

GESTIÓN INTEGRAL Y SOSTENIBLE DE RESIDUOS PELIGROSOS EN CLÍNICAS VETERINARIAS URBANAS: ANÁLISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES Y PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Integral and Sustainable Management of Hazardous Waste in Urban Veterinary Clinics: Analysis of Environmental Impacts and Intervention Proposal

 ¹ Cristina Castro Zambrano*

 ¹ Joselin Guato Ramírez

 ¹ Kevin Acurio Lara

 ¹ Ana Araujo Cedeño

 ² Luis Zhinin-Vera

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Posgrado, Departamento de Gestión Ambiental, Quevedo, Ecuador.

² Universidad de Castilla-La Mancha, LoUISE Research Group, I3A, Albacete, España.

*cristina.castro2016@uteq.edu.ec

RESUMEN

La práctica veterinaria, orientada al bienestar animal, conlleva también una responsabilidad hacia la salud humana y la protección del medio ambiente. Esta investigación analizó el manejo de residuos peligrosos en cinco clínicas veterinarias urbanas de La Maná, Ecuador, mediante entrevistas estructuradas a administradores y encuestas a 55 colaboradores. El análisis se realizó con el software SPSS v. 22, permitiendo cuantificar la generación de residuos por área clínica y evaluar los impactos ambientales mediante una matriz causa-efecto. Como propuesta de intervención, se diseñó un plan de acción. Los resultados mostraron que solo una clínica contrató los servicios de un gestor autorizado. Solo el 21.82% de personal ha recibido capacitación, identificándose una dependencia significativa entre la capacitación y el conocimiento normativo ($p < 0.05$). Las tasas de generación de residuos oscilaron entre 0.08 y 4.65 kg/día, con impactos ambientales significativos según lo analizado en la matriz causa-efecto, asociados a la emisión de malos olores, lo que sugiere deficiencias en la inactivación de residuos. Se destaca la importancia de abordar estos impactos a través de medidas de contención, como la implementación y ajuste de los protocolos de inactivación y la contratación de gestores autorizados, para mitigar los riesgos ambientales y sanitarios.

Palabras claves: *Residuos sanitarios, veterinarias, zoonosis, riesgos biológicos, gestión ambiental.*

ABSTRACT

Veterinary practice, focused on animal welfare, also entails responsibilities for human health and environmental protection. This research analyzed the management of hazardous waste in five urban veterinary clinics in La Maná, Ecuador, through structured interviews with administrators and surveys of 55 staff members. The analysis was performed using SPSS v. 22, enabling the quantification of waste generation by clinical area and the evaluation of environmental impacts through a cause-effect matrix. As an intervention proposal, an action plan was developed. The results showed that only one clinic hired the services of an authorized waste manager. Only 21.82% of the staff had received training, with a significant correlation between training and regulatory knowledge ($p < 0.05$). Waste generation rates ranged from 0.08 to 4.65 kg/day, with significant environmental impacts identified in the cause-effect matrix, particularly related to foul odors, indicating deficiencies in waste inactivation. The study emphasizes the importance of addressing these impacts through containment measures, such as the implementation and adjustment of inactivation protocols and the hiring of authorized waste managers, to mitigate environmental and health risks.

Keywords: *Health waste, veterinary, zoonoses, biological risks, environmental management.*

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los desechos biomédicos representan un desafío ambiental significativo a nivel global (1). Según un informe de la Organización Mundial de la Salud OMS, se estima que anualmente se generan aproximadamente 16 millones de toneladas de desechos biomédicos solo a nivel hospitalario (2), de los cuales una proporción considerable proviene de la atención veterinaria, aunque este sector aún carece de un seguimiento detallado y específico (3). Este vacío en la recopilación de datos es preocupante, ya que los residuos generados en clínicas veterinarias representan no solo una amenaza para el entorno natural, sino también un posible canal para la propagación de enfermedades zoonóticas, es decir, aquellas que pueden transmitirse de animales a seres humanos (4). Ejemplos de estas enfermedades incluyen la leptospirosis y la brucelosis, las cuales generan un costo económico significativo a nivel mundial, estimado en 20.000 millones de dólares anuales, debido a los gastos en tratamiento y control de los brotes (5).

En varios países de América Latina se han establecido normativas orientadas a asegurar el manejo y la disposición adecuada de residuos infecciosos (6). Sin embargo, los residuos veterinarios, a pesar de su potencial impacto en la salud humana, no siempre son clasificados como residuos sanitarios, lo que lleva a no reconocer adecuadamente su contribución al total de residuos peligrosos (7). En este contexto, los profesionales veterinarios están expuestos a un alto riesgo de accidentes, como cortes y punzaduras, contacto con agentes biológicos, intoxicaciones y enfermedades relacionadas con su labor, tales como zoonosis, infecciones cutáneas y hepatitis, entre otras (8). A pesar de estos riesgos, la implementación de prácticas adecuadas para la gestión de residuos peligrosos sigue siendo insuficiente (9). En muchos casos, los desechos se disponen de manera inapropiada, ya sea a través de vertederos no autorizados o incineración sin control, lo que agrava la contaminación del suelo, libera compuestos tóxicos al medio ambiente y aumenta los peligros para la salud pública (10).

En Ecuador, la deficiencia de una gestión específica para estos residuos es evidente (11). Se estima que el 35% de las clínicas veterinarias en el país carecen de protocolos adecuados para el

manejo de desechos peligrosos, lo que contribuye a que aproximadamente el 40% de estos residuos se disponga en vertederos no autorizados (12). Por lo tanto, es claro que la gestión inadecuada de los residuos generados en clínicas veterinarias puede tener serias consecuencias en la salud pública, como la propagación de enfermedades zoonóticas, infecciones bacterianas y el riesgo de intoxicaciones (13). Asimismo, en el medio ambiente local, la disposición incorrecta de estos residuos puede contaminar fuentes de agua, afectar la biodiversidad y contribuir a la diseminación de contaminantes químicos y biológicos en los ecosistemas (14).

En el caso específico del cantón La Maná, no se cuenta con una recopilación organizada de información acerca de la generación de residuos veterinarios. Esta falta de sistematización dificulta la implementación de medidas preventivas y de control que aseguren el cumplimiento de la “Ordenanza Municipal de Gestión de los Desechos Sólidos, Domésticos, Comerciales, Industriales y Biológicos Potencialmente Infecciosos” del cantón (15). Esto representa un alto riesgo sanitario, especialmente para médicos veterinarios, auxiliares, personal de limpieza y recicladores, quienes están expuestos a cortes, infecciones, enfermedades zoonóticas como leptospirosis y brucelosis, e intoxicaciones por sustancias químicas. Además, la gestión inadecuada genera costos adicionales en el tratamiento de enfermedades derivadas de la exposición a residuos peligrosos y en la mitigación de los impactos ambientales a largo plazo, afectando la sostenibilidad de los establecimientos (16).

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es fomentar una gestión integral y sostenible de los residuos sólidos peligrosos en los establecimientos veterinarios urbanos del cantón La Maná. Para ello, se propone el diseño de un plan de acción que permitirá promover una cultura de responsabilidad ambiental en la comunidad, a través del manejo adecuado de los desechos veterinarios. Esta iniciativa también contribuirá al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 3, enfocado en garantizar una vida saludable y promover el bienestar de todas las personas en todas las etapas de la vida. Además, facilitará el cumplimiento de las normativas establecidas por las autoridades nacionales y locales, ayudando a resolver los problemas ambientales y de salud pública, y reduciendo los costos operativos para los establecimientos veterinarios.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en cinco clínicas veterinarias. Para preservar la confidencialidad y proteger los datos, se identificaron como Clínica A, Clínica B, Clínica C, Clínica D y Clínica E. Estas se encuentran en el área urbana del cantón La Maná, perteneciente a la provincia Cotopaxi. La Maná limita al norte con el cantón Sigchos, al sur los cantones Quinsaloma y Pangua, al este con Sigchos y Pujilí, al oeste con el cantón Valencia y Quinsaloma (17), tal como se muestra en la Figura 1.

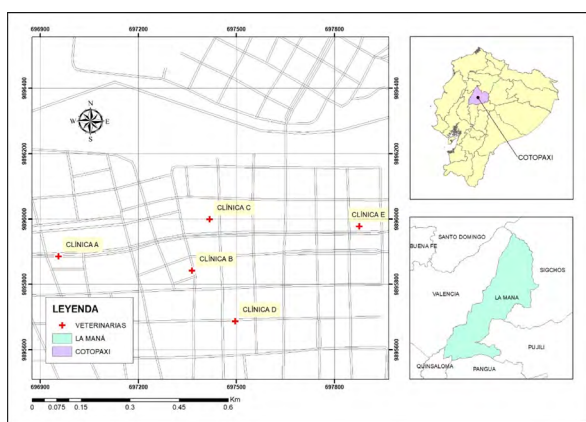


Figura 1. Mapa de ubicación de las cinco clínicas veterinarias del cantón La Maná.

Se aplicaron encuestas compuestas por 15 preguntas cerradas al personal que labora en las clínicas veterinarias, siguiendo la metodología propuesta por Molineros J. (2017) (12), con el objetivo de comprender la situación actual respecto al manejo de residuos sólidos peligrosos, así como aspectos relacionados con la salud, seguridad ocupacional y gestión ambiental. La población de estudio estuvo conformada por 55 personas, entre médicos y asistentes de las distintas áreas que integran las cinco clínicas veterinarias del cantón, quienes tienen contacto frecuente con este tipo de desechos. Dado que se trata de una población finita y accesible, se decidió encuestar al 100% de los participantes, con el propósito de obtener resultados más representativos y reducir el margen de error.

También se llevó a cabo la caracterización y cuantificación de los residuos peligrosos. Para ello, primero se identificaron las áreas dentro de las clínicas que generan este tipo de desechos, así como la composición de estos, clasificándolos según su categoría o tipo, en concordancia con lo establecido en el Acuerdo Ministerial N.º 142-

2012. En dicho documento, específicamente en el Anexo B, Listado N.º 1 de desechos peligrosos por fuente específica, bajo el código CIU, numeral 75 “Actividades Veterinarias”, se reconocen cuatro tipos principales de residuos peligrosos generados por esta actividad: cadáveres o partes anatómicas de animales enfermos o que han sido expuestos a agentes infecciosos en laboratorios de investigación; desechos biológicos infecciosos no desactivados: gasas, apósitos, guantes, etc.; objetos cortopunzantes contaminados con sustancias peligrosas o secreciones; y fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones (18).

Para la cuantificación de los residuos peligrosos se utilizó una balanza de precisión con una capacidad máxima de 100 kg, lo que permitió calcular la tasa diaria de generación de estos residuos a partir de una ecuación específica (19), descrita a continuación:

$$W_{dr} \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}} \right) = \frac{W_{wh}}{W_{tg}} \quad (1)$$

Donde W_{dr} corresponde a la tasa diaria de generación de desechos, expresada en kilogramos por día (kg/día); W_{wh} representa el peso total de los desechos generados por una unidad hospitalaria; y W_{tg} hace referencia al número total de días durante los cuales se generaron los residuos.

Este procedimiento se llevó a cabo durante el mes de octubre de 2023, con una frecuencia de muestreo de 15 días. Toda la información obtenida fue registrada en una matriz de sistematización de datos, en la que se consignaron la fecha, el tipo de residuo peligroso generado y la cantidad correspondiente (kg/día) (20).

Los datos obtenidos a partir de las encuestas fueron registrados y tabulados en hojas de cálculo utilizando Microsoft Excel. Posteriormente, esta información fue procesada en el software estadístico SPSS v. 22, aplicando análisis descriptivos como media, moda y desviación estándar. Para identificar posibles asociaciones entre los distintos ítems evaluados, se utilizó la prueba de Chi cuadrado (H) mediante tablas cruzadas. A fin de caracterizar la generación de residuos peligrosos en las distintas áreas de las cinco clínicas veterinarias, se emplearon diagramas de cajas y bigotes (BoxPlot). Todos

los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Adicionalmente, se utilizó una matriz de causa y efecto para evaluar el impacto ambiental, en la cual se identificaron previamente los aspectos e impactos relacionados. Los criterios de evaluación fueron seleccionados con base en la metodología propuesta por Quintero L. (2016) (21), y se presentan en la Tabla 1.

Criterio	Descripción	Calificación (rango)	Importancia (%)
Magnitud	Gravedad del daño que podría ocasionarse al medio ambiente.	5 Alta/o	30
Control	Posibilidad de intervenir en el aspecto y/o impacto ambiental	3 Media/o 1 Baja/o	10
Requisito legal	Legislación ambiental aplicable	5 Existe y no se cumple 2 Existe y se cumple 1 No existe requisito	30
Frecuencia	Periodicidad	5 Alta 3 Media 1 Baja	10
Comunidad	Afectación a las partes interesadas o poblados aledaños	Escala entre el 1 al 5 Considerando que 1 es bajo y 5 alto	20

Tabla 1. Criterios de evaluación de impacto ambiental

A cada aspecto o impacto ambiental se le asignó una puntuación dentro de las escalas definidas para cada criterio, la cual se relaciona con su respectivo grado de importancia en términos de porcentaje. Esto permitió obtener un valor individual para cada criterio. Para calcular el valor final de cada impacto ambiental, se sumaron los valores individuales de todos los criterios asociados y se consideraron como impactos ambientales significativos aquellos que alcanzaron un valor igual o superior a 2 (20).

Finalmente, se diseñó un plan de acción conformado por diversos programas orientados a la capacitación, prevención, seguridad, manejo adecuado de residuos, contingencia, monitoreo y seguimiento. Cada programa incluyó medidas específicas, acompañadas de su respectivo objetivo, tipo de intervención, metas, indicadores, medios de verificación,

frecuencias de ejecución y costos estimados. Este plan tiene como finalidad prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos peligrosos en los establecimientos veterinarios. La propuesta fue diseñada para abarcar la totalidad de las áreas e instalaciones de las clínicas, así como a todo el personal que interviene en las distintas etapas del proceso de gestión de desechos.

III. RESULTADOS

Las entrevistas realizadas a los administradores de las cinco clínicas veterinarias del cantón La Maná evidenciaron que todos los establecimientos brindan una variedad de servicios, tales como consulta médica, laboratorio, cirugía, peluquería y venta de productos para mascotas (pet shop). Estos servicios están dirigidos tanto a animales de compañía como a especies silvestres y exóticas. No obstante, se constató que ninguna de las clínicas cuenta con la patente municipal ni con el permiso ambiental emitido por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). En contraste, todas cumplen con el permiso de funcionamiento otorgado por la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD).

La información obtenida a través de las encuestas a médicos y auxiliares veterinarios confirmó que, durante la fase de generación, el 100% de los encuestados en la clínica A afirmó clasificar los desechos en la fuente, mientras que en las clínicas B, C, D y E, todo el personal mezcló la basura común con los residuos sanitarios. Por otro lado, en la fase de almacenamiento, las clínicas A y E dispusieron de recipientes y bolsas especiales de color rojo, fabricadas con polietileno de alta densidad, para el almacenamiento primario de los residuos, a diferencia de las clínicas B, C y D las cuales carecen de dichos insumos. Además, el 100% del personal encuestado de la clínica A realizó un control de la cantidad de residuos peligrosos desechados, por otro lado, las clínicas B, C, D y E, carecen de un registro de generación diario.

En la clínica A se dispone de una bodega impermeabilizada para almacenar los residuos sólidos peligrosos, mientras que en las clínicas B, C, D y E, no cuentan con un área destinada para el almacenamiento de estos residuos. De igual forma, en la clínica A, el 100% de

los encuestados realizó la inactivación de los desechos sólidos peligrosos aplicando hipoclorito de calcio (cal), a diferencia de lo ocurrido en las clínicas B, C, D y E, donde todo el personal no aplicó ningún tratamiento a los residuos sólidos peligrosos antes de desecharlos o trasladarlos al almacenamiento temporal. Continuando con la fase de transporte, el 100% del personal que labora en la clínica A realizó el traslado interno de los desechos sólidos peligrosos hacia la bodega de almacenamiento. Por otra parte, los encuestados en las clínicas B, C, D y E no efectúan el traslado de los desechos.

Respecto a la fase de disposición final, únicamente la clínica A ha contratado los servicios de un gestor autorizado. La recolección interna de los residuos se realiza a diario y estos son almacenados en recipientes herméticos dentro de un área segura durante un periodo máximo de tres meses, hasta su recolección por parte del gestor. En cuanto a la salud y seguridad ocupacional, la Figura 2-A evidencia que el 81.82% del personal encuestado percibe exposición a enfermedades infectocontagiosas en su lugar de trabajo, mientras que el 18.18% no considera que su salud se vea afectada por laborar en un entorno veterinario. Por otra parte, el 80% manifestó no haber sufrido accidentes al manipular residuos peligrosos; sin embargo, el 20% sí ha experimentado al menos un incidente, siendo los pinchazos con agujas los más comunes, generalmente provocados por los movimientos de los animales durante la atención médica. Es relevante señalar que la totalidad del personal sanitario encuestado dispone del equipo de protección personal requerido para sus actividades.

En cuanto a la gestión ambiental en los establecimientos, solo en la clínica A se han realizado capacitaciones al personal, lo que representa el 21.82% de la población total del estudio. La Figura 2-B revela que el 85.45% de los encuestados no posee conocimientos sobre la legislación ambiental, mientras que el 14.55% tiene algo de familiaridad con el tema. Asimismo, se observó que el 81.82% desconoce lo que implica un plan de acción, en contraste con el 18.18% que indicó tener un entendimiento básico al respecto. Finalmente, el 100% de los encuestados coincidió en la necesidad de implementar un plan de acción en las clínicas veterinarias para reducir los riesgos de contaminación ambiental.

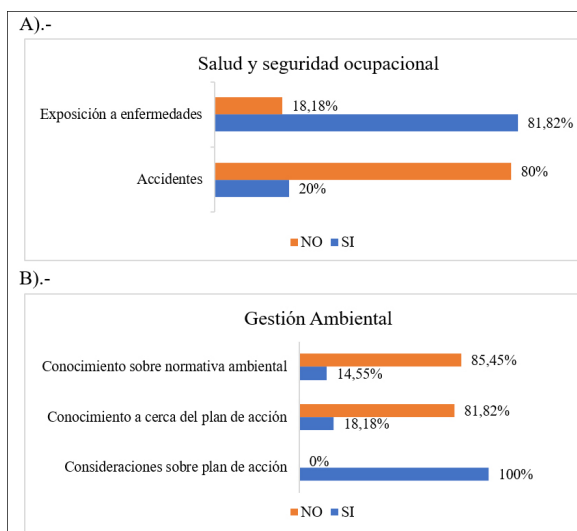


Figura 2. Análisis de encuestas.

La capacitación sobre el manejo integral de desechos peligrosos y el conocimiento de la normativa ambiental aplicable se registró en un bajo porcentaje. Esta limitada formación en los establecimientos veterinarios se relaciona directamente con el hecho de que el 85.45% del personal sanitario manifestó desconocer la normativa ambiental vigente. Los resultados de la prueba de Chi-cuadrado de Pearson (valor = 23.677; $p < 0.05$) confirmaron una relación estadísticamente significativa entre la capacitación recibida y el nivel de conocimiento sobre la normativa ambiental en la gestión de residuos peligrosos en las clínicas veterinarias urbanas del cantón La Maná. Este hallazgo respalda la necesidad de diseñar un plan de acción que incluya programas de formación dirigidos específicamente a fortalecer el conocimiento normativo del personal.

En el área de consultorio se generaron tres tipos de desechos, siendo estos: objetos cortopunzantes contaminados con secreciones, desechos biológicos infecciosos no desactivados y fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones. Tal como se evidencia en la Figura 3, la clínica A produjo entre 1.14 kg/día y 1.79 kg/día de desechos biológicos infecciosos no desactivados, con un promedio de 1.47 kg/día. A pesar de ser la clínica que genera la mayor cantidad de residuos biológicos en comparación con las demás clínicas del estudio, se destaca que, gracias a la presencia de un gestor autorizado y al proceso de inactivación de los desechos, el impacto ambiental asociado a estos residuos es menor.

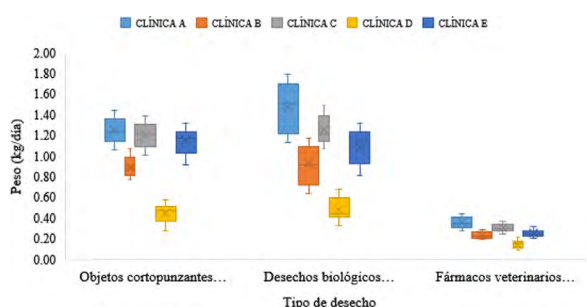


Figura 3. Análisis de caja y bigotes del peso de residuos peligrosos generados en el área de consultorio

Según la Figura 4, dentro del área de laboratorio se identificaron objetos cortopunzantes contaminados con secreciones, desechos biológicos infecciosos no desactivados y fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones. Siendo así que en la clínica C los desechos biológicos infecciosos no desactivados tuvieron un peso mínimo de 1.20 kg/día y un máximo de 2.10 kg/día, con un promedio de generación de 1.64 kg/día. Esto podría deberse a que esta clínica presenta una mayor concurrencia de pacientes en el área de laboratorio en comparación con las demás clínicas del estudio.

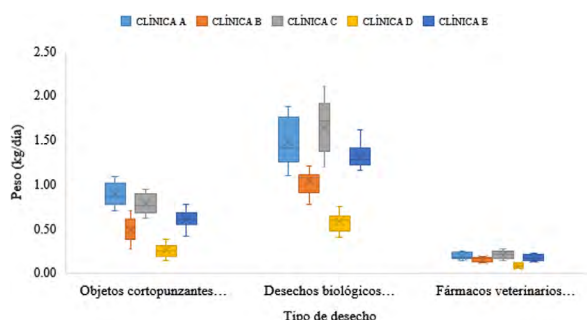


Figura 4. Análisis de caja y bigotes del peso de residuos peligrosos generados en el área de laboratorio

En el área de quirófano se produjeron objetos cortopunzantes contaminados con secreciones, desechos biológicos infecciosos no desactivados, cadáveres o partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados o fuera de especificaciones. De tal forma, en la clínica C el peso mínimo de cadáveres o partes anatómicas de animales fue de 3.40 kg/día, el máximo de 5.60 kg/día y el promedio de generación de 4.65 kg/día de acuerdo con lo expuesto en la Figura 5. Cabe recalcar que estas cifras representan un riesgo para la salud y el ambiente si no se gestionan adecuadamente, ya que su descomposición puede favorecer la proliferación de microorganismos patógenos y la emisión de malos olores.

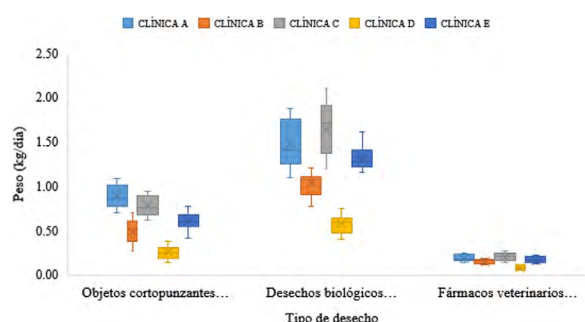


Figura 5. Análisis de caja y bigotes del peso de residuos peligrosos generados en el área de quirófano

La matriz causa-efecto expuesta en la Tabla 2 evidenció que, en la clínica A, la emisión de malos olores se presentó en las tres áreas debido a la generación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas y fármacos caducados. Aunque estos residuos son inactivados con hipoclorito de calcio antes de ser almacenados y posteriormente entregados a la empresa autorizada GADERE S.A., la persistencia de los olores sugiere que el tratamiento podría no ser completamente efectivo, lo que indica un impacto ambiental de relevancia moderada. Por otro lado, en la clínica B se determinó que la emisión de malos olores dentro del área de quirófano constituye un impacto ambiental significativo. Esto se debe a la generación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados durante las actividades de cirugía general y esterilización.

Además, en la clínica C, la emisión de malos olores generó impactos ambientales significativos debido a la acumulación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados en las actividades de diagnóstico, toma de muestras, cirugía general y esterilización, dentro de las áreas de consultorio, laboratorio y quirófano, respectivamente. Esta situación responde a la ausencia de un gestor autorizado y a una clasificación incorrecta de los residuos según su tipo. Como consecuencia, el propietario de la clínica gestiona los residuos de manera independiente, recurriendo a la incineración al aire libre fuera de las instalaciones de la clínica, sin controles adecuados. Este método de eliminación agrava los impactos ambientales, ya que puede generar emisiones contaminantes al aire, dispersión de cenizas y riesgo de exposición a sustancias tóxicas para el entorno y la salud humana.

De manera similar, la emisión de malos olores fue considerada un impacto ambiental significativo tanto en la clínica D como en la clínica E, debido a la generación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados en

las actividades de cirugía general y esterilización dentro del área de quirófano. En ambos casos, la incorrecta clasificación de los residuos y la ausencia de un gestor autorizado contribuyeron a esta problemática.

Área	Aspecto Ambiental	Actividad	Impacto Ambiental	Clínicas	CRITERIOS DE EVALUACIÓN					Total	Sign.
					Magnitud (30%)	Control (10%)	Req. Legal (30%)	Frecuencia (10%)	Comunidad (20%)		
Consultorio	Generación de desechos biológicos infecciosos	Diagnóstico	Emisión de malos olores	Clínica A	1	1	2	3	1	1.5	NO
				Clínica B	1	1	2	3	1	1.5	NO
				Clínica C	1	1	5	3	1	2.4	SI
				Clínica D	1	1	2	1	1	1.3	NO
				Clínica E	1	1	2	3	1	1.5	NO
	Generación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos y fármacos veterinarios caducados	Administración de medicamentos (vacunación, desparasitación)	Emisión de malos olores	Clínica A	1	1	2	3	3	1.9	NO
				Clínica B	1	1	2	3	3	1.9	NO
				Clínica C	1	1	2	3	3	1.9	NO
				Clínica D	1	1	2	1	3	1.7	NO
				Clínica E	1	1	2	3	3	1.9	NO
Laboratorio	Generación de objetos cortopunzantes y desechos biológicos infecciosos	Toma de muestras	Emisión de malos olores	Clínica A	1	1	2	3	1	1.5	NO
				Clínica B	1	1	2	3	3	1.9	NO
				Clínica C	1	1	5	3	3	2.8	SI
				Clínica D	1	1	2	1	3	1.7	NO
				Clínica E	1	1	2	3	3	1.9	NO

Tabla 2. Matriz causa – efecto de las clínicas veterinarias

El plan de acción expuesto en la Tabla 3 constituye una propuesta orientada a prevenir y mitigar los impactos ambientales generados por el inadecuado manejo de desechos en las clínicas veterinarias del cantón La Maná. Esta propuesta contempla medidas aplicables a todas las áreas e instalaciones, así como al personal que interviene en la gestión de residuos. Se estimó un presupuesto referencial de 5.120 dólares para su posible ejecución en un periodo de un año.

PLAN DE CAPACITACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN SOBRE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Desconocimiento y esca- sa conciencia ambiental.	Emisión de malos olo- res y afectación a la salud humana.	Capacitar al personal sobre la peligrosidad de los desechos, métodos de desactivación de los residuos peligrosos, uso de los equipos de protección personal, sobre legislación am- biental, salud y seguridad ocu- pacional.	Nómina de asistencia Registro fotográfico.	Semestral \$ 300
COSTO PARCIAL				\$ 300
PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Generación de objetos cortopunzantes, dese- chos biológicos infeccio- sos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados.	Emisión de malos olo- res y afectación a la salud humana.	Registrarse como generador de desechos peligrosos ante la Autoridad Ambiental Nacional.	Código de registro ge- nerador de desechos peligrosos.	Una sola vez \$ 180
		Contratar a un gestor autoriza- do para el manejo externo de los residuos peligrosos.	Contrato de servicios profesionales.	Anual \$ 820
COSTO PARCIAL				\$ 1000

PLAN DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL PROGRAMA SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Salud y seguridad ocupacional.	Riesgos para la salud y seguridad ocupacional del personal sanitario.	Dotar al personal con los equipos de protección personal.	Facturas de la compra Registro fotográfico.	Trimestral \$ 90
		Efectuar exámenes periódicos de supervisión médica.	Certificado médico.	Anual \$ 1000
		Capacitar al personal sobre la administración segura de medicamentos inyectables.	Nómina de asistencia Registro fotográfico.	Semestral \$ 300
		Establecer un sistema de supervisión periódica en los procedimientos para la administración de medicamentos inyectables.	Informe de supervisión.	Trimestral N/A
COSTO PARCIAL				\$ 1390
PLAN DE MANEJO DE DESECHOS PROGRAMA DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS PELIGROSOS				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Generación de objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados.	Emisión de malos olores y afectación a la salud humana.	Disponer de recipientes y fundas adecuadas.	Registro fotográfico Facturas de compra.	Trimestral \$ 80
		Establecer una bodega exclusiva, señalizada e impermeabilizada, para el almacenamiento de desechos peligrosos.	Constatación física Registro fotográfico.	Una sola vez \$ 1200
		Llevar un registro diario de desechos, que incluya fecha, peso, nombre y origen.	Registro de movimientos de entradas y salidas de desechos peligrosos.	Diario N/A
		Realizar la recolección interna según el volumen de desechos generados.	Registro de movimientos de entradas y salidas de desechos peligrosos.	Diario N/A
		Instalar señalización visible sobre la peligrosidad de los desechos.	Registro fotográfico.	Una sola vez \$ 40
		Implementar la desinfección o inactivación de los residuos peligrosos según el tipo y la carga microbiana, rotando las sustancias inactivadoras para evitar resistencia.	Registro fotográfico.	Diario \$ 120
		Realizar la limpieza y desinfección de las instalaciones y del equipo de trabajo.	Lista de chequeo.	Diario \$ 40
COSTO PARCIAL				\$ 1480
PLAN DE CONTINGENCIA PROGRAMA DE RESPUESTA ANTE ACCIDENTES EVENTUALES				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Salud y seguridad del personal sanitario.	Riesgo de accidentes.	Elaborar un plan de contingencia que contemple acciones a seguir en caso de accidentes.	Plan de contingencia.	Una sola vez \$ 350
		Realizar simulacros para situaciones de emergencia, como derrames de desechos.	Informes de simulacros realizados.	Semestral \$ 100
COSTO PARCIAL				\$ 450

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO PROGRAMA DE CONTROL Y EVALUACIÓN				
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	FRECUENCIA/ COSTO USD
Desconocimiento y esca- sa conciencia ambiental. Generación de objetos cortopunzantes, dese- chos biológicos infeccio- sos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados.	Emisión de malos olo- res y afectación a la salud humana.	Evaluar la efectividad de las ca- pacitaciones mediante test de conocimiento.	Test de conocimiento aplicado.	Semestral \$50
		Evaluar el cumplimiento de la ley mediante auditorías inter- nas.	Matriz de hallazgos.	Anual \$ 100
		Realizar monitoreo de paráme- tros físicos como temperatura y humedad.	Informe del moni- toreo.	Trimestral \$ 350
COSTO PARCIAL				\$ 500
COSTO TOTAL				\$ 5120

Tabla 3. Plan de acción para la implementación en las clínicas veterinarias urbanas del cantón la maná

IV. DISCUSIÓN

La gestión de residuos sólidos peligrosos es un componente esencial para lograr la sostenibilidad en las clínicas veterinarias, sin embargo, son escasos los estudios sobre manejo de residuos peligrosos realizados en la ciudad La Maná y de forma general en la provincia Cotopaxi. Los resultados mostraron que la escasa cultura y conciencia ambiental, así como la falta de formación específica para operarios y veterinarios en la gestión integral de residuos peligrosos, son factores clave que deben ser abordados para mejorar la implementación eficiente y reducir los impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana. Esta deficiencia puede atribuirse, en parte, a la crisis financiera y a la falta de control por parte de las autoridades.

La ausencia de un gestor autorizado en el 80% de las clínicas veterinarias urbanas del cantón La Maná se deben en parte a la escasa conciencia ambiental y a la limitada disponibilidad de recursos económicos para contratar empresas gestoras. Sin embargo, es fundamental destacar que la escasez de recursos económicos no debe ser vista como una excusa para no llevar a cabo las acciones necesarias para controlar y eliminar los aspectos ambientales que atentan contra el medio ambiente, la salud y el bienestar de las personas, los animales y la comunidad. En un estudio similar realizado en 15 unidades veterinarias de una ciudad de tamaño medio en la región montañosa de Santa Catarina, Brasil (2016), el 60% de los establecimientos no contrataron servicios de gestión de residuos peligrosos, lo que refleja una problemática común a nivel regional (22). A pesar de las

diferencias en la población estudiada, estos resultados sugieren que la inexistencia de un gestor autorizado sigue siendo un problema frecuente en los establecimientos veterinarios, lo cual requiere una atención urgente para mitigar sus impactos incluso en contextos de recursos económicos limitados.

Se observó una relación estadísticamente significativa entre la capacitación en el manejo integral de desechos peligrosos y el conocimiento sobre la normativa ambiental aplicable en las clínicas veterinarias. Solo el 21.82% de los encuestados recibieron capacitación, lo que contribuyó al hecho de que el 85.45% del personal sanitario careciera de conocimiento sobre las leyes ambientales. Al comparar estos resultados con un estudio realizado en 15 clínicas veterinarias del distrito de Nuevo Chimbote, Perú, en 2018, se identificaron causas similares que dificultan un manejo adecuado de los residuos peligrosos, destacando el desconocimiento de la normativa y la falta de programas de capacitación, ya que el 84.62% de los trabajadores no recibieron formación, lo que refleja un bajo nivel de conocimiento sobre las leyes ambientales (23).

La cantidad total de desechos peligrosos generados depende de varios factores, entre los que se incluyen el número de animales atendidos, el tipo de establecimiento, su tamaño, la complejidad de los servicios que ofrece y la división interna de las áreas (20). Este patrón se evidenció al comparar la producción de desechos infecciosos en un hospital universitario veterinario de Estados Unidos,

donde se registró una generación de 104.21 kg/día durante un período de 15 días en 2023 (24), en contraposición a uno de los establecimientos analizados en el estudio, la clínica C generó 167.36 kg/día entre objetos cortopunzantes, desechos biológicos infecciosos, partes anatómicas de animales y fármacos veterinarios caducados durante el mismo período de tiempo.

En cuanto a la evaluación de los impactos ambientales en las clínicas veterinarias, se observó que el área que genera un impacto ambiental considerable debido a la emisión de malos olores es el quirófano. Esto se debe a la producción de residuos peligrosos, especialmente desechos biológicos infecciosos y partes anatómicas de animales. Este hallazgo coincide con lo que ocurrió en 2019 en el Hospital Veterinario Civil Chak-44, ubicado en el distrito de Sheikhpura, Pakistán. En ese establecimiento, se registró una generación promedio mensual de 53.71 kg/día de residuos anatomopatológicos en la sala de cirugía, lo que resultó en alteraciones en la calidad del aire, provocadas por la emisión de malos olores y la contaminación de los residuos peligrosos generados en el proceso (25).

Este estudio representa el punto de partida para una investigación más amplia cuyo objetivo es evaluar si la implementación de planes de acción en las actividades hospitalarias del sector privado puede mejorar el impacto ambiental. Para ello, se analizarán los resultados obtenidos antes y después de la aplicación del plan. Los hallazgos de esta investigación también tienen importantes implicaciones para los responsables de la formulación de políticas y la gestión en clínicas veterinarias. Les permitirá identificar áreas problemáticas y desarrollar estrategias para abordarlas, lo que ayudará a los establecimientos a reducir la contaminación, promover técnicas efectivas de gestión integral de residuos peligrosos, conservar los recursos naturales y alcanzar un desarrollo más sostenible.

Al concluir el análisis, los resultados muestran que la gestión actual de residuos peligrosos en las clínicas veterinarias presenta impactos ambientales significativos, particularmente en la persistencia de malos olores. Este problema se vincula a una inactivación insuficiente de los residuos, especialmente en áreas críticas como el quirófano. No solo representa un

riesgo potencial para la salud de los pacientes y el personal, sino que también podría propiciar la proliferación de microorganismos y la contaminación del entorno. Estos hallazgos resaltan la urgente necesidad de revisar y optimizar los protocolos de inactivación, así como de implementar medidas integrales de gestión que aseguren la mitigación eficaz de estos riesgos tanto ambientales como sanitarios.

V. CONCLUSIONES

Las clínicas veterinarias ubicadas en zonas urbanas del cantón La Maná poseen el permiso de funcionamiento emitido por AGROCALIDAD; sin embargo, no disponen del permiso ambiental correspondiente, el cual debe ser otorgado por el MAATE. Por otro lado, se identificó una escasa oferta de programas de capacitación enfocados en la gestión de residuos peligrosos. A pesar de esta limitación, el personal encargado de manipular dichos desechos demuestra tener conocimientos básicos sobre su manejo. En particular, las clínicas A y C registraron una mayor generación de residuos peligrosos en las áreas de consultorio y quirófano con relación a las demás veterinarias, por tratarse de establecimientos caninos con mayor afluencia de pacientes.

La ausencia de una planificación adecuada dentro de las clínicas, junto con el conocimiento limitado sobre la gestión de residuos, provoca un impacto negativo considerable en el entorno, especialmente en cuanto a la emisión de malos olores. Este problema es más evidente en el área de quirófano, donde la generación de partes anatómicas de animales, sin un proceso previo de inactivación, agrava la situación. Además, se evidencia el incumplimiento de las normativas vigentes para la gestión integral de desechos sanitarios, dado que ninguna clínica veterinaria está registrada como generadora de residuos peligrosos.

Las deficiencias identificadas sirvieron como base para el diseño de un plan de acción que involucra al personal sanitario de los establecimientos veterinarios urbanos del cantón La Maná. Esta propuesta incluye medidas correctivas para asegurar el manejo adecuado de los desechos peligrosos generados durante las actividades de atención animal. Así, su implementación no solo facilitará el cumplimiento de la legislación ambiental vigente, sino que también promoverá

la seguridad y salud ocupacional, además de contribuir a la reducción de los impactos ambientales y de los costos operativos para los administradores de cada clínica.

VI. AGRADECIMIENTOS

Al personal médico que participó en esta investigación.

V. REFERENCIAS

1. Kern-Allely CM, McGimsey MR, McAdam TS, Cortes VL, Baumgarn S, Griffenhagen GM, et al. Waste not want not: piloting a clinical waste audit at a United States university veterinary teaching hospital. *J Am Vet Med Assoc.* 2023 Apr 1;261(4):584–591. Disponible en: <https://avmajournals.avma.org/view/journals/javma/261/4/javma.22.11.0495.xml>
2. Martin Gaitan YV. Plan de gestión integral de residuos hospitalarios en la clínica veterinaria FELIVET ubicada en la ciudad de Ibagué –Tolima [tesis]. Ibagué (Tolima): Universidad Cooperativa de Colombia; 2019. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/448b0f50-c6f1-4869-ab42-f32a19f0e836/content>
3. Villamagua I, Molina N. Diagnóstico del manejo de desechos peligrosos en clínicas veterinarias de Guayaquil. *CIENCIA UNEMI.* 2017 Dec 30;9(21):98–115. Disponible en: <https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/396>
4. Gonçalves C, Torres M, Cabral P, Peruchin B, Corrêa É, Corrêa L. Biosafety in a veterinary hospital: the generators perspective about healthcare waste. *Research, Society and Development.* 2020 Mar 11;9(3):e194932758. Disponible en: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2758>
5. Padmanabhan KK, Barik D. Health hazards of medical waste and its disposal. In: Barik D, editor. *Energy from toxic organic waste for heat and power generation.* Amsterdam: Elsevier; 2019. p. 99–118.
6. Huertas PS, León EA, Tarabla HD. Zoonosis and veterinary waste disposal in rural practice. *Rev Argent Microbiol.* 2019 Jul 1;51(3):251–254.
7. Tarabla HD. Riesgos laborales en Medicina Veterinaria en América Latina y el Caribe. *Revista Ciencias Veterinarias.* 2017 Dec 10;35(2):65–84.
8. Molineri A, Signorini ML, Pérez L, Tarabla HD. Zoonoses in rural veterinarians in the central region of Argentina. *Aust J Rural Health.* 2013;21:285–290.
9. Hernández AC, Tarabla HD, Molineri AI, Signorini ML. Percepción y prevención de riesgos ocupacionales en veterinarios rurales. *Revista Veterinaria.* 2017;28(2):152–156.
10. Oduro-Kwarteng S, Addai R, Essandoh HMK. Healthcare waste characteristics and management in Kumasi, Ghana. *Sci Afr.* 2021 May 16;e00784.
11. Ludeña F. Gestión de residuos sólidos y el manejo de residuos generados por dos clínicas veterinarias, Lima, año 2020 [tesis de maestría]. Lima (Perú): Universidad Nacional Federico Villarreal; 2021. Disponible en: https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/4884/LUDE%c3%91A_FERNANDEZ_FELIPE_ANGEL_MAESTRIA_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Molineros J. Propuesta de Plan de Manejo de Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos Generados en una Veterinaria [tesis]. Guayaquil (Ecuador): Universidad de Guayaquil; 2017. Disponible en: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/aed734c9-9650-4f6d-ba30-d7453873a628>
13. Czarny-Działak M, Wójtowicz B, Gworek B, Żeber-Dzikowska I, Działak M, Szajner J, et al. Management of medical and veterinary waste: legal regulations, threats to people and the environment and methods of disposal. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych.* 2020 Jun 1;31(2):6–16.
14. Qasmi SA, Khan BA. Review of biological waste management in research, biomedical, and

- veterinary laboratories in Karachi, Pakistan. *J Biosaf Biosecur*. 2019 Sep 1;1(2):100–104.
15. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón La Maná. Ordenanza de la Gestión de los Desechos Sólidos Domésticos, Comerciales, Industriales y Biológicos Potencialmente Infecciosos [Internet]. La Maná (Ecuador): GAD Municipal del Cantón La Maná; 2014 [cited 2025 Apr 10]. Disponible en: <https://lamana.gob.ec/gaceta-municipal/>
 16. Pérez J, Iraizoz A, Chávez J. Manejo de residuos sólidos hospitalarios generados por los centros veterinarios de la ciudad de Machala, Ecuador. *Rev Inst Investig Fac Minas Metalurg Cienc Geogr*. 2017 Jul 15;20(39):101–110. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/14172>
 17. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón La Maná. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón La Maná [Internet]. La Maná (Ecuador): GAD Municipal del Cantón La Maná; 2015 [cited 2025 Apr 10]. Disponible en: <http://lamana.gob.ec/download/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-la-mana/>
 18. Ministerio del Ambiente. Acuerdo Ministerial N° 142: Listados nacionales de sustancias químicas peligrosas, desechos peligrosos y especiales [Internet]. Registro Oficial Suplemento N° 856 (Ecuador). 2012 Dec 21 [cited 2025 Apr 10]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Listado-desechos-sustancias-peligrosas-142.pdf
 19. Osman AM, Ukundimana Z, Wamyil FB, Yusuf AA, Telesphore K. Quantification and characterization of solid waste generated within Mulago national referral hospital, Uganda, East Africa. *Case Stud Chem Environ Eng*. 2023 Jun 1;7:100334.
 20. Heredia S, Gavilanes A, Heredia F. Manejo integral de residuos hospitalarios peligrosos: Caso de estudio Padre Alberto Bufonni, Ecuador. *Perfiles*. 2020;1(24):37–46.
 21. Quintero LA. Plan de manejo ambiental de desechos producidos en el laboratorio de análisis y evaluación ambiental AQLAB [tesis]. Riobamba (Ecuador): Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4885/1/236T0178.pdf>
 22. Amarante JAS, Rech TD, Siegloch AE. Avaliação do gerenciamento dos resíduos de medicamentos e demais resíduos de serviços de saúde na Região Serrana de Santa Catarina. *Eng Sanit Ambient*. 2016 Oct 27;22(2):317–326. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/esa/a/DstkgKgJPff93S3xvJ3fwTq/abstract/?lang=en>
 23. Rondán Ramos JD, Pelaez Pelaez F. Efecto de la implementación de un modelo de gestión de residuos sólidos peligrosos en la disminución de riesgos sanitarios en centros menores de atención de salud – Nuevo Chimbote. *Rev Investig Univ Le Cordon Bleu*. 2018 Jun;5(1):65–78.
 24. Kern-Allely CM, McGimsey MR, McAdam TS, Cortes VL, Baumgarn S, Griffenhagen GM, et al. Waste not want not: piloting a clinical waste audit at a United States university veterinary teaching hospital. *J Am Vet Med Assoc*. 2023 Apr 1;261(4):584–591. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36706016/>
 25. Mustafa MY, Anjum AA. A total quality management approach to handle veterinary hospital waste management. *J Anim Plant Sci*. 2019;19(3):163–164. Disponible en: <http://www.joe.org/2000>