



Reseña

## La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización

### Chicken manure, effect on the environment and possibilities for reuse

Sahirys Casas Rodríguez <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9243-8920>

Luis Domingo Guerra Casas <sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1228-7232>

<sup>1</sup> Universidad de agüey “Ignacio Agramonte Loynaz”, Camagüey, Cuba.

\* Autor para la correspondencia (email): [sahirys.casas@reduc.edu.cu](mailto:sahirys.casas@reduc.edu.cu)

## RESUMEN

**Antecedentes:** Las cantidades excesivas de estiércol que se acumulan en los sistemas intensivos de producción avícola, pueden crear enormes problemas de polución debido a las cuantiosas sustancias contaminantes que producen. Las oportunidades de reutilizar estos desechos pueden ser motivo de interés tanto de investigadores como de productores y agricultores en general.

**Objetivo.** Brindar a los especialistas e interesados información actualizada y resumida sobre la gallinaza, su efecto negativo en el medioambiente, y algunos usos más eficientes.

**Desarrollo:** Los sistemas intensivos de producción de aves generan grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo y crean enormes problemas de polución, debido a las sustancias que producen y contaminan el suelo y las aguas; por otra parte, el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos constituye una amenaza para la salud humana y animal. Existen tecnologías prometedoras para convertir el estiércol de aves de corral en productos de valor agregado y energía garantiza, no solo la salud del hombre y los animales, sino también económico.

**Conclusiones:** La gallinaza constituye uno de los más grandes problemas de polución al medio ambiente, pero ofrece múltiples oportunidades para ser utilizada en beneficio del hombre, por lo que la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje de la misma

### Como citar (APA)

Casas Rodríguez, S., & Guerra Casas, L. (2020). La gallinaza, efecto en el medio ambiente y posibilidades de reutilización. *Revista de Producción Animal*, 32(3). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3611>



©El (los) autor (es), Revista de Producción Animal 2020. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Attribution-NonCommercial 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), asumida por las colecciones de revistas científicas de acceso abierto, según lo recomendado por la Declaración de Budapest, la que puede consultarse en: Budapest Open Access Initiative's definition of Open Access.

deben estar presentes en las actividades cotidianas de los sistemas intensivos de producción avícola, y así garanticen la salud de trabajadores, consumidores y el entorno.

**Palabras claves:** compostaje, gallinaza, medioambiente, polución (*Fuente: AIMS*)

Recibido: 3/6/2020

Aceptado: 12/10/2020.

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, así como en otras naciones en vías de desarrollo, se ha incrementado la avicultura de manera acelerada. Estos sistemas intensivos de producción de aves pueden crear enormes problemas de polución, debido a las cuantiosas sustancias contaminantes que producen, además, originan grandes volúmenes de estiércol que se depositan en el suelo. Uno de los mayores problemas es, sin duda, el olor desagradable de estos residuos avícolas (Mullo, 2012; Gohil, Budholiya, Mohan, Prakash, 2020).

La gallinaza fresca contiene sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) y otros compuestos orgánicos, que causan perjuicio a quienes habitan cerca de las granjas avícolas (Rodríguez, 2017; Prasai, Walsh, Midmore, Jones, Bhattarai, 2018). La sensación de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, puede incluso ser foco de transmisión de enfermedades.

Con la transformación de la gallinaza, por medio de diferentes tratamientos, se genera una alternativa para darle valor agregado a un residuo abundante en las producciones avícolas y mitigar el impacto ambiental negativo que este puede ocasionar cuando no es procesada (Bragachini, Huerga, Mathier y Sosa, 2015). Adicional a esto, se aumenta la eficiencia de las unidades avícolas al reducir la proporción de desechos cuando son transformados en un sub producto de la granja con valor comercial (Agbabiaka *et al.*, 2020).

Por otra parte, la gallinaza procesada puede contribuir a incrementar la producción agrícola y consecuentemente el abastecimiento de la población, ya que mejora la productividad y calidad nutricional de los cultivos, ofreciendo una seguridad alimenticia e incrementando el contenido de nutrientes de las cosechas; a su vez impide la necesidad de incrementar la superficie agrícola, conservando el suelo, evitando su degradación, y por ende, mejorando la calidad de vida del ser humano (Quiñones, 2017).

La minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje están presentes en las actividades cotidianas. En otras palabras, por fin se está razonando de manera más seria en producir sin desperdicios (Arévalo, Puglla y Danilo, 2018; Fahimi *et al.*, 2020).

Además, la implementación adecuada del reciclado de estiércol de las aves como suplemento alimentario de rumiantes y algunos monogástricos como los cerdos, o como abono de diferentes cultivos, es una práctica que abarata los costos de producción por el aporte de proteínas, fósforo, calcio y otros minerales, además de elementos orgánicos (Arévalo *et al.*, 2018).

Conocer el efecto que provoca este residuo al medioambiente posibilita la adopción de medidas encaminadas a elevar la productividad sostenible en la avicultura y al mismo tiempo, garantizar la salud de productores, consumidores y del entorno, tema muy reiterado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que ha trazado como meta para la supervivencia humana, y resume en la expresión: *Una salud* (FAO, 2016).

Es por ello que esta revisión tiene el objetivo de brindar a los especialistas e interesados información actualizada y resumida sobre la gallinaza, su efecto negativo en el medioambiente, y algunos usos más eficientes.

## DESARROLLO

### ***RESIDUOS ORGÁNICOS EN LAS EXPLOTACIONES AVÍCOLAS***

#### **La gallinaza**

Se conoce como gallinaza a la mezcla de heces y orina que se obtiene de la gallina o pollo enjaulado, a la que se une la porción no digerible de los alimentos, células de decamaciones de la mucosa del aparato digestivo, productos de secreción de las glándulas, microorganismos de la biota intestinal, diversas sales minerales, plumas y un porcentaje ínfimo de material extraño (Arévalo *et al.*, 2018).

La industria avícola, debido a su producción intensiva tiene el potencial de proveer además de huevo y carne, materiales de desecho orgánico y de calidad como la gallinaza (Cajamarca, Almeida, Díaz, Berrones, 2018). Este material tiene grandes ventajas para incrementar la producción de los cultivos, entre las más importantes están: el aporte de nutrientes como N, P y K, e incremento de la materia orgánica del suelo.

Se habla de gallinaza y no de pollinaza (no son sinónimos), por lo que es conveniente definir las:

- Gallinaza. Excretas de gallinas ponedoras que se acumulan durante la etapa de producción de huevo o bien durante periodos de desarrollo de este tipo de aves, mezclado con desperdicios de alimento y plumas. Puede o no considerarse la mezcla con los materiales de la cama.
- Pollinaza. Excretas de aves de engorda (carne), desde su inicio hasta su salida al mercado, mezclado con desperdicio de alimento, plumas y materiales usados como cama.

Conocer cuál es la cantidad y composición de la gallinaza y las camas producidas con diferentes prácticas de producción avícola es fundamental para una gestión eficiente y ambientalmente. Para muchos agricultores aferrados a viejos principios, el estiércol es el mejor de los abonos, superiores a cualquier otro (Rodríguez, 2017). Sin querer despreciar el importantísimo valor del estiércol y estimando en su justo punto sus muchas cualidades y ventajas, no podemos dejar de señalar los inconvenientes que en muchos presentan el empleo de este abono fresco. Por lo cual es necesaria la transformación de la gallinaza por medio de los diferentes tratamientos (Ali, G Bashir, Ali, K Bashir, 2016; Tullo, Finzi, Guarino, 2019).

La gallinaza se maneja tradicionalmente como abono, su composición depende principalmente de la dieta y del sistema de alojamiento de las aves (Nieto y González, 2018). La gallinaza obtenida de explotaciones en piso, se compone de una mezcla de deyecciones y de un material absorbente que puede ser viruta, pasto seco, cascarillas, entre otros, conocido con el nombre de cama; esta mezcla permanece en el galpón durante todo el ciclo productivo.

### **Efecto de las deyecciones avícolas en el ambiente.**

La aplicación de gallinaza fresca, puede provocar un considerable incremento de la actividad biológica del suelo, mientras que el estiércol de aproximadamente una semana de edad tiene efecto vitalizante máximo sobre la tierra (Kantarli, Kabadayi, Ucar, Yanik, 2016).

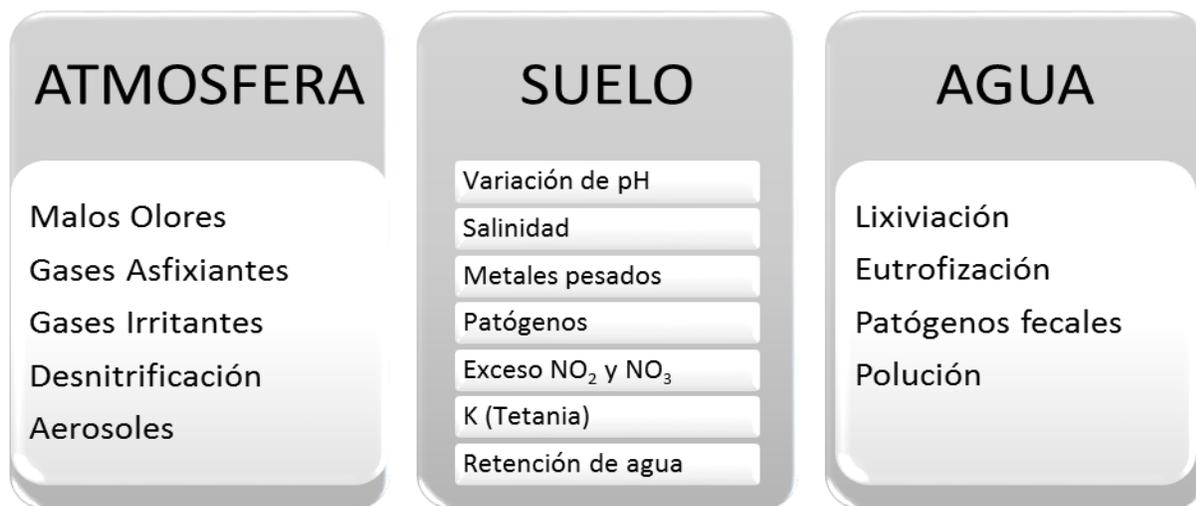
En Polonia, uno de los principales líderes en producción avícola de Europa, según Drózdź *et al.* (2020), el número de granjas avícolas ha ido aumentando gradualmente desde hace una década y a su vez, ha dado lugar a cantidades aún mayores de estiércol de aves de corral que deben manejarse adecuadamente, ya sea en el sitio a través de las tecnologías disponibles o en un enfoque más centralizado. Igualmente presentan los países líderes en producciones avícolas como Estados Unidos, Canadá y Brasil.

El fósforo, por ejemplo, una vez en el suelo, se libera mediante la acción de las fitasas que producen los microorganismos de este ecosistema. Después pasa a los ríos y lagos, y da lugar a los fenómenos de eutrofización de las corrientes de agua y de los reservorios acuáticos (Owamah, Alfa, Onokwai, 2020).

En estas circunstancias, hay un crecimiento acelerado de las algas y un agotamiento del contenido de oxígeno del agua, lo que provoca la mortalidad de la fauna acuática. La sensación

de suciedad que acompaña a estos vertimientos, así como la aparición de síntomas evidentes de la degradación ambiental en el entorno, son otros factores que afectan la calidad de vida del hombre (Rodríguez, 2017).

Al manipular los alimentos para los animales, según Arévalo *et al.* (2018), las operaciones de producción no se ejecutan adecuadamente, la descarga de nutrientes, materia orgánica, patógenos y emisión de gases, a través de los desechos puede causar una contaminación significativa de los recursos esenciales para la vida (agua, suelo y aire). Mullo (2012), divide en tres bloques los problemas que los residuos avícolas ocasionan al medio ambiente, y se generaliza de la siguiente forma: los que afectan a la atmósfera, a los suelos y a las aguas (**Fig. 1**).



**Fig. 1:** Residuos avícolas en el medio ambiente (Fuente: Mullo, 2012).

En las aves, más del 50 % del N de los alimentos se excreta como ácido úrico, por lo que una estrategia podría ser inhibir su conversión a amoníaco, además de las múltiples combinaciones de manejo nutricional, sistema de alojamiento, opciones de tratamiento, almacenaje y disposición de residuales, de modo que se reduzca la contaminación ambiental y se produzca, a largo plazo, un crecimiento sostenible (Daniyan, Daniyan, Abiona y Mpofu, 2019).

Durante la producción avícola surgen una cantidad de necesidades que van más allá de los requerimientos productivos. Se hace, por tanto, imprescindible la aplicación de estrategias de reciclaje que posibiliten el saneamiento ambiental y, a la vez, permita la recirculación de nutrientes, que contribuyan a lograr un mejor equilibrio entre el hombre y la naturaleza, para alcanzar a su vez un beneficio económico con el fin de aumentar la eficiencia y productividad durante la explotación (Riaz, Wang, Yang, Li y Yuan, 2020) (**Fig. 2**).



**Fig. 2:** Acumulación de excretas (Fuente: Los autores).

El impacto ambiental de un volumen considerable de desperdicios es altamente significativo y pone en peligro el futuro de la humanidad. Por consiguiente, se requiere la aplicación de estrategias de manejo para el reciclaje, que contribuyan con la eliminación de estos desperdicios y su forma de aprovechamiento, ya sea a través del uso directo en la alimentación animal o mediante procesos para la recuperación y producción de energía y fertilizantes (Choudhury, Felton, Moyle y Lansing, 2020).

Si estos los residuos se manejan de forma incorrecta, pueden tener un impacto negativo sobre el ambiente (Barreto, 2019). A continuación, se describen algunos de los problemas derivados del mal uso de los residuos.

### **Suelo.**

Cuando la gallinaza se aplica al terreno que se quiera en forma indiscriminada y continuada, ocasiona en primera instancia una acción mecánica, la cual consiste en una compactación por taponamiento de los poros de suelo, disminuyendo la capacidad de drenaje del terreno (Rodríguez, 2017).

Posteriormente comienza una acción química donde se presenta una degradación estructural de la tierra, ocasionado por alto contenido de sales y nutrientes; como consecuencia de la acumulación progresiva de los residuos, se genera una acción biológica consistente en el desarrollo de microorganismo potencialmente patógenos para los animales y el hombre (Owamah, Alfa y Onokwai, 2020), finalmente, el exceso de materia orgánica y nutrientes puede ocasionar una disminución del oxígeno (hasta anaerobiosis) en el medio, dificultando la mineralización del nitrógeno; por otra parte, las plantas absorben nitrógeno en cantidades mayores a las que pueden asimilar, presentándose acumulación por ejemplo de nitratos, que llegan a generar problemas de intoxicaciones (Barreto, 2019; Choudhury *et al.*, 2020).

## **Aguas.**

Debido a los altos niveles de microorganismos (MO) y nutrientes de la gallinaza, si esta es vertida (o en su defecto, las aguas procedentes de las operaciones de limpieza de los galpones) en ríos, manantiales, fuentes freáticas, ocasionan problemas de eutrofización, la cual consiste en una disminución dramática del oxígeno al ser empleado este para la oxidación de material orgánico y nutrientes. Galarza, Ortíz y Morales (2016), concuerdan con lo planteado por Ramírez (2015), al explicar que, con el agotamiento del oxígeno, desaparece la vida acuática. Igualmente, los contenidos de amonio y nitritos generan toxicidad para los organismos del ecosistema acuático.

## **Salud Humana y Animal.**

La calidad de vida de las poblaciones cercanas a establecimientos avícolas depende de hacer una gestión responsable de sus residuos (Irigoyen, 2018), por lo tanto, es una cuestión de responsabilidad social, empresarial y profesional; es un tema ético y compromete nuestro futuro.

La disposición incorrecta de las excretas propicia también el desarrollo de microorganismos potencialmente patógenos para los mismos animales, quienes, a su vez, pueden transmitir enfermedades como Rotavirus, Colibacilosis, Parásitos Gastrointestinales, Salmonelosis, entre otros (Cajamarca *et al.*, 2018).

Por otra parte, y no menos importante, la alimentación de animales con restos frescos como la gallinaza, práctica muy extendida entre los productores avícolas nacionales, induce a la propagación cruzada de diferentes enfermedades entre especies, debido a los patógenos que pueden portar las excretas (Choudhury *et al.*, 2020; Owamah *et al.*, 2020).

## **Impacto Económico.**

Las granjas avícolas pueden tener problemas de carácter social y legal por los malos olores y proliferación de moscas, de modo que lo más conveniente es encontrar el camino para lograr la resolución de estos problemas. Compostar la gallinaza resulta ser un buen procedimiento que también trae beneficios económicos.

Existe costos “directos” asociados a las medidas que se deben implementar para solucionar los problemas de derivados de la contaminación por los residuos. En el caso de las aguas para consumo, se incrementa notoriamente los costos de depuración (se requiere 10 g de cloro por cada g de nitrógeno) (Galarza *et al.*, 2016).

La legislación de países desarrollados con serios problemas de contaminación obliga al productor que va a vender un residuo determinado a caracterizarlo biológica y fisicoquímicamente, a conocer sus volúmenes de producción y a implantar sistemas de estabilización que garanticen un producto final desde el punto de vista bioquímico y ambiental; en tanto que el comprador tendrá que disponer de forma correcta a través de planes de fertilización. Así, un programa tan

prioritario como la protección del medio ambiente depende tanto de la responsabilidad y solidaridad colectiva como de la responsabilidad individual (Rodríguez, 2017).

Por otra parte, su aprovechamiento como alimento, genera sustanciosas ganancias económicas. Esto fue demostrado en Cuba por Marshall (2000), al cebar corderos en estabulación, con dieta básica de heno de baja calidad, suplemento proteico con gallinaza y harina de soya y alcanzar ganancias de hasta 130 g/animal/día a un costo de \$ 2,12 / kg de peso vivo, y una relación beneficio costo de 1,42 en moneda nacional para el nivel de suplementación del 75 %. Lo cual mejoró la eficiencia en un 18 % con relación al sistema vigente en el cebadero.

Es por ello que el análisis de tecnologías prometedoras para convertir el estiércol de aves de corral en productos de valor agregado y energía garantiza, no solo la salud del hombre y los animales, sino también económico.

### **Calidad de la gallinaza.**

La calidad de la gallinaza está determinada principalmente por el tipo de alimento, la edad del ave (las aves jóvenes producen menos excretas, debido a su bajo consumo de alimento en sus primeras etapas de vida), la cantidad de alimento desperdiciado, la cantidad de plumas, la temperatura ambiente y la ventilación del galpón (Mullo, 2012). También es muy importante el tiempo de permanencia en la nave, con desprendimiento abundante de olores amoniacaes y finalmente el tratamiento que se le haya dado a la gallinaza durante el secado (Miah *et al.*, 2016).

La gallinaza de mejor calidad es la proveniente de ponedoras en jaulas y en menor grado la de ponedoras en pisos o planteles de cría o levante (Rodríguez, 2017; Choudhury *et al.*, 2020; Owamah *et al.*, 2020). Pero también depende de factores como el tipo de cama utilizada, tiempo de almacenamiento y el porcentaje de humedad entre otros (Bragachini *et al.*, 2015). Además de los distintos períodos de acumulación de gallinaza, donde se observan los contenidos de humedad, materia orgánica, nitrógeno y energía bruta disminuyen, con el incremento del tiempo de acumuladas en la granja (Arévalo *et al.*, 2018) (**Fig. 3**).



**Fig. 3:** Excretas de ponedoras en jaula (Fuente: Los autores).

### **Producción de gallinaza.**

Se ha demostrado que, en promedio, un ave en postura excreta 35,8 a 40,8 gr. de heces diaria, que contienen el 75 % de agua, siendo un factor a agregar a la carga de trabajo, sin añadir ingresos económicos en la granja (Galarza *et al.*, 2016), por lo que se propone deshidratar la gallinaza y reciclarla como fuente alimentaria para los rumiantes.

### ***UTILIZACIÓN DE LA GALLINAZA***

#### **El “curado”**

Las aves defecan junto con la orina por la cloaca, lo que hace que estas deyecciones tengan mayor contenido de nitrógeno que la de otras especies, que realizan esta fusión fisiológica en forma separada. Cuando el estiércol de la gallina es utilizado como alimento para los rumiantes o como abono en los cultivos, se debe tener especial cuidado con lo que llamamos el “curado” del estiércol. Se trata de una práctica recomendada por varios especialistas que coinciden que el secado debe ser realizado en la sombra, evitando la contaminación de las moscas (Bragachini *et al.*, 2015). Para ello se utilizan mallas que evitan la entrada de estos insectos, pero permiten la circulación del aire para que se complete la reacción de fermentación que produce la maduración y curado de la gallinaza.

#### **Principales usos**

##### ***Como alimento animal***

Al sustituir parcialmente la harina de soya por gallinaza como suplemento proteico en la ceba estabulada de corderos, Marshall (2000) obtuvo muy buenos resultados, alcanzando ganancias de hasta 130 g/animal/día.

En la composición química de la gallinaza intervienen diversos factores: la composición de la dieta, edad y estado fisiológico de las aves, ya que son especialmente ricos en proteínas y minerales. Sin embargo, el alto contenido en fibras de las camas y nitrógeno no proteico (NNP) de las heces de aves, establece que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo (Bragachini *et al.*, 2015).

Con la sanitización de la gallinaza se puede obtener un producto apto para el consumo de otras especies principalmente en bovinos. En ensayos realizados por Arango (2017), el promedio de proteína ha sido del 22 % parámetros dentro del rango esperado (18 % - 23 %) para este tipo de producto, el contenido de cenizas del producto no ocasiona efectos laxantes en los bovinos, ya que el porcentaje es menor al máximo permitido. Además, explica el autor antes mencionado que, al aplicar este producto en la alimentación bovina, se está reutilizando un residuo, por lo que se hace económico y sustentable. Mezclado con melaza (otro residuo) mejora la palatabilidad, en relación promedio 80:20, siendo una alternativa por su mayor consumo y fuente energética.

### ***Como abono orgánico***

Aunque son muy diversos los posibles usos de compost en la agricultura, su valor puede resumirse en tres variantes: abono o fertilizante, enmienda orgánica o húmica y sustrato de cultivo. Su uso principal vendrá determinado por el objetivo final de su aplicación: poner nutrientes a disposición de los cultivos (abonos), aumentar el nivel del *humus* del suelo (enmienda orgánica) o utilizarlo como soporte, total o parcial, de los cultivos (sustrato) (FONCODES, 2017).

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico/materia orgánica y fertilizantes minerales, ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo (Arango, 2017). Utilizado como abono orgánico, la gallinaza luego de secada (curado), se convierte en un producto sólido que cuenta con un considerable valor como fertilizante (Quiñones, 2017).

La compostación (Mullo, 2012; Nieto y González, 2018), es la alternativa ideal, pues al estabilizar la materia orgánica, facilita el aprovechamiento de la propiedad fertilizante de la gallinaza, que se expresa tanto en su contribución al desarrollo normal de los cultivos como en la recuperación de los suelos altamente degradados.

### **Producción de Biogás**

El biogás es un gas combustible y renovable producto de la transformación de la materia orgánica por bacterias metanogénicas en condiciones anaerobias es capaz de sustituir combustibles fósiles o biomasa (leña) por lo que se puede usar para generar electricidad y calor (Suárez, Sosa, Martínez y Curbelo, 2017).

La producción de biogás a partir de la gallinaza tiene como finalidad, reducir el impacto negativo que esta genera al medio ambiente. De esta forma se reducen los gases que provocan el efecto invernadero del planeta, permite generar energía y al mismo tiempo obtener abono (Burguet, 2016; Rodríguez, 2017; Choudhury *et al.*, 2020; Owamah *et al.*, 2020).

El sistema a emplear consiste en biodigestores herméticamente cerrados en los cuales se depositan los residuos sólidos orgánicos biodegradables (gallinaza), estos residuos tienen un alto contenido de materia orgánica y se tratan para su descomposición bajo un proceso anaerobio, generando biogás (Belduma, 2015; Miah *et al.*, 2016; Choudhury *et al.*, 2020).

Al revisar exhaustivamente el uso de la gallinaza coincidimos con el planteado por Irigoyen (2018) y Choudhury *et al.* (2020), quienes aseveran que, es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Esto lo podemos notar si tenemos en cuenta los valores de nitrógeno, calcio y fósforo que aporta.

Esta temática, de acuerdo con Miah *et al.* (2016), Irigoyen (2018) y Owamah *et al.* (2020), constituye uno de los principales problemas productivos a abordar por el sector avícola para lograr la sustentabilidad de la cría intensiva. Las tecnologías, recomendaciones de manejo y las herramientas están disponibles, lo que falta es un análisis objetivo de cada explotación y la firme decisión de encarar las tareas de mitigación que se requieren. El dilema a enfrentar, por los profesionales que trabajan en la avicultura, es resolver el conflicto ético que se genera principalmente por razones económicas y las soluciones propuestas.

## CONCLUSIONES

La gallinaza constituye uno de los más grandes problemas de polución al medio ambiente, por lo que la minimización de desechos, la prevención de la contaminación, y el reciclaje de la misma deben estar presentes en las actividades cotidianas de los sistemas intensivos de producción avícola, y así garanticen la salud de trabajadores, consumidores y el entorno.

Existen tecnologías prometedoras que constituyen una vía para reducir el efecto negativo del estiércol de aves de corral en el medioambiente y convertirlo en productos de valor agregado y energía.

## REFERENCIAS

Agbabiaka, O. G., Oladele, I. O., Akinwekomi, A. D., Adediran, A. A., Balogun, A. O., Olasunkanm, O. G., & Olayanju, T. M. A. (2020). Effect of calcination temperature on

- hydroxyapatite developed from waste poultry eggshell. *Scientific African*, 8, e00452. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00452>
- Ali, G., Bashir, M. K., Ali, H., & Bashir, M. H. (2016). Utilization of rice husk and poultry wastes for renewable energy potential in Pakistan: An economic perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 61, 25-29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.014>
- Arango Orozco, M. J. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos* (Doctoral dissertation, Corporación Universitaria Lasallista). <http://hdl.handle.net/10567/2036>
- Arévalo, H. G., Puglla, C, Danilo, J. (2018). *Valoración nutricional de la gallinaza para alimentación animal y procesos industriales* (Master's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Maestría en Nutrición y Producción Animal). <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14805>
- Barreto, Torrella, S. I. (2019). El enfoque de producciones más limpias en la práctica laboral del Ingeniero Químico. *Transformación*, 15(2), 124-138. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-29552019000200124](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-29552019000200124)
- Belduma, Z A. (2015). *Evaluación de la producción de biogás a partir de la degradación de gallinaza sometida a diferentes relaciones C/N*. Machala-EI oro-Ecuador. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2850>
- Bragachini, A. M. A., Huerga, A. I., Mathier, A. D. F., Sosa, A. N. (2015). *Residuos pecuarios: una problemática que puede transformarse en oportunidad*. Ed. electrónico. <http://www.produccionanimal.com.ar/Biodigestores/66INTAResiduospecuarios2014.pdf>
- Burguet, Fernández, G. (2016). Valoración energética del residuo avícola, impacto económico-ambiental y análisis experimental en Europa de la reducción de amoniaco en explotaciones avícolas mediante compuesto enzimático. <http://hdl.handle.net/10651/38420>
- Cajamarca, D. I., Almeida, L. E. H., Díaz, N. I. G. Berrones, M. B. P. (2018). *Evaluación del plan de administración ambiental para la granja avícola dos hermanos*. *INNOVA Research Journal*, 3(10.1), 42-54. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.1.2018.776>
- Choudhury, A., Felton, G., Moyle, J., & Lansing, S. (2020). Fluidized bed combustion of poultry litter at farm-scale: Environmental impacts using a life cycle approach. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124231. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124231>

- Daniyan, I. A., Daniyan, O. L., Abiona, O. H., Mpofu, K. (2019). Development and Optimization of a Smart System for the Production of Biogas using Poultry and Pig Dung. *Procedia Manufacturing*, 35, 1190-1195. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.06.076>
- Drózdź, D., Wystalska, K., Malińska, K., Grosser, A., Grobelak, A., Kacprzak, M. (2020). Management of poultry manure in Poland—Current state and future perspectives. *Journal of Environmental Management*, 264, 110327. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110327>
- Fahimi, A., Bilo, F., Assi, A., Dalipi, R., Federici, S., Guedes, A., ... & Fiameni, L. (2020). Poultry litter ash characterisation and recovery. *Waste Management*, 111, 10-21. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.010>
- FAO. (2016). *Alerta sobre riesgo global por abuso de los antimicrobianos*. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://www.fao.org/news/story/es/item/382676/icode/>
- FONCODES. (2017). Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus. Producción Y Uso de Abonos Orgánicos: Biol, Compost Y Humus, 9-20. <https://docplayer.es/16125811-Produccion-y-uso-de-abonos-organicos-biol-compost-y-humus.html>
- Galarza, J. C. G., Ortíz, H. D., & Morales, C. C. T. (2016). Manejo de desechos orgánicos y cumplimiento de la normativa legal ambiental en las avícolas de la provincia de Tungurahua. *Ojeando la Agenda*, (44), 3. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5803856>.
- Gohil, A., Budholiya, S., Mohan, C. G., & Prakash, R. (2020). Utilization of poultry waste as a source of biogas production. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.807>
- Irigoyen, J. (2018). Manejo de residuos en granja y plantas avícolas. <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/handle/123456789/4069>
- Kantarli, I. C., Kabadayi, A., Ucar, S., & Yanik, J. (2016). Conversion of poultry wastes into energy feedstocks. *Waste Management*, 56, 530-539. <http://creativecommons.org>
- Marshall, W.A. (2000). Contribución al estudio de la ceba ovina establecida sobre la base de hemo y suplemento proteico con harina de soya y gallinaza. Tesis presentada en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Veterinarias.
- Mullo, I. (2012). Manejo y Procesamiento de la Gallinaza. *línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/17T1106>

- Nieto, A. S. F., & González, A. R. B. (2018). Destino sostenible de los residuos generados en las plantas de beneficio avícola. *AiBi revista de investigación, administración e ingeniería*, 11-22. <https://doi.org/10.15649/2346030X.473>
- Owamah, H. I., Alfa, M. I., & Onokwai, A. O. (2020). Preliminary evaluation of the effect of chicken feather with no major pre-treatment on biogas production from horse dung. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 14, 100347. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2020.100347>
- Prasai, T. P., Walsh, K. B., Midmore, D. J., Jones, B. E., & Bhattarai, S. P. (2018). Manure from biochar, bentonite and zeolite feed supplemented poultry: moisture retention and granulation properties. *Journal of environmental management*, 216, 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.08.040>
- Quiñones, A. T. A. (2017). Producción de biogás para el desarrollo sustentable: experiencias en municipios cubanos. In *Congreso Universidad*, 6(6). <http://revista.congresouniversidad.cu/index.php/rcu/article>
- Ramírez B, H. A. (2015). *Desarrollo de alternativas de producción rentables a partir de desechos de empresas avícolas en la provincia de El Oro* (Master's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala). <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/4180>
- Ramírez, A. I. J., Chávez, R. F., Pérez, J. G. A., Villalba, J. A. M., Angulo, A. U., Celani, P., ... & Zubiaga, J. T. (2018). *Sustentabilidad y tecnología: herramientas para la gestión segura y eficiente del hábitat*, 2. ITESO. <http://hdl.handle.net/11117/5468>
- Riaz, L., Wang, Q., Yang, Q., Li, X., & Yuan, W. (2020). Potential of industrial composting and anaerobic digestion for the removal of antibiotics, antibiotic resistance genes and heavy metals from chicken manure. *Science of The Total Environment*, 718, 137414. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137414>
- Rodríguez-Fernández, P. A. (2017). Impacto de los residuos orgánicos sobre algunos indicadores del crecimiento y productividad de la malanga (*Xanthosoma sagitifolium, schott*). *Ciencia en su PC*, (2). <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181351615004>
- Suárez-Hernández, J., Sosa-Cáceres, R., Martínez-Labrada, Y., Curbelo-Alonso, A., Figueredo-Rodríguez, T., Cepero-Casas, L. (2017). Evaluación del potencial de producción del biogás en Cuba evaluation of the biogas production potential in Cuba. *Estación experimental de Pastos Y Forrajes Indio Hatuey* 85. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942018000200001](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942018000200001)

Casas Rodríguez, S., Guerra Casas, L.

Tullo, E., Finzi, A., & Guarino, M. (2019). Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of the total environment*, 650, 2751-2760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.018>

### **CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES**

Recopilación de información y redacción del artículo: SCR y LDGC (50 % cada uno)

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existen conflicto de intereses.