

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Diagnóstico del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados  
en la medicina veterinaria**

**Por:**

**Faride Lizeth Del Val Almaraz**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**Torreón, Coahuila, México**

**Junio 2023**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Diagnóstico del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados  
en la medicina veterinaria**

Por:

**Faride Lizeth Del Val Almaraz**

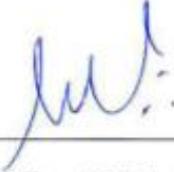
TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para  
obtener el título de:

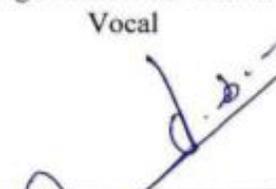
**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Natalia Belén Ortega  
Morales  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Miguel Medrano Santillana  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Isaías López Hernández  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez  
Vocal suplente

  
\_\_\_\_\_  
Dr. J. Isabel Márquez Mendoza  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Junio 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Diagnóstico del manejo de los residuos peligrosos biológico-infecciosos generados  
en la medicina veterinaria**

Por:

**Faride Lizeth Del Val Almaraz**

TESIS

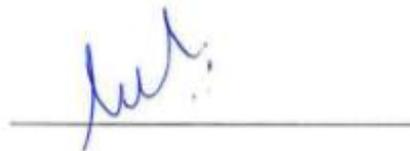
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



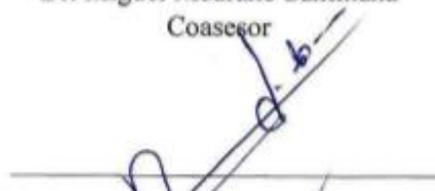
Dr. Natalia Belén Ortega  
Morales  
Asesor Principal



Dr. Miguel Medrano Santillana  
Coasesor



Dr. Isaiás López Hernández  
Coasesor



MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez  
Coasesor



Dr. J. Isabel Márquez Mendoza  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Junio 202

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco profundamente a mi alma terra mater por darme las bases del conocimiento para poder desarrollar mi propia investigación

Agradezco a mis profesores por contagiarme de su pasión por la investigación de temas importantes que tienen un impacto en nuestro planeta, en nuestra sociedad y nuestra economía.

En especial agradezco a mi asesora Natalia Belén Ortega Morales por asesorarme con toda su experiencia en la redacción de mi tesis, a mi coasesor José Guadalupe Rodríguez Martínez por acercarme con la gente indicada para desarrollar mi investigación, a mis maestros Isaías López Hernández y Miguel Medrano Santillana por sensibilizarnos e inspirarnos a tomar acciones con temas de medio ambiente.

Agradezco al médico Eric Reyes Ramírez, por todas sus sugerencias para facilitar la elaboración de este trabajo de tesis.

Agradezco a cada una de las personas que se entrevistaron y encuestaron por compartirme sus puntos de vista, por darme un espacio de sus agendas para ayudarme a comprender el contexto y darme un aprendizaje de cada una de sus áreas.

Agradezco a mis padres que siempre me apoyaron para tener una carrera y me impulsaron a seguir adelante con el esfuerzo enorme que hacían diariamente para que yo tuviera el privilegio de estudiar.

## **DEDICATORIA**

Este logro se lo dedico a Dios quien siempre me ha puesto en el lugar indicado, con las personas indicadas y en el tiempo indicado para que yo me supere como persona y obtenga un aprendizaje hermoso, por siempre darme la oportunidad de estar en lugares donde hago cosas que me apasionan.

Se lo dedico a mis padres Hilda Catalina Almaraz Acosta y Héctor Alfredo Del Val Faccuseh quien siempre se esforzaron para que yo tuviera las herramientas para seguir adelante y luchar por lo que me apasiona.

Se lo dedico a mis abuelos María del Refugio Acosta Favela y Marcos Almaraz Acosta porque crecí a su lado y me enseñaron la importancia de cada ser vivo, del amor por la tierra, por la naturaleza, a ensuciarme a disfrutar de cada día, a valorar y a maravillarme con la frescura de nuestro planeta.

A mi abuela María del Refugio Faccuseh Masu por siempre enseñarme a tener fe en Dios y esperanza y mucha perseverancia en lograr mis objetivos.

A mi novio Eduardo Nájera Velázquez por estar siempre a mi lado, acompañarme a cada paso y ser parte de este logro, por apoyarme siempre, por cuidarme y motivarme a sacar lo mejor de mí.

A mis hermanos Karen Valeria Del Val Almaraz y Alfredo Del Val Almaraz que los amo con todo mi corazón y me provocan una enorme felicidad.

## RESUMEN

En la presente tesis se diagnosticó el manejo de RPBI y los protocolos de bioseguridad aplicados en la carrera de médico veterinario zootecnista de la UAAAN UL para el desarrollo de dicha evaluación se utilizó como metodología un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo). La técnica que se utilizó es la aplicación de encuestas empleando la escala de Likert y la entrevista semiestructurada, la población se conformó por 107 estudiantes y 8 del personal docente. Se identificaron 8 áreas generadoras de RPBI derivados de las actividades de medicina veterinaria. Como resultado del diagnóstico de RPBI resultó que el 100% de las áreas no cuentan con una bitácora de control de generación. El 88% si realiza la separación, el 63% no tiene etiquetado especial. El 75% los almacena de manera temporal, el 88% tiene un protocolo de recolección, el 88% no cuenta con una ruta de transporte interna, el 88% de residuos punzocortantes cuenta con empresa autorizada para el tratamiento y destino, el 100% de las áreas cuentan con autoclave para la esterilización del material que estuvo en contacto con cultivos y cepas, los no anatómicos se desinfectan con hipoclorito de sodio y se destinan al relleno sanitario, el 100% de los patológicos se destinan a una fosa y el 100% de la sangre se destina al alcantarillado aplicando una inactivación con cloro al 10%, como conclusión la UAAAN UL es generador nivel 3 de generador de RPBI por lo que se debe dar cumplimiento con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Su nivel de bioseguridad es 1 y 2 por lo que se tienen poca probabilidad de causar enfermedades a humanos o animales sin embargo es recomendable que se cumplan con todas las directrices de bioseguridad ya que el personal puede exponerse a categorías de riesgo altamente considerables.

**Palabras clave:** RPBI, Residuos sanitarios, Residuos hospitalarios, Bioseguridad

## ABSTRACT

In this thesis was diagnosed the management of RPBI and biosafety protocols applied in the career of veterinary zootechnista of the UAAAN UL for the development of such evaluation was used as methodology a mixed approach (qualitative and quantitative). The technique used is the application of surveys using the Likert scale and the semi-structured interview, the population was made up of 107 students and 8 teaching staff. 8 areas generating RPBI derived from veterinary medicine activities were identified. As a result of the RPBI diagnosis, it turned out that 100% of the areas do not have a generation control log. 88% if you perform the separation, 63% do not have special labeling. 75% store them temporarily, 88% have a collection protocol, 88% do not have an internal transport route, 88% of sharps waste has an authorized company for treatment and destination, 100% of the areas have an autoclave for the sterilization of the material that was in contact with crops and strains, the non-anatomical ones are disinfected with sodium hypochlorite and are destined to the landfill, 100% of the pathological ones are destined to a pit and 100% of the blood is destined to the sewer applying an inactivation with 10% chlorine, as a conclusion the UAAAN UL is a level 3 generator of RPBI generator so it must comply with NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Its biosecurity level is 1 and 2 so they are unlikely to cause disease to humans or animals, however it is recommended that all biosecurity guidelines are complied with since personnel can be exposed to categories with a highly considerable risk.

**Key words:** RPBI, medical waste, hospital waste, biosecurity

## INDICE

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN .....	iii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
<b>2.1 Antecedentes Mundiales de los Residuos Sanitarios y Su Relación con las Enfermedades Infecciosas Emergentes</b> .....	3
<b>2.2 Aumento de los Residuos Sanitarios Durante la Pandemia de Covid 19</b> .....	5
<b>2.3 Enfermedades Infecciosas Emergentes (EIE) y su Transmisión Mediante Vectores Ambientales</b> .....	6
2.3.1 Definición de las Enfermedades Infecciosas Emergentes .....	6
2.3.2 Categorías de Enfermedades Infecciosas Emergentes del Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas .....	7
2.3.3 Nivel de Riesgo y Bioseguridad Según el Manual de la OMS .....	12
<b>2.4 Antecedentes de los RPBI en el País de México</b> .....	13
<b>2.5 Marco Normativo del País de México</b> .....	15
<b>2.6 Definición y Clasificación de los Residuos en el País de México</b> .....	16
2.6.1 Definición de Residuo: .....	16
2.6.2 Clasificación de los Residuos: .....	17
2.6.3 Residuos Sólidos Urbanos .....	17
2.6.4 Residuos de Manejo Especial .....	17
2.6.5 Residuos Peligrosos .....	18
2.6.6 Manejo de Residuos Peligrosos .....	18
<b>2.7 Residuos Peligrosos Biológico-infecciosos (RPBI)</b> .....	19
2.7.1 Criterios para Determinar Cuándo un Residuo Puede Considerarse Infeccioso .....	20
2.7.2 Clasificación y Manejo de los RPBI Según lo Establecido en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 .....	21
2.7.3 Manejo de los RPBI .....	23
2.7.4 Empresas autorizadas en el país de México para tratamiento e incineración de RPBI .....	23
<b>2.8 Relación de los RPBI con la Medicina Veterinaria y Zootecnia</b> .....	25
2.8.1 RPBI Generados en la Medicina Veterinaria .....	26
2.8.2 Principales Barreras que Impiden el Manejo Adecuado de RPBI Proveniente de la Medicina Veterinaria .....	26
2.8.3 Recomendaciones del Pretratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Generación de RPBI .....	28

2.8.4 Enfermedades Infecciosas y la Medicina Veterinaria .....	29
2.8.5 Transmisión de Agentes Infecciosos a Través del Contacto con Animales y Conductores Ambientales .....	30
2.8.6 Seguridad Laboral del Médico Veterinario Zootecnista al Contacto con RPBI .....	31
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1. Determinación de “n” Muestreal.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2 Clasificación de los Entrevistados por Género y Semestre Cursado.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3 Elaboración de la Encuesta Aplicada a Estudiantes de MVZ.....</b>	<b>35</b>
<b>3. 4 Parámetros que se Evaluaron con la Metodología de Escala de Likert.....</b>	<b>36</b>
<b>3.5 Metodología y Selección de Áreas Para la Aplicación de Entrevistas.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6 Evaluación del manejo de RPBI por categorías en la carrera de MVZ.....</b>	<b>37</b>
<b>3.7 Tabla de Resultados Finales de la Investigación .....</b>	<b>39</b>
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1 Determinación de Áreas y Actividades Donde se Generan RPBI.....</b>	<b>40</b>
<b>4.2 Evaluación Observacional del Estado Físico y la Bioseguridad Aplicada en las Áreas Generadoras de RPBI.....</b>	<b>45</b>
4.2.1 Descripción del Estado de las Instalaciones.....	45
4.2.2 Riesgo y bioseguridad observado en prácticas MVZ.....	45
4.2.3 Uso de Equipo de Protección Personal en MVZ.....	47
<b>4.3 Resultados de Encuestas a Estudiantes de MVZ.....</b>	<b>50</b>
4.3.1 Muestra de Población Seleccionada para la Aplicación de Encuestas:.....	50
4.3.2 Clasificación de los Entrevistados por Género y Semestre Cursado .....	50
4.3.3 Resultados de la Encuesta Aplicada a Estudiantes de MVZ.....	51
4.3.4 Gráficas del Porcentaje Obtenido de los Parámetros Evaluados con la Metodología de la Escala de Likert.....	52
<b>4. 4 Resultados de la Aplicación de Entrevistas al Personal de la carrera MVZ. ....</b>	<b>55</b>
4.4.1 Áreas Seleccionadas para la Aplicación de la Entrevista.....	55
4.4.2 Resultados del Manejo de RPBI por Categoría en la Carrera de MVZ. ....	56
4.4.3 Tablas de Resultados Finales de la Investigación .....	63
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>VI. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>72</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIOBLOGRAFICAS .....</b>	<b>73</b>
<b>VIII. ANEXO 1.....</b>	<b>76</b>
<b>IX. ANEXO 2.....</b>	<b>84</b>
<b>X. ANEXO 3.....</b>	<b>85</b>

XI. ANEXO 4.....	89
------------------	----

## INDICE DE CUADROS

Cuadro. 1 Categorías de riesgo y tipos de patógenos para contraer una enfermedad infecciosa. ....	7
Cuadro. 2 Generación de RPBI durante el periodo 2004-2021 en México. ....	14
Cuadro. 3 Identificación de los RPBI.....	21
Cuadro. 4 Clasificación de los Generadores de RPBI.....	22
Cuadro. 5 Variables aplicadas para la elección de los encuestados .....	35
Cuadro. 6 Nivel de la puntuación de la encuesta según la escala de Likert .....	35
Cuadro. 7 Criterios a evaluar el conocimiento del manejo de RPBI en estudiantes de MVZ.....	36
Cuadro. 8 Categorías para evaluar el manejo de RPBI para los entrevistados.....	38
Cuadro. 9 Áreas identificadas como generadoras de RPBI.....	40
Cuadro. 10 Descripción de Áreas y Actividades .....	40
Cuadro. 11 Riesgos biológicos y físicos .....	46
Cuadro. 12 Porcentaje del conocimiento del manejo de residuos en estudiantes de MVZ.....	51
Cuadro. 13 Áreas seleccionadas para la entrevista .....	56
Cuadro. 14 Porcentaje de separación, etiquetado y envasado .....	57
Cuadro. 15 Almacenamiento .....	58
Cuadro. 16 Recolección .....	58
Cuadro. 17 Tratamiento y destino de los RPBI .....	59
Cuadro. 18 Hospital veterinario de pequeñas especies .....	63
Cuadro. 19 Hospital veterinario de grandes especies .....	64
Cuadro. 20 Unidad de diagnóstico de patología .....	64
Cuadro. 21 Salubridad e higiene.....	65
Cuadro. 22 Laboratorio de parasitología veterinaria .....	65
Cuadro. 23 Centro de investigación en reproducción caprina .....	66
Cuadro. 24 Laboratorio de anatomía .....	66
Cuadro. 25 Área de corrales (Centro de biotecnología de la reproducción).....	67

## INDICE DE FIGURAS

Figura. 1	Variación porcentual de la generación de RPBI.....	14
Fuente: Cuadro 2, elaboración propia .....		14
Figura. 2	Empresas autorizadas en el país de México para la incineración de RPBI. ..	24
Figura. 3	Porcentaje de alumnos entrevistados por género masculino o femenino .....	50
Figura. 4	Semestre cursado por la población encuestada.....	50
Figura. 5	Conocimiento general sobre la segregación e identificación de los residuos (RSU, RME, RP).....	53
Figura. 6	Conocimiento de los RPBI en las etapas de generación, identificación y separación.	53
Figura. 7	Conocimiento y prácticas de bioseguridad aplicadas por estudiantes. ....	55
Figura. 8	Disposición final de los objetos punzocortantes.....	60
Figura. 9	Disposición final de los residuos no anatómicos .....	60
Figura. 10	Disposición final de los residuos patológicos .....	61
Figura. 11	Disposición final de los cultivos y cepas .....	61
Figura. 12	Disposición final de RPBI en su categoría sangre .....	62

## I. INTRODUCCIÓN

No puede haber salud humana, si no hay sanidad animal, y ambas no pueden existir sin un medio ambiente sano, si está dañado y no es sustentable (FAO, 2021). Anteriormente este concepto fue propuesto por Rudolf Virchow en el año 1858 surgiendo precedentemente del concepto “una patología” (Cardiff, Ward, & Barthold, 2008). El progreso del término fue a “una medicina”. Actualmente “una salud”, atiende por igual en armonía la salud humana, a la sanidad animal y al ambiente (Hubálek, 2003).

La medicina veterinaria tiene como bases fundamentales la clínica, la zootecnia y la salud pública, haciendo que los estudiantes y médicos veterinarios puedan realizar diagnósticos clínicos, tratamientos, intervenciones quirúrgicas y la prevención de enfermedades o problemas que se presentan en animales de compañía y animales de producción. En las distintas áreas en las que ejerce un médico veterinario se generan residuos peligrosos biológico-infecciosos (RPBI), sin embargo, no son referidos de manera definida en la legislación ambiental mexicana.

En el transcurso 2004-2021 el volumen de generación de residuos peligrosos (RP) en el país de México fue de 4,190,718.93 toneladas. Dentro de los distintos tipos de RP, los RPBI tienen gran importancia por los posibles riesgos que representan cuando su manejo resulta contraproducente. En el periodo 2004-2021, en el país de México su volumen de generación fue de 211,715.84 toneladas, lo que representó el 8% del total de los RP generados a nivel nacional. El mayor componente de este tipo de residuos correspondió a residuos anatómicos (56%), el 19% fueron residuos patológicos, el 13% objetos punzocortantes, el 9% sangre y 3% fueron cultivos y cepas (SNIARN, 2021).

Este tipo de residuos son generados durante los servicios de atención médica, y actividades relacionadas como en centros de enseñanza e investigación, actividades de docencia, laboratorios clínicos y de diagnóstico, servicios veterinarios etc. El manejo de RPBI debe ser apropiado dentro de los establecimientos que los generan y durante la formación universitaria ya que no se aborda este tema directamente en escuelas donde se imparte la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia ya que al estar en contacto con este tipo de residuos si no se tratan de manera conveniente existen peligros que varían enormemente tanto en el tipo como en el nivel de riesgo a la salud y al medio ambiente, debido al tipo

de patógenos con los que se interactúa enfatizando el riesgo directo a contraer enfermedades y el riesgo de lesiones físicas.

Las exposiciones a riesgos laborales en el entorno médico veterinario son comunes, el 98% de los técnicos veterinarios experimentan una lesión física o amenaza ocupacional para la salud como peligros químicos, físicos y biológicos o enfermedades infecciosas zoonóticas, en algún momento de su carrera o profesión (Fowler, Holzbauer, Smith, & Scheftel, 2016). La bioseguridad se formuló para prevenir y proteger a las personas por medio de normativas y protocolos que, durante actividades de trabajo o investigación, lleguen a estar en contacto con algún patógeno o muestra potencialmente infecciosa (Peng, Bilal, & Iqbal, 2018).

En las escuelas de medicina veterinaria existe una falta de comunicación sobre los posibles riesgos a la salud relacionados con el manejo impropio de RPBI, enfocado a el progreso de una cultura centralizada en la seguridad para todo el personal integrando la capacitación para los estudiantes y docentes (Scheftel, Elchos, Rubin, & Decker, 2017).

Este estudio tiene como objetivo diagnosticar las fortalezas y debilidades del manejo de RPBI y los protocolos de bioseguridad aplicados dentro de las áreas de generación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), en particular de la carrera de Médico Veterinario Zootecnista mediante un estudio cualitativo y cuantitativo aplicado técnicos, encargados y estudiantes en la ciudad de Torreón Coahuila.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes Mundiales de los Residuos Sanitarios y Su Relación con las Enfermedades Infecciosas Emergentes

La producción mundial de desechos se multiplicó por diez entre 1900 y 2000. Se espera que se duplique nuevamente para 2025, lo que significa que los desechos “se están generando más rápido que otros contaminantes ambientales, incluidos los gases de efecto invernadero”(Hoorweg, Bhada-Tata, & Kennedy, 2013).

En la década de 1970, los hospitales y los médicos comenzaron a adoptar equipos hechos de plástico. Se utilizaron para innumerables productos, incluidas prótesis, tejidos de ingeniería, parches de micro agujas para la administración de medicamentos, guantes de látex, bolsas intravenosas, tubos de diálisis, suturas absorbibles y cemento óseo en reemplazos totales de cadera, lo que llevó incluso a los autores que critican los riesgos para la salud de los plásticos: “Los plásticos son rentables, requieren poca energía para producirse y son livianos y biocompatibles. Esto los convierte en un material ideal para dispositivos desechables de un solo uso”(North & Halden, 2013).

Al principio, los desechables fueron ampliamente valorados por su durabilidad, uso confiable y comodidad para el paciente. Aunque los cambios a la desinfección química en lugar de la térmica hicieron posible la reutilización de material plástico, el precio económico y la conveniencia alentaron el uso de desechables. Este cambio vino con algunos beneficios reales para la salud. Las jeringas de plástico desechables resultaron de gran utilidad para las campañas de vacunación contra la viruela y la poliomielitis, favoreciendo su uso masivo. De manera similar, cuando la epidemia emergente del VIH aumentó la importancia de las prácticas higiénicas en la década de 1980, los desechables de plástico cubrieron esta necesidad. Gradualmente, los desechables comenzaron a ser percibidos como una medida de seguridad médica (Hodges, 2017).

Los hospitales y otras instalaciones de salud generan una cantidad cada vez mayor de desechos, aproximadamente el 15 % de los cuales pueden ser infecciosos, tóxicos o radiactivos. La OMS ha estado abordando el tema desde la década de 1980. Después de centrarse inicialmente en países de altos ingresos, luego se centró en países de bajos

ingresos, con métodos de eliminación inseguros en vertederos e incineradores inadecuados como principales preocupaciones (Borowy, 2020).

Los residuos médicos o sanitarios representan un enorme desafío para la salud mundial según la información de la OMS. Alrededor del 85% de estos residuos se clasifican como en general, no peligrosa, mientras que aproximadamente el 15% pueden ser infecciosos, tóxicos o radiactivos. Los hospitales y otras instalaciones de atención médica, laboratorios, centros de investigación, morgues, centros de autopsias, bancos de sangre y hogares de ancianos generan desechos.

Los riesgos potenciales son varios: el material infeccioso, como sangre infectada, tejidos humanos o partes del cuerpo, puede transmitir enfermedades a otros pacientes, trabajadores de la salud y al público en general. Particularmente problemático, esto puede involucrar patógenos resistentes a los medicamentos de los hospitales.

Los objetos afilados pueden causar lesiones, especialmente a las personas que hurgan en los vertederos de basura, una práctica común en los países de bajos ingresos. Se estima que cada año se administran 16 billones de inyecciones, y no todas las agujas y jeringas se desechan de manera segura, lo que genera un riesgo combinado de lesiones e infecciones. La incineración inadecuada puede liberar contaminantes al aire y al suelo, incluidas dioxinas, furanos y metales tóxicos (OMS, 2018b)

Los residuos sanitarios son una problemática que requiere mejores métodos de tratamiento y eliminación. Un área de oportunidad que requiere de una mejor gestión y disposición organizacional ya que se carece de información sobre el tema. Que muestra que se requiere de recursos que sean destinados en beneficio de la salud pública para beneficio de la sociedad. En última instancia, la pregunta es: ¿la solución requiere un enfoque en la gestión de residuos o un replanteamiento integral de la totalidad de los servicios de salud? (Borowy, 2020).

Cabe destacar que durante la investigación se encontró información escasa de manera internacional que abordará el tema de RPBI generados en la medicina veterinaria. De manera internacional las palabras claves más utilizadas para obtener información relevante sobre los RPBI es residuos sanitarios o residuos hospitalarios que hablan más sobre los residuos generados en hospitales de atención humana, se tiene la hipótesis de que se encuentra poca información específica sobre los RPBI generados en la medicina veterinaria debido que en la normatividad no se mencionan de manera puntual.

## **2.2 Aumento de los RPBI Durante la Pandemia de COVID 19**

Este estudio se realizó basándose en la experiencia de la contingencia de COVID 19 donde la totalidad de la población humana se puso a prueba y se comprobó que si la población segregaba correctamente los residuos como los cubrebocas y seguía los protocolos de bioseguridad se tenía menos probabilidad de contagiarse de un virus potencialmente infeccioso. Actualmente a nivel mundial en los últimos años el incremento de RPBI a nivel mundial surgió debido a la presencia de una enfermedad emergente de etiología infecciosa que ha paralizado a todos, siendo ya un problema de salud pública por su alta tasa de contagios, una enfermedad potencialmente mortal (SanJuan-Reyes, Gómez-Oliván, & Islas-Flores, 2021).

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) se ha propagado de manera concisa a 210 países y territorios más allá de China. En 2020 este virus se designó por la OMS en categoría de alto riesgo determinado como pandemia declarada como emergencia mundial. La propagación de COVID-19 demuestra una vez más el riesgo potencial asociado de la interacción impertinente de los humanos con los animales originando como fuente principal las enfermedades zoonóticas emergentes (Tiwari et al., 2020)

Con la aparición de esta pandemia de COVID-19 ha resultado en un aumento sin precedentes de la generación de desechos biológico-infecciosos, el consumo y la eliminación de equipos de protección personal (EPP), que incluyen mascarillas, guantes desechables y toallitas desinfectantes, que a menudo están hechos de plástico de un solo uso. El uso público generalizado de estos artículos ha ejercido presión sobre los municipios para que recolecten y eliminen adecuadamente los EPP potencialmente infecciosos (Ammendolia, Saturno, Brooks, Jacobs, & Jambeck, 2021)

A consecuencia de la enfermedad coronavirus un transmitido a nivel mundial de animales a personal se efectuó una crisis sanitaria y la respuesta a esta crisis ponen de realce la necesidad de una acción concertada entre los distintos sectores con el objetivo de proteger la salud y prevenir alteraciones negativas en los sistemas alimentarios (OHHLEP, 2021).

La amenaza emergente planteada por la pandemia de COVID-19 ha modificado fuertemente nuestro estilo de vida, haciendo urgente reconsiderar las relaciones entre humanos y medio ambiente, estimulando hacia elecciones más sostenibles en nuestro comportamiento diario. Las evidencias científicas demostraron que la aparición de nuevos patógenos virales con un alto potencial epidémico-pandémico es a menudo el resultado de interacciones complejas entre animales, humanos y medio ambiente (Facciola, Laganà, & Caruso, 2021).

## **2.3 Enfermedades Infecciosas Emergentes (EIE) y su Transmisión Mediante Vectores Ambientales**

### **2.3.1 Definición de las Enfermedades Infecciosas Emergentes**

Se definen como enfermedades infecciosas que se reconocen recientemente en una población o han existido, pero están aumentando rápidamente en incidencia o rango geográfico. En pocas palabras, pueden ser nuevas infecciones resultantes de cambios o evolución de organismos existentes, infecciones conocidas que se propagan a nuevas áreas geográficas o poblaciones, infecciones previamente no reconocidas que aparecen en áreas que están experimentando una transformación ecológica, o antiguas infecciones que resurgen debido a la resistencia a los antimicrobianos en agentes conocidos o averías en las medidas de salud pública (Zoonóticas, 2017).

Muchas enfermedades emergentes son zoonóticas, es decir que se transmite desde un animal al ser humano u otro ser vivo. Asimismo, la EIE puede ser transmitida por alimentos, vectores o aire. Independientemente, para que se establezca una EIE, el agente infeccioso debe introducirse en una población vulnerable y el agente debe tener la capacidad de propagarse de persona a persona y causar enfermedades (Baylor, 2018).

Según el autor *Donna Behler McArthur* los impulsores biológicos, sociales y ambientales, que están interrelacionados, para que la población sea vulnerable incluyen los siguientes:

- Adaptación y cambio microbianos (p. ej., deriva genética y cambio en la influenza A)
- Susceptibilidad a la infección
- Aumento de la densidad de población humana.
- Pobreza y desigualdad social (p. ej., tuberculosis)

- Estrés de la expansión de las tierras de cultivo en el medio ambiente
- Globalización del mercado y la fabricación de alimentos.
- Contaminación ambiental
- Cambio climático
- Oportunidades adicionales para infecciones emergentes
- Crecimiento de la población
- Propagación en establecimientos de salud
- Envejecimiento de la población
- Viaje internacional
- Cambiar y expandir los hábitats de los vectores (las temperaturas más cálidas pueden permitir que los mosquitos y las enfermedades que transmiten se expandan a nuevas regiones).
- Resistencia a los medicamentos (contribuye al resurgimiento de bacterias, virus y otros microorganismos que cambian con el tiempo)
- Colapso en la salud pública
- Ataques biológicos intencionales (McArthur, 2019).

### 2.3.2 Categorías de Enfermedades Infecciosas Emergentes del Instituto Nacional de Alergias y Enfermedades Infecciosas

Cuadro. 1 Categorías de riesgo y tipos de patógenos para contraer una enfermedad infecciosa.

<p>Los patógenos de categoría A son aquellos organismos/agentes biológicos que representan el mayor riesgo para la seguridad nacional y la salud pública porque:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puede ser fácilmente difundido o transmitido de persona a persona.</li> <li>• Dar como resultado altas tasas de mortalidad y tener el potencial de</li> </ul>	<p>Categoría A Patógenos prioritarios: <i>Bacillus anthracis</i> (ántrax)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Toxina de <i>Clostridium botulinum</i> (botulismo)</li> <li>• <i>Yersinia pestis</i> (plaga)</li> <li>• <i>Variola major</i> (viruela) y otros virus de la viruela relacionados</li> <li>• <i>Francisella tularensis</i> (tularemia)</li> </ul>
---	--

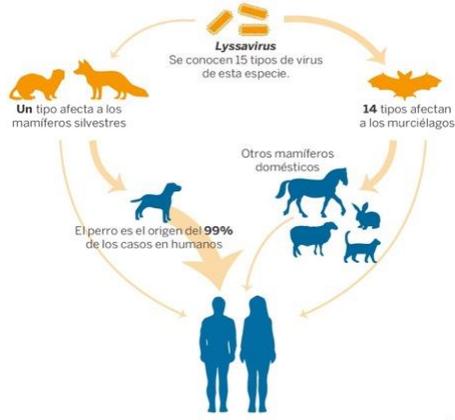
<p>un gran impacto en la salud pública.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podría causar pánico público y perturbación social.</li> <li>• Requerir una acción especial para la preparación de la salud pública</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fiebres hemorrágicas virales</li> <li>• <i>Arenavirus</i></li> <li>• <i>Junin, Machupo, Guanarito, Chapare</i> (nuevo en el año fiscal (FY14), Lassa, Lujo (nuevo en el FY14)</li> <li>• <i>Bunyavirus</i></li> <li>• <i>Hantavirus</i> que causan el síndrome pulmonar de Hanta, fiebre del valle del Rift, fiebre hemorrágica de Crimea-Congo</li> <li>• <i>Flavivirus</i></li> <li>• <i>Dengue</i></li> <li>• <i>Filovirus</i></li> <li>• <i>Virus Ébola y Marburg</i></li> </ul>
<p>Los patógenos de categoría B son los organismos/agentes biológicos de segunda prioridad más alta. Ellos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Son moderadamente fáciles de difundir.</li> <li>• Resultan en tasas de morbilidad moderadas y bajas tasas de mortalidad.</li> <li>• Requerir mejoras específicas para la capacidad de diagnóstico y una mayor vigilancia de enfermedades</li> </ul>	<p>Categoría B Patógenos prioritarios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Burkholderia pseudomallei</i> (<i>melioidosis</i>)</li> <li>• <i>Coxiella burnetii</i> (<i>fiebre Q</i>)</li> <li>• <i>Especies de Brucella</i> (<i>brucelosis</i>)</li> <li>• <i>Burkholderia mallei</i> (<i>muermo</i>)</li> <li>• <i>Chlamydia psittaci</i> (<i>psitacosis</i>)</li> <li>• Toxina de ricina (<i>Ricinus communis</i>)</li> <li>• Toxina épsilon (<i>Clostridium perfringens</i>)</li> <li>• <i>Enterotoxina B de estafilococo</i> (<i>SEB</i>)</li> <li>• <i>Fiebre tifoidea</i> (<i>Rickettsia prowazekii</i>)</li> </ul>

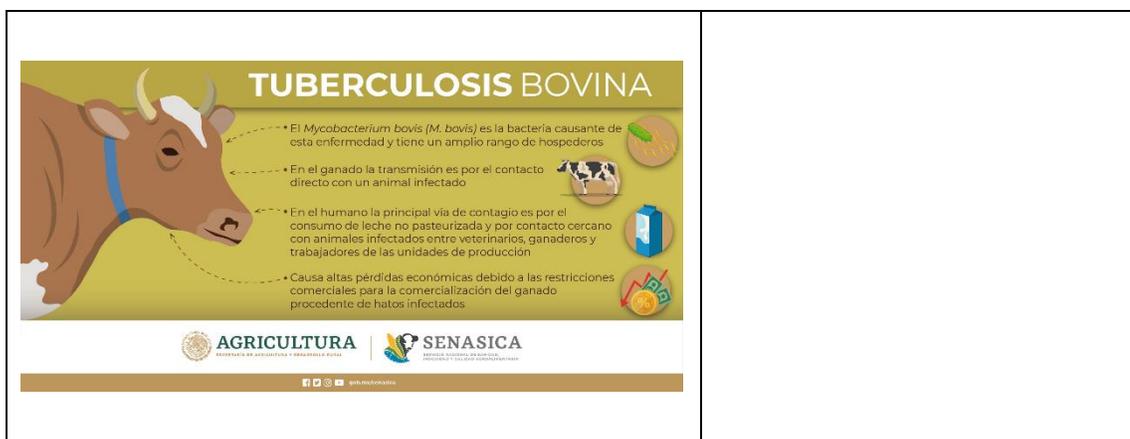
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Patógenos transmitidos por los alimentos y el agua</li></ul> <p>Bacterias</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>E. coli</i> diarreagénica</li><li>• <i>Vibriones</i> patógenos</li><li>• <i>Especies de Shigela</i></li><li>• <i>Salmonela</i></li><li>• <i>Listeria monocytogenes</i></li><li>• <i>Campylobacter jejuni</i></li><li>• <i>Yersinia enterocolítica</i></li></ul> <p>Virus</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Calicivirus</i></li><li>• <i>Hepatitis A</i></li><li>• <i>protozoos</i></li><li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li><li>• <i>Cyclospora cayatanensis</i></li><li>• <i>giardia lamblia</i></li><li>• <i>Entamoeba histolytica</i></li><li>• <i>Toxoplasma gondii</i></li><li>• <i>Naegleria fowleri</i> (nueva en FY14)</li><li>• <i>Balamuthia mandrillaris</i> (nuevo en FY14)</li></ul> <p>Hongos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• microsporidios</li></ul> <p>Virus transmitidos por mosquitos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Virus del Nilo Occidental (VNO )</li><li>• Encefalitis de <i>LaCrosse</i> (LACV)</li><li>• Encefalitis de California</li></ul>
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encefalitis equina venezolana (EEV)</li> <li>• Encefalitis equina del este (EEE)</li> <li>• Encefalitis equina occidental (EEO)</li> <li>• Virus de la encefalitis japonesa (JE)</li> <li>• Virus de la encefalitis de San Luis (SLEV)</li> <li>• Virus de la fiebre amarilla (YFV)</li> <li>• virus chikungunya</li> <li>• virus zika</li> </ul>
<p>Los patógenos de categoría C son la tercera prioridad más alta e incluyen patógenos emergentes que podrían diseñarse para diseminación masiva en el futuro debido a</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disponibilidad</li> <li>• Facilidad de producción y difusión.</li> <li>• Potencial de altas tasas de morbilidad y mortalidad y un gran impacto en la salud</li> </ul>	<p>Categoría C Patógenos Prioritarios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Virus Nipah y Hendra</i></li> <li>• Hantavirus adicionales</li> <li>• Virus de la fiebre hemorrágica transmitidos por garrapatas (<i>Bunyavirus, Flavivirus</i>)</li> <li>• Flavivirus del complejo de la encefalitis transmitida por garrapatas</li> <li>• Tuberculosis, incluida la tuberculosis resistente a los medicamentos</li> <li>• Virus de la gripe</li> <li>• Otras rickettsias</li> <li>• virus de la rabia</li> <li>• Síndrome respiratorio agudo severo asociado a coronavirus</li> </ul>

Fuente: National institute of allergy and infectes Diseases (NIAID) (NIAID, 2018).

**Algunos ejemplos de las enfermedades en poblaciones vulnerables son las siguientes:**

<p style="text-align: center;"><b>Brucelosis</b></p> 	<p>La brucelosis sigue siendo una de las enfermedades zoonóticas que mayor impacto causa en las poblaciones de escasos recursos en las Américas. Además de su impacto en la salud pública, la enfermedad es importante por sus implicaciones en la producción pecuaria y por constituir una barrera al comercio de animales y sus productos.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Rabia</b></p>  <p style="text-align: center;">Fuente: Organización Mundial de la Salud. EL PAÍS</p>	<p>La mayoría de los países de las Américas han logrado la eliminación de la rabia humana transmitida por el perro y su presentación esporádica se limita a pequeñas áreas geográficas, mientras que la rabia transmitida por animales salvajes está ampliamente extendida en el continente.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Influenza aviar</b></p> 	<p>Además de ser un gran riesgo para la salud pública, la influenza aviar es una importante enfermedad transfronteriza que puede afectar la economía local y amenazar la cadena alimentaria, e incluso comprometer la seguridad alimentaria.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Tuberculosis zoonótica</b></p>	<p>La tuberculosis por <i>M. bovis</i> sigue siendo una carga sanitaria, económica y social de gran importancia en las Américas, afectando de forma desigual a las poblaciones más vulnerables.</p>



Fuente: (OPS, 2021).

### 2.3.3 Nivel de Riesgo y Bioseguridad Según el Manual de la OMS

#### ¿Qué es la bioseguridad?

Es el conjunto de procedimientos, protocolos, estrategias, normativas etc. Que gestionan el grado de riesgo para prevenir la exposición a microorganismos infecciosos causantes de enfermedades para la salud humana, vegetal y animal ligado con el medio ambiente. El fin principal de la bioseguridad es la disminución de riesgos por contaminación biológica. (Blanco, 2021). La capacitación del personal debe incorporar siempre la enseñanza de métodos seguros para procedimientos peligrosos que habitualmente afectan a todo el personal de laboratorio (OMS, 2005).

Clasificación de los microorganismos infecciosos por grupos de riesgo:	
<b>Grupo de riesgo 1</b>	Microorganismos que tienen poca posibilidad de provocar enfermedades en el ser humano o los animales.
<b>Grupo de riesgo 2</b>	La población está expuesta a patógenos con posibilidad de provocar enfermedades a animales o humanos, pero con poca probabilidad de

	producir un riesgo grave para el personal, animales y medio ambiente. Con medidas preventivas eficaces el riesgo de expansión es limitado.
<b>Grupo de riesgo 3</b>	Agentes infecciosos que pueden provocar enfermedades humanas o animales graves, pero que ordinariamente no se propagan de un individuo a otro.
<b>Grupo de riesgo 4</b>	La transmisión de agentes infecciosos es altamente probable de un organismo a otro directa o indirectamente, provocando enfermedades graves.

Fuente: (OMS, 2005)

#### 2.4 Antecedentes de los RPBI en el País de México

Anteriormente los generadores de residuos generalmente frecuentaban disponerlos en totalidad en vertederos y no llegaban a considerarse como una fuente de ingresos. El aumento de las poblaciones urbanas deriva el aumento de residuos en el país de México la mala disposición de residuos provoca incendios, fugas o derrames resultantes de residuos o sustancias peligrosas que resultan un grave peligro para la población, los ecosistemas y el medio ambiente (SEMARNAT, 2021).

Los primeros estudios para estimar el volumen de residuos peligrosos generados en el país de México fueron elaborados en 1994 por el Instituto Nacional de Ecología (INE). A partir de entonces, las cifras han aumentado y se recolectado principalmente en la información reportada por las empresas que los generan o tratan. La aproximación más reciente sobre las estimaciones de la generación de RP para el país se obtiene a partir de los registros que hacen las empresas incorporadas al Padrón de Generadores de Residuos Peligrosos (PGRP) a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (SEMARNAT, 2020).

Según el Sistema nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN) la generación total de RPBI del periodo de 2004-2021 fue de 211,715.84 toneladas lo que representó a una generación del (3 %) correspondiente a cultivos y cepas, el (13 %) a

objetos punzocortantes, el (19%) a patológicos, el (56%) a su clasificación en anatómicos y el (9%) correspondiente a la sangre (SNIARN, 2021).

Cuadro. 2 Generación de RPBI durante el periodo 2004-2021 en México.

GENERACIÓN DE RPBI EN EL PAÍS DE MÉXICO (TON)				
PERIODO	2004-2018	2004-2019	2004-2020	2004-2021
Cultivos y Cepas	6,216.18	6,299.39	6,318.21	6,388.98
Objetos Punzocortantes	27,552.92	27,772.95	27,900.94	28,044.33
Patológicos	38,979.56	39,073.59	39,143.15	39,212.14
Anatómicos	116,662.72	117,078.50	117,654.99	118,226.52
Sangre	8,739.50	19,733.93	19,782.92	19,843.87
<b>TOTAL</b>	<b>198,150.88</b>	<b>209,958.36</b>	<b>210,800.21</b>	<b>211,715.84</b>

Fuente: SNIARN 2021

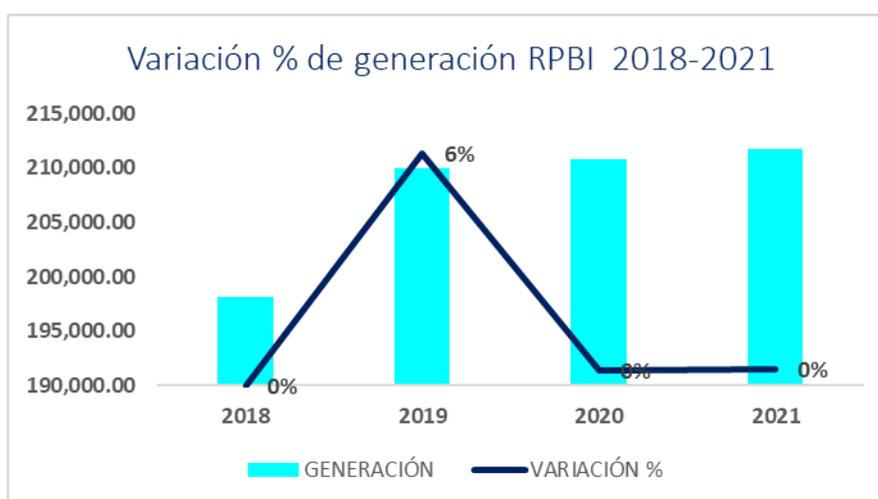


Figura. 1 Variación porcentual de la generación de RPBI

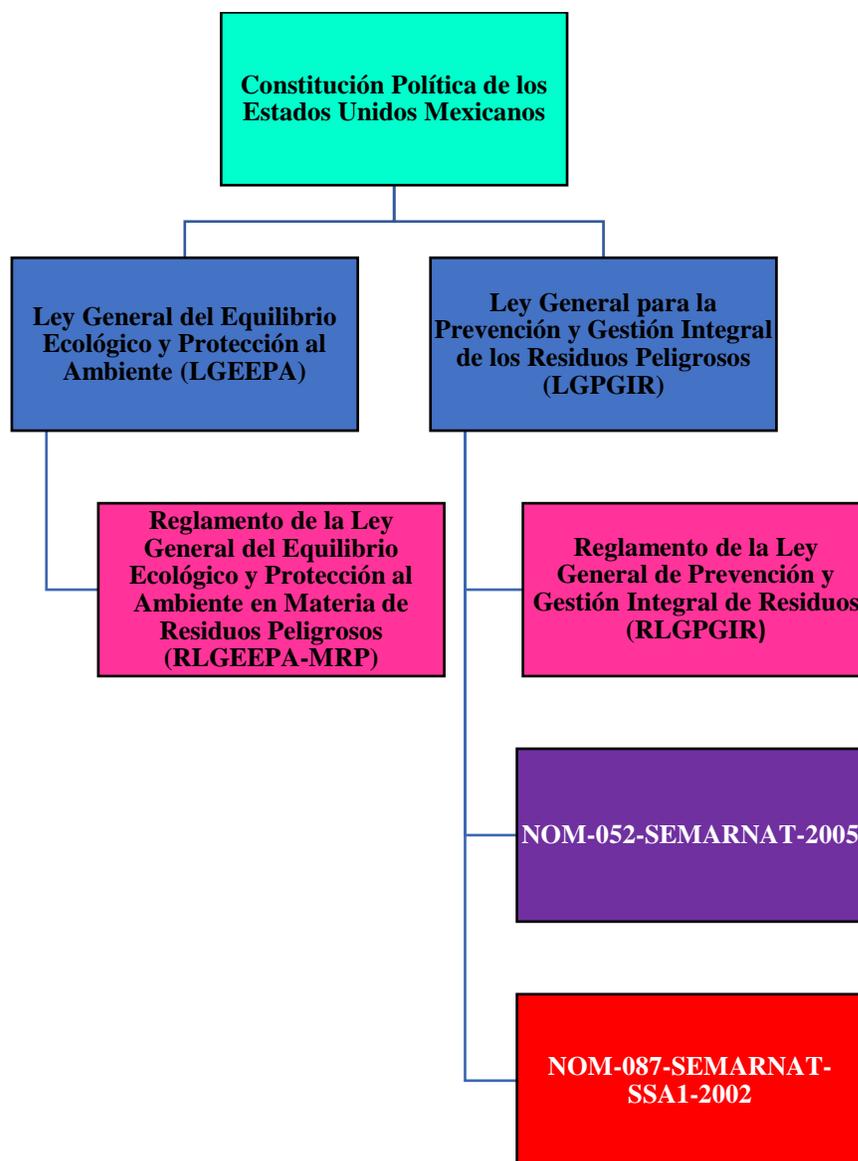
Fuente: Cuadro 2, elaboración propia

La figura 1 muestra la variación porcentual de la generación de RPBI durante el periodo de 2018 a 2021, donde se ve un incremento del 6% en la generación de RPBI del año 2018 a 2019 manteniéndose constante durante el año de 2020 y 2021.

## **2.5 Marco Normativo del País de México**

El marco normativo para regular el tema ambiental y de residuos en México está integrado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los tratados internacionales en los que participa, las leyes federales y sus reglamentos, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), las Normas Mexicanas (NMX), así como los decretos y acuerdos, constituciones a nivel estatal, leyes estatales y bandos municipales.

Los RPBI se encuentran regulados en el país de México de acuerdo con el siguiente orden:



## 2.6 Definición y Clasificación de los Residuos en el País de México

### 2.6.1 Definición de Residuo:

Según la LGEEPA, publicada el 28 de enero de 1988 en el diario oficial de la federación un residuo se define como: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Según la LGPGIR publicada en 2003 se define como: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser

valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven (LGPGIR, 2003).

La actualización de la legislación mexicana en el año 2003 fundamentada en la LGPGIR establece una percepción distinta a la LGEEPA al contemplar residuos a los materiales y productos siempre que sean desechados por sus propietarios (Nava, 2008).

### **2.6.2 Clasificación de los Residuos:**

En función de sus características y orígenes, se les clasifica en tres grandes grupos:

- Residuos sólidos urbanos (RSU)
- Residuos de manejo especial (RME)
- Residuos peligrosos (RP)

### **2.6.3 Residuos Sólidos Urbanos**

Los residuos sólidos urbanos son los que se generan en las casas habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas (p. e., de los productos de consumo y sus envases, embalajes o empaques) o los que provienen también de cualquier otra actividad que se desarrolla dentro de los establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de las vías y lugares públicos siempre que no sean considerados como residuos de otra índole (LGPGIR, 2003).

### **2.6.4 Residuos de Manejo Especial**

Los Residuos de Manejo Especial (RME) están definidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) como aquéllos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (LGPGIR, 2003).

### 2.6.5 Residuos Peligrosos

De conformidad con la NOM 052 SEMARNAT 2005 el residuo es peligrosos si presentan al menos una de las siguientes características:



Así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

La NOM 052 SEMARNAT 2005 establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos las características que definen a un residuo peligroso (SEMARNAT, 2005).

Es importante resaltar las facultades establecidas en el marco jurídico de México, en el cual se establece que el ente responsable del control y de la gestión de los residuos peligrosos es la Federación, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) (SEMARNAT, 2020).

La generación de residuos peligrosos en la educación superior comúnmente es derivada de las actividades donde consumen algunos materiales o productos, que al desecharse presentan propiedades CREATIB y actividades que realizan en las prácticas de laboratorio o proyectos de investigación (Zavala; & Devorá, 2003).

### 2.6.6 Manejo de Residuos Peligrosos

Los residuos peligrosos pueden manejarse y/o disponerse de manera segura de distintas formas:

- a) por el reciclaje y reusó previo a su tratamiento y disposición final,
- b) por medio del tratamiento que reduce su peligrosidad,
- c) por su incineración bajo condiciones controladas, y

d) por su confinamiento en sitios adecuados para ello. Para llevar a cabo estos procesos, los residuos deben transportarse previamente y de manera segura desde sus sitios de origen hasta las instalaciones donde serán manejados o dispuestos para su confinamiento (SEMARNAT, 2011).

Cada residuo caracterizado como peligroso según sus características CRETIB tiene distintos procedimientos de manejo para su correcta disposición en los procesos de identificación, segregación, envasado, etiquetado, almacenamiento y transporte. Por ejemplo, un residuo explosivo o inflamable requiere de almacenamiento bajo las condiciones donde no exista alta presión o temperatura para evitar que se incendie o explote. Un RPBI patológico requiere estar a bajo 4° C de temperatura para evitar que los microorganismos se propaguen. Cuando se trata de RP hay que evitar mezclarlos con otros materiales o RP que sean incompatibles y puedan derivar incendios, explosiones, propagación de enfermedades etc. (Nava, 2008).

## **2.7 Residuos Peligrosos Biológico-infecciosos (RPBI)**

En la clasificación de RP se encuentran los RPBI, que actualmente tienen un incremento en su generación y una importancia muy grande debido a sus características de peligrosidad ya que los residuos infecciosos son aquellos que podrían contener patógenos (bacterias, virus, parásitos u hongos que causan enfermedades) en una concentración o cantidad suficiente como para causar enfermedades en huéspedes susceptibles (Alverson, 2020).

La LGPGIR define como agente infeccioso a los microorganismo capaz de causar una enfermedad si se reúnen las condiciones para ello, y cuya presencia en un residuo lo hace peligroso (LGPGIR, 2020).

En el anexo III del Convenio de Basilea se define a los RPBI como sustancia o residuo que contiene microorganismos que se ha confirmado o se hace la suposición que puede provocar enfermedades en los seres vivos. Por lo que se recurre a procedimientos de riesgo para determinar si se considera peligroso en lugar de recurrir a pruebas de laboratorio. La

característica biológico-infeccioso no es propia de los residuos. En los establecimientos de generación de RPBI se proponen los siguientes requisitos especiales de manejo (PNUMA, 1989).

### **2.7.1 Criterios para Determinar Cuándo un Residuo Puede Considerarse Infeccioso**

Es recomendable exigir protocolos específicos para el manejo de RPBI en los distintos establecimientos que los generen y que se sospeche que el residuo está contaminado con agentes infecciosos que puedan provocar enfermedades, la siguiente lista comprende los principales criterios para determinar si un residuo puede considerarse infeccioso:

- Riesgo vulnerable de infección (potencial epidémico, posibilidad de contagio, dosis de infección,)
- Probabilidad de agentes patógenos (capacidad de infección);
- Medio de transmisión;
- Importancia y peculiaridad de la potencial contaminación;
- Volumen de los residuos contaminados;
- Importancia y probabilidad de tratamiento de la enfermedad que puede producir (PNUMA, 1989).

Los RPBI nombrados residuos biomédicos o sanitarios en otros países son considerados como RME en distintos países, para ser considerados como residuos peligrosos que representen un riesgo para la salud humana y del medio ambiente precisan reunir las siguientes características:

- Que los agentes infecciosos estén vivos.
- Que preserve su virulencia.
- Que se encuentren en una cantidad suficiente para provocar la infección (inóculo).
- Que encuentren un modo de acceso al organismo receptor.
- Que el ser vivo tenga bajas sus defensas (PNUMA, 1989).

### 2.7.2 Clasificación y Manejo de los RPBI Según lo Establecido en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

En la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 se especifica la clasificación de RPBI de la siguiente manera:

Cuadro. 3 Identificación de los RPBI

<b>Identificación de los residuos peligrosos biológico-infecciosos</b>	
<b>La sangre</b>	La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como los derivados no comerciales, incluyendo las células progenitoras, hematopoyéticas y las fracciones celulares o acelulares de la sangre resultante (hemoderivados).
<b>Los cultivos y cepas de agentes biológico-infecciosos.</b>	Los cultivos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación, así como los generados en la producción y control de agentes biológico-infecciosos. Utensilios desechables usados para contener, transferir, inocular y mezclar cultivos de agentes biológico-infecciosos.
<b>Los patológicos</b>	Los tejidos, órganos y partes que se extirpan o remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica, que no se encuentren en formol. Las muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico e histológico, excluyendo orina y excremento. Los cadáveres y partes de animales que fueron inoculados con agentes enteropatógenos en centros de investigación y bioterios
<b>Residuos no anatómicos</b>	Los materiales de curación, empapados, saturados, o goteando sangre o cualquiera de los siguientes fluidos corporales: líquido sinovial, líquido pericárdico, líquido pleural, líquido Céfalorquídeo o líquido peritoneal. Los materiales desechables que contengan esputo, secreciones pulmonares y cualquier material usado para contener éstos, de pacientes con sospecha o diagnóstico de tuberculosis o de otra enfermedad infecciosa según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico. Los materiales desechables que estén empapados, saturados o goteando sangre, o secreciones de pacientes con sospecha o diagnóstico de fiebres hemorrágicas, así como otras enfermedades infecciosas emergentes según sea determinado por la SSA mediante memorándum interno o el Boletín Epidemiológico.

	Materiales absorbentes utilizados en las jaulas de animales que hayan sido expuestos a agentes enteropatógenos.
<b>Los objetos punzocortantes</b>	Los que han estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, únicamente: tubos capilares, navajas, lancetas, agujas de jeringas desechables, agujas hipodérmicas, de sutura, de acupuntura y para tatuaje, bisturís y estiletes de catéter, excepto todo material de vidrio roto utilizado en el laboratorio, el cual deberá desinfectar o esterilizar antes de ser dispuesto como residuo municipal.

Fuente: NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

Cuadro. 4 Clasificación de los Generadores de RPBI

<b>NIVEL 1</b>	<b>NIVEL 2</b>	<b>NIVEL 3</b>
<p><b>Unidades hospitalarias de 1 a 5 camas e instituciones de investigación con excepción de los señalados en el Nivel III.</b></p> <p><b>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 1 a 50 muestras al día.</b></p> <p><b>Unidades hospitalarias psiquiátricas.</b></p> <p><b>Centros de toma de muestras para análisis clínicos.</b></p>	<p>Unidades hospitalarias de 6 hasta 60 camas;</p> <p>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis de 51 a 200 muestras al día;</p> <p>Bioterios que se dediquen a la investigación con agentes biológico-infecciosos,</p> <p>Establecimientos que generen de 25 a 100 kilogramos al mes de RPBI.</p>	<p>Unidades hospitalarias de más de 60 camas;</p> <p>Centros de producción e investigación experimental en enfermedades infecciosas;</p> <p>Laboratorios clínicos y bancos de sangre que realicen análisis a más de 200 muestras al día, o</p> <p>Establecimientos que generen más de 100 kilogramos al mes de RPBI.</p>

Fuente: NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002

### **2.7.3 Manejo de los RPBI**

Hoy en día existe una conciencia creciente en todo el mundo de que los residuos son un recurso que no debe abandonarse y dejarse en vertederos. La literatura está repleta de estudios sobre técnicas y procedimientos de tratamiento y reciclaje de residuos. Sin embargo, existen ciertos tipos de desechos que se consideran demasiado peligrosos para ser reciclados y reutilizados sin tratamiento previo. Los residuos peligrosos biológico infecciosos son uno de esos tipos de desechos (Ali, Wang, Chaudhry, & Geng, 2017). Los generadores y prestadores de servicios de RPBI deben cumplir con las siguientes disposiciones del manejo de estos residuos:

- a) Identificación de los residuos
- b) Envasado de los residuos generados
- c) Almacenamiento temporal
- d) Recolección y transporte externo e interno
- e) Tratamiento y disposición final

### **2.7.4 Empresas autorizadas en el país de México para tratamiento e incineración de RPBI**

En el país existen 32 empresas autorizadas para el tratamiento de RPBI ex situ. con una capacidad total instalada, vigente al 15 de febrero del 2019, de 215,321.84 toneladas aproximadamente.

ENTIDAD FEDERATIVA	CANTIDAD DE EMPRESAS DE TRATAMIENTO DE RPBI <i>EX SITU</i>	CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)*
Baja California	4	13,012.5
Chihuahua	2	5,730.0
Ciudad de México	4	28,851.0
Coahuila de Zaragoza	1	11,475.0
Durango	1	420.0
Hidalgo	1	5,472.0
Jalisco	1	2,976.0
Estado de México	8	102,810.8
Michoacán	1	300.0
Nuevo León	1	6,379.0
Querétaro	2	1,461.5
San Luis Potosí	1	584.0
Sinaloa	1	20,500.0
Sonora	2	7,478.0
Yucatán	1	3,504.0
Zacatecas	1	4,368.0
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>215,321.8</b>

Figura. 1 Empresas autorizadas para el tratamiento de RPBI

Fuente: Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, 2020. A nivel nacional hay 19 empresas autorizadas para la incineración de RPBI, con una capacidad total instalada vigente al 15 de febrero del 2019, de 117,645.96 toneladas aproximadamente (SEMARNAT, 2020).

ENTIDAD FEDERATIVA	CANTIDAD DE EMPRESAS DE INCINERACIÓN DE RPBI	CAPACIDAD TOTAL INSTALADA (t/año)*
Chiapas	1	624.00
Chihuahua	1	86.40
Coahuila de Zaragoza	1	329.96
Guanajuato	1	6,132.00
Jalisco	1	2,400.00
Estado de México	6	16,183.00
Morelos	1	40.00
Nuevo León	2	3,690.00
Sinaloa	2	15,597.20
Tamaulipas	1	70,000.00
Yucatán	1	788.40
Zacatecas	1	1,775.00
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>117,645.96</b>

Figura. 2 Empresas autorizadas en el país de México para la incineración de RPBI.

Fuente: Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos, 2020.

## **2.8 Relación de los RPBI con la Medicina Veterinaria y Zootecnia**

La Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como los profesionales que le ejercen, son parte indispensable del grupo multidisciplinario para proteger y promover la salud y el bienestar de la sociedad y, por ende, de los animales que conviven con ella (domésticos, silvestres, de producción, de compañía, de trabajo), valiéndose de la investigación, la docencia, la práctica de la medicina (clínica), la producción (bajo esquemas de sostenibilidad) y conservación del ambiente; considerando factores que intervienen, como la seguridad alimentaria, la tecnología, la economía, la cultura, la educación, usos y costumbres y, la normatividad vigente (Garza RJ, 2012).

“Una Salud”, es un enfoque unificador integrado que pretende equilibrar y mejorar de manera sostenible la salud de las personas, los animales y los ecosistemas (OHHLEP, 2021).

Las medicina humana y veterinaria han tenido la responsabilidad de proteger la salud de la población humana desde hace siglos. Por su parte, la medicina veterinaria ha contribuido al control y erradicación de enfermedades animales transmisibles al hombre, en los últimos años la responsabilidad del Médico veterinario se ha incrementado dada la complejidad de las explotaciones pecuarias y la necesidad de proporcionar alimentos inocuos para la salud de las personas (Betancourt & Velasco, 2019).

Las actividades que realiza un medico veterinario al ejercer su carrera van desde atención veterinaria en hospitales de pequeñas y grandes especies, producción animal, salud pública, reproducción y nutrición, calidad e inocuidad alimenticia, manejo de fauna silvestre, zoológicos, proyectos de investigación, clínicas, gestión gubernamental y la docencia etc. (UJED, 2021).

Durante el desarrollo de las actividades de un médico veterinario zootecnista se tiene la presencia de residuos biológico-infecciosos como objetos punzocortantes, mascarillas, guantes, y otros como muestras de sangre, gasas contaminadas, agujas, bisturí, órganos, partes y cadáveres de animales, etc. que tuvieron contacto directo con virus o bacterias potencialmente infecciosas. De los cuales se requiere un manejo adecuado, el mal manejo de residuos veterinarios se ha hecho presente durante la producción ganadera, clínicas veterinarias, centros de investigación, centros antirrábicos, laboratorios de diagnóstico de patología, hospitales veterinaria etc.

### **2.8.1 RPBI Generados en la Medicina Veterinaria**

Residuos punzocortantes: agujas hipodérmicas, hojas de bisturí, suturas, portaobjetos, cubreobjetos etc.

Cultivos y cepas: Placas de Petri, hemocultivos, extractos líquidos, caldos, instrumental contaminado, etcétera. Vacunas vivas o atenuadas.

Residuos anatómicos/patológicos: Se refiere a los desechos relacionados con un animal que está infectado o se sospecha que está infectado con cualquier sustancia infecciosa (animal) y los desechos son camas de animales, cadáveres de animales, tejidos, órganos u otras partes del cuerpo, que no sean dientes, uñas, pelo, plumas, pezuñas o cuernos, provenientes de cirugía o material para prácticas.

No anatómicos: como jeringas contaminadas, cartuchos de pruebas de progesterona, guantes, torundas de algodón, hisopos contaminados, conos contaminados con sangre o semen, sanitas o papel absorbente con sangre o fluidos, gasas, tubos con sangre o material biológico.

Residuos de sangre animal:

Significa desechos relacionados con un animal tratado por una sustancia infecciosa (animal) y es decir:

- a. sangre animal líquida o semilíquida o productos sanguíneos,
- b. artículos saturados con productos sanguíneos animales líquidos o semilíquidos,
- c. fluidos corporales que contengan visiblemente sangre animal, o
- d. fluidos corporales extraídos en el curso de una cirugía, tratamiento o necropsia de un animal, distintos de la orina, las heces o la leche, a menos que contengan visiblemente sangre animal.

### **2.8.2 Principales Barreras que Impiden el Manejo Adecuado de RPBI Proveniente de la Medicina Veterinaria**

Un estudio realizado por los autores Bayte Nares Lara y María Teresa Cortés Zavala en el año 2020 en la ciudad de Morelia del país de México donde realizaron una revisión sobre el manejo de RPBI a 69 establecimientos veterinarios mediante un análisis descriptivo resultado de la aplicación e interpretación de encuestas. Entre algunos de los resultados, destacaron los siguientes: pese a que el 94.2% de las unidades médico-veterinarias

mencionaron entregar sus RPBI a una empresa autorizada para recolección, el 63.8% afirmó no conocer la legislación y el 44.9% no haber recibido capacitación en el tema. (Lara & Cortés Zavala, 2020).

Se ha demostrado que aumentar el número y la distribución del personal educado y calificado es una limitación importante en la mayoría de las regiones en desarrollo. Los estudios demostraron la gran demanda de profesionales debidamente educados y capacitados y enfatizaron la capacidad de las instituciones de EE. UU. y otras naciones desarrolladas para brindar un apoyo integral a los institutos académicos de las naciones menos desarrolladas en varias disciplinas relevantes para *One Health*. La educación y la capacitación en análisis de riesgos y todos los aspectos relacionados con la aplicación de las normas sanitarias y fitosanitarias (MSF) son muy necesarias. En general, la necesidad crucial de desarrollar políticas basadas en el riesgo es crucial antes de cualquier intento de poner en práctica *One Health* (Gebreyes et al., 2014).

La gestión de los residuos peligrosos en las veterinarias se está realizando de forma incorrecta, debido principalmente a la mezcla de los residuos sólidos en el momento de la segregación junto con el uso de recipientes inadecuados y la falta de un lugar de almacenamiento central. Esta situación se debe principalmente a la falta de conocimiento en el manejo de los residuos peligrosos en cada uno de los establecimientos estudiados (Valero, 2015).

En el año 2017 la revista colombiana CONtextogadero realizó una entrevista a médicos en el contexto de la ganadería donde médicos veterinarios respondieron la siguiente información referente al tema del mal manejo de residuos:

El médico Roberto Berrio comentó que no se tienen procedimientos correctos cuando se trata de manejo de residuos en los establos ganaderos ya que no se identifican y clasifican los desechos.

La mayoría de los ganaderos desconoce si existen empresas autorizadas para transportar, almacenar, dar un tratamiento y disponer estos residuos por lo que recurren a enterrar los residuos o quemarlos. Los médicos veterinarios indican que falta mucha conciencia ambiental sobre el manejo de los residuos, así como sitios seguros donde disponerlos.

Los residuos biológicos como agujas y cortopunzantes deberían ser segregados en un contenedor. Las mangas, catéteres y papel para la limpieza de pezones deberán segregarse en un contenedor distinto como residuos no anatómicos.

A nivel federal, estatal y municipal faltan mas campañas de concientización e información sobre la legislación que regula el manejo de residuos, a nivel municipal se requiere de mas alternativas para la recolección de los residuos ya que algunos establecimientos segregan la basura, pero cuando llega el camión de recolección se mezcla todo. El medico también expuso que en ocasiones se generan residuos patológicos de animales como cadáveres, tejidos etc. Habitualmente los ganaderos frecuentan enterrarlos (Ganadero, 2017).

Existe una fuerte problemática y falta de importancia a la disposición final de residuos patológicos como los cadáveres y partes de animales principalmente en países en desarrollo por la falta de tecnologías de tratamiento accesibles económicamente y empresas autorizadas para la disposición final de los mismos (OMS, 2018a).

### **2.8.3 Recomendaciones del Pretratamiento de Aguas Residuales Provenientes de la Generación de RPBI**

El autor Frederick Veall a través de un estudio para la FAO realiza las siguientes recomendaciones a las aguas residuales provenientes de mataderos y plantas de elaboración que pueden servir como buenas prácticas para evitar o disminuir la contaminación de las aguas residuales que estuvieron en contacto con microorganismos probablemente infecciosos.

- Contar con contenedores que capten los residuos antes de terminar en el alcantarillado
- Realizar limpiezas frecuentes de la materia orgánica sólida en seco antes de realizar lavados para evitar que se mezcle con agua descargada.
- Recoger las excretas para formar composta
- En el área de sacrificio captar la sangre y viseras y venderlas a plantas de rendimientos como subproducto.

La instalación de recogida de las aguas residuales debe estar diseñada de manera que se divida en diferentes sistemas en el punto de origen, particularmente en lo que respecta a las plantas medianas o grandes:

Es recomendable que los establecimientos cuenten con distintos conductos y técnicas evitar mandar cargas contaminantes a la descarga de agua.

- a. Conducto de la sangre, tripas y viseras
- b. Conducto en los corrales y retiro de estiércol
- c. Conducto de las áreas de la matanza, los subproductos y su tratamiento.
- d. Canal de residuos domésticos.
- e. Conducto del área de oficinas.

Se requiere de la aplicación de medidas para evitar que la carga contaminante llegue a generar aguas residuales con patógenos que se puedan propagar a través de este tipo de vectores. (Veall, 1993).

#### **2.8.4 Enfermedades Infecciosas y la Medicina Veterinaria**

La medicina veterinaria y zootecnia es una profesión donde el personal que la ejerce tiene contacto directo con salpicaduras de saliva, sangre, semen, placenta, materia orgánica, etc. Los médicos veterinarios están expuestos a microorganismos infecciosos que pueden causar enfermedades, mediante varios tipos de fuente de propagación, ingestión, inhalación, cutánea, ocular, física. La adquisición de una enfermedad zoonótica es el resultado de la combinación de los factores del huésped, del ambiente y del agente (Cediel & Villamil, 2004).

La mayoría de las enfermedades infecciosas que surgieron recientemente en humanos se originaron en animales. Otros autores indican que aproximadamente el 75% de los organismos infecciosos emergentes patógenos para los humanos son de origen zoonótico (Taylor, Latham, & Woolhouse, 2001). Además del contacto cercano entre animales y humanos, es probable que otros factores contribuyan a la transmisión de enfermedades infecciosas entre especies (Belay et al., 2017)

Reconocer las graves consecuencias de las enfermedades emergentes dicta la necesidad de desarrollar estrategias bien pensadas para prevenir y controlar las enfermedades. Las estrategias deben tener en cuenta los problemas económicos, culturales, tecnológicos y logísticos que se encuentran en los países en desarrollo. El desarrollo de instalaciones de diagnóstico capaces es fundamental para hacer frente a las enfermedades infecciosas. Si bien se han logrado algunos avances, es necesario continuar con la inversión y el

compromiso político para enfrentar el enorme desafío persistente para la salud pública en todo el mundo en el siglo XXI (Gebreyes et al., 2014).

### **2.8.5 Transmisión de Agentes Infecciosos a Través del Contacto con Animales y Conductores Ambientales**

La infección de personas con patógenos zoonóticos ocurre a través del contacto con animales infectados a través de una variedad de mecanismos que incluyen: contacto directo con fluidos corporales (p. ej., saliva, sangre, orina, heces); contacto indirecto con superficies contaminadas con secreciones infecciosas de un animal; transmitido por vectores a través de artrópodos mordedores; transmitida por los alimentos a través del consumo de alimentos crudos o poco cocidos contaminados; y por vía hídrica, a través del agua potable contaminada (Loh et al., 2015).

La mayoría de los agentes de enfermedades se transmiten a las personas, ya sea específicamente de infectados animales o indirectamente por medio de vectores que contienen patógenas causales (Chu et al., 2019).

En algunos casos, los patógenos pueden soportar dentro del ambiente externo; por ejemplo, zoonótico, los parásitos, los protozoos, las bacterias, el moho y los virus pueden persistir en el suelo y en las fuentes marinas, que luego pueden difundirse a las personas (Keatts et al., 2021).

Sin embargo, la comprensión del conductor ambiental de la transmisión de agentes infecciosos de los huéspedes animales a los individuos es falta de apoyo informativo y es relativamente ambigua en medida. Por lo tanto, deberían realizarse más estudios para revelar la asociación subyacente entre el medio ambiente y la propagación de enfermedades zoonóticas. Estas enfermedades no siempre se transmiten directamente. Los alimentos, el agua, el aire, el suelo contaminado, y el mal manejo de residuos representan importantes fuentes de transmisión de enfermedades transmitidas por los alimentos y relacionadas con el medio ambiente (Zinsstag, Crump, & Winkler, 2017).

### **2.8.6 Seguridad Laboral del Médico Veterinario Zootecnista al Contacto con RPBI**

Se deben plantear estrategias y protocolos de seguridad enfocados en minimizar la probabilidad de accidentes de laborales, no solo sobre el equipo de protección personal que minimizan las lesiones físicas, si no mas bien información constante de los riesgos a los que se están expuestos y las mejores técnicas para utilizar los equipos.

El médico veterinario debe tener la capacidad de identificar los riesgos y adoptar las medidas para minimizarlos o neutralizarlos. Esta capacidad debe ser adquirida durante su formación, por lo tanto, la carrera de médico veterinario debe ser reestructurada y enriquecido de manera que se le dé la importancia debida al tema de la seguridad laboral (Meoño, 2017).

Los protocolos diseñados a proteger el personal se pueden poner en peligro debido a las equivocaciones humanas y los métodos imprecisos. Esto debido a la falta de capacitación o preparación del personal. La capacitación en el personal sobre las medidas de bioseguridad y seguridad es la clave para evitar los percances o accidentes y el riesgo a enfermedades. Las autoridades administrativas del establecimiento deben crear o actualizar los procedimientos y manuales de seguridad desde el momento en que los empleados empiecen a realizar actividades básicas y no esperar a capacitar solamente cuando las actividades sean de mayor riesgo. Es importante que el personal de laboratorio esté debidamente capacitado en procedimientos y prácticas de seguridad. (OMS, 2005).

### III. METODOLOGÍA

El presente estudio se desarrolló en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, localizada en las coordenadas geográficas latitud 25°33'17.55" N, longitud 103°22'28.32" ubicada en la ciudad de Torreón Coahuila, México. El estudio tiene como objetivo diagnosticar el manejo de RPBI y los protocolos de bioseguridad aplicados en la carrera de médico veterinario zootecnista, para el desarrollo de dicha evaluación se utilizó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) observacional durante el periodo de enero del 2021 a junio del 2022 el cual se desarrolló implementando las siguientes etapas:

Etapas 1. Determinación de la áreas y actividades donde se generan RPBI

Etapas 2. Evaluación observacional del estado físico y la bioseguridad aplicada en las áreas generadoras de RPBI

Etapas 3. Aplicación de encuestas a estudiantes de la carrera de MVZ

Etapas 4. Aplicación de entrevistas a personal de la carrera de MVZ.

Las anteriores etapas serán descritas a continuación:

#### **Etapas 1: Determinación de la áreas y actividades donde se generan RPBI**

Para el desarrollo de este estudio se realizó una investigación para localizar las áreas generadoras de RPBI dentro de la UAAAN UL, específicamente de la carrera de médico veterinario zootecnista, por lo que se realizó una investigación de campo visitando de manera presencial y entrevistando al personal: coordinador de la carrera, jefe de departamento, personal docente y técnicos de laboratorio para distinguir y describir las áreas, conocer a profundidad qué actividades realizan y dentro de las mismas identificar donde se derivan los RPBI.

#### **Etapas 2: Evaluación observacional del estado físico y la bioseguridad aplicada en las áreas generadoras de RPBI**

Para el desarrollo de esta etapa se realizó una visita presencial y se evaluaron los siguientes puntos:

2.1 Descripción del estado de las instalaciones

2.2 Riesgo y bioseguridad observado en prácticas de MVZ

2.3 Uso de equipo de protección personal en MVZ

### **Etapa 3: Aplicación de encuestas a estudiantes de la carrera de MVZ**

Se desarrolló una encuesta aplicada a los alumnos de MVZ de la UAAAN UL, para evaluar sus conocimientos generales sobre el tema de los residuos, el manejo de RPBI y la bioseguridad aplicada en sus actividades. Para la evaluación del conocimiento de las personas encuestadas se midió utilizando la escala de Likert, la cual es un método de investigación que utiliza una escala de calificación para conocer el nivel de acuerdo y desacuerdo de las personas sobre un tema.

Para el desarrollo de esta etapa se realizó desarrollando las siguientes metodologías:

#### **3.1. Determinación de “n” Muestreal**

La población total de estudiantes a nivel licenciatura en la UAAAN UL en el año 2021 fue de 2450, de los cuales el 57% de la población son estudiantes de la carrera de MVZ lo que representan aproximadamente a 1397 estudiantes.

#### **Criterios:**

La selección de estudiantes consistió en solo tomar en cuenta a estudiantes de los semestres 5, 6, 7, 8, 9, y 10 que asistieron presencialmente a clases, prácticas de laboratorio y actividades a las instalaciones de la UAAAN UL.

Los criterios de exclusión fueron alumnos de los semestres de 1, 2, 3 y 4 ya que por la contingencia COVID-19 no acudieron presencialmente a las instalaciones de la universidad.

Por lo tanto, de los 2450 estudiantes de MVZ tan solo contemplaremos como un 100 % a 723 debido al criterio de exclusión antes mencionado.

#### **Calculo para determinar la n muestral:**

Se seleccionó la fórmula para universo finito, teniendo un número total de 723 alumnos se decidió hacerlo a un 97.5 % de confiabilidad con un margen de error del 10%, mediante un análisis estadístico, la muestra se determinó con la siguiente ecuación para poblaciones finitas.

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

**n** = Tamaño de muestra buscado

**N** = Tamaño de la población: Población que se desea estudiar.

**Z** = Parámetro estadístico máximo aceptado: Depende del nivel de confianza.

**Nivel de Confianza:** Es el grado de certeza (o probabilidad), expresado en porcentaje con el que se pretende realizar la estimación de un parámetro a través de un estadístico muestral.

Normalmente el coeficiente de  $Z\alpha$  varía, así:

Si la confianza  $Z\alpha$  fuese del 90% el coeficiente sería 1.645

Si la confianza  $Z\alpha$  fuese del 95% el coeficiente sería 1.96

Si la confianza  $Z\alpha$  fuese del 97.5% el coeficiente sería 2.24

Si la confianza  $Z\alpha$  fuese del 99% el coeficiente sería 2.576

**e** = Error de estimación máximo aceptado.

**p** = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

**q** = (1-p) = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

Los parámetros fueron los siguientes:

Parámetro	Valor
N	723
Z	2.24
P	50%
Q	50%
e	10%

### Operaciones:

$$n = (723 * (2.24 * 2.24) * 50\% * 50\%)$$

$$n = ((10\% * 10\%) * (698.5 - 1)) + ((2.24 * 2.24) * 50\% * 50\%)$$

$$n = 876.1984 / 8.2294$$

$$n = 107$$

El resultado fue aplicar 107 encuestas a estudiantes de medicina veterinaria y zootecnia que se realizará mediante un muestreo aleatorio simple.

### 3.2 Clasificación de los Entrevistados por Género y Semestre Cursado

Una vez aplicadas las encuestas se dividieron los porcentajes de personas entrevistadas por género masculino o femenino y por el semestre que se encontraban cursando.

Cuadro. 5 Variables aplicadas para la elección de los encuestados

<i>Variable</i>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Nivel de Medición</b>
<b>Semestre cursado</b>	Semestre que está cursando actualmente el estudiante.	Cualitativa y cuantitativa
<b>Género</b>	Diferencia entre géneros	Cualitativa y cuantitativa

### Elaboración de la Encuesta Aplicada a Estudiantes de MVZ

Para la elaboración de la encuesta se formularon 14 preguntas dirigidas para medir el porcentaje del conocimiento en materia de residuos específicamente RPBI, tal como se observa en el cuadro 5 para las respuestas de los encuestados se utilizó la metodología de la escala de Likert, la cual es una escala de calificación que se utiliza para cuestionar a una persona, sobre su nivel de conocimiento.

Cuadro. 6 Nivel de la puntuación de la encuesta según la escala de Likert

<b>Grado de frecuencia</b>	<b>Valor</b>
<b>Muy Frecuente</b>	5
<b>Frecuentemente</b>	4
<b>Algunas Veces</b>	3
<b>Casi nunca</b>	2
<b>Nunca</b>	1

En el anexo 3 se muestra el cuestionario aplicado a los estudiantes de la UAAAN UL.

### 3.4 Parámetros que se Evaluaron con la Metodología de Escala de Likert

Los valores arrojados en la encuesta se clasificarán por los siguientes criterios.

Cuadro. 7 Criterios a evaluar el conocimiento del manejo de RPBI en estudiantes de MVZ

Criterio	Definición conceptual	Indicador	ITEM
1) Conocimiento general sobre la segregación e identificación de los residuos (RSU, RME, RP).	Las actividades de generación, separación, identificación y reducción de los residuos.	Escala de Likert	1,2,3 y 4
2) Generación, identificación y separación de RPBI.	Nivel de conocimientos aplicados al manejo de RPBI en las etapas de generación, identificación y separación en la UAAAN UL.	Escala de Likert	5, 6, 7,8 y 9
3) Bioseguridad	Nivel de conocimiento del potencial de riesgos y aplicación de las medidas de bioseguridad en las áreas donde se interactúa con RPBI.	Escala de Likert	10, 11, 12, 13 y 14

Estas categorías permitirán obtener un puntaje mínimo y un puntaje máximo, de esta manera se conseguirá tener una descripción estadística que represente por medio de gráficos la realidad de la población encuestada.

Etapas 4: Aplicación de Entrevistas a Personal de la Carrera de MVZ.

### **3.5 Metodología y Selección de Áreas Para la Aplicación de Entrevistas**

Se realizó una evaluación diagnóstica mediante el método de entrevista semiestructurada donde se recopiló información por medio del diálogo con el objetivo de conocer a fondo las áreas de la carrera de medicina veterinaria donde se generan residuos peligrosos biológico-infecciosos y el manejo de estos, utilizando un cuestionario donde se solicitó la explicación del porqué de su respuesta y su opinión a profundidad sobre el tema.

La población del estudio estuvo conformada por 8 individuos que laboran en las áreas ya antes mencionadas. La información fue recolectada mediante un cuestionario de 22 preguntas abiertas y dicotómicas.

Para la obtención de los resultados, las entrevistas se realizaron al personal de la carrera de médico veterinario zootecnista. Que incluye coordinador de la carrera, jefe de programa, encargados de laboratorio y técnico laboratorista.

En el anexo 4 se muestra el cuestionario aplicado al personal entrevistado de la UAAAN UL.

Para la formulación de este cuestionario se consideró lo establecido en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002. Y el manual de bioseguridad de la organización mundial de la salud, 2005.

### **3.6 Evaluación del manejo de RPBI por categorías en la carrera de MVZ**

Para realizar el cuestionario para obtener la información desarrolló un formato con las siguientes categorías para recolectar la información:

Cuadro. 8 Categorías para evaluar el manejo de RPBI para los entrevistados

<b>Categoría</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Pregunta</b>
1) Generación de RPBI (Residuo y cantidad)	Estimación de los RPBI generados por área y categoría para definir el nivel de generador de RPBI de la UAAAN UL.	1, 5 y 6
2) Separación, etiquetado y envasado	Procedimiento de separación y envasado de RPBI en las áreas generadoras de la UAAAN UL.	2, 3 y 4,
3) Almacenamiento	Procedimiento interno y periodo de almacenamiento de los RPBI.	9, 10 y 11
3) Recolección	Procedimiento de recolección de los RPBI dentro de las instalaciones	7 y 8
4) Tratamiento	Tratamiento interno o externo aplicado a los RPBI por categoría.	12 13
5) Disposición final	Disposición Final de los RPBI aplicado por área y categoría.	14

En la UAAAN UL. Las materias que se imparten en la carrera de Medicina Veterinaria están distribuidas en tres áreas: ciencias médico-veterinarias, salubridad e higiene, y producción animal. Las cuales se imparten en laboratorios y talleres.

### **3.7 Tabla de Resultados Finales de la Investigación**

Para la recolección de la información se implementó una tabla para vaciar la información del manejo de RPBI dividida en los siguientes criterios:

- Clasificación del residuo
- Material específico de RPBI generado
- Cantidad generada
- Separación y envasado
- Tratamiento interno o externo
- Destino

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Determinación de Áreas y Actividades Donde se Generan RPBI

Se realizó un total de 8 entrevistas en las 8 áreas generadoras de RPBI de la carrera de medicina veterinaria, los participantes en su mayoría fueron técnicos y encargados. Para conocer a profundidad las actividades que realizan, se le solicitó una descripción del área al entrevistado, las áreas localizadas como generadoras de RPBI fueron las siguientes:

Cuadro. 9 Áreas identificadas como generadoras de RPBI

<i>Área 1</i>	<i>Hospital veterinario de pequeñas especies</i>
<i>Área 2</i>	<i>Hospital veterinario de grandes especies</i>
<i>Área 3</i>	<i>Unidad de diagnóstico de patología,</i>
<i>Área 4</i>	<i>Salubridad e higiene</i>
<i>Área 5</i>	<i>Laboratorio de parasitología veterinaria</i>
<i>Área 6</i>	<i>Centro de investigación en reproducción caprina</i>
<i>Área 7</i>	<i>Laboratorio de anatomía</i>
<i>Área 8</i>	<i>Área de Corrales (Centro de biotecnología de la reproducción)</i>

Fuente: Elaboración propia

Localizando las áreas a evaluar se desarrolló la siguiente tabla la cual describe el área, las actividades que realizan y una descripción breve de las mismas:

Cuadro. 10 Descripción de Áreas y Actividades

ÁREA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<p><b>Hospital veterinario de pequeñas especies</b></p>	<p>Atención clínica: Fauna silvestre, animales exóticos, caninos, felinos, mascotas no convencionales etc.</p>	<p>Se realizan cirugías en pequeñas especies y medianas especies</p> <p>Se realizan prácticas de las materias de técnicas quirúrgicas, clínica de pequeñas especies y la zootecnia de caninos y felinos.</p>
<p><b>Hospital veterinario de grandes especies</b></p>	<p>Es un servicio directamente al público: Se hace valoración del estado de salud de los animales: Medicina deportiva</p>	<p>Se realizan diagnósticos de imagenología</p> <p>Tratamiento para equinos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Radiografías</li> <li>● Reproducción</li> <li>● Inseminaciones – Evaluaciones</li> <li>● Cirugías: Tendones, amputaciones, cólico.</li> <li>● Odontología: Se liman los dientes</li> <li>● Oftalmología</li> <li>● Dermatología y parasitología</li> </ul>

ÁREA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<b>Unidad de diagnóstico patología</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pruebas bacteriológicas</li> <li>● Pruebas cito patológicas</li> <li>● Pruebas de histología</li> </ul>	Se trabaja directamente con cadáveres y se toman muestras de: Bovinos, caprinos, caninos, felinos y aves no convencionales.
<b>Salubridad e higiene: Laboratorio de enseñanza de microbiología</b>	<p>Prácticas de Microbiología sanitaria</p> <p>Prácticas de bacteriología</p> <p>Prácticas de Micología</p>	Laboratorio 1: Estudiantes. Se realizan análisis de alimentos, buscando patógenos, utilizándolos de conformidad con la normatividad, para saber qué microorganismo está presente. Con la finalidad que el alumno evalúe si es apto para consumo.
		Laboratorio 2: Personal Autorizado. Se hacen análisis en busca de microorganismos como la salmonella, contaminación por coliformes, etc.
<b>Laboratorio de parasitología de veterinaria</b>	<p>Se diagnostican diferentes patógenos (patógenos que se pueden controlar):</p> <p>Parásitos</p> <p>Virus</p>	Realizar las actividades prácticas de diagnóstico de laboratorio de las enfermedades parasitarias de los animales de interés veterinario.

ÁREA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Bacterias	
<p align="center"><b>Centro de investigación en reproducción caprina</b></p>	<p>Reproducción de caprinos</p> <p>Diagnostican que las cabras están libres de enfermedades.</p> <p>Se toman muestras de sangre: separación de plasma</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigación científica sobre la reproducción de caprinos:</li> <li>● Ciclo reproductivo-natural</li> <li>● Modificación del ambiente con sustancias químicas u hormonas.</li> <li>● Se retiran cuernos y uñas de las cabras.</li> <li>● Muestran que los animales estén libres de brúcela y tuberculosis u otras enfermedades para trabajar con animales sanos</li> </ul>
<p align="center"><b>Laboratorio de anatomía</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Comprensión de la anatomía de los animales.</li> <li>● Se enseña cada especie de animales domésticos</li> </ul>	<p>Es la médula espinal de la carrera de MVZ.</p> <p>Se estudia, el cuerpo, los músculos, huesos, órganos de los animales domésticos.</p> <p>En esta área se encuentra el área de sacrificios.</p>

ÁREA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Anatomía comparada</li> </ul>	
<p style="text-align: center;"><b>Centro de biotecnología de la reproducción</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ganadería alternativa</li> <li>● Corrida de FIT</li> <li>● Congelación de semen</li> <li>● Prácticas con matrices y ovarios</li> </ul>	<p>En esta área se trabaja mayormente con bovinos de carne, leche y chivas. Se recogen ovarios en el rastro municipal.</p> <p>Se hace aspiración</p> <p>Se sacan ovocitos: Se mete en maduración y de ahí se crea un embrión.</p>

Fuente: Elaboración propia

## **4.2 Evaluación Observacional del Estado Físico y la Bioseguridad Aplicada en las Áreas Generadoras de RPBI**

### **4.2.1 Descripción del Estado de las Instalaciones**

Se visitó un total de 8 áreas donde se entrevistó a técnicos y encargados, en la visita se observó la estructura física de cada laboratorio y área de práctica.

Se observó que cada laboratorio estaba en distintas condiciones, pero la mayoría de ellos contaba con señalamientos informativos, de precaución o alusivos a la peligrosidad en lugares estratégicos, algunos laboratorios como el “Laboratorio de enseñanza de microbiología” estaba en perfectas condiciones visuales, contaban con distintos almacenes para material y métodos de tratamiento, sin embargo había laboratorios con condiciones diferentes que carecían de materiales, “trabajan y se las ingenian con lo que tienen”- Así lo mencionó la mayoría de los entrevistados.

Cada laboratorio contaba con regaderas, lavaojos o lavamanos, autoclaves para la esterilización de material, contenedores para separar la basura orgánica e inorgánica, botiquín y su respectivo reglamento de normatividad interna. Se observó que la mayoría de los laboratorios donde se imparte la carrera de Médico Veterinario Zootecnista en la UAAAN UL tiene contacto directo con materiales o animales que posteriormente se convierten en residuos peligrosos en su mayoría tóxicos o biológicos.

### **4.2.2 Riesgo y bioseguridad observado en prácticas MVZ**

De acuerdo con el manual de bioseguridad de la OMS y sus categorías de riesgo y bioseguridad las cuales son 3 grupos de riesgo y 3 niveles de bioseguridad, como se menciona en la revisión de literatura. Las prácticas en las áreas y laboratorios de la UAAAN UL principalmente son realizadas por estudiantes pertenecientes a grupo de nivel 1 de bioseguridad, mientras las actividades de nivel 2 de bioseguridad son realizadas por personal autorizado y capacitado como técnico o docentes para realizar trabajos de investigación, personal de estudiantes en servicio social y prácticas profesionales.

Cuadro. 11 Riesgos biológicos y físicos

<b>RIESGO BIOLÓGICO</b>	<b>RIESGO FÍSICO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Manipulación de navajas, bisturí agujas y jeringas contaminadas de sangre</li> <li>✓ Manipulación de gasas, algodón, sanitas empapadas de sangre</li> <li>✓ Contacto con guantes contaminados de tinciones, sangre o cultivos</li> <li>✓ Material instrumental contaminado</li> <li>✓ Manipulación de cadáveres de animales que estuvieron en contacto con un patógeno</li> <li>✓ Manipulación de órganos y tejidos posiblemente contaminados</li> <li>✓ Riesgo de inhalación he ingestión al manipular muestras, frotis y cultivos</li> <li>✓ Reacciones alérgicas por inoculación</li> <li>✓ Contacto con agar sangre</li> <li>✓ Exposición a restos de intervenciones, excrementos contaminados</li> <li>✓ Extracciones de sangre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cortes, pinchazos o contactos dérmico-ocasionados por el manejo de instrumental punzocortante</li> <li>✓ Exposición a mordeduras y arañazos</li> <li>✓ Exposición alta a golpes, patadas o embestidas ocasionadas por grandes especies</li> <li>✓ Exposición a picaduras de piojos y garrapatas</li> <li>✓ Exposición a cortes en la piel con vidrio de cristal del material de laboratorio que se rompa accidentalmente.</li> <li>✓ Exposición a conductas agresivas de animales por miedo o sentirse amenazados</li> </ul>

RIESGO BIOLÓGICO	RIESGO FÍSICO
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Salpicaduras de sangre y semen posiblemente contaminado</li>   <li>✓ Salpicadura de aerosoles a piel y ojos durante la desinfección del área</li>   <li>✓ Exposición a enfermedades zoonóticas: virales, respiratorias, dermatológicas etc.</li> </ul>	

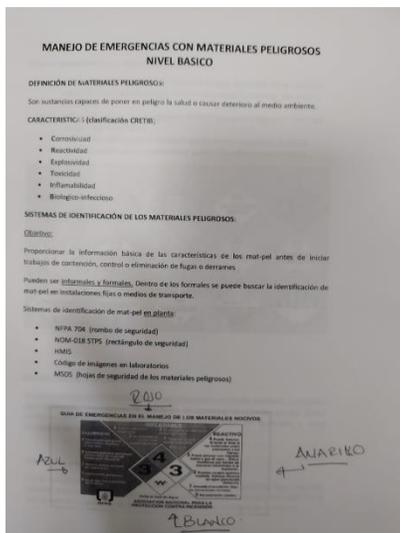
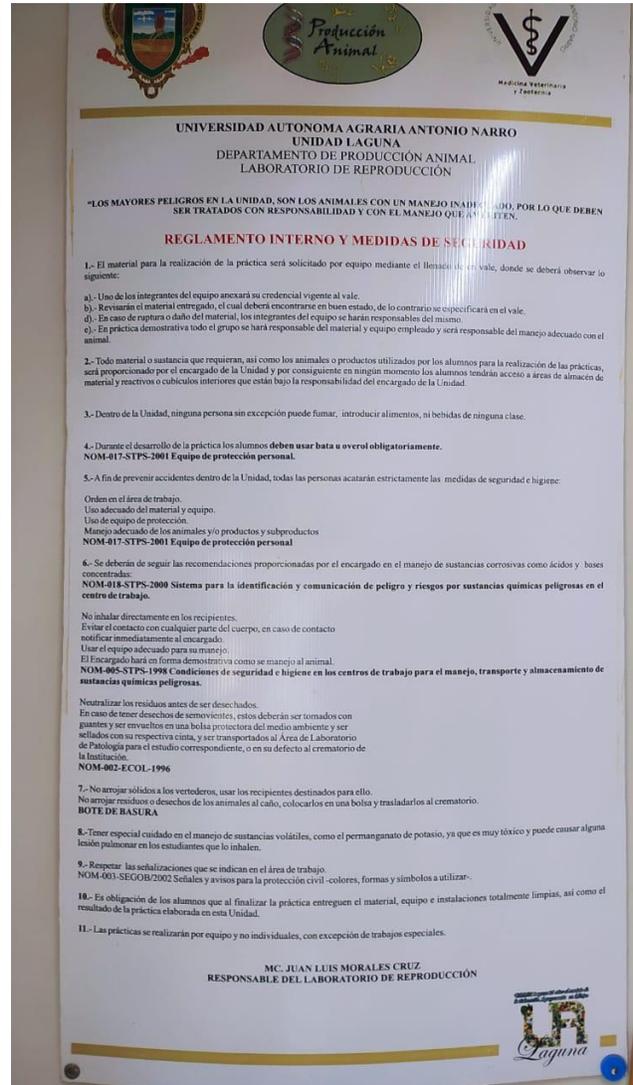
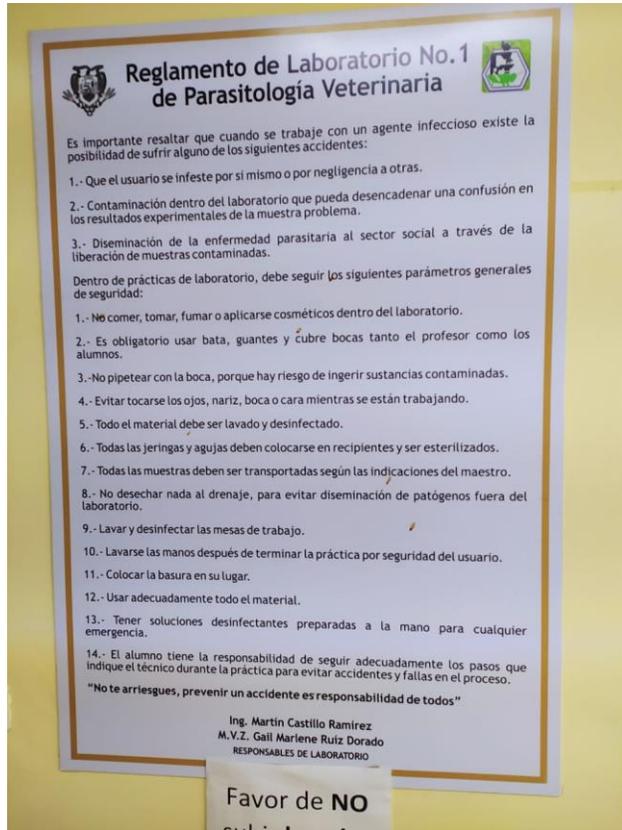
En el cuadro 11 se muestra los riesgos biológicos y físicos observados durante las prácticas en las diferentes áreas entrevistadas donde se imparte la carrera de médico veterinario zootecnista; algunos alumnos comentaron que lo más común era pincharse físicamente con agujas o jeringas.

#### 4.2.3 Uso de Equipo de Protección Personal en MVZ

La mayoría de los estudiantes y docentes portaba su equipo de protección personal correspondiente a cada actividad: bata, overol, guantes, mangas, botas sanitarias o de establo, etc. Algo comúnmente observado es que durante las prácticas no utilizan protección ocular, la cual es necesaria por los aerosoles o salpicaduras de fluidos de los animales.

## Fotografías de las instalaciones y los laboratorios de la UAAAN UL entrevistados.

Protocolos de bioseguridad: Reglamentos, manuales normas etc. Cada laboratorio cuenta con reglamentos con la explicación de las normas a seguir durante las practicas, así como también con manuales con el procedimiento para la utilización de los equipos y las herramientas de trabajo.





### 4.3 Resultados de Encuestas a Estudiantes de MVZ

#### 4.3.1 Muestra de Población Seleccionada para la Aplicación de Encuestas:

Las encuestas se aplicaron de manera aleatoria a 107 estudiantes de la carrera de médico veterinario zootecnista de la cual resultó la siguiente correlación.

#### 4.3.2 Clasificación de los Entrevistados por Género y Semestre Cursado

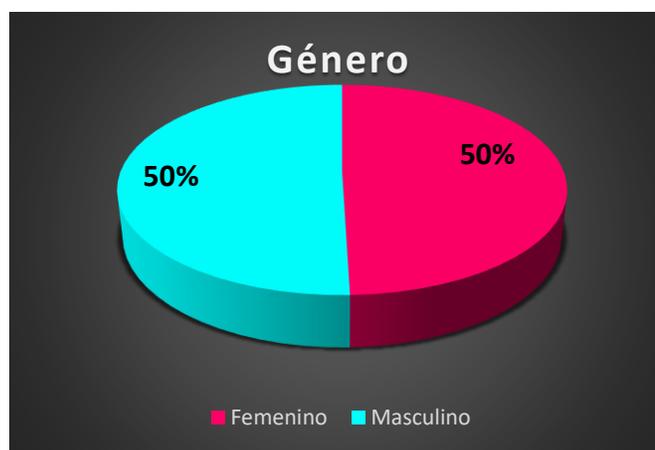


Figura. 3 Porcentaje de alumnos entrevistados por género masculino o femenino

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la gráfica circular resultó una concordancia en el muestreo aleatorio donde se entrevistó a 50% estudiantes del género masculino y 50% femenino.

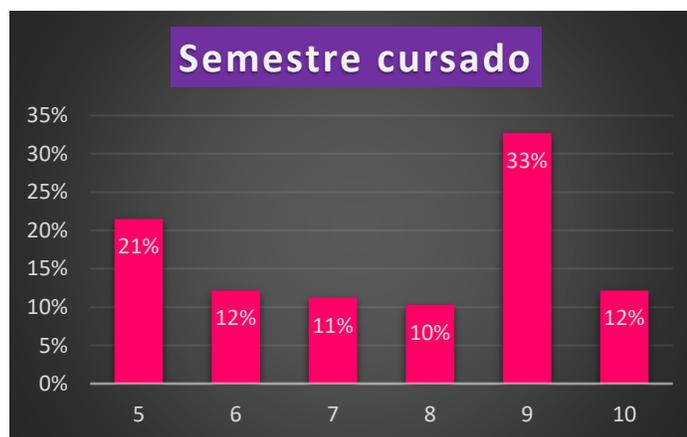


Figura. 4 Semestre cursado por la población encuestada.

Fuente: Elaboración propia

De los 107 estudiantes entrevistados 35 estudiantes se encontraban en noveno semestre, 23 estudiantes en quinto semestre, 13 se encontraban en sexto semestre y la misma población en decimo semestre, 12 estudiantes en séptimo semestre y el resto de la población en octavo.

### 4.3.3 Resultados de la Encuesta Aplicada a Estudiantes de MVZ

Cuadro. 12 Porcentaje del conocimiento del manejo de residuos en estudiantes de MVZ.

N <sup>o</sup>	Pregunta	Muy frecuente	Frecuente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
1	¿Con que frecuencia se recibe información de concientización para separar y minimizar los residuos que se generan en la universidad?	5%	14%	35%	25%	21%
2	¿Se diferenciar entre un RME, Y RSU y RP?	10%	22%	21%	21%	26%
3	¿En las instalaciones de la UAAAN UL se observan contenedores específicos para los RME (residuos orgánicos, plástico etc.)?	5%	21%	26%	18%	31%
4	¿Con que frecuencia se recibe información sobre los residuos peligrosos (CRETIB)?	4%	15%	28%	33%	21%
5	Se identificar fácilmente la leyenda o señalamiento de RPBI	19%	23%	22%	16%	20%
6	¿Conozco y se identificar la clasificación de RPBI?	13%	28%	19%	18%	22%
7	¿Con que frecuencia se me informa sobre los RPBI?	5%	9%	32%	24%	30%
8	¿Con que frecuencia recibo capacitación para identificar, separar y etiquetar los RPBI?	6%	10%	18%	36%	31%
9	¿Se registran los RPBI en una bitácora o inventario cada vez que son generados?	3%	10%	12%	36%	38%
10	¿Utilizo mi equipo de protección personal cuándo es necesario, para evitar posibles riesgos en las prácticas que se realizan?	57%	28%	7%	7%	2%

N.º	Pregunta	Muy frecuente	Frecuente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
11	¿Los laboratorios de la universidad son desinfectados antes y después de alguna práctica?	38%	21%	20%	13%	7%
12	¿Con que frecuencia se recibe capacitación sobre los posibles riesgos a los que estoy expuesto durante mis prácticas de laboratorio o de campo en la universidad?	25%	28%	28%	9%	9%
13	¿Con que frecuencia recibo información y capacitación sobre las medidas de seguridad que debo de tener al estar expuesto a un potencial de riesgo biológico?	34%	27%	24%	8%	7%
14	¿Con que frecuencia se recibe información sobre la contaminación al medio ambiente que generan los RPBI y la eliminación inadecuada de los mismos?	12%	22%	33%	18%	15%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4 Gráficas del Porcentaje Obtenido de los Parámetros Evaluados con la Metodología de la Escala de Likert

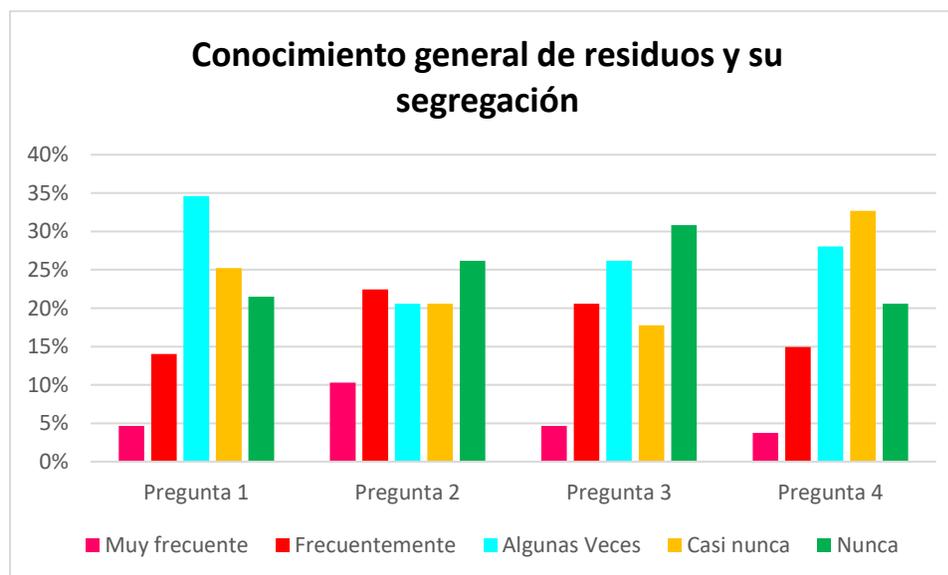


Figura. 5 Conocimiento general sobre la segregación e identificación de los residuos (RSU, RME, RP).

Fuente: Resultados del cuadro no. 12, elaboración propia.

En la gráfica podemos observar los resultados correspondientes a la categoría de los conocimientos generales que tienen los estudiantes de veterinaria respecto la identificación y separación de los residuos de manera general donde el 35 % de la población estudiantil mencionó que solo algunas veces reciben información para separar y minimizar los residuos, mientras que el 21% mencionó que nunca.

De igual manera se les preguntó si saben distinguir entre un RSU, RME y RP, a lo que el 26 % respondió la opción de nunca, el 22% frecuentemente, el 21% algunas veces y solo el 10% muy frecuente. Lo que nos indica que hay que fortificar la capacitación e información de los diferentes residuos que existen para que los alumnos conozcan sus propiedades, aprendan identificarlos y segregarlos.

De igual forma se le preguntó la frecuencia con la que reciben información sobre los residuos peligrosos donde el 33% indicó que casi nunca, el 28% algunas veces y solo el 15% indicó que frecuentemente. Esta categoría se aplicó con el propósito de saber que tan capacitados e informados están los alumnos sobre el tema en general de residuos, para establecer un futuro escenario donde podamos valorizar los residuos y disminuir su generación y los riesgos que derivan de su mal manejo

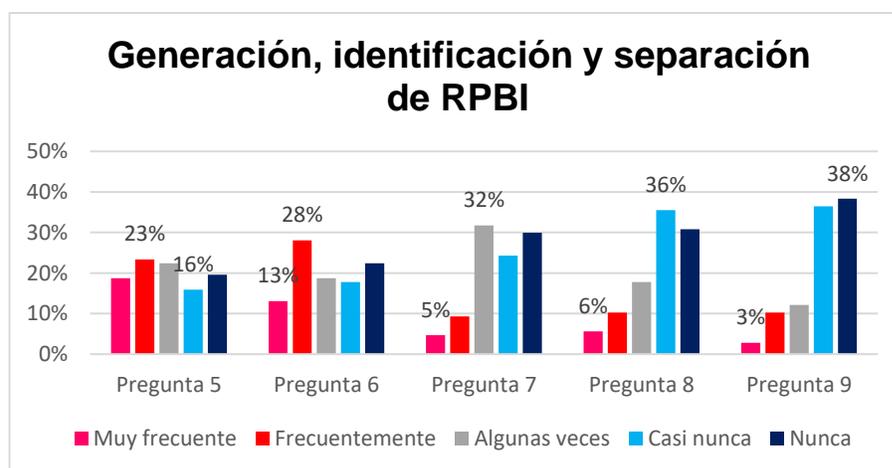


Figura. 6 Conocimiento de los RPBI en las etapas de generación, identificación y separación.

Fuente: Resultados del cuadro no.12, elaboración propia.

En la presente gráfica se interpretó la categoría de generación, identificación y separación de RPBI donde podemos observar que el 23% de la población identifica el señalamiento de RPBI mientras que el 16% casi nunca. El 28% de los estudiantes frecuentemente identifica y clasifica los RPBI en sus categorías correspondientes, un 18% indicó que casi nunca. El 32% de la población indicó que algunas veces han sido informados sobre los RPBI, pero solo el 5% indicó que muy frecuentemente son informados acerca del tema. Cabe mencionar que los estudiantes de la UAAAN UL. Solo tienen permitido por seguridad separar e identificar los RPBI, por ejemplo, la etapa de tratamiento con autoclave o la exposición a químicos solo están permitidas por personal autorizado.

Fotografías de los envases para la segregación de RPBI en las instalaciones:



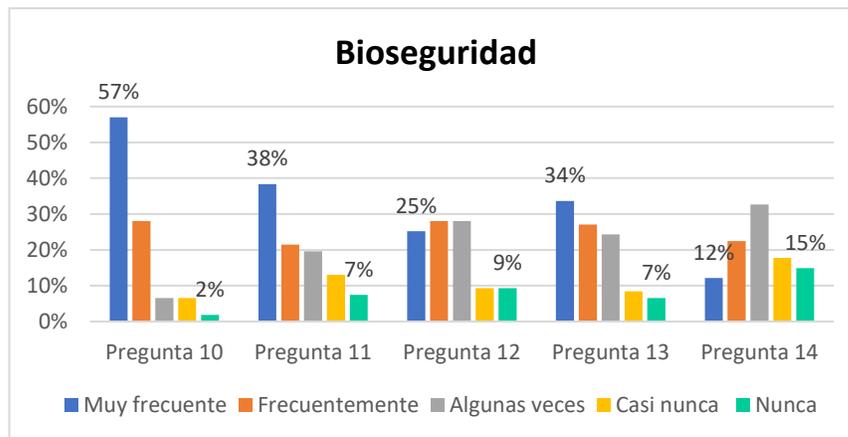


Figura. 7 Conocimiento y prácticas de bioseguridad aplicadas por estudiantes.

Fuente: Resultados del cuadro no.12, elaboración propia

En la figura podemos apreciar que el 57% de los estudiantes portan su EPP, solo el 2% indicó que nunca. El 38% de los estudiantes indicó que los laboratorios siempre son desinfectados antes y después de una práctica, únicamente el 7% mencionó que nunca. El 81% de la población aludo que recibe capacitación sobre los posibles riesgos a los que se está expuesto durante esta profesión. El 61% de los estudiantes indicó que frecuentemente recibe capacitación sobre las medidas de bioseguridad que se deben emplear. El 34% de la población exteriorizó que frecuentemente ha sido informado sobre la contaminación que provoca el mal manejo de RPBI, solamente el 15% indicó que nunca ha sido informado acerca de la problemática.

#### 4. 4 Resultados de la Aplicación de Entrevistas al Personal de la carrera MVZ.

##### 4.4.1 Áreas Seleccionadas para la Aplicación de la Entrevista

Se entrevistó a cada encargado y técnico académico responsable de cada laboratorio o encargado de las siguientes áreas:

Cuadro. 13 Áreas seleccionadas para la entrevista

<b>TÉCNICO O ENCARGADO</b>	<b>ÁREA</b>
Entrevistado 1	Hospital veterinario de pequeñas especies
Entrevistado 2	Hospital veterinario de grandes especies
Entrevistado 3	Unidad de diagnóstico patología
Entrevistado 4	Salubridad e higiene
Entrevistado 5	Laboratorio de parasitología veterinaria
Entrevistado 6	Centro de investigación en reproducción caprina
Entrevistado 7	Laboratorio de anatomía
Entrevistado 8	Área de corrales (centro de biotecnología de la reproducción)

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.2 Resultados del Manejo de RPBI por Categoría en la Carrera de MVZ.**

##### **Generación de los Residuos Peligrosos Biológicos Infecciosos**

Para estimar la generación de RPBI en las entrevistas se diseñó un formato en el cual se preguntó de acuerdo con su clasificación de RPBI: punzocortantes, no anatómicos, patológicos, cultivos y cepas y sangre que tipo de residuo generan y su cantidad estimada por mes.

El 100% de los encuestados no cuentan con una bitácora o inventario para registrar los RPBI cada vez que son generados y llevar un control. Para hacer una estimación se tomó en cuenta las bitácoras de asistencia para ingresar al laboratorio, y las bitácoras para solicitar materiales junto a un aproximado de la frecuencia en las que se realizan prácticas a la semana, el número de estudiantes de manera general, los asisten a prácticas, servicio social y los docentes.

##### **Determinación de la categoría de generador de residuos peligrosos**

Derivado de lo anterior según la estimación de generación de RPBI la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** unidad laguna es generador nivel III de RPBI solo tomando en cuenta los RPBI generados en la carrera de médico veterinario

zootecnista, de los cuales resulto que los más generados de su clasificación son los residuos patológicos.

Nota: Para la investigación se excluyeron cadáveres o partes de animales que se conservan con formaldehído generalmente en las áreas donde se generan residuos patológicos se desecha el cadáver y algunos órganos o partes de animales se conservan en formol para poder reutilizarse en varias prácticas temporalmente.

Dentro del cuestionario que se aplicó a los entrevistados se realizaron preguntas cerradas sobre el manejo de estos residuos y se obtuvieron los siguientes resultados.

Cuadro. 14 Porcentaje de separación, etiquetado y envasado

PREGUNTA	SI	NO
¿Separan los RPBI de los RP, RSU y RME?	88 %	13%
¿Los envases para separar los RPBI tienen un etiquetado especial?	38 %	63 %

Fuente: Elaboración propia

En relación con la separación y envasado el 88% de los entrevistados indicó que los RPBI son separados de los RP, RSU y los RME, sin embargo, el 13 % dedujo que en algunas ocasiones los alumnos no respetan el protocolo.

Por su parte el 63% indicó que los envases y bolsas para separar los RPBI no cuentan con un etiquetado especial, mientras que el 38% manifestó que sí.

Los entrevistados exteriorizan que esto es debido a la falta de material que se les proporciona, para separar los RPBI en la mayoría de las áreas solo los objetos punzocortantes cuentan con envases especiales, sin embargo, no se tienen envases y bolsas especiales como lo dicta la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 para los residuos no anatómicos, patológicos y la sangre, los cultivos y cepas son separados con bolsas amarillas sin embargo tampoco se encuentran en el color de seguridad correcto.

Con la finalidad de separar los materiales los técnicos de las áreas se ven en la necesidad de separar los RPBI en bolsas negras e incluso ingeniárselas creando envases de plástico para evitar mezclarse con la basura normal.

Cuadro. 15 Almacenamiento

<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Almacenan temporalmente los RPBI?	<b>75 %</b>	<b>25 %</b>
¿Los residuos almacenados se mantienen por un periodo mayor a 1 semana?	<b>38 %</b>	<b>63%</b>
¿Consideras que el almacenamiento de los RPBI excede su capacidad en los congeladores?	<b>25%</b>	<b>75%</b>

Fuente: Elaboración propia

El 75% de los laboratorios y áreas donde se genera RPBI cuenta con un congelador para almacenar los residuos, el 25% restante no los almacena porque automáticamente tienen su tratamiento o disposición final. De los cuales el 63 % no mantiene almacenados los residuos en un periodo mayor a una semana, el 38 % sobrante corresponde a áreas como el laboratorio de patología que forma parte del 25 % que sobrepasa la cantidad de almacenamiento de residuos, sin embargo 75% no la sobrepasa.

Cuadro. 16 Recolección

<b>PREGUNTA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
¿Se cuenta con un protocolo para la recolección de RPBI?	<b>88%</b>	<b>13%</b>
¿Se tiene una ruta de transporte interno para el traslado de RPBI?	<b>13%</b>	<b>88%</b>

Fuente: Elaboración propia

El 88 % de los entrevistados indicó que, si se cuenta un procedimiento para la recolección de RPBI sobre todo para la separación de estos sin embargo no todas las áreas cuentan con vehículos recolectores especiales para RPBI, el 13 % indicó que no, que en ocasiones el personal de limpieza mezclaba los residuos con los RSU que terminan en el relleno sanitario.

El 88% de las áreas generadoras no cuentan con una ruta de transporte interno de RPBI, el 13% si, lo que dificulta visualmente recolectar los residuos de manera segura para evitar contaminar otras áreas.

Cuadro. 17 Tratamiento y destino de los RPBI

PREGUNTA	SI	NO
¿Contratan una empresa autorizada para él, tratamiento y/o disposición final de los RPBI?	88%	13%

Fuente: Elaboración propia

Respecto al tratamiento y la disposición final de RPBI el 88% indicó que solo los residuos punzocortantes cuentan con una empresa autorizada que posteriormente realiza el tratamiento y la disposición final de los mismos, no obstante, el 13% indicó que no todas las áreas cuentan con la disposición de esa empresa.

Referente a los resultados cualitativos se observó que el 100% de las áreas está equipado con autoclave u otro tipo de tratamiento para desinfectar el material instrumental de vidrio, respecto a los residuos no anatómicos los entrevistados indicaron que se inactivan con químicos como el cloro antiséptico, otros los esterilizan en autoclave, pero la mayoría indicó que no reciben ningún tratamiento externo ni interno.

Para el procesamiento de los residuos patológicos algunas áreas implementaron la inactivación química con cloro, sin embargo, la mayoría de las áreas no tiene un tratamiento interno o externo para este tipo de residuos.

Solamente laboratorios como patología y microbiología generan una cantidad considerable de cultivos y cepas los mismos que son esterilizados en autoclave.

Para finalizar únicamente el área de anatomía y parasitología mencionaron que inactivan la sangre con cloro al 10% y 90% o 70%.

### Destino final de los RPBI



Figura. 8 Disposición final de los objetos punzocortantes.

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de pastel se observa que el 75% de las áreas dispone los RPBI en su categoría de punzocortantes en una empresa autorizada el 25 % restante no cuenta con este servicio.

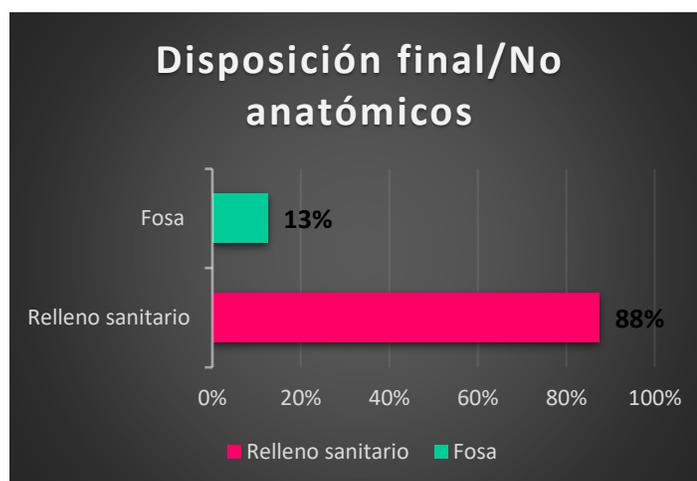


Figura. 9 Disposición final de los residuos no anatómicos

Fuente: Elaboración propia

En esta gráfica podemos observar que la última etapa del manejo de los RPBI en su categoría no anatómicos el 88% dispone los residuos en el relleno sanitario y el 13% de los entrevistados sobrante indicó que los dispone en la fosa.

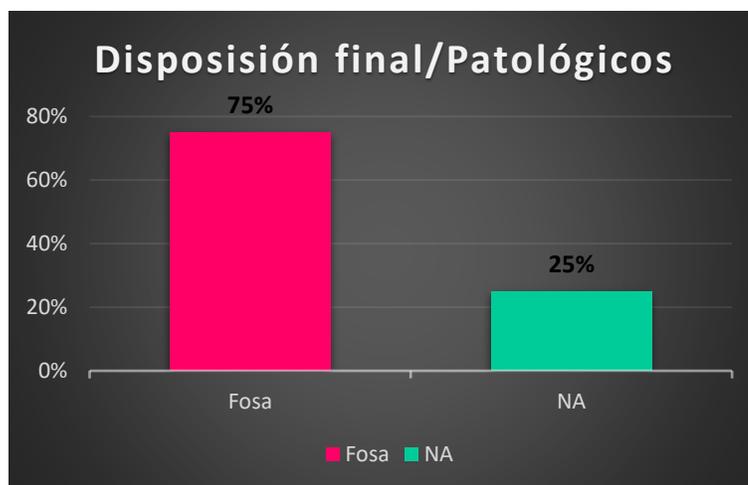


Figura. 10 Disposición final de los residuos patológicos

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica de barras podemos observar que el 75 % de residuos son dispuestos en una fosa ubicada a dentro del perímetro de la universidad para evitar malos olores colocan una capa de cal viva, el 25 % restante no genera residuos patológicos por lo tanto no aplica.

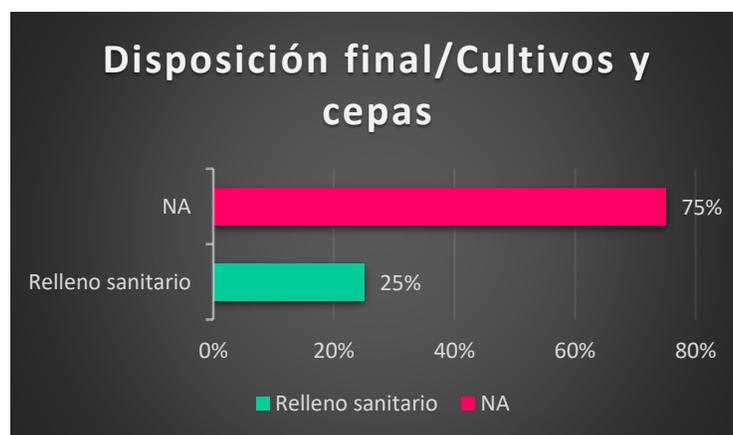


Figura. 11 Disposición final de los cultivos y cepas

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar en la figura... el 25 % de las áreas que generan cultivos y cepas realizan un tratamiento interno en autoclave posteriormente se disponen en el relleno sanitario, el 75% de las áreas no generan cultivos y cepas por lo tanto no les aplica.



Figura. 12 Disposición final de RPBI en su categoría sangre

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica circular se observa que el 100% de las áreas dispone el residuo de la sangre en el drenaje, previamente retienen el residuo que puedan captar en contenedores e inactivan el residuo con cloro al 10 o 70%.

### 4.4.3 Tablas de Resultados Finales de la Investigación

Cuadro. 18 Hospital veterinario de pequeñas especies

<b>MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS BIOLÓGICO INFECCIOSOS</b>					
<b>Hospital veterinario de pequeñas especies</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Punzocortantes</b>	Jeringas	12 kg/mes	Recipiente Hermético Rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
	Agujas				
	Bisturí				
<b>No anatómicos</b>	Material de curación	12 kg/mes	Bolsa Negra	Cloro Cloruro antiséptico	Relleno sanitario
	Guantes				
	Algodón				
<b>Patológicos</b>	Órganos	15 kg/mes	Bolsa Negra		Fosa
	Tejidos				
<b>Cultivos y cepas</b>	No	NA	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Si	No se tiene estimación	Drenaje	No	Agua residual

Cuadro. 19 Hospital veterinario de grandes especies

<b>Hospital veterinario de grandes especies</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Jeringas	12 kg/mes	Recipiente Hermético Rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
	Agujas				
	Bisturí				
<b>No anatómicos</b>	Material de curación	No se tiene estimación	Bolsa negra	No	Relleno sanitario
<b>Patológicos</b>	Tejidos	800 gramos/mes	Bolsa negra	No	Fosa
	Tumores				
<b>Cultivos y cepas</b>	No	NA	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Si	No se tiene estimación	Drenaje	No	Agua residual

Cuadro. 20 Unidad de diagnóstico de patología

<b>Unidad de diagnóstico de patología</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Navaja de bisturí	15 piezas/mes	Recipiente hermético rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
	Jeringas	20 piezas/mes			
	Agujas	20 piezas/mes			
<b>No anatómicos</b>	Isótopos	No se tiene estimación	Bolsa negra	Esterilización en autoclave	Fosa
	Gasas				
	Algodón				
<b>Patológicos</b>	Caninos	15 cadáveres/mes	Bolsa negra	No	Fosa
	Felinos	5 cadáveres /mes			
	Bovinos	5 cadáveres /mes			
	Aves	5 cadáveres /mes			
	Caprinos	5 cadáveres /mes			
<b>Cultivos y cepas</b>	Cultivo de bacterias	80 cajas Petri al mes = 1.2 L	No hay contenedor específico	Esterilización en autoclave	Relleno sanitario
<b>Sangre</b>	Muestras de sangre en tubos de ensayo	No se tiene estimación	Drenaje	No	Agua residual

Cuadro. 21 Salubridad e higiene

<b>Salubridad e higiene</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Jeringas	2 al año	Recipiente hermético rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
<b>No anatómicos</b>	Cubrebocas	No se tiene estimación	Bolsas amarillas	No	Relleno sanitario
<b>Patológicos</b>	No	NA	NA	NA	NA
<b>Cultivos y cepas</b>	Agar	24 kg/mes	Bolsa amarilla	Autoclave Horno esterilizador Incubadoras Campana de flujo laminar	Relleno sanitario
	Colorantes	2 litros al semestre			
	Tinciones				
<b>Sangre</b>	Agar sangre	15 ml sangre de cabra	Bolsa amarilla		Agua residual
		2 % sangre humana			

Cuadro. 22 Laboratorio de parasitología veterinaria

<b>Laboratorio de parasitología veterinaria</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Agujas	No se tiene estimación, pero la cantidad es mínima	Recipiente hermético rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
	jeringas				
	Bisturí				
<b>No anatómicos</b>	Gasas	La cantidad de generación se estima de acuerdo con el número de alumnos por práctica	Bolsa negra	Inactivación con benzal antiséptico	Relleno sanitario
	Algodón				
	Guantes				
	Cubrebocas				
<b>Patológicos</b>	Tejidos	72 kg/mes	Bolsa negra	Benzal antiséptico o cloro al 10 %	Fosa
<b>Cultivos y cepas</b>	No	NA	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Si	72 kg/mes	Recipiente especial	Cloro 10 %	Agua residual

Cuadro. 23 Centro de investigación en reproducción caprina

Centro de investigación en reproducción caprina					
Clasificación de RPBI	Residuo	Cantidad	Separación y envasado	Tratamiento	Destino
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Agujas vacutainer	> 200 piezas /mes	Recipiente hermético rojo	No	Relleno sanitario
	Laminillas, bisturí	No se tiene estimación			
	Jeringas	50 piezas/mes			
	Puntillas de micropipetas	No se tiene estimación	Bolsa negra	Inactivación química	Relleno sanitario
Guantes					
Sanitas					
Esponjas					
<b>Patológicos</b>	Ovarios y testículos (caprinos)		Bolsa negra	No	Fosa
<b>Cultivos y cepas</b>	NA	NA	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Sangre Suero sanguíneo	> 200 tubos de ensayo rojos y lilas/mes = 2.4 litros	Tubos de ensayo etiquetados	No	Agua residual

Cuadro. 24 Laboratorio de anatomía

Laboratorio de anatomía					
Clasificación de RPBI	Residuo	Cantidad	Separación y envasado	Tratamiento	Destino
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Agujas	2 kg/semestre	Recipiente rojo	Empresa autorizada	Empresa autorizada
	Hojas de bisturí				
	Jeringas				
<b>No anatómicos</b>	Gasas	10 kg/semestre	Recipiente rojo	No	Relleno sanitario
	Algodón				
	Mascarilla				
	Guantes				
<b>Patológicos</b>	No (Cadáver con formol)	NA	NA	NA	NA
<b>Cultivos y cepas</b>	NA	No	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Sí (Área de sacrificios)	500 L/semestre	No	Alcohol del 90 y 70 %	Agua residual

Cuadro. 25 Área de corrales (Centro de biotecnología de la reproducción).

<b>Área de corrales (centro de biotecnología de la reproducción)</b>					
<b>Clasificación de RPBI</b>	<b>Residuo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Separación y envasado</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Destino</b>
<b>Objetos Punzocortantes</b>	Bisturí	264 piezas/mes	Separación en botes de plástico	No	Relleno sanitario
	Agujas	140 piezas /mes			
	Jeringas	140 piezas /mes			
<b>No anatómicos</b>	Guantes	640 piezas/mes	Bolsa negra	Inactivación con cloro	Relleno sanitario
	Mascarilla	320 piezas/mes			
	Sanitas	No se tiene estimación			
<b>Patológicos</b>	Ovarios Matriz (Bovinos)	80/mes - 8 kg	Bolsa negra	Cloro	Fosa
		30/mes 90 kg			
<b>Cultivos y cepas</b>	No	NA	NA	NA	NA
<b>Sangre</b>	Si	No se tiene estimación	Botes	No	Agua residual

Fuente: Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

Como resultado de la aplicación de 8 entrevistas a las áreas generadoras de RPBI en la UAAAN UL se realizaron las tablas de resultados finales del numeral 4.4.3 debido a que no se cuenta con bitácoras de generación de RPBI por lo que el cálculo de la generación de los residuos se realizó por estimación según las bitácoras de acceso a laboratorio de los alumnos y el número de prácticas que realizan, por lo que se determinó que según la clasificación de RPBI que el residuo más generado son los residuos patológicos derivados en su mayoría de las prácticas en el laboratorio de patología, en segundo lugar los residuos no anatómicos, seguidos de los objetos punzocortantes, cultivos y cepas, de la sangre residual no se tiene estimación.

Por lo tanto, estos residuos deben estar sujetos a cumplir con la norma NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, los reglamentos y las leyes vigentes que le apliquen en materia ambiental.

De acuerdo con los resultados del numeral 4.2.2 Riesgo y bioseguridad observado en prácticas MVZ. La bioseguridad de los laboratorios de la UAAAN UL tienen niveles de tipo de riesgo 1 y 2 de acuerdo con manual de bioseguridad de la OMS los cuales tienen mínimas posibilidades de causar enfermedades a humanos o animales. La mayoría de las instalaciones están bien equipados y cuentan con diferentes manuales o protocolos de limpieza, instructivos para realizar prácticas y reglamentos para garantizar la seguridad de los alumnos, sin embargo, hay laboratorios que carecen de materiales o EPP para realizar las prácticas de los alumnos de forma segura.

Según el manual de bioseguridad de laboratorio de la OMS publicado en el año 2005, todos los laboratorios de diagnóstico y de atención de salud (de salud pública, clínicos o de hospital) deben estar diseñados para cumplir, como mínimo, los requisitos del nivel de bioseguridad 2 (servicios de atención primaria, diagnóstico e investigación).

Debido a que no se realizan pruebas para verificar el nivel de riesgo de cada una de las sustancias o muestras potencialmente infecciosas, no se tiene certeza que las muestras no estén contaminadas por lo que existe la probabilidad de exponer al personal a microorganismos más peligrosos (OMS, 2005).

El trabajo en centros veterinarios, aunque no implica la intención deliberada de manipular agentes biológicos, puede dar origen a la exposición a estos agentes debido a que existe

contacto con animales, que pueden estar enfermos o ser portadores de agentes patógenos. (Rosa Ma, Lampurlanés, & Aubert, 2016).

Como resultado de la aplicación de encuestas a 107 estudiantes, la pregunta 1 nos indica que solamente el 14% de la población frecuentemente recibe información sobre la correcta separación y la minimización de residuos. Por lo que también un bajo porcentaje sabe diferenciar y clasificar los residuos como RME, RSU y RP como lo indica la pregunta 2. La pregunta 4 nos hace saber que el 33% de la población casi nunca ha recibido información general sobre los RP, lo que nos confirma que no se recibe capacitación constante sobre el tema. Las variables del estudio demuestran que el mismo porcentaje corresponde a alumnos que contestaron la encuesta cursando noveno semestre por lo tanto ya estaban en el penúltimo semestre de su carrera y deberían tener un conocimiento alto sobre el tema.

Específicamente sobre los RPBI el 23 % de la población indica que frecuentemente identifica el señalamiento que pertenece a los RPBI. El 32 % de la población indica que algunas veces se les informo sobre este tipo de residuos, sin embargo, la pregunta 8 demuestra que el 36% de la población casi nunca recibe capacitación para identificar, separar y etiquetar los RPBI, tampoco se cuenta con una bitácora de generación de los residuos como lo solicita el reglamento de la LGPGIR en su artículo 71.

En cuanto a la percepción de los alumnos en el tema de bioseguridad un gran porcentaje indica que muy frecuentemente utilizan su EPP, las instalaciones de los laboratorios son desinfectadas, reciben capacitación sobre los posibles riesgos a los que están expuestos y sobre las medidas de seguridad que deben de tener al estar en el laboratorio.

La responsabilidad del manejo y disposición de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera, durante las entrevistas al personal encargado se confirmó que no se cuenta con bitácora para el control de los RPBI, sin embargo, si se realiza la separación de los residuos, pero no cuentan con un etiquetado o envase especial, excepto los objetos punzocortantes que cuentan con su recipiente especial de color rojo para evitar pincharse. El 75 % de los laboratorios cuentan con un congelador para almacenar las partes de animales o los cadáveres, debido a que son generadores de nivel 3 según la normatividad deberán máximo tener almacenados los residuos por 7 días y estar a una temperatura no mayor de 4 °C.

Es importante tener un procedimiento para el manejo interno de los residuos incluso un procedimiento para su correcta recolección al momento de terminar las prácticas de los alumnos, como en la mayoría de las instalaciones no se encuentra una ruta de transporte interno de RPBI, se recomienda implementar una ruta para el traslado correcto de los residuos y así evitar contaminación de un área a otra y contar con un almacén temporal de RPBI que se encuentre separado de áreas de pacientes, alumnos, salones, oficinas etc. Y/o almacenados en centros de acopio autorizados por la SEMARNAT.

Las instalaciones de la UAAAN UL están equipadas con autoclaves para la desinfección de material instrumental como por ejemplo cajas Petri donde estuvieron cultivos y cepas, para inactivar los microorganismos de los residuos no anatómicos utilizan hipoclorito de sodio, los objetos punzocortantes son enviados con una empresa autorizada, la problemática más grande de los residuos derivados de las prácticas veterinarias, ya sea en la educación superior, en establos, en la industria alimenticia: mataderos, plantas de proceso como lo son los rastros o rastros municipales, granjas etc. Se encuentra en el tratamiento y destino final de los residuos patológicos, debido a la cantidad y el volumen de los cuerpos de animales que estuvieron enfermos o se sospecha que tuvieron algún agente biológico infeccioso.

En el país de México existen solamente 32 empresas autorizadas para tratamiento de RPBI y 19 para la incineración, sin embargo en el estado de Coahuila solo existe 1 empresa autorizada para el tratamiento y para la incineración de los mismos, lo que implica que los costos de tratamiento y disposición de estos residuos sea muy elevado, debido a la falta de oferta y demanda por lo que es un factor importante que desmotiva a la población de hacer el manejo de residuos de manera correcta, debido a que se cobra el costo por el transporte, el tratamiento y la disposición que se le da al residuo.

Lo que coincide con los autores José y Verónica en el año 2003, definieron en su estudio que la capacidad de manejo adecuado de los residuos peligrosos en México es sumamente limitada; de hecho, sólo una muy pequeña proporción del total generado es transportado, tratado y dispuesto de acuerdo con la normatividad ambiental. Las razones son muchas, en términos generales conviene enumerar algunas de ellas:

- Opinión pública desinformada,
- Normatividad incompleta,

- Altos costos en el manejo de los residuos peligrosos ,
- Mercados poco desarrollados ,
- Falta de información y capacitación.
- Inspección y vigilancia insuficientes (Zavala; & Devorá, 2003).

Un estudio más reciente del autor Abdolmajid Fadaei realizado en el año 2022 sobre la gestión de desechos médicos en países en desarrollo concordó con estos autores afirmando que el estado de los desechos médicos es un grave problema de salud pública en todo el mundo. La gestión adecuada de los desechos médicos es de suma importancia. Sin embargo, no hay suficiente información sobre la gestión de residuos médicos.

También se encontraron deficiencias en las actividades de recolección, almacenamiento, transporte y transferencia de desechos y eliminación de desechos médicos en diferentes países. Solo alrededor del 25% de los países utilizaron simultáneamente tres técnicas, como la autoclave, la incineración y el relleno sanitario para la eliminación y el tratamiento de desechos médicos, y el 91% utilizó el método de incineración. Este estudio destaca la necesidad esencial de directrices y reglamentos, tecnologías, conocimientos y financiación específicos para la gestión de residuos médicos a fin de mejorar la gestión de residuos médicos en todo el mundo (Fadaei, 2022).

Otro punto importante del que hablar es sobre la generación de aguas residuales provenientes del área de sacrificios, del área de corrales y laboratorios, la descarga de agua de la UAAAN UL es al alcantarillado municipal como tratamiento al momento de descargar el agua contaminada utilizan hipoclorito de sodio, debido a que su descarga es al alcantarillado municipal se debe dar cumplimiento a la NOM-002-SEMARNAT-1996 Para evitar que algún patógeno llegue a propagarse mediante la contaminación de las aguas residuales.

## VI. CONCLUSIÓN

En esta tesis se realizó un diagnóstico a las áreas de la carrera de médico veterinario zootecnista de la UAAAN UL donde se generan RPBI, se realizó una descripción de las instalaciones que en su mayoría están bien equipadas y cumplen con las directrices básicas de bioseguridad recomendadas en el manual de bioseguridad de la OMS.

En esta tesis se determinó mediante la observación que los estudiantes, técnicos, profesores etc. están expuestos a riesgos biológicos y físicos al momento de realizar sus prácticas, un gran porcentaje de estudiantes está capacitado sobre las medidas de seguridad que deben implementar y cumplen con el EPP básico para realizar sus actividades de manera segura.

Por otra parte, se realizó un diagnóstico general a los estudiantes sobre el conocimiento de la clasificación de los residuos, resultó que se carece de información y capacitación básica para saber diferenciar entre los RSU, RME y RP. También se identificó que un bajo porcentaje está informado, identifica y sabe realizar la correcta segregación de los RPBI. Para evaluar más a profundidad se realizaron entrevistas donde se evaluaron todas las etapas del manejo de RPBI, donde se identificó que no se cuenta con una bitácora de control, en los resultados de la estimación de RPBI se determinó que debido al volumen de RPBI generados la UAAAN UL es generador nivel III según la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 por lo que se deberá dar cumplimiento a la misma. En la investigación se reconoció que existen muy pocas empresas autorizadas para el transporte, tratamiento y disposición de RPBI en el país de México por lo que es una barrera para que las universidades, empresas, clínicas etc. Cumplan al pie de la letra con la normatividad, pero eso no justifica que exista una gran desinformación sobre el tema, la información sobre el manejo correcto de los residuos debe asegurarse durante la formación de la carrera de médico veterinario zootecnista ya que no solo implica el cuidado del medio ambiente si no que el mal manejo de RPBI implica un grave problema de salud pública.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ali, M., Wang, W., Chaudhry, N., & Geng, Y. (2017). Hospital waste management in developing countries: A mini review. *Waste Management & Research*, 35(6), 581-592. doi:10.1177/0734242X17691344
- Alverson, K. (2020). ¿Qué hacer con los desechos sanitarios? . Retrieved from <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/que-hacer-con-los-desechos-sanitarios>
- Ammendolia, J., Saturno, J., Brooks, A. L., Jacobs, S., & Jambeck, J. R. (2021). An emerging source of plastic pollution: Environmental presence of plastic personal protective equipment (PPE) debris related to COVID-19 in a metropolitan city. *Environmental Pollution*, 269, 116160. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116160>
- Baylor, F. d. M. d. (2018). Enfermedades infecciosas emergentes. Retrieved from <https://www.bcm.edu/departments/molecular-virology-and-microbiology/emerging-infections-and-biodefense/emerging-infectious-diseasesous> diseases
- Belay, E. D., Kile, J. C., Hall, A. J., Barton-Behravesh, C., Parsons, M. B., Salyer, S., & Walke, H. (2017). Zoonotic Disease Programs for Enhancing Global Health Security. *Emerg Infect Dis*, 23(13), S65-70. doi:10.3201/eid2313.170544
- Betancourt, G., Oriana, & Velasco, C., Myriam (2019). Formación inicial del médico veterinario: una experiencia en el modelo educativo por competencias *Educere*, 23, 323-335.
- Blanco, N. (2021). Conoce qué es bioseguridad: un término al alza. Retrieved from <https://microclean-solutions.com/que-es-bioseguridad/>
- Borowy, I. (2020). Medical waste: the dark side of healthcare. *Hist Cienc Saude Manguinhos*, 27(suppl 1), 231-251. doi:10.1590/s0104-59702020000300012
- Cardiff, R. D., Ward, J. M., & Barthold, S. W. (2008). 'One medicine---one pathology': are veterinary and human pathology prepared? *Lab Invest*, 88(1), 18-26. doi:10.1038/labinvest.3700695
- Cediel, N. M., & Villamil, L. C. (2004). Riesgo biológico ocupacional en la medicina veterinaria, área de intervención prioritaria. *Revista de salud pública*, 6, 28-43.
- Chu, D. T., Ngoc, T. U., Chu-Dinh, T., Ngoc, V. T. N., Van Nhon, B., Pham, V. H., . . . Truong, N. D. (2019). The possible zoonotic diseases transferring from pig to human in Vietnam. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*, 38(6), 1003-1014. doi:10.1007/s10096-018-03466-y
- Facciola, A., Laganà, P., & Caruso, G. (2021). The COVID-19 pandemic and its implications on the environment. *Environ Res*, 201, 111648. doi:10.1016/j.envres.2021.111648
- Fadaei, A. (2022). Comparison of medical waste management methods in different countries: a systematic review. *Rev Environ Health*. doi:10.1515/reveh-2021-0170
- FAO. (2021). Una Salud. Retrieved from <https://www.fao.org/one-health/es/>
- Fowler, H. N., Holzbauer, S. M., Smith, K. E., & Scheftel, J. M. (2016). Survey of occupational hazards in Minnesota veterinary practices in 2012. *J Am Vet Med Assoc*, 248(2), 207-218. doi:10.2460/javma.248.2.207
- Ganadero, C. (2017). Dele un manejo adecuado a los desechos veterinarios en la finca. Retrieved from <https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/dele-un-manejo-adecuado-los-desechos-veterinarios-en-la-finca>
- Garza RJ, A. T. (2012). “Hacia una Salud. Propuesta en el marco de la Administración Pública Federal en México”. Retrieved from <https://sites.google.com/view/legislacionveterinaria/p%C3%A1gina-principal>

- Gebreyes, W. A., Dupouy-Camet, J., Newport, M. J., Oliveira, C. J. B., Schlesinger, L. S., Saif, Y. M., . . . King, L. J. (2014). The Global One Health Paradigm: Challenges and Opportunities for Tackling Infectious Diseases at the Human, Animal, and Environment Interface in Low-Resource Settings. *PLoS Negl Trop Dis*, 8(11), e3257. doi:10.1371/journal.pntd.0003257
- Hodges, S. (2017). Hospitals as factories of medical garbage. *Anthropol Med*, 24(3), 319-333. doi:10.1080/13648470.2017.1389165
- Hoorweg, D., Bhada-Tata, P., & Kennedy, C. (2013). Environment: Waste production must peak this century. *Nature*, 502(7473), 615-617. doi:10.1038/502615a
- Hubálek, Z. (2003). Emerging human infectious diseases: anthroponoses, zoonoses, and sapronoses. *Emerg Infect Dis*, 9(3), 403-404. doi:10.3201/eid0903.020208
- Keatts, L. O., Robards, M., Olson, S. H., Hueffer, K., Insley, S. J., Joly, D. O., . . . Walzer, C. (2021). Implications of Zoonoses From Hunting and Use of Wildlife in North American Arctic and Boreal Biomes: Pandemic Potential, Monitoring, and Mitigation. *Front Public Health*, 9, 627654. doi:10.3389/fpubh.2021.627654
- Lara, B. N., & Cortés Zavala, M. T. (2020). Análisis de la gestión de residuos peligrosos biológico-infecciosos, en unidades médico veterinarias de Morelia. *Ciencia Nicolaita*, 76-100.
- Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, (2003).
- LGPGIR. (2020). Artículo 5. Fracciones XII, XIX, XX. In *AGENDA ECOLOGICA FEDERAL* (pp. 1-38). MEXICO: EDICIONES FISCALES ISEF, S.A.
- Loh, E. H., Zambrana-Torrelío, C., Olival, K. J., Bogich, T. L., Johnson, C. K., Mazet, J. A., . . . Daszak, P. (2015). Targeting Transmission Pathways for Emerging Zoonotic Disease Surveillance and Control. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 15(7), 432-437. doi:10.1089/vbz.2013.1563
- McArthur, D. B. (2019). Emerging Infectious Diseases. *Nurs Clin North Am*, 54(2), 297-311. doi:10.1016/j.cnur.2019.02.006
- Meoño, S. (2017). Los riesgos laborales de la profesión de médico veterinario *Revista electrónica de veterinaria*, 18, 12.
- Nava, C. C. d. (2008). Regulación de los residuos peligrosos en México Retrieved from [http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/regulacion\\_resi\\_peli\\_mexico.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/regulacion_resi_peli_mexico.pdf)
- NIAID. (2018). NIAID Emerging Infectious Diseases/ Pathogens. Retrieved from <https://www.niaid.nih.gov/research/emerging-infectious-diseases-pathogens>
- North, E. J., & Halden, R. U. (2013). Plastics and environmental health: the road ahead. *Rev Environ Health*, 28(1), 1-8. doi:10.1515/reveh-2012-0030
- OHHLEP. (2021). Una Salud. Retrieved from <https://www.fao.org/one-health/es>
- OMS. (2005). *Manual de bioseguridad en el laboratorio*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2018a). Health-care waste. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- OMS. (2018b). Residuos sanitarios. Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
- OPS. (2021). Zoonosis (áreas de actuación). Retrieved from <https://www.paho.org/es/temas/zoonosis>
- Peng, H., Bilal, M., & Iqbal, H. M. N. (2018). Improved biosafety and biosecurity measures and/or strategies to tackle laboratory-acquired infections and related risks. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2697. doi:10.3390/ijerph15122697

- Convenio de basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación (1989).
- Rosa Ma, A. E., Lampurlanés, X. S., & Aubert, A. C. (2016). Centros veterinarios: exposición laboral a agentes biológicos *Intituto nacional de seguridad e higine en trabajo*.
- SanJuan-Reyes, S., Gómez-Oliván, L. M., & Islas-Flores, H. (2021). COVID-19 in the environment. *Chemosphere*, 263, 127973. doi:10.1016/j.chemosphere.2020.127973
- Scheftel, J. M., Elchos, B. L., Rubin, C. S., & Decker, J. A. (2017). Review of hazards to female reproductive health in veterinary practice. *J Am Vet Med Assoc*, 250(8), 862-872. doi:10.2460/javma.250.8.862
- NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos., (2005).
- SEMARNAT. (2011). Residuos Retrieved from [https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe\\_12/pdf/Cap7\\_residuos.pdf](https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap7_residuos.pdf)
- SEMARNAT. (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos Retrieved from <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- SEMARNAT. (2021). *Residuos peligrosos* Dirección general de gestión integral de materiales y actividades riesgosas. Gobierno de México. Retrieved from [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia\\_mce/html/RECUADROS\\_INT\\_GLOS/D3\\_RESIDUOSP/D3\\_INT\\_RESIDUOP.htm](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/RECUADROS_INT_GLOS/D3_RESIDUOSP/D3_INT_RESIDUOP.htm)
- SNIARN. (2021). Generación estimada de residuos peligrosos según clasificación de residuos Retrieved from [http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi\\_apps/WFServlet?IBIF\\_ex=D3\\_RESIDUOP0120&IBIC\\_user=dgeia\\_mce&IBIC\\_pass=dgeia\\_mce](http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_RESIDUOP0120&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce)
- Taylor, L. H., Latham, S. M., & Woolhouse, M. E. (2001). Risk factors for human disease emergence. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 356(1411), 983-989. doi:10.1098/rstb.2001.0888
- Tiwari, R., Dhama, K., Sharun, K., Iqbal Yattoo, M., Malik, Y. S., Singh, R., . . . Rodriguez-Morales, A. J. (2020). COVID-19: animals, veterinary and zoonotic links. *Vet Q*, 40(1), 169-182. doi:10.1080/01652176.2020.1766725
- UJED. (2021). Labores que realiza el egresado de la Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Retrieved from <https://www.ujed.mx/oferta-educativa/medico-veterinario-zootecnista/campo-de-trabajo>
- Valero, R. (2015). *Manejo de los residuos sólidos peligrosos en doce clínicas y hospitales veterinarios de Bogotá*.
- Veall, F. (1993). Estructura y funcionamiento de mataderos medianos en países en desarrollo. *Food & Agriculture Org*, 206.
- Zavala, J. C., & Devorá, V. (2003). La gestión ambiental de los residuos peligrosos. Retrieved from <https://1library.co/document/ynxjklq-ambiental-residuos-peligrosos-residuos-peligrosos-biologicos-infecciosos-veronica.html>
- Zinsstag, J., Crump, L., & Winkler, M. (2017). Biological threats from a 'One Health' perspective. *Rev Sci Tech*, 36(2), 671-680. doi:10.20506/rst.36.2.2684
- Zoonóticas, C. N. d. E. I. E. y. (2017). Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC). Retrieved from <https://www.cdc.gov/ncezid/index.html>

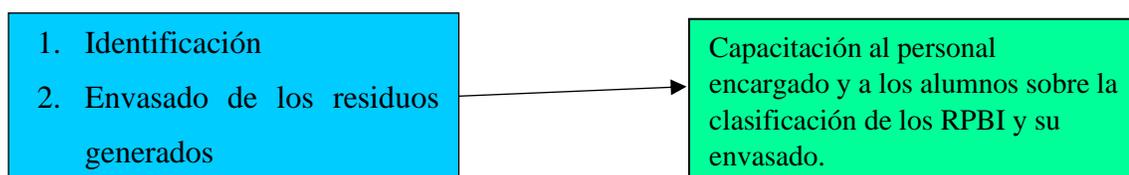
## VIII. ANEXO 1

### Recomendaciones

Clasificación del establecimiento de la UAAAN UL: Según los resultados de la estimación de la generación de RPBI al mes se generan más de 100 kg de RPBI como resultado son generador nivel III por lo tanto deben cumplir con el manejo que le aplica en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 tal como lo indica el artículo 24 de la LGPGIR

- 1) Se recomienda que se realice un plan de manejo de residuos como lo solicita la ley en el artículo 31 de la LGPGIR ya que los residuos de la sangre, los cultivos y cepas, residuos patológicos y los objetos punzocortantes forman parte del listado de RP aplicables, de igual manera regularizarse y registrarse ante la SEMARNAT.

Recomendaciones de las etapas del manejo:



Para que el docente o el estudiante aprenda a identificar los RPBI se les debe informar y se deberán aprender la clasificación de estos, una vez que aprendan su clasificación se deberá explicar las especificaciones de su envasado.

- 2) Para atender a esta recomendación se recomienda lo siguiente:

**Se recomienda que se realice capacitación sobre el manejo de RPBI desde la primera vez que el personal docente o alumno tenga contacto con residuos peligrosos que sean considerados como infecciosos.**

## Opciones:

- Para las capacitaciones una persona que este certificada en el tema podría capacitar a cada encargado de las áreas generadoras de RPBI para que ellos capaciten a los alumnos cuando van a iniciar un curso donde van a generar este tipo de residuos.
- Se podría implementar que una persona certificada capacite a algún alumno que quiera desarrollar su servicio social capacitando a los alumnos sobre el tema y también impulsar que estos temas sean vistos como servicio social ya que es para ayudar a prevenir la contaminación ambiental y disminuir riesgos de salud pública.
- Desarrollar un programa de capacitación anual donde se incluya este tema y otros sobre medio ambiente a todos los estudiantes de la UAAAN UL para que se capaciten por lo menos una vez al año.

Para atender a estas etapas del manejo se recomienda que en las áreas generadoras se coloquen letreros ilustrativos de apoyo visual para que el docente o el alumno aprenda y recuerde con más facilidad el protocolo de identificación y envasado. Ejemplo:

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASE Y CARACTERISTICAS DEL ENVASE
→ SANGRE → CULTIVOS Y CEPAS → NO ANATOMICOS	SOLIDO →  LIQUIDO →	 Bolsa de plástico color rojo. Calibre mínimo 200   Recipiente rígido con tapa hermética
→ PATOLOGICOS	SOLIDO →  LIQUIDO →	 Bolsa de plástico color amarillo. Calibre mínimo 300.   Recipiente rígido con tapa hermética
→ PUNZOCORTANTES	SOLIDO →	 Recipiente rígido. De Polipropileno resistente a fracturas con una resistencia mín. De penetración de 12.5 N

2.1 Se recomienda que se cumpla con las especificaciones del envasado que se indica en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 los cuales se indican en los numerales 6.2.1,

6.2.2 y 6.2.3. Es importante que se respeten las especificaciones del envasado tanto en el tipo de envase, resistencia y color etc. Ya que están implementadas para prevenir riesgos de lesiones físicas como pincharse o también a reforzar e impedir que haya más riesgo de

TIPO DE RESIDUOS	ESTADO FISICO	ENVASADO	COLOR
4.1 Sangre	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.2 Cultivos y cepas de agentes infecciosos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
4.3 Patológicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Amarillo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Amarillo
4.4 Residuos no anatómicos	Sólidos	Bolsas de polietileno	Rojo
	Líquidos	Recipientes herméticos	Rojo
4.5 Objetos punzocortantes	Sólidos	Recipientes rígidos polipropileno	Rojo

la propagación de un virus.

2.2 También se recomienda contar con contenedores como tambos de 200 litros metálicos o de plástico para que de manera temporal de vacíen los residuos no anatómicos dentro del almacén temporal y evitar almacenarlos en áreas de generación para prevenir que se disperse la contaminación.

### 3) Almacenamiento

Para atender la etapa del almacenamiento es importante saber la generación de residuos por lo que se recomienda implementar bitácoras como control de la generación de RPBI:

- **Las bitácoras deberán contener lo previsto en el artículo 21 del reglamento de la LGEEPA en materia de RP y el 71 del reglamento de la LGPGIR.**

Se recomienda que cada área generadora cuente con su bitácora de RPBI y una persona de responsable que se dedique a llenarla.

**El periodo de almacenamiento temporal según la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 es el siguiente según su nivel de generación:**

- Nivel I: Máximo 30 días.
- Nivel II: Máximo 15 días.

- Nivel III: Máximo 7 días.

**Según la norma los residuos patológicos (que no estén en formol) deberán conservarse siempre a una temperatura no mayor de 4°C.**

**Se recomienda contar con un almacén temporal de RPBI que cumpla con los siguientes requisitos que solicita la norma**

- a) Estar separada de las áreas de pacientes, almacén de medicamentos y materiales para la atención de estos, cocinas, comedores, instalaciones sanitarias, sitios de reunión, áreas de esparcimiento, oficinas, talleres y lavanderías.
- b) Estar techada, ser de fácil acceso, para la recolección y transporte, sin riesgos de inundación e ingreso de animales.
- c) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de estos, en lugares y formas visibles, el acceso a esta área sólo se permitirá al personal responsable de estas actividades.

Los establecimientos generadores de residuos peligrosos biológico-infecciosos que no cuenten con espacios disponibles para construir un almacenamiento temporal, podrán utilizar contenedores plásticos o metálicos para tal fin, siempre y cuando cumplan con los requisitos mencionados en los incisos a), b) y c) de este numeral.

#### 4) Recolección y transporte externo

Se recomienda tener una ruta de transporte interna de RPBI en lugares estratégicos que sean visibles colocando señalética de esta y diseñar una ruta de recolección segura para evitar contaminación cruzada hasta el área de almacenamiento temporal.

Para el transporte de residuos peligrosos exsitu se deberá contratar a una empresa que este autorizada por SEMARNAT.

#### 5) Tratamiento

La NOM 087 SEMARNAT SSA 2002 menciona que los RPBI deben ser tratados con métodos físicos o químicos que garanticen la eliminación de microorganismos patógenos.

Si el generador implementa un sistema de tratamiento deberá contar con autorización de la SEMARNAT, así también el prestador de servicio.

La norma menciona lo siguiente:

Los residuos patológicos deben ser incinerados o inhumados excepto los que estes destinados a fines terapéuticos, de investigación. En caso de ser inhumados deberán ser en sitios autorizados por secretaria de salud.

La norma da a entender que en este punto se refiere a residuos patológicos provenientes de restos o cadáveres de humanos y puede entenderse que no especifica como dar tratamiento los residuos patológicos provenientes de cadáveres de animales.

Debido al volumen que representa el cadáver de un animal lo más recomendable es optar por el método de incineración.

#### 6) Destino

Si los RPBI son tratados y se presentan irreconocibles, se podrán disponer como residuos no peligrosos en sitios autorizados.

En el caso de la UAAAN UL que se cuenta con una fosa, se recomienda realizar adecuaciones de seguridad para que el personal que realice la maniobra de disposición del residuo no corra con riesgos de seguridad.

Se recomienda contar con personal autorizado y capacitado para realizar el traslado para la recolección del residuo y las maniobras.

A continuación de presentan las recomendaciones el ministerio de salud y protección social para el manejo de cadáveres de animales:

A continuación, se presentan las condiciones para la disposición final de animales muertos y materiales de origen animal contaminados:

En caso de traslados de animales muertos, partes o carcasas y materiales contaminados para su disposición final fuera del predio afectado, deben considerarse el traslado en contenedores que en lo posible impidan el escurrimiento de líquidos. El contenedor debe tener aproximadamente 0,5 metros libres de carcasas para permitir la expansión de estas. Estos vehículos deben ser sellados y desinfectados antes de abandonar el sitio.

Métodos de destrucción y disposición final.

Los dos métodos de elección para la destrucción y disposición final de carcasas son el entierro y la cremación. En caso de que estos no puedan ser aplicables, se deberá analizar caso a caso otras alternativas.

**Enterramiento - La elección de este método dependerá de:**

- Número y tamaño de los animales muertos y/ despojos.
- Accesos para vehículos y maquinaria pesada.
- Nivel freático (se requiere ausencia de napas y de puntos de captación de agua). Se recomiendan aguas subterráneas a una profundidad superior a los 8 metros.
- Lejos de cursos de agua superficiales (ríos, lagunas, arroyos, etc.).
- Condiciones geológicas del terreno.
- Ausencia de cañerías de gas, agua, cables eléctricos subterráneos.
- Aislamiento, especialmente de áreas habitadas, caminos.
- Uso futuro del área.
- Costos de la operación.
- Capacitación y experiencia de los operadores.
- Protección del ambiente; para lo cual existen provisiones sobre la colocación en la fosa de cubiertas de materiales especiales para prevenir una posible lixiviación y contaminación de las aguas).
- Existencia de animales salvajes en la zona.
- Debe tenerse en cuenta consultar a las autoridades de medio ambiente, sobre los requerimientos adicionales que deben cumplirse.

Fosa:

La fosa debe ser excavada en forma de talud (paredes inclinadas) para evitar posibles desmoronamientos. Si la fosa es para un número considerable de animales, el piso de la fosa debe ser una pendiente que alcance la profundidad de 4 mts. aprox. en los 10 mts. finales.

La tierra se depositará a una distancia no menor de 1,5 mts. de los bordes de la fosa, así se facilitará su posterior relleno.

Delimitación del terreno a excavar:

Se clavan estacas demarcatorias teniendo en cuenta que, para obtener un ancho de fosa de 3m, excavada en talud, el ancho de superficie debe ser de 5m. Resulta conveniente marcar el punto, a partir del cual, el piso de la fosa debe alcanzar los 4m de profundidad.

Número de máquinas a utilizar: (Depende de las siguientes variables)

Longitud de la fosa

Urgencia para su construcción

Disponibilidad de maquinaria en el lugar

Componentes y dimensiones de la fosa: se compone de dos partes: la rampa de acceso y la fosa sanitaria propiamente dicha.

La rampa de acceso: es una pendiente de aproximadamente 10 mts de longitud, que permite el ingreso de la pala cargadora y de los animales.

La fosa sanitaria propiamente dicha: es el lugar más profundo, destinado a al enterramiento sanitario.

Es una profunda fosa de 3,5 a 4 mts de profundidad por 3 mts de ancho y un largo que se encuentra determinado por la especie y el número de los animales comprometidos.

Bovinos: Para calcular su longitud de debe considerar que, por cada bovino adulto, es necesario una superficie de fosa sanitaria de 1,5 m<sup>2</sup>.9

Ovinos y Porcinos: Equivalencia de Especies: Un (1) bovino adulto equivale a CINCO (5) ovinos o porcinos adultos.

Si es necesario el enterramiento en otro lugar:

Si las condiciones del lugar no son aptas para el enterramiento, resulta conveniente la el traslado de los cadáveres o restos a un lugar que reúna las condiciones requeridas para el enterramiento sanitario.

Los cadáveres deberán ser transportados hasta el lugar de su enterramiento en una volqueta con la caja acondicionada para evitar la salida de fluidos. Debido a su rapidez y eficiencia, el equipo más apropiado para hacer la excavación es una retroexcavadora. La profundidad de la zanja deberá ser tal que permita a lo menos cubrir de forma completa los animales con 1 metro de tierra. Se debe abrir el abdomen de los animales y perforar el estómago para permitir el escape de gas. Para sellar la fosa, se cubren las carcasas con tierra y a 40 cm. antes de terminar de cubrir completamente, debe aplicarse una capa de cal viva en toda la superficie, para posteriormente completar el tapado con tierra. No se debe compactar la tierra una vez finalizado el proceso. Aplicar sobre la fosa y hasta a 2 metros alrededor de ella, carbonato de sodio.

Finalmente, se debe cercar todo el perímetro del lugar de entierro para evitar la entrada de animales.

### **Cremación:**

Este método se recomienda cuando el entierro de animales carcasas no sea posible. El encargado de la destrucción debe realizar un rebaje de la superficie donde se dispondrán los animales para la quema.

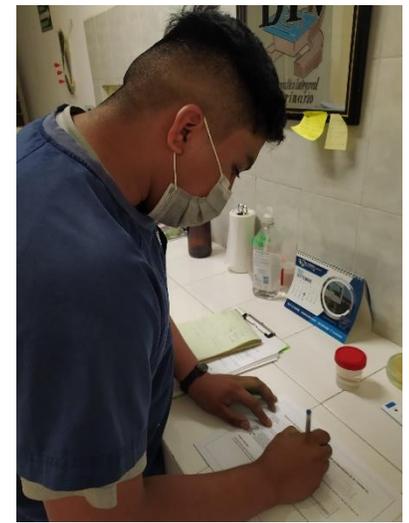
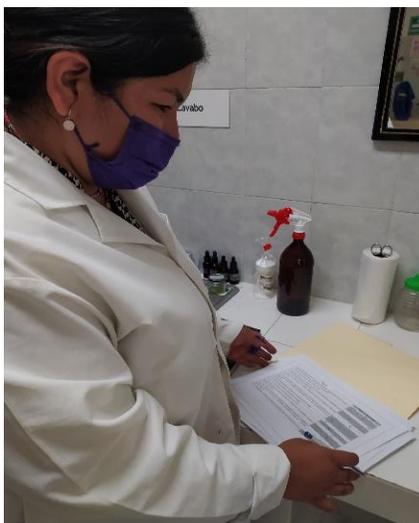
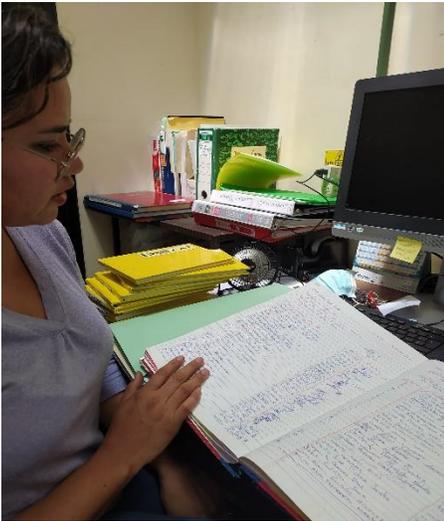
Disponer de combustibles en cantidad adecuada y verificar las restricciones a las quemas, restricciones por contaminación, vientos imperantes y cortafuegos necesarios.

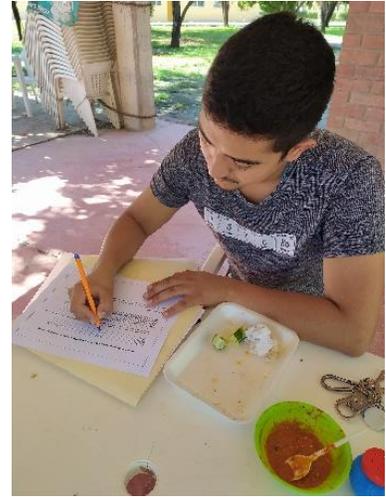
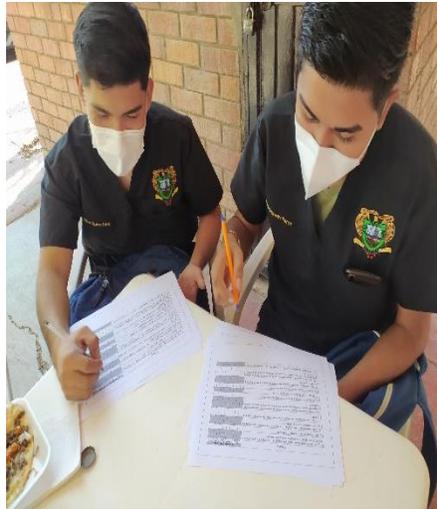
Las carcasas se ubicarán sobre la cama antes señalada y serán rociados con petróleo (no usar bencina). Se deben cortar los tendones extensores para mantener la ubicación de las carcasas. Finalmente, la ceniza resultante debe ser enterrada.

Bioseguridad: Se recomienda que se actualicen los reglamentos, normas, protocolos y manuales con la normatividad actual ya que se observó que están con normatividad desactualizada.

## IX. ANEXO 2

Fotografías de la aplicación de encuestas a estudiantes en la UAAAN UL. En las imágenes podemos observar los alumnos que aceptaron tomarse fotografía al momento de realizar la encuesta, cabe mencionar que se solicitaba el consentimiento de las personas para tomarles la fotografía, y si alguna persona comentaba que no quería ser fotografiado se respetaba su decisión para no incomodar a la persona y lograr tener más encuestas contestadas.







## X. ANEXO 3

### Cuestionario a Estudiantes

<i>Pregunta</i>	Escala de Frecuencias				
	Muy frecuente	Frecuente	Algunas veces	Casi nunca	Nunca
<i>1. ¿Con que frecuencia se recibe información de concientización para separar y minimizar los residuos que se generan en la universidad?</i>	5	4	3	2	1
<i>2. ¿Se diferenciar entre un RME, Y RSU y RP?</i>	5	4	3	2	1
<i>3. ¿En las instalaciones de la UAAAN UL se observan contenedores específicos para los RME (residuos orgánicos, plástico etc.)?</i>	5	4	3	2	1
<i>4. ¿Con que frecuencia se recibe información sobre los residuos peligrosos (CRETIB)?</i>	5	4	3	2	1
<i>5. Se identificar fácilmente la leyenda o señalamiento de RPBI</i>	5	4	3	2	1
<i>6. ¿Conozco y se identificar la clasificación de RPBI?</i>	5	4	3	2	1
<i>7. ¿Con que frecuencia se me informa sobre los RPBI?</i>	5	4	3	2	1
<i>8. ¿Con que frecuencia recibo capacitación o información para identificar, separar y etiquetar los RPBI?</i>	5	4	3	2	1
<i>9. ¿Se registran los RPBI en una bitácora o inventario cada vez que son generados?</i>	5	4	3	2	1
<i>10. ¿Utilizo mi equipo de protección personal cuándo es necesario, para evitar posibles riesgos en las prácticas que se realizan?</i>	5	4	3	2	1
<i>11. ¿Los laboratorios de la universidad son desinfectados antes y después de alguna práctica?</i>	5	4	3	2	1
<i>12. ¿Con que frecuencia se recibe capacitación e información sobre los posibles riesgos a los que</i>	5	4	3	2	1

<i>estoy expuesto durante mis prácticas de laboratorio o de campo en la universidad?</i>					
<i>13. ¿Con que frecuencia recibo información y capacitación sobre las medidas de seguridad que debo de tener al estar expuesto a un potencial de riesgo biológico (infecciones y parasitosis, zoonosis, alergias, reacciones toxicas)?</i>	5	4	3	2	1
<i>14. ¿Con que frecuencia se recibe información y capacitación sobre la contaminación al medio ambiente que generan los RPBI y la eliminación inadecuada de los mismos?</i>	5	4	3	2	1

## XI. ANEXO 4

### Cuestionario a entrevistados

1. ¿Qué tipo de Residuos peligroso biológico-infecciosos se generan y en qué cantidad?

RESIDUO	CANTIDAD/MES		CLASIFICACIÓN DE RESIDUO RPBI / RME
Tubos de ensayo con sangre			
Isotopos			
Gasas			
Algodón			
Cultivos			
Navaja de Bisturí			
Jeringas			
Agujas			
Animales Muertos	Tipo	Cantidad/Mes	
Aguas Residuales			
Otros:			

2. ¿Separan los RPBI o RME de los residuos municipales que no son susceptibles de aprovechamiento?

3. ¿De qué manera separan los residuos que son generados y como los envasan de acuerdo con su clasificación?

TIPO DE RESIDUO	ENVASADO	COLOR	Estado Físico
Sangre			
Cultivos y cepas de agentes infecciosos			
Patológicos			

Residuos anatómicos	no		
Objetos punzocortantes			

4. ¿Al momento de envasar los residuos como son identificados?, ¿tienen un etiquetado especial?

5. ¿Cuentan con un Inventario de RPBI (bitácora)?

6. ¿De acuerdo con la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002 que nivel de generador de RPBI son?

Nivel I: Menos de 25 kg/mes

Nivel II: 25 a 100 kg/mes

Nivel III: Mas de 100 kg/mes

7. ¿Se cuenta con un procedimiento para la recolección de los RPBI?

8. ¿Se tiene una ruta de transporte interno para el traslado de RPBI?

9. ¿Cuentan con almacén temporal de RPBI? Si no es el caso ¿dónde almacenan los residuos?

10. ¿Los residuos almacenados se mantienen por un periodo mayor a 1 semana?

11. ¿Consideras que se sobre pasa la capacidad de almacenamiento de los residuos?

12. ¿Qué tratamiento les dan a los residuos según la clasificación de la NOM-083-semarnat-ssa1-2003?

TIPO DE RESIDUO	TRATAMIENTO INTERNO	TRATAMIENTO EXTERNO
Sangre		
Cultivos y cepas de agentes infecciosos		
Patológicos		
Residuos anatómicos		
Isotopos		
Tubos		
Algodón		
Gasas		

Objetos punzocortantes	
------------------------	--

13. ¿Contratan una empresa autorizada para la recolección, tratamiento y la disposición final de los residuos peligrosos biológicos infecciosos?

14. ¿Qué disposición final tienen los RPBI que se generan en el área de acuerdo con su clasificación?

<b>TIPO DE RESIDUO</b>	<b>Disposición Final</b>
Sangre	
Cultivos y cepas de agentes infecciosos	
Patológicos	
Residuos no anatómicos	
Objetos punzocortantes	

15. ¿Tienen protocolos de higiene para desinfectar el área?

16. ¿Cuentan con señalamientos o letreros de seguridad alusivos a la peligrosidad en lugares estratégicos y visibles?

17. ¿Portan un equipo de protección personal al realizar las actividades que implican un potencial de riesgo? ¿Qué EPP utilizan?

18. ¿Cuentan con un reglamento interno para invitar al personal y a los alumnos a realizar las prácticas de manera segura, ordenada y responsablemente?

19. ¿Capacitan al personal y a los alumnos para el manejo correcto de los RPBI basándose en la normatividad aplicable para el manejo de estos como la NOM-087-SEMARNAT --SSA1-2002?

20. ¿Cuentan con un plan de contingencias en caso de derrame de algún residuo?

21. ¿Capacitan al personal con información sobre los RPBI que se generan, los protocolos de seguridad y los posibles riesgos que se presentan al estar en contacto con estos?

22. ¿El personal o alumnos que ingresan al área tienen contacto con los residuos están expuestos algún tipo de enfermedad?