eólica².

En la actualidad, la actividad económica más importante del partido es la agricultura, a pesar de la alternancia de períodos húmedos y secos. La intensificación de la actividad llevó a la necesidad de utilizar fertilizantes, mayoritariamente artificiales para mantener las propiedades físicas y químicas del suelo. Como una alternativa a éstos y como forma de llevar adelante una actividad sustentable, consideramos que el guano, creado a partir de excrementos de aves, constituye una alternativa ecológica a los fertilizantes químicos. Por otro lado, esta práctica de abono natural permite cerrar el ciclo de los nutrientes, tales como el nitrógeno, fósforo y potasio, que queda inconcluso por la cría confinada de animales, actualmente muy utilizada. Este residuo avícola que se va procesar, será extraído de galpones de aves para la producción de huevos (ponedoras), situados en lotes en un área cercana al poblado rural de Nueva Plata perteneciente al partido de Pehuajó prov. de Bs As. (lat.35°55'08''S; long.61°49'36''O)

Figura N° 4: Localización geográfica del emprendimiento “Avícola Pehuajó”.





Provincia de Buenos Aires

Partido de Pehuajó

Nueva Plata

Galpones de ponedoras

Fuente: elaboración propia.

En el diálogo con el dueño del establecimiento, éste nos informó que el emprendimiento data del año 2015 y que en la actualidad cuenta con dos galpones y uno en proyección.

Este predio cuenta con galpones automatizados (alimento y agua) de 10.000 gallinas cada uno, como se aprecia en las siguientes imágenes. Interiormente los galpones están divididos en jaulas en altura y las pollas se distribuyen según la edad. En la parte inferior se encuentra la fosa donde se depositan los excrementos.

Figura N° 5: galpones de cría





Fuente: imágenes cedidas por el dueño del establecimiento.

La alimentación utilizada se basa en un alimento balanceado de elaboración propia y acorde a la edad de las aves compuesto por maíz, soja, trigo, girasol, carbonato de calcio orgánico, vitaminas y minerales.

La producción está controlada por un veterinario que se ocupa de la granja controlando las exigencias y normas de bioseguridad.

El guano se recoge con un sistema automático que lo barre hacia atrás como si fuera una máquina Champion cada dos o tres meses y luego se lo coloca en una fosa para secarse al sol. Una vez seco es retirado por una empresa que lo traslada a Mendoza para aplicarlo como fertilizante en los cultivos de vid. Teniendo en cuenta que cada gallina excreta 100gr de guano al día, podemos calcular que sumarían 36,5kg de guano al año. Si multiplicamos esto por 20.000 que es la cantidad de gallinas que hay en el predio, obtenemos una producción de 730.000kg de guano al año.

Figura N° 6: guano en las fosas.



Fuente cedida por el dueño de la granja.



Pensando en la acumulación de residuos, en la posibilidad de contribuir al cuidado del ambiente y en la devolución de minerales de manera natural al suelo, es necesario gestionar el manejo de los mismos ya que generan contaminación puntual. A partir de la entrevista realizada al ingeniero de INTA Pehuajó, Álvaro Pereyro, concluimos que a estos efluentes es necesario realizarles varios procesos. En primer lugar, por el tipo de alimento que se utiliza para las aves y segundo lugar, porque al estar concentrados y hacinados los animales, no siendo ésta una situación natural, debe recurrirse al uso de altas dosis de antibióticos para mantener la salud de los animales. Esto contribuye a cambiar la característica del excremento. Como éstos se usan para eliminar bacterias, es necesario reducir la carga de antibióticos mediante un tratamiento. Además, la concentración de los animales produce bacterias y hongos perjudiciales para la salud. Hay que bajar la carga bacteriana lo mayor posible para que esté dentro de los rangos establecidos para el suelo. Para satisfacer este requerimiento, es necesario realizar el compostaje del guano, elevando naturalmente la temperatura para estimular la fermentación, y de este modo, lograr que actúe como esterilizante del compuesto.

A partir del análisis anterior, nuestra propuesta consiste en realizar un ensayo experimental para analizar qué aporte mineral puede realizar el guano.

Para iniciar este ensayo, se medirá PH, temperatura y conductividad de la electricidad en muestras de guano crudo y seco en el laboratorio del colegio, con el kit cedido por la empresa Bayer y el grupo CREA, para verificar los cambios que experimenta el guano en el tratamiento de compostaje para ser posteriormente utilizado.

Dado que, por razones de bioseguridad, el guano crudo no se puede transportar, el análisis se realizará in situ y se transportará el guano seco para abonar la unidad de análisis seleccionada.

Para ello se trabajará con una parcela de 4m², a la que se realizará un análisis bioquímico para comprobar porcentajes de minerales y nutrientes previo a la fertilización del mismo.

El guano se agregará en función de un cultivo de maíz, teniendo en cuenta un rendimiento de 8 tn por ha. del cultivo. Sabiendo que una tonelada de maíz requiere 4 kg de fósforo, se necesitarían 32 kg de P x ha, para obtener este rendimiento se deberían agregar 6,66 tn. de guano x ha. Para el ensayo en 4 m² se necesitarían 2,66 kg. de abono. Se utilizarán 3 kg dado que la zona tiene déficit de este mineral, no sólo para reponerlo sino para que quede un excedente en el suelo.

Cuadro 2: requerimientos nutricionales del maíz.

Requerimientos nutricionales del maíz	Por tonelada de grano	Necesidades para una cosecha de 8tn/ha	tn/ha de guano para reponer el mineral
Nitrogeno	22kg	176kg	28,4
Fosforo	4kg	32kg	6,7
Potasio	19kg	152kg	20,8
Calcio	3kg	24kg	0,6

Fuente: elaboración propia a partir de lectura bibliografía.

Se realizará un muestreo mensual en la parcela de ensayo y en la parcela testigo para verificar las variaciones en las variables a estudiar. Se repetirán los análisis de laboratorio de suelo para certificar los valores que incluyen: Materia orgánica, pH,



Fósforo extraíble y Nitrógeno total. Los siguientes datos son aproximaciones que hemos realizado a partir de un análisis de suelo en un área próxima al establecimiento avícola

Cuadro N° 3: estimaciones de resultados.

	Tierra sin abonar	Abonada con 100% de absorción	Abonada con 50% de absorción
Nitratos	37 ppm	78,3 ppm	57,7ppm
Fosforo	8,7 ppm	40,7 ppm	24,7ppm

Fuente: elaboración propia en base a estimaciones matemáticas

A partir de estudios realizados por el INTA, sabemos que los niveles de MO, pH y la conductividad eléctrica no se modifican en la tierra abonada.

Paralelamente se cultivarán plantines de estación en macetas, un 50% de los plantines en el suelo abonado con guano y el otro 50 % de los mismos en el suelo las otras sin fertilizante, que serán las muestras testigo para comparar su crecimiento: tamaño, cantidad de hojas, color, entre otros.

Conclusiones

El guano de gallinas puede convertirse en un fertilizante natural a largo plazo mediante un uso sustentable en los aspectos ecológicos (ya que al cerrarse el ciclo de los minerales se mantienen las características esenciales del suelo), en lo económico (porque el manejo y gestión adecuados de los recursos suelo y excremento, permitirán continuar con el proyecto) y social (debido a que el beneficio de esta práctica posibilitara el aprovechamiento del suelo en generaciones futuras). Es una alternativa que mediante la reutilización de un subproducto del criadero de aves evitara la contaminación del suelo y la acumulación de residuos que generan, y a su vez contribuirá a aumentar la concentración de minerales, mejorando las propiedades químicas y físicas del suelo.

El presente trabajo nos deja abierta la investigación para el próximo año donde se realizarán los ensayos de campo necesarios para comprobar nuestra hipótesis y evaluar los resultados obtenidos, mediante la aplicación de abonos orgánicos.



Bibliografía

- Alladio, Ricardo Matías; Errasquin, Lisandro; Saavedra, Alejandro; Pagnan, Luis. "Efecto del aporte de nutrientes del guano y compost de gallinas ponedoras sobre el rendimiento del cultivo de maíz". INTA. Estación experimental agropecuaria. Marcos Juárez. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_maiz_guano_ip16_0.pdf
- Cajamarca Diego (2012), "Procedimientos para la elaboración de abonos orgánicos". Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Agropecuarias <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3277/1/TESS.pdf>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. Info Statversión (2013). Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Disponible en: <http://www.infoagro.com/estadistica/infostat/>
- Enkerlin, E;- Cano G; Garza R; Vogel E. (1997) "Ciencia ambiental y desarrollo sostenible". International Thomson Editores
- Francisco J. Federico. Manual de Normas Básicas de Bioseguridad de una Granja Avícola. INTA. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_manual_de_normas_basicas_de_bioseguridad_final_1.pdf
- Guaminga Mullo Inés (2012), "Manejo Y Procesamiento De La Gallinaza", Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad Ciencias Pecuarias, Escuela De Zootécnica. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106.pdf>
- Inpofos, Investigación, Educación, "Requerimientos nutricionales de los cultivos", Archivo agronómico No.3. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/\\$FILE/AA%203.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/0B4CDA48FABB666503257967007DD076/$FILE/AA%203.pdf)
- Maisonnave, Roberto. "Alternativas en manejo ambiental de guano y cama de pollo". Disponible en: <https://www.capia.com.ar/images/Guano%20y%20cama%20de%20pollo-%20Que%20hacen%20otros%20países%20Que%20podemos%20hacer.pdf>
- Manfroni Mercedes, (febrero de 2013) "Nada se tira, todo se recicla con el residuo de gallinas". Diario La Nación. Disponible en: <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/nada-se-tira-todo-se-recicla-con-el-residuo-de-gallinas-nid1552813>
- Palomo Andrea Carolina, "Estudio de factibilidad de instalación de una planta de biogás en el establecimiento avícola "Ponedoras del Neuquén". Universidad Nacional de Río Negro. Disponible en: <https://rid.unrn.edu.ar/jspui/bitstream/20.500.12049/644/1/Palomo-.pdf>
- Panigatti José Luis, Presidencia De La Nación, Ministerio De Agricultura, Ganadería y Pesca (2010), "200 años, 200 suelos". Disponible en: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-200-suelos.pdf>
- Portal de Suelos de la FAO. Disponible en <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/es/>



- Presidencia De La Nación, Ministerio de Agroindustria. Secretaria de Agricultura, Ganadería y esca. Buenas prácticas de manejo y utilización de cama de pollo y guano. Disponible en:https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/prensa/folleto_digitales/contenido/Manual_Avicola.pdf
- Presidencia De La Nación, Ministerio de Producción y Trabajo, Secretaria De Agroindustria, “Guano de gallina, Valor agronómico, Caracterización físico química del guano de gallinas ponedoras de granjas del noreste de la provincia de Buenos Aires”. Disponible en:https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/aves/informes/otros/archivos//190430_valor%20Agronomico%20Guano%20gallina%202019.pdf
- Riera Nicolás (2009), “Evaluación del Proceso de Compostaje de Residuos Avícolas”, Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Morón. Disponible en:http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/02-compostaje.pdf
- Román Pilar, Martínez Maria.M, Alberto Pantoja, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile, 2013. Disponible en: [http](http://www.fao.org)
- Sosa, N.; Bragachini, M.; Mathier, D.; Vélez, J.P.; Villarroel, D. Evaluación de guano de gallinas ponedoras en cultivos de maíz y soja INTA EEA Manfredi, campaña 2014-2015. Disponible en:https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-20-evaluacion_de_guano_de_gallinas_ponedoras_en_cultivos_de_maiz_y_soja_inta_eea_manfredi_campana_2014-2015_-_sosa_n.pdf
- Yaneis y García, A. Ortiz y Esmeralda LonWo, Instituto de Ciencia Animal, Cuba (2016).”Efecto de los residuales avícolas en el ambiente”, Fertilizando.com. Disponible en:<http://www.fertilizando.com/articulos/efecto%20residuales%20avicolas%20ambiente.asp>