

Desarrollo sostenible impulsado por la Economía circular: Una mirada al sector avícola.

Sustainable Development driven by the Circular Economy: a look at the poultry sector

- Doménica Alejandra Castro-Fuentes. Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. E-mail: dcastro3537@uta.edu.ec OrCID: 0009-0005-4555-3957
- Marcos Israel Molina-Estrella. Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. E-mail: mmolina4303@uta.edu.ec OrCID: 0009-0003-9080-4693
- María Dolores Guamán-Guevara. Grupo de Investigación DeTEI, Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. E-mail: md.guaman@uta.edu.ec OrCID: 0000-0003-4771-6412
- Julio Mauricio Vizuete-Muñoz. Grupo de Investigación GIPJUS, Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. E-mail: jm.vizuite@uta.edu.ec OrCID: 0000-0003-3910-9292



Recibido: 07/11/2024
 Revisado: 18/11/2024
 Aprobado: 21/01/2025
 Publicado: 31/07/2025

DOI: <https://doi.org/10.61236/utcprospectivas.v8i2.1119>

Resumen

El presente estudio tiene como objetivos establecer la gestión de los residuos que se generan en los procesos productivos de las actividades avícolas en la parroquia de Cotaló, en la provincia de Tungurahua, zona central del Ecuador. Además, este estudio se centró en determinar la relación entre el residuo orgánico más preponderante y el tamaño de empresa avícola. Se encuestaron a 43 trabajadores a cargo de las empresas o granjas avícolas y con amplio conocimiento en la gestión de residuos generados en los diferentes procesos productivos. El instrumento aplicado permitió recolectar información sociodemográfica, variables asociadas a las empresas, y principalmente sobre las prácticas sostenibles que realizan. Los resultados indican que la gestión de los residuos en las actividades avícolas de la parroquia de Cotaló se encuentra en una fase incipiente de adopción de prácticas sostenibles, con variaciones significativas según el tamaño de las empresas avícolas. La gallinaza, el residuo orgánico predominante, es gestionada principalmente como fertilizante o vendido a otras granjas, con nulo aprovechamiento para la producción de bioenergía. Además, la cantidad de gallinaza generada está correlacionado con el tamaño de la empresa. Finalmente, los resultados del presente estudio son el punto de partida para mejorar la eficiencia en el uso de recursos y promover la sostenibilidad económica, social y ambiental en las comunidades rurales de la zona central del Ecuador.

Palabras Clave: Desarrollo sostenible, Economía Circular, gallinaza, industria avícola, Ecuador.

Abstract

The current study aims to establish the management of waste generated in the productive processes of poultry activities in the parish of Cotaló, in the province of Tungurahua, central zone of Ecuador. Additionally, this study focused on determining the relationship between the most prevalent organic waste and the size of the poultry company. Forty-three workers in charge of poultry companies or farms and with extensive knowledge in the management of waste generated in different production processes were surveyed. The instrument applied allowed us to collect sociodemographic information, variables associated with the companies, and mainly about the sustainable practices they carry out. The results indicate that waste management in poultry activities in the parish of Cotaló is in an incipient phase of adoption of sustainable practices, with significant variations depending on the size of the poultry companies. Chicken manure, the predominant organic waste, is managed mainly as fertilizer or sold to other farms, with no use for bioenergy production. Furthermore, the amount of chicken manure generated is correlated with the size of the company. Finally, the results of this study are the starting point to improve efficiency in the use of resources and promote economic, social and environmental sustainability in rural communities in the central zone of Ecuador.

Keywords: Sustainable development, Circular Economy, poultry manure, poultry industry, Ecuador.



I. Introducción

En las últimas décadas, la economía circular ha emergido como una estrategia fundamental para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), revolucionando los paradigmas tradicionales de producción y consumo de bienes. Este modelo económico regenerativo trasciende el enfoque lineal convencional de "extraer, producir, desechar", promoviendo sistemas cerrados donde los recursos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible mediante su reutilización, remanufactura, reparación, y reciclaje. De esta forma se revalorizan los recursos, se minimizan los residuos, y se optimiza el uso de materiales, sobre todo, en industrias y sectores de importancia económica, social, y ambiental (Castro et al., 2024).

En el contexto del sector avícola, la transición hacia un modelo circular presenta oportunidades significativas para abordar los desafíos ambientales críticos asociados con la producción intensiva, incluyendo las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), excesivo uso del recurso hídrico, generación de residuos orgánicos e inorgánicos que potencialmente contaminarán el suelo y el agua, sobre todo, por no disponer de tratamientos o una gestión integral, que conllevaría ineludiblemente a la degradación de los ecosistemas, con afectaciones directas a las poblaciones circundantes (Castellini et al., 2012). Es decir, los problemas ambientales pendientes de resolver se centran en la optimización de recursos, el manejo eficiente de subproductos, el fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles, y una mayor integración de principios y prácticas sostenibles circulares, que de ser superados permitirían la sostenibilidad a largo plazo de este sector (García et al., 2023), particularmente en países con economías en desarrollo.

En términos aún más específicos, al igual que la mayoría de industrias que suministran volúmenes significativos de proteína animal a nivel global, el sector avícola enfrenta desafíos sustanciales debido a su alto nivel de producción de residuos orgánicos, incluyendo gallinaza, plumas, y subproductos cárnicos. Estos subproductos podrían convertirse en una fuente significativa de recursos económicos para los mismos productores si se gestionarían adecuadamente. Sin embargo, para esta gestión efectiva se requiere de la implementación de tecnologías avanzadas para la conversión de residuos orgánicos en biogás y fertilizantes. Estas opciones tecnológicas han demostrado ser una solución viable para reducir las emisiones de metano y mejorar la fertilidad del suelo, promoviendo así una agricultura regenerativa, especialmente en países desarrollados, ya que cuentan con recursos económicos y financieros para adquirir y desarrollar tecnología, y de marcos regulatorios para sus actividades. Por el contrario, la implementación de prácticas de economía circular (CE) en el sector avícola de los países en desarrollo enfrenta varios desafíos importantes que pueden impedir el progreso hacia el desarrollo sostenible. Estos desafíos tienen su origen principalmente en limitaciones infraestructurales, tecnológicas, financieras y regulatorias.

Dado que se prevé que la demanda mundial de productos avícolas se duplicará para 2050 en comparación con los niveles de 2010, este sector presenta desafíos y oportunidades para adoptar ciertas prácticas sostenibles que se vinculan con el marco de economía circular. Sin embargo, a pesar de la gran importancia económica y social de la industria avícola, en países Latinoamericanos la adopción de este modelo económico aún es limitado (Manosalva et al., 2023), en donde la información disponible sobre sus procesos productivos es escasa, por lo que, aún se tienen interrogantes de si este modelo de economía circular ha sido vinculado o no a los procesos productivos de las empresas avícolas locales, sin importar su tamaño. Adicionalmente, otra interrogante que surge es si las empresas avícolas, específicamente los empresarios y trabajadores son conscientes de la importancia de incorporar prácticas circulares, y qué tipo y cantidades de desechos que se generan en sus actividades podrían ingresar al ciclo cerrado de producción avícola.

Estudios recientes, principalmente en países desarrollados, demuestran que la implementación de prácticas circulares en la producción avícola puede contribuir a la reducción de hasta un 40% las emisiones de GEI y disminuir significativamente la huella hídrica. Por lo que, dado este contexto de oportunidades para la industria avícola de atenuar sus impactos negativos y mejorar su rentabilidad, especialmente mediante replicación y adaptación de ciertas prácticas circulares en la producción avícola en países con economías en desarrollo como el Ecuador, el presente trabajo de investigación tiene como objetivos establecer la gestión de los residuos que se generan en los procesos productivos de las actividades avícolas en la parroquia de Cotaló, en la provincia de Tungurahua, zona central del Ecuador. Además, este estudio se centró en determinar la relación entre el residuo orgánico más preponderante y el tamaño de empresa avícola.

Finalmente, los resultados que se obtengan de la presente investigación permitirán ampliar nuestro conocimiento de si las empresas avícolas locales han incorporado algún parámetro de la economía circular que actúe como indicador de cambio en la producción avícola, que a su vez contribuya a alcanzar algunos de los ODS. La hipótesis de trabajo sugiere que las empresas avícolas han adoptado e implementado únicamente una mínima cantidad de prácticas circulares, lo que restringe su sostenibilidad económica, la responsabilidad social empresarial, y la conservación del ambiente.

Desarrollo Sostenible

En respuesta a los riesgos que el cambio climático impone sobre el bienestar de todas las especies, particularmente de los seres humanos, la ONU ha formulado la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, un marco integral que establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Entre sus diversas estrategias, la Agenda busca erradicar la pobreza, mitigar la contaminación ambiental y promover la producción de alimentos saludables y sostenibles como medios para mejorar la calidad de vida global (Rodrigo-Cano et al., 2019; Parlamento Andino, 2023).

El desarrollo sostenible es un concepto integral que persigue el equilibrio entre el crecimiento económico, la inclusión social y la preservación del medio ambiente. En 1987, el informe "Nuestro Futuro Común" de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, conocido como Informe Brundtland, popularizó esta noción al definir el desarrollo sostenible como aquel que permite satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta definición subraya la interdependencia de los aspectos económicos, sociales y ambientales en la configuración de un modelo de desarrollo que sea equitativo y perdurable en el tiempo (Reyes, 2023; Vergara y Ortiz, 2016).

En este contexto, partiendo de la premisa de que el crecimiento económico de los últimos decenios ha generado consecuencias adversas a nivel global, especialmente en lo que respecta al deterioro de los ecosistemas, se reconoce que el principal afectado ha sido el medio ambiente. En respuesta a esta crisis, diversas organizaciones internacionales promueven un cambio paradigmático que prioriza la conservación de los recursos naturales y la reducción de los residuos. Este enfoque busca generar nuevas oportunidades para un desarrollo económico responsable y sostenible, asegurando la resiliencia a largo plazo tanto de los sectores productivos como de los ecosistemas que los sustentan (Vidal y Asuaga, 2021; López, 2020; Varcárcel, 2006). Por lo que, la adopción de prácticas sostenibles se erige como un elemento crucial para garantizar la viabilidad a largo plazo de sectores productivos estratégicos, como la industria avícola, la cual enfrenta desafíos estructurales y operativos significativos relacionados con la gestión de recursos naturales, la optimización de la eficiencia energética y el manejo adecuado de residuos. Estos componentes son fundamentales para facilitar la transición de la industria hacia un modelo de desarrollo verdaderamente sostenible, que permita no solo mantener su competitividad, sino también mitigar sus impactos ambientales y sociales.

3

Economía Circular

La economía circular emerge como un modelo disruptivo e innovador que reconfigura la utilización de los recursos con el propósito de minimizar el desperdicio y optimizar la eficiencia en los procesos productivos. Este enfoque propone un cambio de paradigma desde el modelo económico lineal tradicional de "extraer, producir y desechar" hacia un sistema cíclico en el cual los recursos se reutilizan, reciclan y regeneran de manera continua, con el objetivo de desvincular el crecimiento económico del consumo de nuevos recursos naturales. De este modo, la economía circular contribuye a un futuro sostenible al promover la conservación de los recursos y la reducción de los impactos ambientales (Melo Delgado et al., 2022; Ugalde, 2021).

El concepto de "Cradle to Cradle" (De la cuna a la cuna), propuesto por McDonough y Braungart, se presenta como una ampliación de la economía circular, proponiendo un enfoque radicalmente innovador para el diseño y la producción sostenible. Este modelo desafía el paradigma lineal al abogar por el uso de materiales seguros y no tóxicos, los cuales pueden ser reintegrados al ciclo natural o reutilizados en otras aplicaciones sin pérdida de calidad. Además, fomenta la visión de que la sostenibilidad no solo es un imperativo ético, sino también una fuente de innovación continua. En este sentido, "De la cuna a la cuna" redefine la relación entre los seres humanos y el medio ambiente, postulando un futuro en el que el desarrollo económico esté intrínsecamente vinculado a la salud ambiental, generando una sinergia entre ambos (Giuliano, 2014; Vasileios et al., 2017; Varela Menéndez, 2018).

Desde principios del siglo XXI, la economía circular ha emergido como un modelo alternativo y prometedor de desarrollo sostenible, respaldado por la Fundación Ellen MacArthur (FEM), que ha desempeñado un papel crucial en la difusión de este concepto a nivel global. En su informe "Towards a Circular Economy: Business Rationale for an Accelerated Transition", la FEM definió este modelo como restaurativo y regenerativo, orientado a preservar el valor de los productos, componentes y materiales a lo largo de su ciclo de vida. Este enfoque se estructura a través del esquema ReSOLVE (Regenerar, Dar Forma, Optimizar, Circularizar, Virtualizar e Intercambiar), que ofrece una guía estratégica para la implementación práctica de la economía circular en distintos sectores productivos (Ugalde, 2021; Vilches et al., 2010).

En el contexto de Ecuador, el sector productivo desempeña un papel crucial en la adopción de la economía circular, y el gobierno ha comenzado a fortalecer su compromiso con esta transición, promoviendo iniciativas centradas en el aprovechamiento de residuos, el ciclo de vida de los productos, el desarrollo de tecnologías limpias y la educación ciudadana en sostenibilidad. En la actualidad, Ecuador genera aproximadamente 12,335 toneladas de residuos sólidos al día, de los cuales solo el 6% se recicla. A través del Acuerdo por la Competitividad, el Empleo y la Innovación, se han impulsado políticas públicas que fomentan el reciclaje inclusivo, lo que no solo contribuye a la reducción de la contaminación, sino que también genera empleo y promueve la inclusión social. La economía circular se ha integrado como un eje transversal dentro de la estrategia nacional de Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, con miras a establecer un modelo de producción y consumo sostenible para 2030 (Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca del Ecuador, 2019).

Avícolas

La avicultura en Ecuador ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos 30 años, impulsada por la creciente demanda de productos avícolas a nivel nacional, incluida una expansión de ventas en mercados fronterizos. Este sector ha permitido a Ecuador alcanzar la autosuficiencia en la producción de proteína animal, destacándose especialmente en la producción de carne de pollo y huevos de alta calidad. La industria avícola no solo ha satisfecho la creciente demanda de alimentos, sino que también ha jugado un papel crucial en la generación de empleo y en la seguridad alimentaria, convirtiéndose en un pilar fundamental de la economía nacional (Vargas, 2016).

En términos geográficos, la producción avícola en Ecuador está concentrada principalmente en las provincias de la Sierra, destacándose Tungurahua, que lidera la cría de gallinas ponedoras con un total de 5,448.7 millones de aves, seguida de Cotopaxi y Pichincha. La región Interandina es la principal productora de huevos, alcanzando 53,298 millones de unidades anuales, mientras que la región Costa contribuye con 3 millones, y la Amazonía no reporta producción significativa de huevos, lo que refleja una clara concentración regional de esta actividad (INEC, 2022).

Dentro de la provincia de Tungurahua, el cantón Santiago de Pelileo concentra el 37% de los planteles avícolas, mientras que Ambato y Baños aportan el 25% y 8%, respectivamente. Cantones como Tisaleo tienen una menor concentración de este tipo de producción. En total, la provincia alberga 174 planteles avícolas, los cuales se ubican en zonas con temperaturas isotérmicas entre 10 y 16 °C, lo que limita la presencia de granjas en los cantones más fríos de la región (Carrillo, 2015).

La avicultura es, sin lugar a dudas, la principal fuente de ingresos en la parroquia de Cotaló, perteneciente al cantón San Pedro de Pelileo en Tungurahua. Desde la creación de la primera avícola en 1970 por los pioneros Ernesto Ruíz y Ramiro Garzón, la industria ha experimentado un notable crecimiento, a pesar de los desafíos significativos, como la erupción del volcán Tungurahua en 1999, que devastó la región. Sin embargo, la resiliencia de los habitantes de la zona ha permitido que se continúe invirtiendo en este sector, aprovechando las condiciones climáticas favorables y la infraestructura tecnificada disponible (Vive Tungurahua, 2022).

Gestión de Residuos orgánicos- Gallinaza

Los agricultores a menudo prefieren el uso de estiércol debido a su consideración como un fertilizante de alto valor, aunque la aplicación de gallinaza fresca, si bien proporciona beneficios agronómicos, genera una serie de problemas ambientales significativos. La utilización de estiércol incrementa la actividad biológica del suelo, sin embargo, también conlleva la liberación de contaminantes derivados de los cadáveres de aves, gallinaza, residuos de incubadoras y otros subproductos del proceso avícola. Estos desechos tienen el potencial de contaminar el agua y el aire, provocando la emisión de malos olores que atraen a insectos como las moscas, y pueden afectar la calidad de los recursos hídricos mediante lixiviación. Es imperativo implementar prácticas de manejo ambiental adecuadas que optimicen el aprovechamiento de estos residuos, transformándolos en recursos útiles como energía, fertilizantes o suplementos nutricionales para animales, lo que contribuiría a un modelo de gestión más sostenible (Borja, 2021).

Los residuos avícolas representan una amenaza para el medio ambiente, pudiendo clasificarse en tres categorías de impacto: aquellos que afectan la atmósfera, los suelos y las aguas (Borja, 2021). La siguiente tabla ilustra los efectos negativos de la gallinaza sobre estos elementos

Tabla 1*Efecto de la gallinaza en el medio ambiente*

ATMÓSFERA	SUELO	AGUA
Malos olores	Variación del pH	Lixiviación
Gases Asfixiantes	Salinidad	Eutrofización
Gases Irritantes	Metales pesados	Patógenos fecales
Desnitrificación	Patógenos	
Aerosoles	Exceso NO ₂ y NO ₃	
	K (Tetania)	
	Retención de agua	

Nota. Elementos contaminantes presentes en la gallinaza que generan problemas ambientales en la atmósfera, suelo, agua. Adaptado de Mullo (2012).

Para mitigar estos impactos, es fundamental estabilizar la gallinaza fuera de las instalaciones avícolas, reduciendo así el riesgo de contaminación para las aves. Los intermediarios pueden valorar estos residuos mediante tecnologías como la producción de biogás o compostaje, procesos que no solo disminuyen la presencia de microorganismos patógenos, sino que también mejoran la fertilidad del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y proporcionando nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas (Arce et al., 2020).

Desarrollo Sostenible y Economía Circular en el Sector avícola

La industria avícola contribuye significativamente a la huella ambiental global, especialmente en términos de emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de agua y gestión de residuos. Para lograr la sostenibilidad del sector, es esencial adoptar prácticas que minimicen estos impactos, tales como la implementación de tecnologías limpias, una gestión más eficiente de los recursos y la integración de normas de bienestar animal (FAO, 2018).

En este contexto, la economía circular emerge como una alternativa a la economía lineal, proponiendo un paradigma que busca la regeneración y restauración de los ecosistemas mediante una reconfiguración estratégica de los procesos de producción y consumo. Esta filosofía promueve la reducción de residuos a través del diseño de procesos productivos más eficientes, orientados hacia la reutilización, el reciclaje y la regeneración de los recursos. Al integrar la economía circular, se fomenta el desarrollo sostenible, estimulando el crecimiento económico y la creación de empleo sin comprometer la salud ambiental. En consecuencia, esta visión es adoptada por diversos actores en múltiples sectores como una estrategia clave de protección ambiental, además de representar una ventaja competitiva crucial en el ámbito empresarial.

II. Materiales y métodos

La presente investigación cuantitativa, de diseño no experimental, corte transversal, y alcance correlacional-explicativo, permitió cuantificar los diferentes tipos de desechos y relacionarlos con el tamaño de las empresas avícolas en la provincia de Tungurahua, zona central del Ecuador.

La validación del instrumento o grado de confiabilidad del cuestionario se realizó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual mostró un valor de 0,879. Este valor confirma la consistencia interna entre los 22 ítems del instrumento aplicado a un trabajador de un total de 43 granjas avícolas que se encuentran en la parroquia Cotaló, provincia de Tungurahua. En esta provincia, el número total de empresas o granjas avícolas es de 303, sin embargo, se seleccionó únicamente a las 43 avícolas de la parroquia de Cotaló, perteneciente al cantón San Pedro de Pelileo. Esta muestra poblacional es la segunda más significativa entre todas las parroquias de dicho cantón, lo que facilita la comprensión de las prácticas de industria avícola local vinculadas o no con el desarrollo sostenible y economía circular.

Específicamente, para este estudio se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Este método permitió seleccionar a uno de los trabajadores de cada empresa o granja avícola de Cotaló que, al momento de la encuesta, se encontraba a cargo de la granja y tenía un alto grado de conocimiento sobre los desechos generados en las actividades diarias avícolas. Por lo tanto, la selección de la muestra cumplió con los principios de accesibilidad, facilidad y disponibilidad de los encuestados que requiere este método estadístico. Además, antes de iniciar el estudio, a los participantes se les informó sobre los objetivos académicos de la investigación y de la información que se requería recopilar, con lo que se dio fiel cumplimiento de los principios éticos de la

Declaración de Helsinki, que garantiza los derechos de voluntariedad y confidencialidad en este tipo de estudios.

Con respecto al instrumento aplicado, los participantes respondieron a un cuestionario semiestructurado de 22 ítems o preguntas de opción múltiple, el cual es una adaptación del trabajo de Diéguez et al. (2021). Así, las primeras cuatro preguntas recopilaron información sociodemográfica de los participantes, las siguientes nueve preguntas evaluaron aspectos relacionados con los ODS, y las nueve restantes recopilaron información sobre algunos elementos de la Economía Circular, específicamente sobre la gestión de residuos.

Los datos recopilados fueron analizados usando el programa SPSS versión 25. La estadística descriptiva, principalmente porcentajes, permitió analizar la información sociodemográfica. En el caso más específico, la correlación de Spearman fue esencial para establecer la relación entre los desechos generados y el tipo de empresa avícola. Esta técnica no paramétrica fue seleccionada debido a la flexibilidad de los supuestos con respecto a la distribución de los datos (Hernández Sampieri et al., 2014; Guerra, 2003).

III. Resultados

Información sociodemográfica

Los resultados indicaron un leve porcentaje mayor de participantes hombres con el 51,2 %, mientras que las mujeres representaron un 48,8% de la muestra en estudio.

Información de las empresas avícolas

Las 43 avícolas estudiadas fueron clasificadas de acuerdo con el número de aves presentes en cada granja, independientemente de su función (productoras, reproductoras, etc.). Así, las pequeñas avícolas, con un rango de 3.000 a 50.000 aves, representaron el 72,1%, seguidas de granjas medianas con un rango de 50.001 hasta 100.000 aves (20,9%), y granjas grandes con un rango de 100.001 hasta 300.000 aves (7%). Sin embargo, los resultados posteriores, indicaron que las aves de las 43 granjas visitadas son netamente ponedoras.

Prácticas Sostenibles

Los resultados evidenciaron que los desafíos asociados a la implementación de prácticas sostenibles difieren en función del tamaño de la avícola. En las pequeñas avícolas, las principales limitaciones se concentran en la insuficiencia de recursos financieros, seguida de la resistencia al cambio y la adopción de tecnologías y prácticas sostenibles. Para las avícolas medianas, el cumplimiento normativo emerge como un obstáculo crítico, acompañado por restricciones económicas. En contraste, las grandes avícolas enfrentan como principal desafío la resistencia organizacional a la incorporación de prácticas sostenibles, además de dificultades relacionadas con el cumplimiento normativo.

Con respecto a la gestión de residuos, se observó una clara diferenciación según el tamaño de las avícolas. Las pequeñas avícolas dependen mayoritariamente de los gobiernos locales o municipales para la gestión de los desechos. En el caso de las avícolas medianas, la mayoría también recurre a las autoridades locales, aunque algunas optan por colaborar con empresas especializadas en manejo de residuos. Por otro lado, las grandes avícolas delegan por completo la gestión de sus residuos a empresas especializadas.

Generación y reciclaje de residuos inorgánicos

El análisis de los resultados reveló que todas las avícolas estudiadas generan residuos, los cuales son parcialmente reciclables. Por ejemplo, las pequeñas avícolas producen principalmente desechos como fundas plásticas, implementos de aseo desgastados, y sacos de alimento. Las avícolas medianas generan mayoritariamente implementos de aseo desgastados y sacos de alimento, mientras que las grandes avícolas predominan las fundas de plástico y los implementos de aseo desgastados.

En cuanto a la gestión de estos residuos reciclables, las prácticas varían según el tamaño de las avícolas. Las pequeñas avícolas gestionan los residuos plásticos enviándolos a los vertederos, reutilizándolos dentro de la granja o reciclándolos en sus instalaciones antes de entregarlos a empresas especializadas. En el caso de las medianas y grandes avícolas, estas implementan procesos iniciales de reciclaje en sus instalaciones y posteriormente entregan los residuos recolectados a empresas especializadas.

Generación y gestión de residuos orgánicos

En las pequeñas avícolas, los residuos predominantes son aves muertas, huevos descartados o dañados, y gallinaza, siendo esta última el desecho más abundante. En las avícolas medianas, las plumas de ave representan el principal residuo, seguidas por la gallinaza. Por su parte, las grandes avícolas generan una distribución más equitativa de residuos, destacándose los huevos descartados o dañados, las plumas de ave y la gallinaza.

El tratamiento de la gallinaza varía según el tamaño de las avícolas. En las pequeñas avícolas, la mayoría de este residuo se comercializa a otras granjas o empresas; no obstante, una proporción significativa es eliminada sin aprovechamiento. Una fracción menor se utiliza como abono orgánico, aplicándose ocasionalmente cal con secantes para disminuir los olores asociados. En contraste

En las avícolas medianas, el control de olores mediante la aplicación de cal y secantes es la práctica predominante, complementada con la comercialización parcial de la gallinaza. Finalmente, en las grandes avícolas, la gallinaza se destina principalmente al uso como fertilizante agrícola, además de ser vendida a otras granjas o empresas como insumo para actividades agrícolas.

Producción de gallinaza y el tamaño de las granjas avícolas

La generación de gallinaza varía significativamente en función del tamaño de las granjas avícolas (Rho de Spearman = ,798; $p < .01$) (Tabla 2). En las pequeñas avícolas, la producción de gallinaza es considerablemente menor en comparación con las medianas y grandes, donde los volúmenes aumentan de forma sustancial. Las grandes avícolas registran los niveles más altos de producción diaria de este residuo, alcanzando las mayores proporciones dentro de la región de estudio.

Tabla 2*Análisis de correlación de Spearman*

7

			Tamaño de la empresa avícola	Producción diaria de gallinaza
Rho de Spearman	Tamaño de la empresa avícola	Coefficiente de correlación	1	,798**
		Sig. (bilateral)	.	0
		N	43	43
	Producción diaria de gallinaza	Coefficiente de correlación	,798**	1
		Sig. (bilateral)	0	.
		N	43	43

Nota. Esta tabla muestra la relación entre el tamaño de la empresa avícola y producción diaria de gallinaza en las granjas de Cotaló, en la provincia de Tungurahua.

La frecuencia con la que se realiza la recolección de gallinaza también difiere según el tamaño de la granja avícola. En las pequeñas avícolas, esta actividad se lleva a cabo de manera esporádica. Por su parte, las avícolas medianas suelen recolectar la gallinaza con una periodicidad bimensual. En contraste, las grandes avícolas implementan sistemas más regulares de manejo de este residuo, predominando una frecuencia mensual en los procesos de recolección.

IV. Discusión

La presente investigación se enfocó en establecer la gestión de los residuos que se generan en los procesos productivos de las actividades avícolas en la parroquia de Cotaló, en la provincia de Tungurahua, zona central del Ecuador. Además, este estudio se centró en establecer la relación entre el residuo orgánico más preponderante y el tamaño de empresa avícola.

Los resultados evidenciaron una limitada implementación de prácticas sostenibles y de gestión de residuos que las empresas o granjas avícolas ubicadas en la parroquia de Cotaló generan. Sin embargo, la producción y gestión de desechos depende del tamaño de la empresa analizada. Así, en las pequeñas avícolas, los principales obstáculos están relacionados con la insuficiencia de recursos financieros, lo que limita la adopción de tecnologías avanzadas y la implementación de prácticas sostenibles que están expresadas en la normativa vigente.

Este hallazgo concuerda con estudios previos que destacan la necesidad de apoyo externo para que las pequeñas empresas adopten modelos más sostenibles, de forma que las granjas más pequeñas adopten tecnologías innovadoras para transformar residuos como la gallinaza en recursos útiles, como se observa en China (Weishen et al. (2021), y que podría ser una práctica que deba ser replicada en Ecuador de la mano con políticas e incentivos efectivos. En contraste, las medianas avícolas enfrentan mayores barreras normativas, lo que sugiere una brecha en la capacidad de cumplir con regulaciones debido a recursos técnicos o administrativos limitados. En las grandes avícolas, la resistencia organizacional es una barrera importante, lo que podría estar relacionado con la rigidez en estructuras jerárquicas o falta de incentivos para el cambio.

Con respecto a la poca capacidad de cumplir con regulaciones y ordenanzas vigentes, la aplicación de este modelo circular en este sector y otros sectores empresariales del Ecuador es escasamente visible debido a la reducida difusión y al insignificante reconocimiento de las oportunidades que ofrece este nuevo modelo económico (Molina y Zaldumbide, 2020). Estas dificultades presentadas por las diferentes empresas reducen las posibilidades de alcanzar algunos de los ODS, retrasando la transición desde una economía lineal tradicional a una economía circular (Arroyo et al., 2018; Menzones-Santana et al. (2022).

Si bien es cierto que la economía circular propone maximizar la reutilización de recursos, minimizando el desperdicio y promoviendo ciclos cerrados (Ellen MacArthur Foundation, 2013), los resultados muestran que las pequeñas avícolas gestionan los residuos plásticos a través de estrategias como el reciclaje y la reutilización, aunque aún envían una proporción significativa a vertederos. Estas prácticas reflejan un esfuerzo incipiente por integrar principios de economía circular, pero con limitaciones estructurales y económicas. Las medianas y grandes avícolas, al recurrir a empresas especializadas, muestran una mayor profesionalización en la gestión de residuos, alineándose más estrechamente con modelos circulares que promueven la colaboración intersectorial.

Los datos obtenidos sobre la gestión de la gallinaza, que constituye el desecho orgánico predominante en las granjas avícolas, indican que su manejo sigue prácticas convencionalmente moderadas. En su mayoría, se comercializa a otras granjas o empresas para su utilización como abono, mientras que una pequeña fracción se destina internamente para la fertilización de los terrenos de la misma avícola. Este enfoque resulta poco alentador, especialmente cuando se compara con las prácticas adoptadas en países más desarrollados, como Australia y México, donde los residuos orgánicos generados en las granjas, incluidos la gallinaza y el estiércol, se aprovechan como fuentes de energía renovable. En estos contextos, el tratamiento adecuado de los residuos avícolas contribuye a un eficiente recobro de bioenergía, alineándose con los principios de la economía circular y la sostenibilidad (Mejías-Brizuela et al., 2016; Mofijur et al., 2021).

Dado que existe una fracción considerable de gallinaza que se elimina sin aprovechamiento, este enfoque subóptimo indica oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso de recursos en la industria avícola, sobre todo, para las pequeñas granjas. En contraste, las medianas y grandes avícolas priorizan el uso de la gallinaza como fertilizante y como insumo comercial, por lo que, parcialmente cumplen con los principios de economía circular al cerrar el ciclo de nutrientes, lo que ayuda a generar una ventaja competitiva empresarial, dar soluciones a los problemas de residuos, disminuir la contaminación ambiental e impulsar a este sector de alto impacto económico y social.

De acuerdo con Da Costa Pimenta (2022), la economía circular ha emergido como un eje fundamental para el crecimiento sostenible, constituyéndose en un componente esencial del desarrollo sostenible en todos los contextos económicos. No obstante, persiste una carencia significativa de una cultura verde consolidada y de la integración efectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La adopción de principios de economía circular, como las 7R (Rechazar, Reducir, Reutilizar, Reciclar, Reconfigurar, Reparar, y Recuperar), en el ámbito de las pequeñas granjas avícolas de Cotaló en la provincia de Tungurahua, podría transformar sustancialmente su capacidad para gestionar los residuos de manera más eficiente, generando impactos positivos tanto en la sostenibilidad ambiental como en el desarrollo económico local. Sin embargo, la limitada familiaridad con este modelo subraya la necesidad urgente de implementar programas educativos y de transferencia tecnológica que permitan capacitar a los actores del sector en la adopción efectiva de prácticas circulares.

El análisis de los resultados mostró que el tamaño de las granjas avícolas posee una correlación significativa con la cantidad de gallinaza generada (Rho de Spearman = 0,798; $p < 0,01$). Este hallazgo resalta la necesidad de implementar estrategias adaptadas a la escala de operación. Las grandes avícolas, al implementar sistemas regulares de recolección mensual, demuestran un manejo más eficiente y alineado con principios sostenibles. No obstante, los sistemas menos regulares en pequeñas y medianas granjas subrayan áreas de mejora, especialmente en términos de infraestructura y capacitación. Por lo tanto, con los resultados presentados, se confirma la hipótesis de trabajo que sugería que las empresas avícolas han adoptado e implementado únicamente una mínima cantidad de prácticas circulares, lo que restringiría su sostenibilidad económica, la responsabilidad social empresarial, y la conservación del ambiente.

Las principales limitaciones de esta investigación incluyen la restricción geográfica del estudio, al enfocarse únicamente en las avícolas de la parroquia de Cotaló, lo que puede no reflejar la diversidad de prácticas en la misma provincia o en otras regiones del país. Por lo que los próximos trabajos deberán realizarse en otras localidades dentro y fuera de la provincia, de forma que los resultados obtenidos en esta investigación puedan ser comparadas y verificadas. Además, la disponibilidad limitada de datos precisos y la posible falta de transparencia en la gestión de residuos por parte de las empresas avícolas podrían haber afectado la exactitud de los resultados. Otro aspecto relevante es la variabilidad en las políticas locales que, aunque no fueron analizadas en este trabajo, dificultan generalizar los hallazgos a nivel nacional. Asimismo, la investigación se centró principalmente en residuos orgánicos y plásticos, sin abordar otros tipos de desechos generados en las granjas, lo que limita una visión integral del impacto ambiental. Por último, aunque se identificaron barreras organizacionales en las grandes avícolas, la resistencia cultural o perceptual a las prácticas circulares no fue profundizada adecuadamente.

El aporte teórico de esta investigación radica en la ampliación del conocimiento sobre la gestión de residuos en el sector avícola, particularmente en contextos rurales y de pequeña escala en Ecuador. A través del análisis de la relación entre el tamaño de la empresa y las prácticas de manejo de residuos, este estudio contribuye a la comprensión de las barreras económicas, normativas y organizacionales que dificultan la adopción de modelos sostenibles y circulares en las granjas avícolas. A nivel práctico, la investigación ofrece una base para la formulación de políticas públicas y estrategias empresariales orientadas a mejorar la gestión de residuos en las avícolas, sugiriendo la implementación de tecnologías adecuadas, capacitación y apoyo a las pequeñas y medianas empresas para fomentar prácticas circulares. Además, plantea la necesidad de desarrollar programas de educación y transferencia tecnológica, contribuyendo al impulso de la economía circular y a la integración de los ODS en el sector. Este enfoque no solo mejora la eficiencia en el uso de recursos, sino que también promueve la sostenibilidad económica, social y ambiental en las comunidades rurales.

Finalmente, una línea de investigación futura interesante sería el análisis de la cadena de valor en la industria avícola, desde la producción de alimentos hasta la disposición final de los residuos. Este análisis podría identificar oportunidades para la implementación de un sistema de economía circular más integrado, que involucre a todos los actores de la cadena. Además, se requieren de investigaciones adicionales sobre la viabilidad de implementar tecnologías avanzadas para el aprovechamiento de residuos orgánicos (como la conversión de gallinaza en bioenergía) en pequeñas y medianas avícolas, evaluando costos, beneficios y barreras técnicas, lo que podría proporcionar soluciones prácticas para mejorar la sostenibilidad en estos sectores.

9

V. Conclusiones

La gestión de los residuos en las actividades avícolas de la parroquia de Cotaló se encuentra en una fase incipiente de adopción de prácticas sostenibles, con variaciones significativas según el tamaño de las empresas avícolas. Las pequeñas granjas enfrentan obstáculos principalmente financieros, lo que limita la implementación de tecnologías avanzadas y prácticas sostenibles, mientras que las medianas y grandes empresas, aunque más profesionalizadas, se ven afectadas por barreras normativas y resistencia organizacional.

La gallinaza, el residuo orgánico predominante, es gestionada principalmente como fertilizante o vendido a otras granjas, aunque existe un potencial significativo de aprovechamiento adicional, especialmente para la producción de bioenergía, como se observa en otras regiones. La investigación confirma que el tamaño de la empresa está correlacionado con la cantidad de gallinaza generada, sugiriendo la necesidad de estrategias adaptadas a cada escala de operación.

El análisis global de los resultados permite señalar que la transición hacia un modelo de economía circular en el sector avícola está limitada por una baja familiaridad con estos principios y la falta de una cultura verde consolidada, lo que subraya la necesidad urgente de programas educativos y de transferencia tecnológica. Para avanzar en la sostenibilidad del sector, es fundamental promover políticas e incentivos que faciliten la adopción de prácticas circulares, especialmente en pequeñas avícolas, y fomentar la integración de los ODS en las estrategias empresariales.

VI. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Técnica de Ambato, Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE). Este artículo es parte de los resultados del proyecto de investigación titulado “Fortalecimiento comercial para el desarrollo sostenible de las organizaciones asociativas de Tungurahua, Ecuador”, aprobado mediante la Resolución Nro. UTA-CONIN-2023-0330-R PFCA 29. Un agradecimiento especial para todos los avicultores que voluntariamente participaron en la encuesta y para los docentes e investigadores del grupo Desarrollo Territorial Empresa e innovación (DeTEI), Pluralismo Jurídico, Universidad y Sociedad (GIPJUS), Universidad Técnica de Ambato, quienes con sus valiosos comentarios permitieron mejorar este artículo. Las instituciones académicas no tuvieron ningún rol en el diseño del estudio, la recopilación de datos, el análisis de datos, la decisión de publicar o preparar el artículo.

VII. Referencias

- Arce, O., Campos, R., y Brenes, L. (2020). Evaluación del manejo y disposición final de la gallinaza de reproductora pesada usada como abono orgánico en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 33(1), 165-177. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5030>
- Arroyo, F. R., Bravo, D. N., y Rivera, M. A. (2018). Economía circular: un camino hacia un Quito más sostenible. *INNOVA Research Journal*, 3(11), 139-158. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n11.2018.767>
- Borja, D. (2021). Valoración de los residuos sólidos aprovechables de la granja avícola Dos Hermanos mediante la técnica de compostaje en el cantón Chambo. [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/17079>
- Carrillo, D. (2015). Determinación de costos de producción y la fijación del precio de venta en el sector avícola del cantón Píllaro. [Tesis de Grado]. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/18563>
- Castellini, C., Boggia, A., Cortina, C., Bosco, A. D., Paolotti, L., Novelli, E., y Mugnai, C. (2012). A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems. *Journal of Cleaner Production*, 37, 192-201. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.006>
- Castro, D. A., Estrella, Molina, M., Guamán, M. D., y Guamán, F. (2024). Análisis bibliométrico del desarrollo sostenible y economía circular. *Polo del Conocimiento*, 9(9), 498-514. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i9.7947>
- Da Costa Pimenta, C. (2022). La Economía Circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, 35, 1-18. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2477-90752022000100001&lng=es&tlng=es
- Diéguez, K., Rodríguez, G., Acevedo, A., Muñoz, E. y Sablón, N. (2021) An assessment tool for the evaluation of circular economy implementation. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 34(2). 316-328.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). Towards the Circular Economy: Economic and business rationale for an accelerated transition.
- FAO. (2018). *El futuro de la alimentación y la agricultura: caminos alternativos hacia 2050*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/i3531s/i3531s.pdf>
- García, A., Caiza, P., Romero, B., Sarango, A., y Buitrago, C. (2023). Análisis de demanda de empleo verde a partir de información de vacantes para América Latina y el Caribe en el contexto de la transición energética. CAF. <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/2185/ANLISI-1.PDF?sequence=1&isAllowed=y>
- Giuliano, G. (2014). De la cuna a la cuna: Una crítica al diseño ecoeficiente. *Revista Argentina de Ingeniería*, 3(3). <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/cuna-critica-diseno-ecoefficiente.pdf>
- Guerra, C. W. (2003). Estadística. Editorial Félix Varela. <https://elibro-net.uta.lookproxy.com/es/ereader/uta/71785?>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. P. (Año de publicación). Metodología de la investigación McGRAW-HILL/ Interamericana Editores.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC. (2022). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC. Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales. Quito: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

Vive Tungurahua. (2022). *Producción avícola Cotaló*.

<https://tungurahuatourismo.com/es-ec/tungurahua/pelileo/gestores-productivos/produccion-avicola-cotalo-a21c97er6>

Weishen, Z., Dehan, W., Zhaoyun, W., Lintong, H., Zifeng, L. y Jie, Y. (2021). Recovery of nitrogen and phosphorus fertilizer from pig farm biogas slurry and incinerated chicken manure fly ash. *Science of the total environment*. 782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146856>.