

Alternativas de mitigación del impacto ambiental generado en los camales

Alternatives for mitigating the environmental impact generated in the camales

Wilder Michel López Ponte^{1,a}, Fernando León Vegas^{1,b}, Dianne Chacón Sevillano^{1,c}, Katherine Duran Castillo^{1,d}, Pamela Merma Valeriano^{1,e}, Andy Gonzales Berrocal^{1,f}, Alberto Huiman Cruz^{1,g}

Recibido: 08/03/2022- Aprobado: 15/10/2022 – Publicado: 31/12/2022

RESUMEN

Los camales son espacios productivos con un importante impacto en el ambiente y la salud pública, esto por la naturaleza de la materia prima y los residuos que se generan durante los procesos. Es por ello que el propósito de este trabajo es desarrollar una categorización del impacto ambiental de los residuos que se generan en los camales, esto a fin de plantear alternativas de mitigación. Este trabajo se fundamenta metodológicamente en una investigación documental de tipo descriptivo, explicativo y seccional. Asimismo, el sector Agrario cuenta con un Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos aprobado mediante decreto supremo N° 016-2012-AG (MINAGRI, 2012), sin embargo, resulta necesaria la adecuación de referida norma, tal como se señala en la quinta disposición complementaria final del decreto supremo N° 014-2017-MINAM (MINAM, 2017), decreto que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2017). Los resultados obtenidos permiten describir los diversos residuos generados, explicar las causas del impacto ambiental y detallar las medidas de mitigación, resaltando la valorización que se le puede dar a estos residuos. Finalmente, se recomienda continuar con las investigaciones y generación de dispositivos legales sectoriales que permitan fiscalizar y sancionar el incumplimiento de los parámetros de calidad ambiental.

Palabras claves: camal, impacto ambiental, residuos agropecuarios, ganado, valorización.

ABSTRACT

The abattoirs are productive spaces with a significant impact on the environment and public health, due to the nature of the raw material and the waste generated during the processes. That is why the purpose of this work is to develop a categorization of the environmental impact of the waste generated in the slaughterhouses, to propose mitigation alternatives. This work is methodologically based on descriptive, explanatory, and sectional documentary research. Likewise, the Agricultural sector has a Solid Waste Management Regulation approved by supreme decree No. 016-2012-AG (MINAGRI, 2012), however, the adequacy of said standard is necessary, as indicated in the fifth final supplementary provision of Supreme Decree No. 014-2017-MINAM (MINAM, 2017), decree approving the Regulations of Legislative Decree No. 1278, Law on Comprehensive Solid Waste Management (MINAM, 2017). The results obtained allow us to describe the various waste generated, explain the causes of the environmental impact, and detail the mitigation measures, highlighting the value that can be given to this waste. Finally, it is recommended to continue with the investigations and generation of sectorial legal devices that allow to control and sanction non-compliance with environmental quality parameters.

Keywords: abattoir, environmental impact, agricultural waste, cattle, valorization.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú

a Estudiante. Autor para correspondencia: wilder.lopez2@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3723-898X>

b Estudiante. E-mail: fernando.leon4@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6297-4925>

c Estudiante. E-mail: dianne.chacon@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5665-6963>

d Estudiante. E-mail: katherine.duran@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9498-3906>

e Estudiante. E-mail: pamela.merma@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9706-4673>

f Estudiante. E-mail: andy.gonzales2@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2617-9024>

g Docente. E-mail: ahuimanc@unmsm.edu.pe - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5507-9903>

I. INTRODUCCIÓN

Los productos cárnicos son los que producen el mayor impacto ambiental en la etapa de producción, entre todos los productos de consumo humano. Tal como lo señalan Nuñez (2018) y Vélez Valencia (2015), resulta de interés el estudio del impacto ambiental de los camales o mataderos, los cuales en su mayoría tienen limitaciones técnicas y económicas.

Se define como camales a los mataderos en los que se desuella el ganado. El proceso llevado a cabo en estos camales consta en la primera etapa en la industrialización de la carne, donde el producto final del proceso es la canal, llamada así a la pieza limpia sin vísceras del animal (Centro de Documentación Mapfre, 2005). En los camales no solo debe ser de interés el producto cárnico, sino también la importante cantidad de residuos agropecuarios que se emiten, pues cerca del 31% de la materia del animal se convierte en residuos sólidos y líquidos, comprendidos por residuos tales como sangre, agua producto de la actividad de lavado de la planta de procesamiento, contenido del sistema gastrointestinal y ruminal, orina, residuos sólidos (grasas, tejidos, heces y huesos) (Cun Jaramillo & Álvarez Díaz, 2017). La producción de estiércol depende factores tales como alimentación, peso corporal y la edad del animal, y clase de animal; a nivel nacional, el peso de un bovino promedia los 281 kg (Castañeda Arrascue, 2019). Asimismo, en estudios realizados por Abdeslahian et al. (2016), se estimó que en un rango de 10 a 20 kg/día es la cantidad de estiércol generada por el ganado (Quipuzco Ushñahua et al., 2011), se ha identificado parásitos como protozoos y helmintos. Los residuos producidos en los camales se han categorizados de acuerdo a sus características físicas, peligrosidad y al origen específico de los mismos en el proceso.

Estos residuos, afectan directamente a la salud pública, especialmente en las comunidades próximas a las instalaciones de los camales, debido a la descomposición de

materia orgánica, sin ningún tratamiento durante el proceso, esta exposición se traduce en enfermedades y condiciones que afecten la calidad de vida de los pobladores (Velasco Cadena, 2009).

En la actualidad, los camales o mataderos vienen desarrollando medidas de mitigación, de diversas naturalezas, entre las que destacan según lo señalado por Canchari Silverio & Ortiz Sanchez (2008), la valorización de los residuos, en la cual obtenemos un valor económico a través del aprovechamiento del estiércol generado (abono, biogás, biodigestores, compost), esto puede generar un uso sostenible del mismo y amigable con el ambiente. Asimismo, según Díaz Pérez & Caballero Shavier (2015), se debe reducir la contaminación generada en el proceso. No obstante, el impacto ambiental de los camales demanda de una adopción sistemática de medidas de mitigación.

II. MÉTODOS

Este trabajo se fundamenta metodológicamente en una investigación documental, que consistió en revisión de fuentes de primer orden como revistas científicas, tesis, informes técnicos, así como información de segundo orden. La investigación es descriptiva, debido a que se han especificado todas las propiedades, características y rasgos más importantes del impacto ambiental y los subproductos generados en los camales. Explicativo, por el análisis de las causas que generan impactos negativos. Por último, es seccional, porque nos permite presentar alternativas donde se genera un tratamiento para mitigar estos impactos.

III. RESULTADOS

A continuación, se detallan cada uno de los procesos que se generan desde el ingreso del ganado en el camal, a través del siguiente diagrama (ver Figura 1).

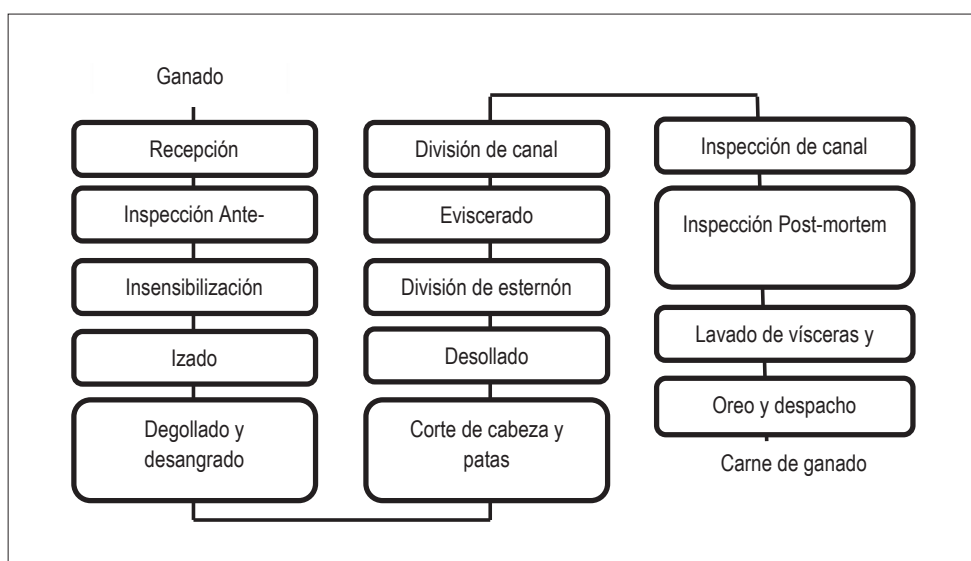


Figura 1. Procesos productivos en los camales

Fuente: (Tapia Calderón, 2012)

Debido a la naturaleza química y biológica de los residuos generados a partir del aprovechamiento de estos animales, tenemos las siguientes categorizaciones:

3.1. Clasificación de los residuos en los camales por su estado físico

Esta clasificación comprende residuos de naturaleza líquida, sólida y gaseosa, indistintamente de su influencia en los cuerpos de agua, suelo o atmósfera.

3.1.1. Residuos líquidos

En los mataderos se generan residuos líquidos provenientes del agua consumida, el cual es de 2 a 15 m³ de agua por tonelada de peso vivo, convirtiéndose el 80-95% en efluentes. Este contiene alto porcentaje de materia orgánica, constituido por grasa, sal, fosfatos, estiércol, sangre, alta temperatura y nitratos. El mayor aportante de carga orgánica es la sangre, en segundo lugar, la grasa; el mayor aportante de nitrógeno es la sangre, y la presencia de estiércol y contenido estomacal genera sal y fósforo (Apaza Apaza, 2013).

3.1.2. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos generan contaminación a cuerpos de agua debido a la infiltración en el suelo de los lixiviados y

por el arrastre de las lluvias, pudiendo impactar la calidad de las mismas y generando agotamiento de los espacios para disponer los residuos; asimismo, los costos por tratamiento aumentan de precio, y se presentan otros efectos (Apaza Apaza, 2013).

3.1.3. Residuos Gaseosos

Los residuos de tipo gaseoso se generan en conjunto con los residuos sólidos del ganado, estos gases influyen en las emisiones de gases de efecto invernadero y entre los principales y más contaminantes, tenemos al metano y el dióxido de carbono.

3.2. Proceso productivo en el camal

Podemos identificar y categorizar los residuos que se generan en la actividad productiva del camal y así considerar el impacto ambiental generado en los diversos procesos del beneficio de los animales (Véase Tabla 1).

Del cuadro anterior se puede concluir que existe una gran cantidad de elementos que contribuyen al impacto ambiental negativo en los camales, entre los que sobresalen el contenido ruminal, la sangre y estiércol, puesto que se encuentran presente en gran parte del proceso, siendo

Tabla 1. Impacto ambiental en proceso de beneficio en los camales

| Proceso | Recurso utilizado | Impacto ambiental generado |
|--|-------------------|---|
| Recepción de animal (inspección y lavado) | Agua | Elevado consumo de agua. |
| | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por la presencia de orina y estiércol. |
| | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo producto de residuos orgánicos (casquilla de arroz, estiércol) |
| Proceso de insensibilización y sangría | Agua | Elevado consumo de agua. |
| | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por la presencia de sangre, el impacto crece en intensidad si la sangre no fue procesada previamente a la descarga del efluente. |
| Anudado de esófago, de recto, retiro de patas y cabeza, desuello y corte de esternón | Agua | Elevado consumo de agua. |
| | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por las partes de animal, pelos, sebo, piel, separación de piel, cachos, cascots, presencia de sangre y desinfectantes. |
| | Suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido a los residuos orgánicos (piel, órganos no aptos para el consumo humano, intestinos, sebos y pelos) |
| Retiro de vísceras | Agua y suelo | Elevado consumo de agua. Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por sebo, presencia de sangre y desinfectantes, separación de esternón y desperdicios. |
| | Suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido a los residuos orgánicos (órganos no aptos para el consumo humano, sebos, contenido ruminal, materia fecal e intestinos) |
| Separación de canales | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por los restos de sebo, retiro de partes del animal no aptas y presencia de desinfectantes. |
| | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido a los residuos orgánicos (médula espinal, decomisos de canal, ganglios, partes de la canal no aptos para el consumo humano, y sebos). |
| Lavado y desinfección de canales | Agua y suelo | Elevado consumo de agua. Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por restos de sebos, presencia de desinfectantes, separación de la canal, y aserrín de hueso. |
| | Agua | Elevado consumo de agua. |
| Lavado y desinfección de la planta productora en el camal | Agua y suelo | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento con elevado porcentaje de materia orgánica, generado por sebo, restos de sangre y aserrín de hueso. |
| | Agua | Contaminación de cuerpos de agua y componente suelo debido al vertimiento por la actividad de lavado en la planta. |
| | Agua | Elevado consumo de agua. |

Fuente: (Rendón Echeverri, 2020)

estos los residuos de mayor carga orgánica (Núñez, 2018), (Masters & Wendell, 2008).

3.3. Clasificación de los residuos en los camales por su peligrosidad

Según DIGESA (2006), los residuos derivados de los camales se han clasificado partiendo de la peligrosidad que estos tienen sobre la naturaleza y la salud del ser humano, entendiendo que la peligrosidad de una sustancia responde a la naturaleza y composición química o bien otras características que demandan algún tipo de tratamiento especial. Estas sustancias peligrosas suelen ser usualmente subproductos de procesos industriales. Los residuos generados en el camal los podemos clasificar por tipos de residuos (véase Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de residuos en las plantas de beneficio animal (camal)

| Tipo de residuo | Descripción |
|------------------------------------|--|
| Residuos no peligrosos | Biodegradables |
| | Reciclables |
| | Ordinarios e inertes |
| | Decomisos aprovechables |
| Residuos peligrosos | Corto punzantes y cuchillos |
| | Sustancias infecciosas de producto animal |
| | Residuos biosanitarios (en contactos con fluidos del animal) |
| | Sustancias de riesgo biológico e infeccioso |
| | Químicos (productos de limpieza) |
| | Aceites usados (limpieza de los camales) |
| Gases refrigerantes (contenedores) | |

Fuente: (Montoya et al., 2016); (Rendón Echeverri, 2020)

En la Tabla anterior se puede analizar que existen una diversidad de residuos de tipo peligrosos y no peligrosos generados en los camales, pero se debe tener mayor consideración en las sustancias de riesgo biológico e infeccioso, debido a que son las que producen mayor impacto ambiental. Al respecto, (Barbosa Bermúdez & Solano Torres, 2015) comentan que los camales generan residuos con un alto contenido de sustancias peligrosas y un nivel de infección importante, acompañado de microorganismos patógenos, factores que provocan riesgos en la salud.

3.4. Evaluación de riesgos en los camales

Así mismo para hacer una aproximación a la evaluación del impacto ambiental generado en los camales, considerando los diversos momentos del proceso productivo y de los posibles daños al ambiente, se muestra una matriz de Leopold, como una modalidad de evaluación cualitativa del impacto ambiental. Vale acotar que una matriz de Leopold es un procedimiento de evaluación del impacto ambiental, considerando sus costos y beneficios ecológicos (ver Tabla 3).

En la matriz se muestra que hay vectores contaminantes en casi todas las actividades que se desarrollan en los camales, los cuales generan un impacto ambiental

negativo, derivado de la contaminación por residuos, originada en cada uno de los procesos. Estos impactos ambientales quedan en evidencia a través de la evaluación de indicadores.

3.4.1. Medidas de mitigación

Posterior a la evaluación de los impactos ambientales identificados, se procede a la elaboración de las medidas de prevención, mitigación o corrección para aquellos impactos negativos; sin embargo, las medidas poseen el fin de minimizar y evitar aquellos daños y efectos de los riesgos ambientales identificados, respectivamente, con la finalidad que no afectar el ambiente y la salud (Triana, 2019).

Las medidas de mitigación deben generarse bajo dos modalidades: el aprovechamiento de los residuos para la generación de subproductos y la reducción de la contaminación. Respecto a lo primero, se han desarrollado técnicas diversas para aprovechar residuos como sebos, huesos, cachos, desperdicios, piel; los cuales son sometido a diversos tratamientos para la obtención de materiales útiles en la agroindustria y la producción animal. Asimismo, se han realizado estudios referentes a la producción de compost para biorremediación de suelos (Buendía & Resumen, 2012), (véase, Tabla 4).

En este cuadro se referencia parte de los residuos sólidos que se generan en los camales y los productos que se pueden obtener posterior a su tratamiento, naturalmente que este tipo de prácticas deben ser derivadas de la misma actividad productiva del camal, ya que esto se enmarca como parte de la responsabilidad ambiental y social (Díaz Pérez & Caballero Shavir, 2015).

Estos procesos de aprovechamiento deben ir acompañado de medidas técnicas (físicas, químicas y biológicas) para minimizar el impacto ambiental de residuos sólidos que puedan darse por medio de las aguas residuales. Algunas técnicas alternativas aplicables son, el pretratamiento de aguas residuales, trampas de grasa y sedimentos sólidos, piscinas y sistemas de sedimentación, sistemas de biodegradación anaeróbica, entre otros (Díaz Pérez & Caballero Shavir, 2015); (Rendón Echeverri, 2020). Asimismo, se deben tener en consideración la presencia de vectores (roedores y mocos) que pueden presentarse en estos procesos, para tomar las medidas de control necesarias. Estos procesos son basados en principios físicos, químicos y biológicos y bajo el cumplimiento de las bases legales.

IV. DISCUSION

En los países en vías de desarrollo las descargas orgánicas provenientes de la actividad de los mataderos generan altos niveles de contaminación, donde el volumen de residuos y su naturaleza se traduce en un incremento del impacto ambiental negativo (Guerrero & Ramírez, 2004). Por lo tanto, este incremento permite el crecimiento de microorganismos con potencial de afectar la salud de la población circundante; se produce la generación de malos olores, y la dispersión de sólidos genera la aparición de

Tabla 3. Matriz de Leopold para medir el impacto ambiental en los camales

| CATEGORIA | COMPONENTES | AREAS DE TRABAJO | RELACION | ETAPA DE OPERACIÓN | | | | | | | RESULTADO AMBIENTAL | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------------------|----------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|--------------|--------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| | | | | AREA DE RECEPCIÓN DE ANIMALES | AREA DE DESCANSO DE LOS ANIMALES | AREA DE BAÑO DE ANIMALES | AREA DE ATURDIMIENTO | AREA DE FAENADO | AREA DE OREO | AREA DE VISCERAS Y PATAS | IMPACTOS | VALORES POSITIVOS | VALORES NEGATIVOS | TOTAL IMPACTOS |
| | | | | A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| FISICO | AIRE | CONTAMINACIÓN DEL AIRE | a | -2 | -2 | -1 | -1 | -2 | -1 | -2 | -7 | -7 | 7 | |
| | | PARTICULAS EN SUSPENSIÓN | b | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -1 | -6 | -4 | 6 | | |
| | | EMISIÓN DE GASES | c | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -2 | -6 | -4 | 6 | | |
| | | RUIDOS | d | -2 | -2 | -2 | -1 | -1 | -5 | -4 | 5 | | | |
| | SUELO | RESIDUOS SOLIDOS | e | -1 | -1 | -1 | -2 | -2 | -1 | -2 | -7 | -7 | 7 | |
| | | MORFOLOGIA DE LOS SUELOS | f | | | | | | | | | | | |
| | AGUA | CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL | g | -2 | -1 | -2 | -2 | -3 | -2 | -6 | -6 | -6 | | |
| | | CONTAMINACIÓN MICROBIANA | h | -1 | -1 | -2 | -2 | -2 | -2 | -6 | -6 | -6 | | |
| | | CONTAMINACIÓN CON RESIDUOS SOLIDOS | i | -1 | -1 | -1 | -2 | -2 | -2 | -6 | -6 | -6 | | |
| BIOLOGICO | FAUNA | FAUNA AFECTADA | j | -1 | -1 | | | | | -2 | -2 | -2 | | |
| | | AVES AFECTADAS | k | | | | | | | | | | | |
| | FLORA | COBERTURA VEGETAL | l | | | | | | | | | | | |
| SOCIO ECONOMICO | ECONOMICOS | GENERACIÓN DE EMPLEO | m | 2 | -1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 | |
| | | INGRESO ECONOMIA LOCAL | n | 2 | -2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 7 | 7 | 7 | |
| | SOCIAL | DESARROLL URBANO | o | | | | | | | | | | | |
| | | NIVEL EDUCATIVO | p | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | | |
| | SALUD | ACCIDENTES | q | 2 | -2 | -2 | -2 | -3 | -1 | -2 | -7 | 7 | 7 | |
| RESULTADOS DE ACCIONES | DIFERENCIA DE IMPACTOS | | | 7 | | | | 1 | 5 | 40 | | | | |
| | VALORES POSITIVOS | | | 3 | 3 | | 2 | 3 | -2 | 3 | 18 | | | |
| | VALORES NEGATIVOS | | | -10 | -10 | -9 | -9 | -9 | -3 | -8 | | 58 | | |
| | TOTAL DE IMPACTOS | | | 13 | 13 | 11 | 11 | 12 | 5 | 11 | | 76 | | |
| | | | | 58+18=76 | 58-18=40 | 76 % (-) 24 % (-) | | | | | | | | |

Tabla 4. Oportunidad de aprovechamiento de los residuos generados en los camales

| Producto no comestible | Proceso | Producto final o Nombre comercial |
|------------------------|---|--|
| Sebos | Limpieza, Molido, Cocción, Prensado, Molido, Tamizado | Aceites, Chicharrón de sebo, Harina de carne |
| Hueso fresco | Cocción, Separación de sólidos, Secado, Molido | Aceite, Proteína, Harina de hueso |

Fuente: (Rendón Echeverri, 2020)

vectores y roedores, alterando la calidad de vida de la población cicundante (Muñoz-Nava & Baumann, 2017).

Tal como se precisa en el cuadro 3, existen residuos que pueden ser insumos aprovechables para otra actividad productiva, constituyéndose estos como materiales de descarte, resultando ser positivo debido al aprovechamiento de estos, en otra actividad lográndose obtener productos finales como harinas, proteínas, aceites, entre otros.

Si bien el sector agrario cuenta con un Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos aprobado mediante decreto supremo N° 016-2012-AG (MINAGRI, 2012), resulta necesaria la adecuación de referida norma, tal como se señala en la quinta disposición complementaria final del decreto supremo N° 014-2017 (MINAM, 2017), decreto que aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2017), con el fin de que el sector Agrario, sector al que pertenece la actividad desarrollada en camales se enmarque a la maximización constante de la eficiencia en el uso de materiales, así como también a la valorización material y energética de los residuos sólidos.

V. CONCLUSIONES

Se concluye, que en los camales se produce un impacto negativo producto del inadecuado manejo de residuos, los cuales pueden afectar a la salud humana y al ambiente, por lo que es necesario aplicar alternativas de valorización para su aprovechamiento en otras actividades productivas.

Del mismo modo, resulta necesario el impulso del sector público a través no solo de normativa ambiental, sino también de la aplicación de incentivos que favorezcan y orienten a las organizaciones dedicadas a esta actividad a la valorización material y energética de estos residuos.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los organismos competentes e instituciones investigadoras, realicen el seguimiento y tomen medidas en la mitigación del impacto de sustancias que son vertidas al agua, suelo y aire; así como también profundizar los estudios para la evaluación del impacto ambiental de los camales.

VII. REFERENCIAS

Abdeshahian, P., Lim, J. S., Ho, W. S., Hashim, H., & Lee, C. T. (2016). Potential of biogas production from farm animal waste in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 714–723. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.117>

Apaza Apaza, D. E. (2013). Compostaje y biodigestión con subproductos de camal en Puno - Perú [Doctorado, Universidad Nacional del Altiplano]. In *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/242>

Buendía, H., & Resumen, R. *. (2012). Biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos mediante el compost de aserrín y estiércol. *Revista Del Instituto de Investigación de*

La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas, 15(30), 123–130. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v15i30.4101>

- Canchari Silverio, G., & Ortiz Sánchez, O. (2008). Valorización de los residuos sólidos en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 11(21), 95–99. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/521>
- Castañeda Arrascue, L. M. (2019). *Potencial de producción de biogás, mediante co-digestión anaerobia de lactosuero residual y excretas bovinas en Perú* [Universidad Nacional de Trujillo]. <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/12630/Casta%C3%B1eda%20Arrascue,%20Liliana%20Maritza.pdf?sequence=1>
- Centro de Documentación Mapfre. (2005). *Minimización del riesgo medioambiental en los mataderos / ITSEMAP. Guías medioambientales*. <https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/media/group/1030531.do>
- Cun Jaramillo, L., & Álvarez Díaz, C. (2017). Estudio de impacto ambiental de un Camal Municipal urbano en la Provincia de El Oro. Ecuador | Conference Proceedings (Machala). *Revista Conference Proceedings UTMACH*, 1(1). <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/135>
- Díaz Pérez, H. S. V., & Caballero Shavier, J. R. (2015). *Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Iquitos y su análisis técnico, económico y ambiental mediante el uso de Superpro Designer-Iquitos* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3117805>
- DIGESA. (2006). *Gestión de Residuos Peligrosos en Perú. Manual de Difusión Técnica N° 01*. Dirección General de Salud Ambiental Del Perú. <http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/MANUAL%20TECNICO%20RESIDUOS.pdf>
- Guerrero, E., & Ramírez, I. (2004). Manejo ambiental de residuos en mataderos de pequeños municipios. *Scientia et Technica*, 26, 199–204. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911640034.pdf>
- Barbosa Bermúdez, A. M., & Solano Torres, C. J. (2015). *Formulación de alternativas de manejo a los impactos generados en las plantas de beneficio animal. Caso de estudio INFRIBOY S.A.S municipio de Sogamoso* [Universidad de La Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/215/
- Masters, G. M., & Wendell, P. E. (2008). Introducción a la ingeniería medioambiental. In *Stanford University*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A. https://www.academia.edu/20196483/Introduccion_A_La_Ingenieria_Medioambiental
- MINAGRI. (2012). *Decreto Supremo N° 016-2012-AG. Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario*. Diario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-de-manejo-de-los-residuos-solidos-del-se-decreto-supremo-n-016-2012-ag-866098-1/>
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 014-2017. Aprueban Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto*

Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Diario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-del-decreto-legislativo-n-1278-decreto-decreto-supremo-n-014-2017-minam-1599663-10/>

Montoya, P. C. , Rodríguez, M. I. , Vásquez C. T., & Hurtado G. L. (2016). *Guía de buenas prácticas ambientales en hospitales, morgues, cementerios, plantas de beneficio animal y estaciones de servicio*. CORANTIOQUIA-Corporación Autónoma Regional de Antioquia. <https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/Guia-buenas-practicas.pdf>

Muñoz-Nava, H., & Baumann, J. (2017). Remoción de bacterias coliformes en un sistema de lodos activados y humedal construido. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(11), 287–297. <https://doi.org/10.19136/ERA.A4N11.913>

Núñez, D. A. (2018). *Impacto ambiental de la industria cárnica bovina y sus derivados. Enfoque de ciclo de vida* [Maestría en Ingeniería Ambiental , Universidad Tecnológica Nacional. Buenos Aires]. <https://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/2819>

Quipezco Ushñahua, L. , Baldeón Quispe, W. , & Tang Cruz, O. (2011). Evaluación de la calidad de biogas y biol a partir de dos mezclas de estiércol de vaca en biodigestores tubulares de PVC. *Revista Del Instituto de Investigación de La Facultad de Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 14(27). <https://doi.org/10.15381/iigeo.v14i27.690>

Rendón Echeverri, C. P. (2020). *Impacto ambiental generado por las plantas de beneficio de ganado bovino en Colombia* [Repositorio Institucional , Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/15033>

Tapia Calderón, I. A. (2012). *Diseño de un sistema de buenas prácticas de manufactura para la empresa faenadora de reses “la guadalupana” de Santo Domingo de los Tsáchilas* [Universidad Tecnológica Equinoccial]. http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/4912/1/45051_1.pdf

Triana, K. M. (2019). *Impactos ambientales generados en plantas de beneficio bovino* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/26920>

Velasco Cadena, A. (2009). *Manual para la identificación del impacto ambiental generado por las plantas de sacrificio de ganado vacuno*. Escuela Superior de Administración Pública. Especialización Gerencia Ambiental. <https://www.yumpu.com/es/document/read/14746505/manual-para-la-identificacion-del-impacto-ambiental-generado-por->

Vélez Valencia, V. (2015). *Manejo de residuos generados en el camal municipal de milagro, aprovechamiento y alternativas de gestión ambiental* [Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/26580/1/T-UG-DP-MAA-053.pdf>

Contribución de autoría

Conceptualización: Alberto Huiman Cruz

Curación de datos: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.

Análisis formal: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.

Investigación: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.

Metodología: Alberto Huiman Cruz

Administración del proyecto: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.

Supervisión: Alberto Huiman Cruz

Validación: Alberto Huiman Cruz

Visualización: Alberto Huiman Cruz

Redacción - borrador original: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.

Redacción - revisión y edición: Wilder Michel López Ponte, Fernando León Vegas, Dianne Chacón Sevillano, Katherine Duran Castillo, Pamela Merma Valeriano, Andy Gonzales Berrocal, Alberto Huiman Cruz.