

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACIÓN EN ANESTESIOLOGÍA, REANIMACIÓN Y TERAPIA DEL
DOLOR

**CONOCIMIENTO SOBRE MANEJO Y PRÁCTICAS DERIVADAS DEL MISMO
DE RESIDUOS FARMACOLÓGICOS PRODUCIDOS DURANTE ANESTESIA
GENERAL Y/O REGIONAL Y DEL CONOCIMIENTO DE SU IMPACTO
MEDIOAMBIENTAL EN MÉDICOS ANESTESIÓLOGOS TITULADOS EN LA
CIUDAD DE QUITO, EN EL PERIODO MAYO - JULIO DEL 2022**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA, REANIMACIÓN Y TERAPIA DEL
DOLOR**

Autora de la disertación

Merchán Garzón Sandra Gabriela

Director de Tesis

Dr. Luis Pinela

Asesor Metodológico

Dr. Rommel Espinoza de los Monteros

Quito, 2022

AGRADECIMIENTO

En este final, es meritorio ordenar la memoria -aunque el desorden de la emoción me embarga- para agradecer a quienes contribuyeron a esta llegada a la meta

Inicialmente, agradezco a quienes con sus acciones y profesionalismo sembraron e inspiraron en mí, el deseo de esta especialidad. En aquel lejano pero cálido lugar, donde médicos tratantes, devengantes, compañeros, me compartieron su conocimiento y su amistad, a quienes, más allá de un equipo de trabajo, considero mi segunda familia.

Ya en fase formativa, mi especial agradecimiento a docentes, tutores, maestros, compañeros y amigos, que estuvieron ahí, desafiándome a mejorar, extendiendo su mano para ayudarme, acompañándome, en las distintas etapas hasta este momento. ¡Gracias!

Agradezco también, a un ángel luminoso. Tú apoyo incondicional, ha sido el pilar de fuerza inagotable para seguir adelante.

Mi gratitud a las circunstancias favorables y las situaciones adversas que, cuan grandes maestros, me han hecho crecer y convertirme en aquello que en su momento fue una utopía.

Finalmente, agradezco en el reflejo de la resiliencia, a mí. Gaby, haz superado con éxito cuanta situación se ha presentado, tanto que hemos logrado aquello que parecía imposible. Te abrazo mucho.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, apenas un reconocimiento a lo magnánimo que he recibido de ustedes, desde mi propia existencia hasta los consejos y el amor que nunca se olvidan.

A mis hermanos, testigos pasivos y activos de mis fases, de mis altibajos, de las alegrías, de las tristezas, del querer rendirse y seguir luchando, de la inspiración infinita, de la confianza mutua e irrompible.

A mis amigos, los verdaderos; aquellos que siempre me alentaron a seguir adelante, sus nombres en este momento inundan mi cabeza y sus recuerdos y cariño me llenan el corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4. OBJETIVOS	8
1.4.1. Objetivo General	8
1.4.2. Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
2.1. ASPECTOS GENERALES Y TIPOS DE ANESTESIA	9
2.1.1. Anestesia General	10
2.1.2. Anestesia Epidural	14
2.1.3. Anestesia Intratecal.....	17
2.1.4. Otras modalidades anestésicas	19
2.2. IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A LOS PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS	21
2.2.1. Impacto ambiental de los gases anestésicos	21
2.2.2. Impacto ambiental de medicamentos utilizados para anestesia general, regional y conductiva	25
2.2.3. Impactos ambientales relacionados a insumos y dispositivos utilizados en la práctica anestésica	27
2.3. ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SALA DE OPERACIONES.....	30
2.3.1. Estrategias enfocadas a gases y otros fármacos utilizados en anestesia	30
2.3.2. Estrategia 5R.....	32
CAPÍTULO III	38
3.1. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
3.1.1. Operacionalización de variables	38
3.1.2. Tipo y Diseño de Investigación	44
3.1.3. Población del Estudio y Muestra Poblacional	44
3.1.4. Criterios de Inclusión.....	44

3.1.5. Criterios de Exclusión	44
3.1.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Muestra	45
3.1.6.1. Procedimientos para recolección de la información	45
3.1.6.1.1. Instrumentos de recolección	45
3.1.6.1.2. Ejecución de la encuesta	45
3.1.6.1.3. Custodia y almacenamiento de la información	46
3.1.7. Procedimientos de diagnóstico e intervención	47
3.1.8. Aspectos Bioéticos	47
3.1.9. Plan de Análisis de Datos	48
3.1.9.1. Análisis univariado.....	48
3.1.9.2. Análisis bivariado.....	49
CAPÍTULO IV	50
4. RESULTADOS	50
4.1. ANÁLISIS UNIVARIADO	50
4.2. ANÁLISIS BIVARIADO	57
CAPÍTULO V	65
5.1. DISCUSIÓN	65
CAPÍTULO VI	69
6.1. CONCLUSIONES	69
6.2. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Vida atmosférica y potencial de calentamiento global de los gases anestésicos	23
Tabla 2. Perfil de impacto ambiental de fármacos utilizados en anestesiología.....	27
Tabla 3. Características demográficas de profesionales de anestesiología en la ciudad de Quito, 2022	50
Tabla 4. Conocimiento de impactos ambientales y formación en gestión sostenible en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022.....	52
Tabla 5. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones	53
Tabla 6. Barreras actuales y futuras para gestión ambiental eficiente identificadas por anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022.....	55
Tabla 7. Planes institucionales futuros para gestión ambiental identificados por anestesiólogos en la ciudad de Quito, 2022	57
Tabla 8. Conocimiento de impactos ambientales y formación en gestión sostenible según el tiempo de ejercicio profesional en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022	59
Tabla 9. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones según el tiempo de ejercicio profesional en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022	61
Tabla 10. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones según el tipo de institución en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022	63
Tabla 11. Planes futuros para gestión ambiental identificados por anestesiólogos según el tipo de institución en la ciudad de Quito, 2022	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Estrategia 5R en sala de operaciones	33
Gráfico 2. Elementos gestionados por reciclaje acorde a médicos anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022	54
Gráfico 3. Prácticas sostenibles actualmente aplicadas e identificadas por médicos anestesiólogos en la ciudad de Quito, 2022.....	56

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Encuesta	82
Anexo 2. Consentimiento informado	89
Anexo 3. Evidencias fotográficas.....	91

RESUMEN

Los procedimientos anestésicos conllevan diversas magnitudes de impacto ambiental. Los esfuerzos actuales son insuficientes para su mitigación. Se evaluó el estado de conocimiento en relación al manejo y prácticas para la gestión de residuos e impacto al medio ambiente generados durante procedimientos anestésicos en médicos anestesiólogos titulados en la ciudad de Quito. Se ejecutó un estudio observacional, descriptivo, transversal. Tras la aplicación de una encuesta, se obtuvo que el 33.6% tiene educación formal en prácticas ambientales sostenibles. Solo el 39% de participantes realiza actividades de reciclaje en sala de operaciones. Las principales barreras de gestión ambiental fueron: información/educación inadecuada (22%), actitud del personal (16.2%) y costos (15.7%). Los principales esfuerzos de gestión sostenible fueron: uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes (17.37%), segregación adecuada de desechos (16.63%) y apagado nocturno de equipos (16.38%). En conclusión, se identifica un bajo nivel de conocimiento y frecuencia de prácticas ambientales en anestesiólogos de la ciudad de Quito. Los esfuerzos actuales se limitan a la gestión de residuos y energía principalmente. Son necesarios mejores programas de capacitación y gestión en las unidades involucradas.

Palabras Clave: Vigilancia Ambiental, Anestesia, Sala de Operaciones, Conocimientos, Actitudes y Práctica en Salud

ABSTRACT

A variety of environmental impacts have been described in anesthetics procedures. The efforts applied are insufficient to mitigate these impacts. We evaluated the knowledge about practices for medical waste management and their environmental impact during anesthetics procedures in anesthesiologists in Quito. A cross-sectional, observational, and descriptive study was executed. The survey results describe that 33.6% of participants have formal instruction in sustainable practices. The main barriers identified were: inadequate information/education (22%), staff attitude (16.2%) and costs (15.7%). The actual efforts for sustainable management at hospitals referred by the anesthesiologist were: using reusable sharps containers (17.37%), appropriate separation of hazardous waste (16.63%), and evening shut-off of equipment (16.38%). In conclusion, a low level of knowledge and a lack of frequency of sustainable practices were identified among anesthesiologists in Quito. The primary sustainable efforts are focused on medical waste management and energy saving. Therefore, it is necessary for effective educational programs and environmental management systems at hospitals.

Key Words: Environmental Surveillance, Anesthesia, Operating Room, Health Knowledge, Attitudes, Practice.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es una de las amenazas globales de mayor preocupación según la Organización Mundial de la Salud, debido a los impactos directos e indirectos que este fenómeno puede tener sobre la salud individual y colectiva (Forbes McGain et al., 2020).

La ocurrencia de los fenómenos implicados en el cambio climático se da principalmente por las actividades humanas relacionadas (por ejemplo: el trabajo, el cuidado del hogar, la manufactura, el transporte, etc) (Gaya da Costa et al., 2021), de las cuales, se derivan emisiones y producción de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, vapor de agua, óxido nitroso y fluorocarbonos) (Koch & Pecher, 2020), aumentando como consecuencia, las huellas de carbono y la temperatura a nivel global, lo cual, no solamente puede tener efectos deletéreos en la salud sino también el comportamiento de las enfermedades (Gaya da Costa et al., 2021).

En el marco de las actividades humanas, el sector sanitario no está exento de la generación de residuos y gases de efecto invernadero. Se estima que la huella de carbono del sector sanitario es alrededor del 5.5% (3.3% - 8.1%) (Gaya da Costa et al., 2021), y, contribuye -en diversos porcentajes- a efectos climáticos como: lluvia ácida (hasta el 12% de los eventos), emisiones de gases de efecto invernadero (10%), formación de smog (10%), depleción del ozono estratosférico (1%) y generación de tóxicos carcinogénicos (1% a 2%), siendo una participación no despreciable respecto a otras actividades productivas (Guetter et al., 2018).

Los impactos ambientales antes mencionados, ocurren por alguna de las siguientes causas: consumo de grandes cantidades de recursos desechables, producción desproporcionada de desechos generales, infecciosos, farmacológicos, radioactivos y misceláneos, gases derivados del tratamiento de desechos sanitarios (especialmente incineración) y emisión de gases en procedimientos médicos diversos, especialmente los quirúrgicos (Wyssusek et al., 2018) (Guetter et al., 2018).

Considerando lo anterior, las actividades quirúrgicas conllevan un alto uso de recursos (equipos, sistemas de soporte vital, procedimientos de esterilización, medicamentos) y, por tanto, alta demanda energética, emisión de gases y generación de importantes cantidades de desechos sanitarios, mismos que, y según el contexto local, pueden no tener una gestión eficiente y sostenible, en especial, en la mitigación, procedimiento y destino final, que son, los grandes puntales de la remediación ambiental (MacNeill et al., 2017).

Dentro de las actividades quirúrgicas, se encuentran los procedimientos anestésicos, mismos que generan una cantidad variable de desechos sanitarios (relacionados al uso de dispositivos médicos descartables, desechos infecciosos y farmacológicos) y emisión de gases (derivados del uso de sevoflurano, isoflurano, desflurano, óxido nitroso, entre otros), los cuales, incrementan la huella de carbono derivado de este tipo de actividades (European Climate Initiative, 2020).

De lo explicado previamente, los anestésicos inhalados tienen especial consideración y relación con un impacto ambiental significativo, y, por tanto, son los que más interés generan en el marco de una práctica anestésica sustentable, sin embargo, la cuantificación de los impactos no es realizado de forma constante, lo cual, impide tomar decisiones amigables con el medio ambiente al momento de la ejecución de protocolos anestésicos (J. Sherman et al., 2012).

Al desglosar los anestésicos utilizados comúnmente, se ha descrito que, el desflurano, tiene una vida atmosférica de alrededor de 14 años, estimándose que, la emisión de CO₂ es de alrededor de 2.5 millones de toneladas métricas a nivel global, convirtiéndolo así en uno de los gases con mayor potencial de cambio climático entre los anestésicos hidrofluorocarbonados (Gaya da Costa et al., 2021).

El sevoflurano tiene una vida atmosférica de 1.1 años, con una emisión de CO₂ de 49 kg por contenedor. Desflurano por otra parte, tiene una vida atmosférica de 14 años, y emisión de 893 kg de CO₂ por contenedor. Isoflurano tiene una vida atmosférica de 3.2

años, con una emisión de CO₂ de 191 kg por contenedor, y el Óxido Nitroso una vida atmosférica de 110 años y emisión de hasta 5066 kg de CO₂ por cilindro, siendo por tanto, el gas más tóxico (European Climate Initiative, 2020).

Los potenciales de cambio climático 100 (GWP 100), son indicadores que determinan el efecto del incremento de la temperatura en el tiempo tras una liberación de un gas en contraste al causado por CO₂. Los anestésicos volátiles presentan los siguientes potenciales: sevoflurano (130), isoflurano (510), desflurano (2540) y óxido nitroso (298), lo cual, implica que, este tipo de componentes tienen un importante efecto invernadero en el largo plazo (European Climate Initiative, 2020).

Además de los impactos al ambiente mencionados, los anestésicos inhalados tienen efectos deletéreos sobre el personal de salud, tales como: hepatotoxicidad, alteraciones en parámetros hematológicos (reducción en la hemoglobina y el conteo total de plaquetas) (Emara et al., 2020), e incluso genotoxicidad, por lo cual, es fundamental la vigilancia ambiental y de la salud en los trabajadores expuestos (Braz et al., 2020)(Çakmak et al., 2018).

Por otro lado, los fármacos utilizados para la inducción anestésica y la analgesia, tienen también un impacto ambiental importante y significativamente menor a los descritos para los anestésicos inhalados (Drew et al., 2021).

Las emisiones equivalentes de CO₂ de anestésicos locales (lidocaína, ropivacaína, bupivacaína), analgésicos (morfina, fentanilo, remifentanilo, hidromorfona), sedantes (midazolam, ketamina, dexmedetomidina), simpaticomiméticos (epinefrina, fenilefrina, efedrina), anticolinérgicos, antieméticos, relajantes musculares y agentes de reversión (succinilcolina, sugammadex, rocuronio, neostigmina) oscilan entre 0.01 a 3 kg, en tanto que, los desechos generados de estos medicamentos, aportan emisiones equivalentes de CO₂ entre 6.3 a 29.2 kg (Drew et al., 2021).

Dado que, la práctica en anestesia -y en general de las actividades sanitarias- conllevan un impacto ambiental significativo, se han descrito diversas intervenciones con la finalidad de mitigar estos efectos, los cuales, confluyen principalmente en la estrategia 5-R (Reutilización, Reducción, Reciclaje, Reconsideración y Revisión), cuya aplicación permite optimizar un modelo de atención y gestión sustentable (Van Norman & Jackson, 2020).

Previo a la implementación de acciones relativas a las estrategias 5-R, es importante destacar los principios generales de una gestión ambiental sustentable, cuyas acciones más relevantes incluyen (Petre & Malherbe, 2020):

En cuanto a la <<Reducción>> en la práctica anestésica, se han descrito dos acciones fundamentales. La primera corresponde a la disminución de la huella de carbono generada por los anestésicos inhalados, lo cual, puede lograrse mediante el uso sistemático de anestesia intravenosa total o regional, o el uso preferente de isoflurano o sevoflurano en lugar de óxido nitroso o desflurano, cuyo tiempo de vida atmosférico y potencial de calentamiento global son altos (Petre & Malherbe, 2020).

La segunda corresponde a evitar el desperdicio de medicamentos antes, durante y después de los procedimientos anestésicos, que se puede lograr mediante el uso de jeringuillas prellenadas (Petre & Malherbe, 2020), sistemas o kits de disposición final de medicamentos como los opiáceos (Lawrence et al., 2019)(Bicket et al., 2021)(Lamplot et al., 2021), e, individualización de los procesos anestésicos y protocolización de administración de medicamentos (Atcheson et al., 2016).

Por otra parte, en el eje relativo a <<Reusar>> algunas acciones consideradas son: uso de dispositivos reutilizables frente a descartables siempre y cuando sea posible (por ejemplo, hojas de laringoscopio, textiles, contenedores, etc), implementación de circuitos de ventilación reutilizables con filtros, implementación de programas de reprocesamiento de dispositivos de un solo uso, creación de equipos de remediación en función del grado de generación de desechos por dispositivos de un solo uso (Petre & Malherbe, 2020).

Las acciones en cuanto a las directrices de <<Reciclar>> implican un conocimiento profundo del tipo de desecho generado y su correcta clasificación en sala de operaciones, lo cual, permite la implantación de programas de reciclaje factibles y perdurables en el tiempo, para lo cual, se necesita una política institucional y compromiso del personal sanitario (Petre & Malherbe, 2020).

Es indiscutible que, las acciones enfocadas a la reducción de los impactos ambientales son imprescindibles en la práctica diaria, por lo cual, es necesario que, el personal sanitario -especialmente profesionales de la Anestesiología- tenga los conocimientos, habilidades y destrezas para su correcta implementación y ejecución de prácticas sustentables, sin embargo, estas no son siempre adecuadas (Van Norman & Jackson, 2020).

Por ejemplo, en un estudio realizado por Parida et al., 2019 en profesionales de la salud, demostró que solo un 68% de los encuestados tenía un conocimiento suficiente respecto a la disposición sustentable de desechos sanitario, y un 49% conocían los impactos ambientales que las actividades sanitarias pueden provocar. Los autores de este estudio concluyen que es necesario capacitar de forma continuada a los trabajadores sanitarios en cuanto al manejo de los desechos sanitarios y prácticas amigables con el ambiente.

Estas deficiencias en conocimientos y habilidades en prácticas sustentables también fue descrito por Petre et al., 2018 en anestesiólogos canadienses, donde se menciona que apenas un 30.2% de los encuestados realizan actividades de reciclaje en sus procedimientos, solo el 31.4% indicaron conocer estrategias para mitigar impactos ambientales en su práctica diaria, y, más del 60% indicaron que las barreras para este déficit de competencias se debe principalmente a la falta de apoyo institucional y poca educación o información referentes a prevención de impactos ambientales. Esto demuestra la necesidad de tener un diagnóstico preciso de los vacíos cognoscitivos con el fin de posteriormente intervenir y ejecutar los programas de gestión ambiental.

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El calentamiento global es una de las amenazas de mayor preocupación en el largo plazo, por lo cual, todo esfuerzo hacia la reducción de los impactos ambientales que contribuyen a este fenómeno son cruciales para su gestión (Yeoh et al., 2020).

En este contexto, la práctica anestésica tiene importantes efectos sobre el medio ambiente, principalmente por el uso de anestésicos volátiles, la generación de desechos sanitarios-farmacológicos, y, el consumo de energía tras los procedimientos inherentes a esta especialidad (Kuvadia et al., 2020).

Conociendo los impactos que los procedimientos anestésicos tienen para el ambiente, es fundamental implementación de estrategias para la mitigación de estos efectos, entre los que destacan las acciones a favor de la reutilización, reducción, reciclaje, reconsideración y revisión, cuya efectiva ejecución depende tanto de las instituciones de salud como de los trabajadores sanitarios (Yeoh et al., 2020)(Beloeil & Albaladejo, 2020).

En contexto, estudios como el de Akkajit et al., 2020, demuestra que, menos del 50% de profesionales de la salud tienen capacitación formal en prácticas sostenibles en sus actividades diarias. Además, se indica que, el conocimiento, habilidad y actitud respecto a las estrategias de reducción del impacto ambiental son deficientes, y, no correlativos entre sí, lo cual, compromete seriamente la reducción de la huella de carbono de las actividades sanitarias y denuda una problemática de falta de capacitación, entrenamiento y ejecución en acciones sustentables en diversos procedimientos médicos, en especial aquellos de alto riesgo como los quirúrgicos.

Entendiendo que, el nivel de conocimiento, habilidades y destrezas en prácticas amigables como el medio ambiente, es variable entre regiones y especialidades médicas y quirúrgicas. Las agendas de investigación en cuanto impactos ambientales en el sector sanitario, colocan a la evaluación y el diagnóstico de estos aspectos (conocimientos, habilidades y prácticas) en profesionales de la salud son fundamentales para una intervención efectiva tanto educativa como procedimental (Beloeil & Albaladejo, 2020).

Considerando lo antes explicados, se ha planteado la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el estado de conocimiento en relación al manejo y prácticas para la gestión de residuos farmacológicos e impacto al medio ambiente generados durante la anestesia general y/o regional en médicos anesthesiólogos titulados en la ciudad de Quito?

1.3. JUSTIFICACIÓN

La huella de carbono, y sus efectos en el medio ambiente por parte de las actividades del sector sanitario son importantes contribuyentes a la crisis climática mundial, y, por supuesto, en los impactos que a largo plazo tendrá el calentamiento global en la salud colectiva e individual (Koch & Pecher, 2020).

La práctica anestésica no está exenta de impactos ambientales, y es imprescindible la ejecución de prácticas sustentables para su mitigación y/o reducción, lo cual, depende en gran parte del conocimiento, actitudes y prácticas de los profesionales de esta especialidad (Beloeil & Albaladejo, 2020).

Este estudio describe el conocimiento y prácticas ejecutadas por profesionales de Anestesiología respecto al manejo de desechos farmacológicos e impactos ambientales propios de los procedimientos en quirófanos. Este proyecto no abordó temáticas relativas a sistemas de gestión ambiental, intervenciones o conocimientos relativos a los procedimientos técnicos de anestesia.

El presente proyecto aporta información que permita determinar las áreas de mejora en el conocimiento y así optimizar las prácticas sustentables necesarias para la reducción de los impactos ambientales. Además, entrega un marco metodológico a la comunidad médica para la replicación y mejora de este estudio en otras unidades de salud.

El estudio estuvo motivado en primer lugar por la poca información nacional respecto a los impactos ambientales del sector sanitario, pues, al revisar repositorios y bases de datos científicas y del Ministerio del Ambiente, únicamente se pudieron encontrar

reportes de generación de desechos sanitarios y estudios de impacto ambiental en construcción de nuevos centros hospitalarios, pero, muy poca información respecto a huella de carbono en esta actividad productiva.

En segundo lugar, apenas existen 2 estudios regionales que abordan el conocimiento, habilidades y destrezas de profesionales de la salud en cuanto a prácticas amigables para el ambiente, pero, ninguna a nivel nacional, justificándose así, este estudio.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el estado de conocimiento en relación al manejo y prácticas para la gestión de residuos farmacológicos e impacto al medio ambiente generados durante la anestesia general y/o regional en médicos anesthesiólogos titulados en la ciudad de Quito.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Describir las características demográficas de médicos anesthesiólogos titulados de la ciudad de Quito.
- Caracterizar el conocimiento respecto a impactos medioambientales generados por el uso de anestésicos inhalados, medicamentos y procesos tecnológicos en médicos anesthesiólogos de la ciudad de Quito.
- Exponer las prácticas sustentables y de gestión de residuos farmacológicos derivados de procedimientos de anestesia general y/o raquídea en médicos anesthesiólogos de la ciudad de Quito.
- Explicar las barreras para la ejecución de prácticas sustentables y futuros esfuerzos considerados por médicos anesthesiólogos de la ciudad de Quito.

CAPÍTULO II

2.1. ASPECTOS GENERALES Y TIPOS DE ANESTESIA

La anestesia es un estado temporal caracterizada por la supresión del dolor, relajación muscular, inconsciencia y pérdida de memoria, la cual, requiere para su ejecución una serie de procesos y procedimientos en los que interviene la experticia profesional, equipos, dispositivos e insumos médicos y medicamentos (Satwik & Naveed, 2015).

Según la intervención que se realice en el paciente, la anestesia puede ser: general, sedación, conductiva y regional (Satwik & Naveed, 2015). La anestesia general implica una reducción en la actividad del sistema nervioso central, lo cual, en consecuencia, resulta en un estado de inconsciencia y pérdida completa de la sensibilidad. En la sedación, también conocida como anestesia disociativa, se utilizan agentes farmacológicos para inhibir la transmisión de impulsos nerviosos al sistema nervioso central, y, por lo tanto, reducir la ansiedad y creación de memoria a largo plazo (Donohue, 2013)(Sornoza et al., 2019).

En la anestesia regional y conductiva, el objetivo primordial es el bloqueo de la transmisión de impulsos nerviosos entre una región o zona específica del organismo y la médula espinal (Sornoza et al., 2019). Los bloqueos realizados en este tipo de anestesia pueden ser periféricos o centrales. El bloqueo periférico, inhibe la percepción sensorial en una región localizada del organismo, produciendo un entumecimiento localizado o supeditado a un miembro en el caso de bloqueos de nervios. Por su parte, en el bloqueo central, los anestésicos son administrados alrededor de la médula espinal, lo cual, produce anestesia completa en los niveles inferiores a la zona de intervención (Donohue, 2013).

Las complicaciones relacionadas a los procesos anestésicos incluyen generalmente las siguientes condiciones: anafilaxia, riesgo de aspiración y neumonitis, broncoespasmos, neuropatía periférica, embolismos gaseosos y tromboembolismos, los cuales, pueden ser efectivamente prevenidos con medidas profilácticas o seguimiento de protocolos estrictos (Satwik & Naveed, 2015)(Donohue, 2013).

2.1.1. Anestesia General

La anestesia general es un estado fisiológico caracterizado por un estado de inconsciencia, relajación muscular, analgesia, amnesia y mínimas respuestas motoras al dolor. Este tipo de anestesia incluye a las siguientes modalidades: anestesia general intravenosa total o TIVA por sus siglas en inglés y la anestesia general balanceada en la que confluye el uso de medicamentos intravenosas y anestésicos volátiles (Alshamrani, 2021).

La *anestesia intravenosa total (TIVA)*, es una modalidad de anestesia general en la que se utiliza agentes farmacológicos intravenosos en cada una de sus fases. Algunos beneficios de esta modalidad de anestesia general están relacionada a la disminución de los eventos adversos tales como la náusea y vómito postoperatorio, control más eficiente en la profundidad de la anestesia, tiempos de recuperación cortos, prevención de la hipotensión y apnea y la reducción de la contaminación ambiental que ocurre con los anestésicos volátiles (Alshamrani, 2021) (Satwik & Naveed, 2015).

En la TIVA, las características farmacológicas (especialmente de farmacodinamia y farmacocinética) juegan un rol fundamental en su aplicación. En este caso, se ha propuesto que un anestésico ideal debe cumplir los siguientes requisitos: inicio y reversión rápida, facilitar la recuperación eficiente del estado basal, efectos antieméticos, provisión de analgesia a dosis subanestésicas, mínimo efecto de depresión respiratoria y sobre la función cardiovascular, ausencia de metabolitos activos, fácil de titular y administrar, sin interacciones con drogas de bloqueo neuromuscular, efectos antioxidantes y antiinflamatorios, sin reacciones de hipersensibilidad o efecto de liberación de histamina y amigable con el medio ambiente. Lamentablemente, los agentes actualmente disponibles, no cumplen con todos los requisitos antes mencionados (Miller & Gan, 2015).

Los agentes intravenosos utilizados en la anestesia total intravenosa son principalmente los siguientes: propofol, benzodiazepinas (midazolam) y ketamina. Estos agentes, permiten un manejo eficaz de las etapas de inducción y mantenimiento de la

anestesia a través de técnicas de infusión continua (Perouansky & Hemmings, 2006)(Garcia et al., 2013).

El *propofol*, es uno de los fármacos con mejor perfil farmacocinético y farmacodinámico para la anestesia total intravenosa. Este fármaco actúa rápidamente y alcanza vidas medias tan pronto como 2 minutos luego de la inyección con una estabilización hacia los 50 minutos y redistribución terminal de 4.8 horas e incluso mayor según las características idiosincráticas de cada organismo (Perouansky & Hemmings, 2006)(Garcia et al., 2013).

Además, este fármaco tiene un clearance tras los metabolismos de primer paso y no tiene metabolitos activos derivados, así también, permite una rápida recuperación del estado de consciencia, provee una baja tasa de náuseas y vómitos y es un fármaco ideal para el mantenimiento anestésico por infusión continua sin efectos acumulativos, y puede usarse en conjunto con otros medicamentos como el remifentanilo, rocuronio, etc (Miller & Gan, 2015). La adición de fármacos opiáceos reduce incluso en un 50% los requerimiento de propofol en el proceso anestésico (Nimmo et al., 2019).

El uso de propofol con remifentanilo durante el mantenimiento de la anestesia general intravenosa total, es uno de los protocolos más comunes entre anestesiólogos, por lo que, el uso de remifentanilo, también forma parte de los agentes farmacológicos usados en TIVA. El remifentanilo es un analgésico opiáceo que reduce los requerimientos de propofol y no causa depresión respiratoria, sin embargo, no brinda un efectos analgésico postoperatorio (Miller & Gan, 2015). Las concentraciones objetivo de propofol en el mantenimiento anestésico es de 3 a 6 $\mu\text{g}/\text{mL}$ cuando se utiliza solo en infusión continua y de 2.5 a 4 $\mu\text{g}/\text{mL}$ si se utiliza en infusión con opiáceos (Nimmo et al., 2019).

Dentro de las prácticas en la anestesia intravenosa implica inicialmente el uso de material plástico de un solo uso (jeringuillas, equipos de infusión, cánulas), fármacos con potencial bioacumulación posterior a su disposición, equipos de monitorización e infusión,

lo cual, conlleva a la generación de desechos peligrosos y no peligrosos con variados impactos medioambientales (Nimmo et al., 2019).

Por otro lado, la *anestesia balanceada* combina la acción farmacológica de diversos agentes anestésicos, mismos que actúan sinérgicamente para alcanzar los efectos deseados como la hipnosis, analgesia, disminución de la función motora, relajación muscular, entre otros, caracterizándose principalmente por el uso de gases anestésicos, que lo diferencia de la anestesia general intravenosa total (Tonner, 2005).

Existen dos tipos de gases anestésicos: volátiles y no volátiles. Un gas volátil tiene una presentación líquida a temperatura ambiente, lo que, hace necesario la utilización de un vaporizador para su administración, en tanto que, un gas no volátil tiene una presentación gaseosa a temperatura ambiente, y, por consiguiente, amerita únicamente un circuito con máscara para su provisión (Wolfe, 2020). Los anestésicos volátiles (también llamados halogenados) más conocidos son: isoflurano, sevoflurano y desflurano, mientras que, el anestésico no volátil más representativo, y, actualmente en desuso, es el óxido nitroso (Wolfe, 2020)(Myles et al., 2004).

Si bien, los mecanismos farmacológicos relacionados a los anestésicos inhalados no han sido por completo dilucidados, estos estarían relacionados a la depresión de las vías excitatorias por inhibición de los receptores nicotínicos de la acetilcolina, receptores de glutamato y serotonina, así como a la prolongada actividad inhibitoria en los receptores gamma-aminobutírico de tipo A y los receptores de glicina, los cuales, además, juegan un rol importante en la modulación de los canales iónicos voltaje-dependientes (Wolfe, 2020).

Las propiedades farmacocinéticas y farmacodinámicas de los anestésicos inhalados son variables, y, su potencia está determinada por la concentración alveolar. La concentración alveolar mínima (MAC), es el indicador utilizado para la descripción de la equivalencia de potencia entre cada agente anestésico (Wolfe, 2020).

Un anestésico es más potente conforme más baja sea la MAC. El uso de gases transportadores como el óxido nitroso y/o de fármacos depresores del sistema nervioso (por ejemplo: benzodiazepinas, propofol, etomidato, etc) en los protocolos de anestesia balanceada, reducen el valor de MAC de los agentes inhalados (Wolfe, 2020). Además, los siguientes factores pueden reducir la MAC de los anestésicos inhalados: anemia, hipercarbia, embarazo, edad avanzada, hipoxia, hiponatremia, hipotermia e hipotensión, y, la MAC puede incrementarse en condiciones de hipertermia, hipernatremia, uso crónico de opiodes, uso de anfetaminas y alcoholismo (Wolfe, 2020)(Stachnik, 2006).

La administración de los gases inhalados se realiza con el uso de sistemas y circuitos de distribución circulares en los que se mezcla al anestésico con un gas transportador (por ejemplo: oxígeno, óxido nitroso) en diversas concentraciones y flujos. En estos circuitos, el aire espirado es absorbido por un filtro que extrae el dióxido de carbono (generalmente con dispositivos basado en calcio, bario, sodio o hidróxido de potasio) y lo mezcla con gas fresco para un nuevo ciclo inspiratorio, lo cual, genera una importante cantidad de reacciones exotérmicas, que pueden afectar potencialmente a los absorbentes y en consecuencia de la calidad de gas en las fases inspiratorias posteriores (Stachnik, 2006).

Desde el punto de vista ambiental, los circuitos y sistemas de administración utilizan diversas magnitudes de flujos para la provisión de gases anestésicos, lo cual, implica también una variada cantidad de escape de los anestésicos hacia el medio ambiente, en especial, con agentes como el desflurano. Además, se ha descrito que los escapes y depósito de gases anestésicos en el ambiente, conlleva a un incremento de los efectos deletéreos en la salud de los trabajadores sanitarios, lo cual, permite determinar que, los anestésicos inhalados, así como los insumos y equipos utilizados para su aplicación generan un importante impacto ambiental (Stachnik, 2006).

2.1.2. Anestesia Epidural

La anestesia epidural es uno de los procedimientos de anestesia regional más frecuentemente realizados a nivel mundial, y, es útil tanto para ciertos tipos de procedimientos quirúrgicos como para el manejo avanzado del dolor en dosis única o infusión continua. Esta técnica se basa en la administración de anestésicos locales en el espacio epidural para conseguir un bloqueo sensitivo y motor en una región o zona anatómica específica (Stevens & Sharrock, 2005).

Esta modalidad de anestesia está indicada en diversos procedimientos quirúrgicos donde no se requiere una relajación muscular importante, especialmente las relacionadas a miembros inferiores, pelvis, periné, abdomen inferior, así como para cirugía torácica, cirugía espinal y cirugía intraabdominal mayor, en incluso, en casos seleccionados para cirugía de cuello y miembros superiores (Stevens & Sharrock, 2005)(Deschner et al., 2021).

Las contraindicaciones absolutas y relativas de la anestesia epidural incluyen las siguientes: bacteriemia, infección en el sitio de punción, diátesis hemorrágica o tratamiento con anticoagulantes, trombocitopenia severa, alergia a anestésicos locales hipertensión intracraneal, estenosis aórtica severa, hipertensión pulmonar, shunt intrapulmonar y alteraciones anatómicas de la columna vertebral (Ávila Hernandez & Singh, 2021) (Deschner et al., 2021).

El bloqueo epidural puede realizar mediante dos tipos de abordaje: medial y paramedial. En el abordaje medial, la inserción de la aguja se realiza entre los espacios conformados por las apófisis espinosas. Una vez localizado el punto de inserción del espacio deseado, la técnica menciona el uso de anestésico local (lidocaína 1%) para suprimir el disconfort previo a la inserción de la aguja epidural. Tras alcanzar la anestesia local, se inserta la aguja con su guía y bisel hacia arriba traspasando la piel, tejido celular subcutáneo y los ligamentos supraespinoso e infraespinoso (Ávila Hernandez & Singh, 2021). Alcanzada esta zona, se retira la guía y adapta la jeringuilla para evaluación de pérdida de resistencia, para avanzar finalmente hasta llegar al ligamento amarillo y notar la

pérdida de resistencia. Finalmente, se expande el espacio epidural y se procede al depósito del anestésico seleccionado (Ávila Hernandez & Singh, 2021) (Stevens & Sharrock, 2005).

En el abordaje paramedial, la inserción de la aguja se realiza lateralmente a 1 cm del espacio intervertebral. Al igual que en el abordaje medial, previo a la inserción de la aguja epidural se aplica anestesia local en el sitio de punción. El avance de la aguja epidural se hará a través de los tejidos paraespinales hasta sentir el ligamento amarillo. Se debe considerar que la aguja en este abordaje no se posicionará transversal a los ligamentos supraespinoso e infraespinoso. La valoración de la pérdida de resistencia y administración del anestésico se ejecuta de la misma manera que en el abordaje medial (Ávila Hernandez & Singh, 2021).

En ambos abordajes, y tras alcanzar el sitio anatómico de interés, se introduce el catéter epidural a través de la aguja procurando alcanzar la marca de 20 cm. Tras esto, la aguja epidural es retirada con cuidado de no movilizar el catéter epidural. Luego, el catéter es retirado parcialmente hasta dejar una punta de 5 a 6 cm en el espacio epidural (Ávila Hernandez & Singh, 2021).

Una vez que el catéter se encuentre en posición debe descartarse la presencia de líquido cefalorraquídeo, lo cual, puede ser comprobado mediante aspiración con una jeringuilla de 3 cc. Si se detecta líquido cefalorraquídeo indica que el catéter se encuentra en el espacio intratecal y deberá ser reposicionado. Además, se deberá descartar el posicionamiento intravascular, mismo que puede comprobarse con una dosis de 3 ml de lidocaína al 1.5% con epinefrina (1:200000), si existe un incremento de 20 a 30 latidos/min en la frecuencia cardiaca o de 15 a 20 mmHg en la presión arterial sistólica, el catéter tendrá que reposicionarse (Ávila Hernandez & Singh, 2021) (Stevens & Sharrock, 2005).

Las complicaciones en esta modalidad anestésica no suelen ser comunes cuando se realiza por especialistas de amplia experiencia, siendo incluso menor al 3% de los procedimientos. Sin embargo, algunos eventos adversos del procedimientos pueden ser: hipotensión, náuseas, vómitos, broncoconstricción, cefalea posterior a la punción dural,

síndrome neurológico transitorio, lesión neurológica, hematoma epidural, absceso epidural, meningitis, inyección intratecal accidental y osteomielitis (Stevens & Sharrock, 2005) (Deschner et al., 2021).

En este tipo de técnica, se utilizan principalmente anestésicos locales, cuyo mecanismo de acción se fundamenta en el bloqueo de los canales de sodio y potasio de las neuronas de las astas posteriores en la médula espinal, inhibiendo en consecuencia, la propagación de señales nociceptivas (dolor) y motor por bloqueos de los canales de sodio y potasio en las neuronas de las astas anteriores. Además, estos medicamentos bloquean los canales de calcio en la médula espinal provocan resistencia a la estimulación eléctrica por parte de los nervios nociceptivos aferentes, creando una intensa acción analgésica (Deschner et al., 2021).

Los principales fármacos utilizados para anestesia epidural son: lidocaína al 2%, bupivacaína al 0.25%, 0.375%, 0.5%, ropivacaína 0.5%, 0.6%, 0.75%, mepivacaína 1%-2% y levobupivacaína 0.5%. De estos fármacos, los más utilizados son lidocaína al 2% con o sin epinefrina y bupivacaína. La lidocaína tiene un inicio de efecto alrededor de 10 a 15 minutos y una duración de 80 a 120 minutos (120 a 180 minutos si además se añade epinefrina), mientras que, la bupivacaína tiene un tiempo de inicio de 15 a 20 minutos, y una duración de 160 a 220 minutos (>180 minutos si se usa con epinefrina) (Deschner et al., 2021).

La dosis de los anestésicos locales varía en función de la concentración de la solución y el volumen administrado, lo que, por tanto, afecta la intensidad del bloqueo. A mayor volumen, mayor bloqueo sensitivo y motor, en tanto que, en volúmenes pequeños, se produce un bloqueo más sensitivo que motor. En general, la dosis recomendada de estos anestésicos es de 1 a 2 mL por segmento a ser bloqueado, sin embargo, esta ha de individualizarse para cada caso (Deschner et al., 2021).

En conjunto con los medicamentos antes mencionados, la ejecución de procedimientos de anestesia epidural utiliza otros insumos tales como: agujas epidurales de

(Touhy, Crawford, Weiss, entre otras) en diversos calibres, jeringuilla de pérdida de resistencia (generalmente de plástico), catéter epidural, antisépticos, toallas, gasas, entre otros, lo cual, puede generar un variado impacto ambiental en su disposición intermedia y final (Ávila Hernandez & Singh, 2021) (Deschner et al., 2021).

2.1.3. Anestesia Intratecal

La anestesia intratecal, también conocida como anestesia espinal es un tipo de anestesia regional cuyo objetivo principal es el bloqueo de una región específica del cuerpo a través del uso de anestésicos locales en el espacio subaracnoideo. Esta modalidad está limitada a la región lumbar -para evitar lesiones en la médula espinal- y se indica para procedimientos en abdomen inferior, pelvis, periné y extremidades inferiores (Olawib & Das, 2018).

Las contraindicaciones absolutas y relativas de la anestesia intratecal incluyen las siguientes situaciones: hipertensión intracraneal, infección en el sitio de punción, masas intracraneales, enfermedades neurológicas preexistentes (por ejemplo: esclerosis múltiple), hipovolemia, trombocitopenia, tratamiento actual con anticoagulantes y condiciones de riesgo de hipotensión (por ejemplo: obesidad, alcoholismo, hipertensión crónica) (Olawib & Das, 2018) (Casati & Vinciguerra, 2002).

La técnica de administración de anestesia intratecal se realiza con el paciente en sedestación o en decúbito lateral, siendo utilizada con mayor frecuencia la primera. Una vez posicionado el paciente, se debe identificar mediante palpación el sitio a puncionar, el cual, suele ser aquel localizado en el intermedio de las apófisis espinosas de la altura de bloqueo seleccionado. Luego, se procederá a la asepsia y antisepsia del sitio de punción (Olawib & Das, 2018).

La punción, al igual que en la anestesia epidural, puede tener un abordaje medial y paramedial. En el abordaje medial, y luego de anestesiar localmente el sitio de punción, la aguja espinal con una ligera inclinación cefálica. Conforme avanza la aguja se podrá

identificar un incremento en la resistencia al llegar a los ligamentos supraespinal e interespinal y una pérdida de resistencia cuando alcanza el ligamento amarillo, luego, se notará salida de líquido cefalorraquídeo una vez que se ha atravesado la duramadre y membrana subaracnoidea, lo cual, permite administrar los anestésicos locales en el espacio subaracnoideo (Olawib & Das, 2018).

En el abordaje paramedial, la punción se realiza a 2 cm de la línea media y la aguja espinal se dirigirá angulada hacia la línea media. En este abordaje, generalmente no suele notarse el incremento de resistencia al alcanzar los ligamentos supraespinal, pero si, un ligero aumento de resistencia al llegar al ligamento amarillo. Los pasos de administración luego de alcanzando el ligamento amarillo son similares a los descritos en el abordaje medial (Olawib & Das, 2018).

Las complicaciones descritas con esta técnica son raras y poco frecuentes, algunas de las más importantes son: dolor lumbar, cefalea posterior a punción dural, náuseas, vómitos, hipotensión, hipoacusia transitoria, anestesia espinal total, lesión neurológica, hematoma espinal, aracnoiditis o síndrome neurológico transitorio (especialmente con el uso de lidocaína) (Olawib & Das, 2018) (Casati & Vinciguerra, 2002).

Al igual que en la anestesia epidural, en la intratecal se utilizan principalmente anestésicos locales, de los cuales, lidocaína y bupivacaína son los fármacos más utilizados. Para lidocaína, algunas guías han considerado una dosis de 50 a 100 mg para cirugías con duración superior a 1 hora, mientras que, en cirugías de menor duración las dosis varían en un rango de 20 a 40 mg. En el caso de bupivacaína, se han recomendado dosis de 10 a 20 mg para asegurar anestesia por 2 a 2.5 horas (Casati & Vinciguerra, 2002).

Otros medicamentos que se utilizan en anestesia intratecal son: epinefrina, analgésico opiáceos (por ejemplo: morfina, fentanilo, entre otros) y clonidina, cuyas aplicaciones dependen de los objetivos anestésicos que se persigan con cada uno de los pacientes (Olawib & Das, 2018) (Casati & Vinciguerra, 2002).

Además de los medicamentos, los procedimientos de anestesia intratecal requieren los siguientes insumos: campos o lencería estéril, equipos de protección personal para los profesionales de la salud, antisépticos, guantes, equipos de monitorización, agujas espinales (Quincke, Whitacre, Sprotte, entre otros) y jeringuillas plásticas de 3 a 5 mL, mismas que pueden tener diversos grados de impacto ambiental en su disposición final (Olawib & Das, 2018).

2.1.4. Otras modalidades anestésicas

Fuera de los bloqueos neuroaxiales y por anestesia general, existen bloqueos regionales limitados a extremidades (superior e inferior) y del tronco. En todos los casos se utilizan anestésicos locales, principalmente lidocaína, bupivacaína o ropivacaína (Pincus, 2019).

Los bloqueos de la extremidad superior abarcan los siguientes nervios: interescalénico, supraclavicular e infraclavicular. Todos estos procedimientos pueden realizarse con guía ecográfica para reducir el riesgo de complicaciones (Pincus, 2019).

El bloqueo del *nervio interescalénico* está indicado en cirugías de hombro y brazo, y se contraindica en pacientes con patología pulmonar debido al riesgo potencial de neumotórax y bloqueo accidental del nervio frénico (Valsamis et al., 2018). En el caso de cirugías de codo, además del abordaje interescalénico, se indica la combinación con bloqueo axilar. Este procedimiento se realiza con el paciente en decúbito supino sin almohadas u otro elemento que altere la anatomía y la cabeza girada al lado contrario de la intervención. El proceso puede realizarse con guía ecográfica (Ardon et al., 2019).

El *bloqueo supraclavicular* está indicando en procedimientos quirúrgicos de brazo, codo, antebrazo, mano y muñeca. Al igual que el bloqueo interescalénico, este procedimiento está contraindicado en pacientes con patología pulmonar. Este bloqueo se ejecuta de forma similar a lo indicado para el nervio interescalénico. La dosis de anestésico

en este bloqueo es de 20 a 25 mL de bupivacaína o ropivacaína al 0.5% (Ardon et al., 2019).

Por otra parte, el *bloqueo infraclavicular* se utiliza para cirugías de codo, antebrazo, mano y muñeca, y, no tiene limitación a pacientes con patología pulmonar. Este procedimiento se realiza con el paciente en posición semi-Fowler o decúbito supino con o sin la extremidad en abducción de 90 grados. La dosis utilizada de anestésico varía de 20 a 30 mL de ropivacaína al 0.5% (Ardon et al., 2019).

En cuanto a los bloqueos del miembro inferior, se incluyen los siguientes: canal aductor, femoral, poplíteo, espacio entre arteria poplíteo y cápsula articular de la rodilla (IPACK), y tobillo. En todos los casos se utilizan anestésicos locales y técnicas guiadas con ecografía (Valsamis et al., 2018).

El *bloqueo femoral* está indicado en procedimientos quirúrgicos como la artroplastia total de rodilla, reparaciones ligamentarias de la rodilla, cirugía del fémur distal y cirugías que abarcan la cara anterior distal del muslo y región medial de pierna y tobillo. La técnica de bloqueo se realiza de forma ecográfica hasta llegar a la fascia iliaca, una vez alcanzada esta zona y con aspiración negativa se procede a la infiltración de anestésico local. La dosis considerada para este bloqueo es de 20 a 25 mL de ropivacaína al 0.5% (Valsamis et al., 2018).

El *bloqueo del canal aductor* está indicado para procedimientos quirúrgicos similares a los establecidos en el bloqueo femoral. La técnica de bloqueo se realiza con guía ecográfica para alcanzar la zona intermedia y adyacente al músculo sartorio y arteria femoral superficial respectivamente. La dosis según la evidencia es de 10 a 15 mL de ropivacaína al 0.5% (Ardon et al., 2019).

El *bloqueo poplíteo* está recomendado para cirugías de artroplastia de tobillo, intervenciones óseas en tobillo y parte proximal del pie, reparación del tendón del Aquiles, resección del músculo gastrocnemio, reparación de tibia y/o peroné, reparación del

ligamento cruzado anterior y artroplastia total de rodilla. El bloqueo se realiza con guía ecográfica, procurando que la aguja llegue al área periciática, en donde, finalmente se administrará el anestésico (Valsamis et al., 2018).

El *bloqueo IPACK* o de nervios geniculados, puede recomendarse para procedimientos de artroplastia total de rodilla, especialmente para el manejo del dolor posterior a la cirugía. La técnica requiere guía ecográfica, con la cual, se introduce la aguja hasta el espacio comprendido entre la arteria poplítea y la cara posterior del fémur distal, tras lo cual, se procederá a la administración del anestésico local, mismo que puede ser bupivacaína o ropivacaína a dosis de 15 a 20 mL (Valsamis et al., 2018) (Ardon et al., 2019).

2.2. IMPACTOS AMBIENTALES RELACIONADOS A LOS PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS

2.2.1. Impacto ambiental de los gases anestésicos

En los últimos 20 años se ha documentado el impacto ambiental de los gases anestésicos, debido a que este tipo de fármacos tienen un especial interés debido a sus potenciales efectos de tipo invernadero sobre el medio ambiente (Yasny & White, 2012).

Si bien, los impactos al ambiente de los gases anestésicos son sustancialmente menores a los descritos para el CO₂, el conocimiento de estos efectos es particularmente útiles para la evaluación de huella ambiental derivados de los procesos de anestesia general y para la toma de decisiones para la compra de medicamentos en un marco de gestión sostenible (Varughese & Ahmed, 2021).

En este aspecto, una de las herramientas más importantes para la evaluación del impacto ambiental relacionadas a los gases anestésicos es el análisis de los ciclos de vida de cada tipo de agente, lo cual, permite analizar los mecanismos o procesos para la síntesis del medicamento, su transportación, la energía y materiales utilizados para su administración, el potencial de efecto invernadero junto con su proyección de emisión y permanencia en el

ambiente y su disposición final (Sherman et al., 2018). De estos aspectos, el potencial de efecto invernadero, emisión y permanencia en el medio ambiente son determinantes para clasificar el grado del efecto ambiental potencial (Sulbaek Andersen et al., 2012).

La acumulación de los gases anestésicos en el medio ambiente se da principalmente por los siguientes motivos (Yasny & White, 2012):

- Fallas en el ajuste de la máscara para la provisión del anestésico en los procedimientos de anestesia general
- Daños o insuficiencia funcional de las válvulas de control de retorno en la máquina de anestesia
- Salpicadura de anestésicos líquidos en el vaporizador,
- Escape de gases residuales del circuito anestésico,
- Ajuste inadecuado de tubo endotraqueal,
- Oclusión de los sistemas de apertura/cierre de las máquinas de provisión o disposición final
- Fallos en la programación o configuración de los sistemas de vacío en la sala de operaciones
- Fugas por daños en diversos elementos (por ejemplo: mangueras de alta presión, empaques, sistemas de absorción de CO₂, circuitos de baja presión, etc.).

Tras la ocurrencia de la acumulación de los gases anestésicos en el medio ambiente, su impacto final depende principalmente de su potencial de efecto invernadero y el tiempo de estabilidad atmosférica. Respecto a estas propiedades, se han direccionado diversos estudios para caracterizar los efectos sobre el medio ambiente y clasificar los gases anestésicos con mayor potencial de contaminación (Sulbaek Andersen et al., 2012).

Sulbaek et al (2012), establecen que los anestésicos halogenados son responsables de al menos el 10% a 15% del forzamiento radiativo (influencia en el balance entre la energía que ingresa y egresa de la atmósfera) ejercido por todos los gases con efecto invernadero, pues, tras su liberación al ambiente generan una importante cantidad de

radicales de clorofluorocarbono, mismos que alteran significativamente la estructura en la capa de ozono. Además, este grupo de investigación define al potencial de cambio climático a la propiedad de un gas para provocar un daño significativo en la capa de ozono por su acumulación en la atmósfera a lo largo del tiempo (Sulbaek Andersen et al., 2012).

En el estudio de Sulbaek et al (2012), se define que el tiempo de vida atmosférica de diversos gases anestésicos son: isoflurano (3.2 años), desflurano (14 años), sevoflurano (1.1 años) y óxido nitroso (114 años). Los valores de potencial atmosférico en 20 años en general de los anestésicos volátiles más comunes son: 1800 para isoflurano, 6810 para desflurano, y 440 para sevoflurano (Tabla 1) (Sulbaek Andersen et al., 2012).

Tabla 1. Vida atmosférica y potencial de calentamiento global de los gases anestésicos

Compuesto	Vida Atmosférica (años)	Potencial de calentamiento global		
		20 años	100 años	500 años
Óxido Nitroso	114	289	298	153
Isoflurano	3.2	1800	510	160
Desflurano	14	6810	2540	130
Sevoflurano	1.1	440	130	40

Tomado y modificado de: Sulbaek Andersen, M. P., Nielsen, O. J., Wallington, T. J., Karpichev, B., & Sander, S. P. (2012). Assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. Anesthesia and Analgesia, 114(5), 1081–1085.

Por otro lado, Ryan y Nielsen (2010), analizaron los impactos ambientales de los anestésicos halogenados según el flujo de administración. La administración de sevoflurano al 2% a un flujo con aire fresco de 2 L/min, tiene un potencial de cambio climático de 349 en 20 años, y un valor de equivalencia de CO₂ de 6980 g/h, en tanto que, la administración de isoflurano al 1.2% con flujo de 0.5 L/min, 1 L/min y 2 L/min tiene un potencial de cambio climático de 1401 en 20 años, con una equivalencia de CO₂ a 20 años de 3881, 7762 y 15551 g/h respectivamente. Por su parte, la provisión de desflurano al 6% con flujos

de 0.5, 1 y 2 L/min con aire fresco, tiene un potencial de cambio climático de 3714 en 20 años, con un valor de equivalencia de CO₂ en 20 años de 46796, 93593 y 187186 g/h respectivamente (Ryan & Nielsen, 2010).

Además, Ryan y Nielsen (2010), establecen que el valor equivalente de CO₂ en 20 años, puede incrementarse según el tipo de transportador que se utilice para la administración del anestésico volátil. Entre los resultados, la provisión de sevoflurano al 0.85 con 60% de óxido nítrico y 40% de oxígeno, tiene un valor equivalente de CO₂ de 40940 g/h en 20 años por cada MAC/hora, y, la administración de sevoflurano al 2% con aire fresco y oxígeno tiene un valor equivalente de CO₂ de 6980 g/h por cada MAC/hora (Ryan & Nielsen, 2010).

En el caso de isoflurano, la administración de este componente a una concentración del 0.5% con 60% de óxido nítrico y 40% de oxígeno tiene un valor equivalente de CO₂ en 20 años de 44610 g/h y de 15551 g/h cuando se provee isoflurano al 1.2% con aire fresco y oxígeno por cada MAC/hora. Por otra parte, la administración de desflurano al 2.4% con 60% de óxido nítrico y 40% de oxígeno tiene un valor equivalente de CO₂ de 113022 g/h, mientras que, la provisión de desflurano al 6% con aire fresco y oxígeno, el valor equivalente de CO₂ es de 187186 g/h por cada MAC/h (Ryan & Nielsen, 2010).

Finalmente, se ha determinado con base a los estudios disponibles respecto a los impactos ambientales relacionados con los gases anestésicos que, el desflurano es el anestésico volátil con mayor potencial de efecto invernadero -y por consiguiente de efectos negativos en el medio ambiente-, respecto al isoflurano o sevoflurano (Sulbaek Andersen et al., 2012). También, el uso de óxido nítrico como transportador incrementa significativamente el potencial de contaminación en gases con valores medios o bajos de potencial de cambio climático, por lo cual, se debe evitar o sustituir su utilización en los procedimientos de anestesia general (Ryan & Nielsen, 2010).

2.2.2. Impacto ambiental de medicamentos utilizados para anestesia general, regional y conductiva

Los diversos medicamentos utilizados para los procedimientos anestésicos tales como anestesia intravenosa total, regional o conductiva, así como analgésicos, no están exentos de impactos potenciales al ambiente, en especial, debido a sus potenciales efectos por su persistencia en el agua, la bioacumulación y la toxicidad para especies acuáticas (Kostrubiak et al., 2020).

Si bien, los productos derivados de la excreción, metabolismo y disposición final de los medicamentos al agua son tratadas por los hospitales y centros sanitarios, muchos metabolitos no son eficientemente absorbidos, generando así el paso de dichos compuestos a cuerpos acuosos más amplios y por consiguiente a la contaminación de estos ecosistemas. Según estimaciones mundiales, al menos el 6% de los contaminantes encontrados en fuentes de agua, corresponden a metabolitos de fármacos utilizados para la atención en salud (Stockholm County Council, 2014).

Un estudio dirigido por Kostrubiak et al (2020), describió los perfiles de contaminación de diversos medicamentos utilizados en los procedimientos de Anestesiología. En principio, los autores describen que la cefazolina es uno de los medicamentos con mayor frecuencia de disposición incorrecta y desperdicio en las salas de operaciones, cuya presencia en efluentes de agua hospitalaria es de alrededor de 6.2 mg/L, y, por consiguiente, tiene un alto potencial de bioacumulación y toxicidad (Kostrubiak et al., 2020).

Por otra parte, los autores describen la toxicidad potencial del acetaminofén en las fuentes acuosas, misma que puede alcanzar los 170 g de componente absoluto en muestra de agua para tratamiento en centros hospitalarios (equivalente a 523 dosis estándar). A nivel mundial, se ha encontrado una concentración de acetaminofén en diversos cuerpos acuosos superior a 65 µg/L, lo cual, indica una amplia persistencia del medicamento (Kostrubiak et al., 2020).

Además, en estudio de Kostrubiak et al (2020), describen que al menos 102 g de lidocaína absoluta y de 500 g de monoetilglicenaxilidina (MEGX, metabolito de lidocaína), son encontradas en aguas para tratamiento hospitalario, sin embargo, los mecanismos de tratamiento actual son relativamente eficientes para inactivar y absorber este tipo de componentes, por lo cual, la evidencia parece indicar que la persistencia en lechos acuosos de este medicamento es mínimo para provocar toxicidad y/o bioacumulación en especies acuáticas (Kostrubiak et al., 2020).

En cuanto a propofol, se ha descrito como uno de los fármacos con mayor frecuencia de utilización en los procedimientos anestésicos, y, también, uno de los fármacos con mayor tasa de desperdicio al agua (Mankes, 2012).

Una revisión de desechos farmacológicos de 8 salas de operaciones realizada por Mankes (2012), encontró que, hasta un 32% del contenido de los viales de propofol se desperdicia luego de la inducción anestésica, lo cual, significa una tasa de desperdicio del 45% por mL. Además, se describe que el propofol tiene un alto potencial de bioacumulación y toxicidad para especies acuáticas, lo cual, hace suponer que, el desperdicio de este medicamento puede impactar en diversas los ecosistemas acuáticos, por lo cual, es importante tomar medidas para el uso fraccionado y exacto para evitar incremento en los desperdicios (Mankes, 2012).

Con el contexto anterior, es importante mencionar que los anestésicos y analgésico utilizados en sala de operaciones han sido clasificados por la Environmental Work of Stockholm County Council (Tabla 2), en la que se establece un perfil de impacto ambiental de estos grupos farmacológicos. Entre los fármacos con mayor persistencia en el medio ambiente se encuentran: lidocaína, prilocaína, ropivacaína, propofol, fentanilo, mepivacaína, remifentanilo, bupivacaína, paracetamol, buprenorfina y codeína. En cuanto a los fármacos con mayor potencial de toxicidad para organismos acuáticos se encuentran los siguientes: propofol, bupivacaína, buprenorfina, sugammadex, naloxona y paracetamol (Stockholm County Council, 2014).

Los anestésicos y analgésicos utilizados en los procesos anestésicos han sido clasificados con diversos grados de riesgo de impacto ambiental, sin embargo, propofol, lidocaína, ropivacaína, bupivacaína, paracetamol, buprenorfina, sugammadex y naloxona muestra perfiles relativamente riesgosos (Stockholm County Council, 2014).

Tabla 2. Perfil de impacto ambiental de fármacos utilizados en Anestesiología

Fármaco	Riesgo	PBT	P	B	T
Lidocaína	Insignificante	3	3	0	0
Ropivacaína	Insignificante	4	3	0	1
Propofol	Bajo	6	3	0	3
Fentanilo	No puede excluirse	4	3	0	1
Remifentanilo	No puede excluirse	4	3	0	1
Epinefrina	No puede excluirse	-	-	0	-
Codeína	Insignificante	4	3	0	1
Tramadol	No puede excluirse	-	-	-	-
Buprenorfina	Insignificante	6	3	0	3
Paracetamol	Bajo	5	3	0	2
Neostigmina	No puede excluirse	6	3	0	3
Rocuronio	No puede excluirse	-	-	0	-
Sugammadex	Insignificante	4	3	0	1
Naloxona	No puede excluirse	4	3	0	1
Flumazenilo	Insignificante	4	3	0	1

PBT: Perfil de persistencia-bioacumulación-toxicidad

Tomado y modificado de: Stockholm County Council. (2014). Environmentally Classified Pharmaceuticals 2014-2015 (Janusinfo (2ed.); Second). Janusinfo. <https://noharm-europe.org/documents/environmentally-classified-pharmaceuticals-2014-2015>

2.2.3. Impactos ambientales relacionados a insumos y dispositivos utilizados en la práctica anestésica

Junto con el impacto ambiental relacionado a gases anestésicos y medicamentos, los residuos sólidos constituyen un importante problema de gestión sustentable en salas de operaciones (Deshpande et al., 2021). Los diversos tipos de insumos y dispositivos utilizados tanto en la práctica anestésica y quirúrgica representan alrededor del 20% de los costos totales de los procedimientos ejecutados, esto, sin considerar los costos posteriores

derivados de la mala utilización e inversión para los procesos de gestión final de los desechos generados, lo cual, puede incrementar el costo considerablemente, por lo cual, diversos sistemas sanitarios han optado por integrar en sus políticas, mecanismos para la reducción de desperdicios y generación de desechos sólidos (Blough & Karsh, 2021).

Además de los costos, la generación de desechos sólidos derivados de los procedimientos quirúrgicos (incluyendo los relacionados a la anestesia) están relacionados a diversos grados de impacto ambiental, mismos que están condicionados por los ciclos de vida que los insumos y dispositivos poseen, no obstante, hay una particular atención respecto a los elementos de un solo uso (especialmente plásticos), pues, conllevan efectos nocivos al ecosistema debido tanto a los complejos procesos desde su procesamientos hasta su disposición final (McGain et al., 2017).

En cuanto a los plásticos de un solo uso, en la actualidad es un problema ambiental global, debido a sus extendidos ciclos de degradación y a la producción masiva actualmente existen, donde, la industria médica no es la excepción, y representa al menos el 28% de los plásticos generados anualmente, y al menos el 8.4% de todos los desechos plásticos generados anualmente, siendo, una de las actividades económicas más contaminantes (Narancic & O'Connor, 2019).

En cuanto a la práctica anestésica, múltiples dispositivos están fabricados con plásticos de un solo uso (por ejemplo: jeringuillas, líneas de infusión, catéteres, ciertos tipos de textiles sintéticos, envoltorios, entre otros), y, se ha estimado que se produce entre 496 a 1100 gramos de desechos plásticos por cada paciente sometido a procedimientos de anestesia, siendo, la anestesia general, la modalidad con mayor generación de desechos de este tipo (McGain et al., 2017).

Los reportes de impacto ambiental respecto a plásticos de un solo uso en sala de operaciones es variados, y, en general, no discrimina entre los propios del procedimiento quirúrgico y los anestésicos, sin embargo, algunos estudios han evaluados el efecto sobre el ambiente de algunos dispositivos en particular (Blough & Karsh, 2021).

Sherman et al (2018), compararon los impactos relacionados al uso de laringoscopios desechables frente a aquellos reutilizables. Los principales materiales de fabricación en los insumos desechables fueron: policarbonato, fibra de vidrio, papel Kraft, cartón corrugado, plástico PET para empaque, goma sintética, elementos de polivinilo, además de baterías de litio y diodos lumínicos (Sherman et al., 2018).

Los efectos sobre el ambiente descritos por Sherman et al (2018), los dispositivos de un solo impacta en: depleción de capa de ozono (4.2 a 6.6 equivalentes de triclorofluorometano), calentamiento global (3.9 a 7.5 equivalentes de CO₂), smog (3.2 a 11.5 equivalentes de ozono), generación de carcinógenos (2.5 a 158 unidades comparativas tóxicas), generación de material particulado PM_{2.5} (3.3 a 34.3 unidades de material particulado), utilización de combustibles fósiles (3.7 a 4.2 megajoules), ecotoxicidad (2.6 a 95.2 equivalentes ecotóxicos), siendo sustancialmente mayor al valor 1, alcanzado en todas las categorías por los laringoscopios reusables (Sherman et al., 2018).

Eckelman et al (2012), analizaron los impactos ambientales del ciclo de vida de las mascarillas laríngeas desechables y reutilizables, destacándose la presencia de los siguientes materiales: plásticos de policloruro de vinilo (PVC), policarbonato, papel, plástico de acrilonitrilo butadieno estireno y polipropileno. En cuanto al ciclo de transporte, los dispositivos de un solo uso producen emisiones de gases de efecto invernadero de 11.3 kg y 20.5 kg de equivalentes de CO₂, en casos de medios terrestres y aéreos respectivamente, a diferencia de los 7.4 kg de equivalentes de CO₂ producido por los dispositivos reutilizables (Eckelman et al., 2012).

En cuanto al impacto de los plásticos contenidos, las mascarillas laríngeas desechables producen 36.8 g de benceno, 105 kg de tolueno, 38.8 kg de benceno, mientras que, en su disposición final produce alrededor de 14.5 kg de equivalentes CO₂ en caso de ser incinerado y de 10.5 kg de equivalentes de CO₂ si por el contrario se lo destina a gestión de residuos sólidos por acumulación. En todos los casos, los impactos son

significativamente mayores a los descritos por las mascarillas laríngeas reutilizables (Eckelman et al., 2012).

Finalmente, el uso de dispositivos de un solo uso incrementa significativamente los impactos ambientales en todo su ciclo de vida, por lo cual, y acorde sea factible, se debe procurar utilizar alternativas reutilizables con el fin de optimizar una gestión sustentable en la sala de operaciones (McGain et al., 2017).

2.3. ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA SALA DE OPERACIONES

2.3.1. Estrategias enfocadas a gases y otros fármacos utilizados en anestesia

Los gases anestésicos conllevan un significativo impacto ambiental, por lo cual, es importante establecer controles para la reducción de sus efectos y asegurar una reducción de la huella de carbono generada. Las fugas de anestésicos volátiles derivadas de fallos en la técnica y daños de los equipos de provisión son las principales causas de acumulación de este tipo de gases en el ambiente (Deng et al., 2018) (Smith, 2010).

Algunas estrategias para la disminución del impacto ambiental de los gases anestésicos son: sistemas de extracción y recambio de aire en salas de operaciones, optimización de las técnicas de anestesia y manejo de la vía aérea, uso de circuitos cerrados y de bajo flujo, y, monitorización de las concentraciones ambientales de anestésicos volátiles (Deng et al., 2018) (Smith, 2010).

Los sistemas de extracción y recambio de aire son efectivos para la reducción de la concentración y depósito de los gases anestésicos al ambiente. La implementación de filtros para recambio de aire, disminuye hasta 20 veces la concentración en salas de operaciones, y, por tanto, de su impacto ambiental final. Además, la colocación de sistemas de recolección de fugas y desechos en las máquinas de provisión de gases basados en carbón activado, puede reducir hasta en un 78% la concentración ambiental de anestésicos volátiles, siendo beneficioso además para la reducción de la exposición ocupacional en los

profesionales de la salud involucrados en los procedimientos de anestesia (Deng et al., 2018).

En cuanto a las técnicas de anestesia y manejo de vía aérea se han descrito mecanismos orientados a reducir las fugas durante la inducción anestésica. El uso de sistema de doble máscara permite absorber las fugas hasta en un rango del 89% a 100%, lo que, en consecuencia, disminuye la concentración ambiental de los anestésicos volátiles. Respecto al manejo de vía aérea, el uso de tubos endotraqueales reduce hasta 20 veces las fugas y desperdicios de los gases anestésicos respecto a los dispositivos como la máscara laríngea u otros sistemas, por lo cual, los controles se han de individualizar según el tipo de procedimiento y experiencia institucional (Deng et al., 2018).

Por otra parte, los circuitos cerrados y sistemas de bajo flujo son también eficaces en la reducción de los impactos ambientales y ocupacionales de los gases anestésicos. Los circuitos cerrados son sistemas en donde el aire espirado por el paciente es reciclado y devuelto a la circulación sistémica para el retiro del CO₂, mientras que, los sistemas de bajo flujo se refieren a elementos de provisión de gases a un volumen menor de 1 L/min, lo cual, disminuye la probabilidad de fugas y de utilización de anestésicos volátiles hasta en un 42%, lo cual, tiene un impacto positivo en la reducción de las emisiones equivalentes a CO₂ de este tipo de gases (Smith, 2010)(Edmonds et al., 2021).

Respecto a los medicamentos, el impacto ambiental radica principalmente en el desperdicio de diversos fármacos tras durante y después de los procedimientos anestésicos. El propofol, es uno de los medicamentos más desperdiciados por volumen, en tanto que, fármacos como la efedrina, fenilefrina, succinilcolina, epinefrina, son los medicamentos que con más frecuencia no son utilizados tras su apertura, por lo cual, las acciones de mitigación de impactos ambientales se enfocan en la reducción de la generación de desperdicios y el uso eficiente durante la anestesia (Gordon, 2020).

Las recomendaciones más frecuentes para la reducción de los efectos ambientales ejercido por la disposición final de medicamentos son: uso de jeringuillas prellenadas

(especialmente para medicamentos de emergencia, como la atropina), racionamiento de los viales de gran volumen en condiciones estériles para reducir los desperdicios, mantener la medicación de uso urgente sellada y cercano a la intervención y establecimiento de lineamientos para la disposición final (Asfaw et al., 2021)(Atcheson et al., 2016).

2.3.2. Estrategia 5R

La estrategia 5R está diseñada principalmente para la reducción de los desechos, siendo altamente eficaz para la reducción de los impactos ambientales derivados de las diversas actividades productivas. Su aplicación en las diversas actividades realizadas en salas de operaciones está plenamente descrito (Van Norman & Jackson, 2020).

Las intervenciones contempladas en los programas 5R en escenarios quirúrgicos son: **Reducir**, **Reusar**, **Reciclar**, **Reconsiderar**, **Research** (Investigar), y en algunos casos una sexta R, referente a energías renovables, mismas que se enmarcan dentro de un contexto de gestión sustentable (Kagoma et al., 2012) (Gráfico 1).

En el eje **Reducir**, se han descrito las siguientes acciones: disposición segregada de desechos, uso de contenedores reutilizables para desechos cortopunzantes, tratamiento de fluidos residuales, control en el gasto de energía, uso de empaques amigables con el medio ambiente para el caso de dispositivos, reducción de inventarios, disminución en el uso de gases anestésicos, reducción del desperdicio de medicamentos y programas con farmacias para el fraccionamiento de viales y uso de jeringuillas prellenadas (Guetter et al., 2018) (Kagoma et al., 2012).

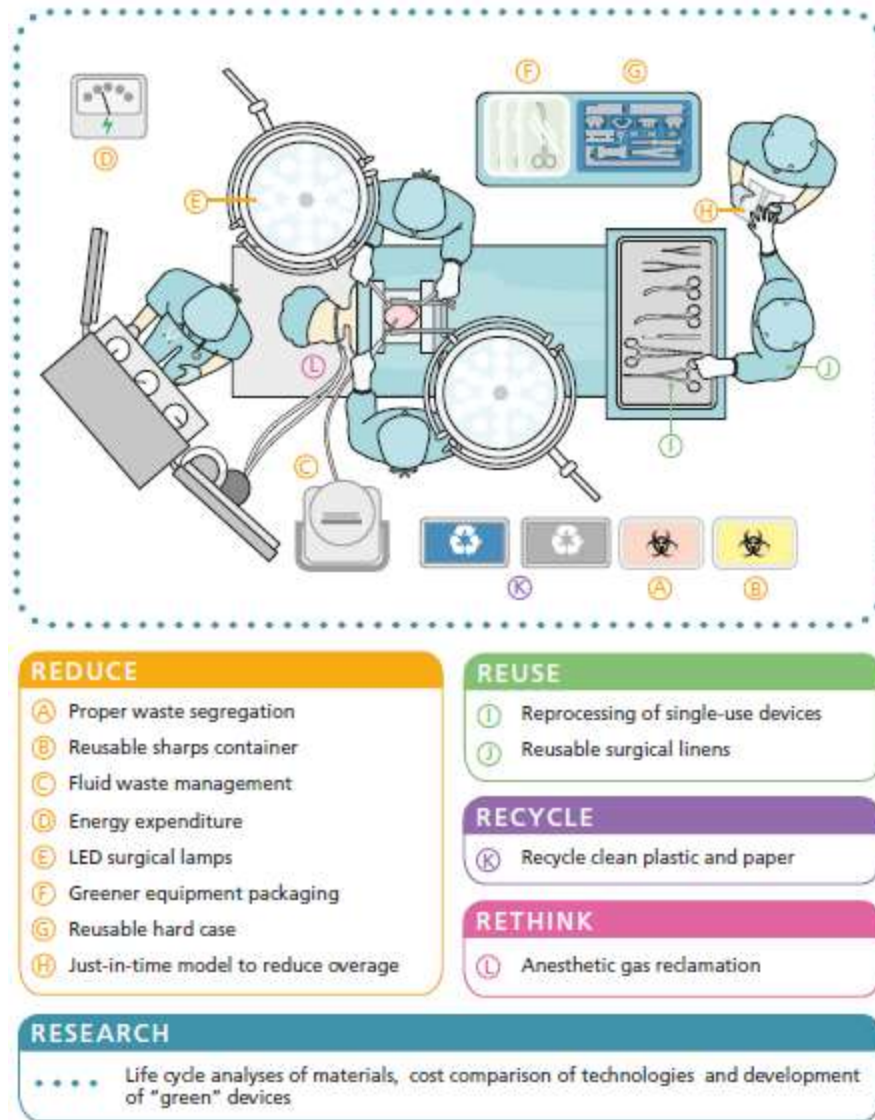


Gráfico 1. Estrategia 5R en sala de operaciones

Tomado de: Kagoma, Y., Stall, N., Rubinstein, E., & Naudie, D. (2012). *People, planet and profits: the case for greening operating rooms. CMAJ, 184(17), 1905–1911.*

La segregación de desechos es una de las medidas más eficaces para la reducción del efecto ambiental de los desechos sólidos, en especial, los desechos generales, pues, representan alrededor del 85% de los desechos generados en el ámbito hospitalario (Kagoma et al., 2012). El problema actual radica en que, los desechos generales suelen ser mal clasificados, y, por tanto, procesados erróneamente como desechos biológicos y peligrosos, lo cual, incrementa el costo de disposición y el impacto secundario a los procedimientos de incineración y esterilización con autoclave, por tanto, una correcta

disposición de los desechos puede reducir el efecto ambiental hasta en un 47% de lo estimado en la actualidad (Guetter et al., 2018).

El tratamiento de los fluidos derivados de los procedimientos quirúrgicos se refiere a la automatización de los procesos de colección, disposición intermedia y final de este tipo de desecho. Una de las medidas más frecuentemente adoptadas es el uso de sistemas colectores cerrados, mismos que recogen los fluidos al momento de su origen y los trasladan a plantas de tratamiento, lo cual, reduce la propagación de aerosoles y la exposición ocupacional del personal implicado (Guetter et al., 2018). Si bien estos sistemas colectores son relativamente costosos, impactan positivamente sobre la reducción de desecho generado y de la energía de procesamiento, pues, el proceso se realiza prácticamente en tiempo real (Guetter et al., 2018)(Petre & Malherbe, 2020).

El uso de contenedores reutilizables para la contención de desechos cortopunzantes disminuye la cantidad de plástico producido y la energía necesaria para disposición final de este tipo de insumos. Además, y, según la capacidad, puede tener un impacto indirecto en la energía de disposición final utilizada para los desechos cortopunzantes (Koch & Pecher, 2020).

El uso eficiente de la energía es otra de las acciones para reducir el impacto ambiental derivada de las acciones en sala de operaciones. Entre las actividades enfocadas a reducir el consumo de energía se encuentran: apagado de equipos (por ejemplo: máquinas de anestesia, equipos de laparoscopia), reducción del tiempo activo de los sistemas de recambio de aire y ventilación, reemplazo de lámparas por otras con eficiencia energética (por ejemplo: luces LED) y uso de energías renovables y de menor impacto ambiental (Van Norman & Jackson, 2020) (Petre & Malherbe, 2020).

También, el uso de empaques amigables con el medio ambiente ha tomado fuerza en los últimos 20 años, especialmente ante el desarrollo de nuevos materiales y a las acciones organizativas para su aplicación a nivel global para reducir la cantidad de polipropileno generado en salas de operaciones. Una de las intervenciones más descritas es

el uso de contenedores metálicos para el instrumental y otros elementos necesarios para la cirugía, lo cual, reduce eficazmente hasta el 85% de la producción de polipropileno utilizado para el empaque de instrumental. Además, los incentivos globales por el reemplazo de materiales de empaque por alternativas sustentables, ha reducido en un 49% el impacto ambiental de los plásticos generados en procedimientos quirúrgicos (Guetter et al., 2018)(Petre & Malherbe, 2020).

Otra estrategia relevante en la reducción de los desechos generados, es la disminución de los promedios o porcentajes de desperdicios, lo cual, puede lograrse tanto con la aplicación de las estrategias antes mencionadas como de estrategias de donación de equipos, insumos y dispositivos, lo cual, regulariza los inventarios y disminuye al generación de contaminantes en las diversas salas de operaciones (Guetter et al., 2018).

En el eje de **Reutilizar**, se han descrito acciones orientadas al reprocesamiento de insumos de un solo uso y la implementación de dispositivos que puedan ser reutilizados dentro de su ciclo de vida (Kagoma et al., 2012)(Petre & Malherbe, 2020).

El reprocesamiento de elementos considerados de un solo uso reduce la producción de desechos plásticos, y, por consiguiente, los promedios de desechos sólidos derivados tanto de la práctica anestésica. Se ha definido que, este tipo de estrategias tiene un impacto significativo de reducción hasta de un 50% de la cantidad de desperdicios generados, lo cual, por consiguiente, reduce los costos de gestión y destino final (Guetter et al., 2018).

El uso de dispositivos reutilizables es una de las medidas con mayor impacto en la disminución de los desechos previsible en la práctica anestésica. Los insumos que pueden ser implementados con esta estrategia son: textiles para vestimenta de trabajadores de la salud, campos quirúrgicos, hojas y mangos de laringoscopios, mascarillas laríngeas, circuitos de ventilación, y contenedores de desechos cortopunzantes, lo cual, disminuye la carga absoluta de desechos sólidos generados hasta en un 85% (Van Norman & Jackson, 2020) (Koch & Pecher, 2020).

Por otro lado, en el eje de **Reciclaje**, se han descrito principalmente intervenciones enfocadas a la clasificación correcta de los desechos desde su generación. El impacto del reciclaje en la gestión de residuos sanitarios está relacionada a la disminución de los costos de procesamiento final y terminal, así como a retornos de inversión en la venta de determinados tipos de desechos (por ejemplo: papel, cartón) (Guetter et al., 2018). Los principales elementos susceptibles de reciclaje en la sala de operaciones incluyen: papel, cartón, metal, vidrio y plástico, no obstante, la clasificación de residuos se extiende hasta aquellos considerados como orgánicos (Koch & Pecher, 2020).

En el eje de **Reconsiderar**, se incluyen la siguientes estrategias: captura de gases anestésicos volátiles, búsqueda de alternativas a la incineración de desechos, conformación de equipos de vigilancia y auditoría ambiental (Guetter et al., 2018).

La implementación de sistemas de captura de gases anestésicos, permite no solamente reprocesar y purificar este tipo de elementos, sino que también, permite su envasado posterior para su reventa. Estos sistemas son capaces de reducir la carga de emisiones hasta en un 76.5% (o el equivalente de 205 automóviles) anualmente, y, en consecuencia, de la huella de carbono originada de los procedimientos de anestesia general (Guetter et al., 2018).

Respecto a la incineración, este proceso, si bien, reduce el volumen de los desechos y destruye los materiales biológicamente peligrosos, conllevan una importante carga de contaminación debido a la liberación de derivados de óxido nitroso y de cancerígenos conocidos como bifenilos policlorados, furanos y dioxinas, lo cual, puede dar lugar a diversos efectos sobre la salud en las personas expuestas (Kagoma et al., 2012). Por esto, la tendencia global de reducir el impacto de estas emisiones, promueve la búsqueda de alternativas a este proceso, entre las que se incluyen: tratamiento térmico y químico de desechos, así como uso de tecnologías para tratamiento por radiación y biológico, que, por supuesto, reduce la carga de emisión incluso al 100% (Guetter et al., 2018).

La conformación de equipos de vigilancia y auditoría ambiental son adecuados para la coordinación, seguimiento y verificación de los planes de gestión sustentables en las unidades de salud. Una de las principales acciones de estos equipos es la gestión de compras bajo criterios de protección ambiental, lo cual, y al reemplazar elementos de alto impacto al medio ambiente, reduce la huella de carbono de los procedimientos y demás actividades en las salas de operaciones. Las auditorías son relevantes para la evaluación del cumplimiento de otras estrategias (por ejemplo: reciclaje, reutilización), lo que, facilita la valoración de impactos y la relación costo-efectividad de los sistemas de gestión ambiental (Kagoma et al., 2012) (Koch & Pecher, 2020).

Finalmente, en la estrategia de investigación (**R**esearch) se incluyen actividades relacionadas al análisis de los ciclos de vida de los materiales, comparación de costo de las tecnologías, *benchmarking*, y el desarrollo de dispositivos amigables con el medio ambiente (Kagoma et al., 2012) (Koch & Pecher, 2020).

El análisis de los ciclos de vida de los materiales es adecuado tanto antes de la compra de un dispositivos o medicamento como para la evaluación posterior de los impactos ambientales hasta su procesamiento y destino final. Esto implica una inversión tanto en investigación y desarrollo de metodologías para evaluación eficaz de los impactos, y, en sistemas ambientales robustos, permite definir planes de acción para intervención en cada una de las fases detectadas (Kagoma et al., 2012) (Koch & Pecher, 2020).

Las estrategias de benchmarking permiten adoptar buenas prácticas ambientales de otras unidades de salud o sistemas sanitarios e incluso optimizarlas a la realidad de cada gestión, lo cual, permite la mejora continua de las acciones sustentables. Los análisis de costo-beneficio, facilitan la toma de decisiones en cuanto a intervenciones y compras de productos de la práctica anestésica. El desarrollo de nuevos dispositivos es aún una tarea pendiente, sin embargo, y, al mediano y largo plazo, constituyen una de las estrategias con mayor impacto potencial en el cuidado del medio ambiente (Kagoma et al., 2012) (Koch & Pecher, 2020).

CAPÍTULO III

3.1. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
<i>Variables demográficas</i>					
Sexo	Características fenotípicas que permiten la distinción entre masculino y femenino	Identificación por fenotipo	1=Masculino 2=Femenino	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Edad	Tiempo transcurrido desde la fecha de nacimiento hasta un punto específico en el tiempo actual	Edad en años	Años	Cuantitativa (Discreta)	Medidas de tendencia central (media) y dispersión (rango, desviación estándar)
Años de práctica anestésica	Tiempo de ejercicio profesional desde la titulación formal	Tiempo en rango de años	1= 1 a 2 años 2= 3 a 5 años 3= 6 a 10 años 4=11 a 15 años 5=16 a 20 años 6=21 a 30 años 7= > 30 años	Cualitativa (Ordinal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Tipo de institución	Contexto operativo de actividad laboral según la red de salud	Ámbito laboral	1=Público 2=Privado	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Nivel de atención sanitario	Complejidad de la institución operativa en la que se desempeña la actividad de	Complejidad de institución según MSP	1=Segundo nivel de atención 2=Tercer nivel de atención	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
	Anestesiología				
Variables relacionadas al conocimiento					
Entrenamiento o educación en prácticas sustentables	Conocimiento formal adquirido en prácticas anestésicas sustentables	Valoración de conocimiento por experiencias	1=Si 2=No	Cualitativa (Nominal Dicotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Conocimientos para prácticas sustentable	Percepción de que, los conocimientos actuales son suficientes para guiar prácticas sustentables en anestesia	Valoración de conocimiento mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Efectos a la salud de los anestésicos inhalados	Conocimiento relacionado a genotoxicidad, incremento de estrés oxidativo y carcinogénesis de la exposición ocupacional a anestésicos volátiles	Valoración de conocimiento mediante escalas de Likert	1=Verdadero 2=Falso 3=No lo sé	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Potencial de calentamiento global de anestésicos volátiles	Conocimiento relacionado al potencial contaminante entre los principales gases anestésicos	Valoración de conocimiento mediante sentencias de afirmación	1=Verdadero 2=Falso 3=No lo sé	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Bioacumulación de medicamentos	Conocimiento relacionado al impacto ambiental por	Valoración de conocimiento mediante sentencias de	1=Verdadero 2=Falso 3=No lo sé	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
	bioacumulación de medicamentos	afirmación			
Persistencia intrínseca de medicamentos	Conocimiento respecto a la capacidad de persistencia atmosférica de los medicamentos	Valoración de conocimiento mediante sentencias de afirmación	1=Verdadero 2=Falso 3=No lo sé	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Consumo de energía y recursos de nuevas tecnologías	Conocimiento comparativo de tecnologías tradicionales y modernas en salas de operaciones	Valoración de conocimiento mediante sentencias de afirmación	1=Verdadero 2=Falso 3=No lo sé	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Variables relacionadas a prácticas					
Consideración del impacto ambiental en la práctica	Práctica anestésica condicionada por el impacto ambiental de productos y procedimientos	Valoración de la práctica mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Reciclaje de residuos en sala de operaciones	Práctica de reciclaje de residuos en sitio tras procedimientos anestésicos	Valoración de la práctica mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Prácticas de reciclaje personales	Consideración de reciclaje durante la práctica anestésica	Valoración de la práctica mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Consideración de impacto ambiental en agentes	Práctica consistente en la evaluación de	Valoración de la práctica mediante	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
anestésicos	impactos ambientales al utilizar un agente anestésico	escalas de Likert	3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo		
Consideración de impacto ambiental en dispositivos y otros productos	Práctica consistente en la evaluación de los dispositivos y otros productos usados para la conducción de la anestesia	Valoración de la práctica mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Productos reciclados en sala de operaciones	Tipo de productos o elementos que puede reciclarse o reprocesarse en sala de operaciones	Tipo de elemento	1=No sabe 2=Cartón/Papel 3=Vidrio 4=Plásticos 5=Metal 6=Baterías 7=Electrónicos 8=Otros 9=No reciclan	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
Esfuerzo organizacional para prácticas sustentables	Acciones y recursos para optimizar prácticas sustentables en sala de operaciones	Tipo de práctica	1=Elección de gases por huella ambiental 2=Uso de métodos de captura/reflexión 3=Uso de jeringas prellenadas 4=Uso de productos reutilizables 5=Reprocesamiento de productos de un solo uso 6=Contenedores reutilizables 7=Donación de equipos y materiales 8=Promoción de prácticas sustentables 9=Segregación de desechos 10=Apagado nocturno de equipos 11=No conoce de esfuerzos realizados 12=Otros	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Cumplimiento de marcos normativos en gestión de desechos	Práctica general en función de los criterios legales sanitarios	Valoración de la práctica mediante escalas de Likert	1=Totalmente en desacuerdo 2=En desacuerdo 3=Neutral 4=De acuerdo 5=Muy de acuerdo	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas
Variables relacionadas a barreras y futuras prácticas					
Barreras percibidas para reciclaje	Condiciones que afectan la implementación de estrategias de reciclaje en sala de operaciones	Tipo de barreras o condiciones	1=Actitudes del personal 2=Costo 3=Información/Educación inadecuada 4=Tiempo 5=Falta de espacio	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Variable	Definición Conceptual	Indicador	Escala	Tipo de Variable	Medida Estadística
			6=Ausencia de instalaciones de reciclaje 7=Falta de apoyo o liderazgo institucional 8=Otros		
Planes sustentables organizacionales futuras	Acciones organizacionales consideradas para la implementar prácticas sustentables percibidas por el anesthesiólogo/a	Tipo de acciones	1=Reciclaje 2=Elección de anestésicos por huella ambiental 3=Uso de métodos captura/reflexión 4=Jeringuillas prellenadas 5=Productos reutilizables 6=Reprocesamiento 7=Recipientes reutilizables 8=Donación 9=Promoción de prácticas sustentables 10=Segregación de desechos 11=Apagado nocturno 12=No conoce de acciones proyectadas 13=Otros	Cualitativa (Nominal Policotómica)	Frecuencias absolutas y relativas

Elaborado por: Merchán S. (2022)

3.1.2. Tipo y Diseño de Investigación

Estudio observacional, descriptivo, transversal

3.1.3. Población del Estudio y Muestra Poblacional

La población de estudio la constituyeron médicos especialistas de Anestesiología con títulos registrados y contratados en 12 hospitales de segundo y tercer nivel en la ciudad de Quito. Se aplicó un muestreo no probabilístico a conveniencia, obteniéndose una muestra final de 277 participantes

3.1.4. Criterios de Inclusión

- Médicos especialistas en Anestesiología con registro del título en el SNIESE, domiciliados en la ciudad de Quito
- Médicos especialistas en Anestesiología con alguno de los siguientes modos de contratación: servicios profesionales, contrato ocasional, nombramiento provisional, nombramiento definitivo.
- Médicos especialistas que consientan su ingreso al estudio

3.1.5. Criterios de Exclusión

- Médicos especialistas en Anestesiología sin registro del título en el SNIESE o domiciliados fuera de la ciudad de Quito
- Médicos especialistas con menos de 3 meses de contratación en la unidad hospitalaria
- Médicos especialistas que se retiren voluntariamente del estudio, incluso consintiendo su ingreso inicial
- Médicos especialistas que no consientan su ingreso al estudio

3.1.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Muestra

3.1.6.1. Procedimientos para recolección de la información

3.1.6.1.1. Instrumentos de recolección

La recolección de información se realizó mediante una encuesta en la que se evaluaron los aspectos demográficos, conocimientos, prácticas, barreras y futuras acciones relativas a prácticas sustentables en médicos especialistas en Anestesiología (Anexo 1). La encuesta fue aplicada únicamente tras la aceptación del ingreso al estudio mediante un consentimiento informado (Anexo 2).

La encuesta se ha diseñado considerando las variables descritas en la sección 3.4.1. El instrumento tuvo 21 preguntas, organizadas de la siguiente manera:

- *Sección 1 (Información General):* 5 preguntas (1 abierta, y 4 de opción múltiple)
- *Sección 2 (Conocimiento):* 7 preguntas de opción múltiple
- *Sección 3 (Prácticas):* 5 preguntas (3 de opción múltiple y 2 mixtas)
- *Sección 4 (Barreras):* 3 preguntas (3 de tipo mixto)
- *Sección 5 (Futuros esfuerzos):* 1 pregunta de tipo mixto

Previo a la aplicación, se realizó una prueba piloto con la participación de 15 médicos especialistas en Anestesiología para la validación y comprensión de la encuesta, obteniéndose un Alfa de Cronbach de 0.771, herramienta adecuada para llevar a cabo el estudio. En esta fase no se obtuvieron observaciones a la distribución de las preguntas o en la comprensión de las mismas.

3.1.6.1.2. Ejecución de la encuesta

La encuesta se desarrolló en un lapso de 20 días, a través de la herramienta informática Google Forms, con las siguientes fases:

- *Selección de participantes:* se consideraron únicamente los participantes que cumplieron los criterios de inclusión explicados en la sección 3.4.4, en cada una de las unidades hospitalarias. Esta fase tuvo una duración de 2 días.
- *Socialización:* se explicó el propósito del estudio a los participantes considerados por medio de un grupo de WhatsApp, y se remitió por esta vía el enlace para el acceso a la encuesta. Esta actividad tuvo una duración de 1 día.
- *Consentimiento informado y Aplicación:* previo a la encuesta, se incluyó un apartado con el consentimiento informado y una opción de respuesta de aceptación libre y voluntaria al estudio (Si/No). No hubo negativas para la ejecución de la encuesta. El formulario estuvo abierto hasta completar la muestra de 277 participantes, lo cual, se logró en 17 días.

3.1.6.1.3. Custodia y almacenamiento de la información

La información obtenida de los formularios fue almacenada en la cuenta personal de Google Forms de la investigadora. El acceso al formulario tiene una validación por contraseña, misma que, solamente es conocida por la autora de este proyecto.

La base de datos que se deriva del formulario, fue almacenada en la computadora personal de la investigadora de este proyecto, y, se destinó una carpeta específica para este proyecto, misma que será protegida con acceso por contraseña.

La encuesta no solicitó en ningún momento correos electrónicos, tampoco de nombres y apellidos o ningún tipo de identificación, asegurando así la anonimización de los participantes. No se manejó información o documentación física derivada de las encuestas.

3.1.7. Procedimientos de diagnóstico e intervención

Dado que este estudio es de carácter retrospectivo, no se ejecutaron procesos de diagnóstico o intervención, por lo cual, no amerita su descripción en este segmento.

3.1.8. Aspectos Bioéticos

Este estudio estuvo regido a los principios establecidos en la Declaración de Helsinki respecto a los fundamentos éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Los participantes fueron informados respecto a los propósitos, riesgos potenciales y su mitigación previa al ingreso a este estudio, tras lo cual, podrán decidir su inclusión de forma libre y voluntaria.

Propósito

Este estudio evaluó el estado de conocimiento en médicos anestesiólogos respecto a los impactos ambientales de la práctica anestésica, y, de la gestión de residuos, lo cual, sin duda alguna, nos permitirá obtener información relevante para planes de educación en acciones sustentables y amigables con el medio ambiente.

Procedimiento

Se realizó una encuesta a los participantes que aceptaron su inclusión al estudio. La encuesta se realizó mediante la herramienta Google Forms, y no se consideró la ejecución de intervenciones educativas o procedimental alguna. La encuesta fue respondida netamente de forma virtual, con el fin de evitar interferir en los horarios laborales de los participantes. El tiempo de respuesta promedio a la encuesta fue de 15 minutos.

Obtención de consentimiento para la participación en el estudio

El consentimiento informado estuvo disponible antes del inicio de la encuesta, y, acorde la parametrización de la encuesta fue de lectura obligatoria por los participantes. Se dispuso de un número telefónico para resolver dudas respecto al consentimiento, y, se colocó una opción de aceptación de participación para poder habilitar la encuesta.

Confidencialidad de la información

Se aseguró la confidencialidad de la información mediante los siguientes mecanismos: anonimización de los participantes desde la recolección de información, y, en consecuencia, en la base de datos, en donde se codificará con un número a cada participante; custodia de la información únicamente por la investigadora; y, restricción de accesos a terceras personas.

Consentimiento informado

Se diseñó un consentimiento informado (Anexo 2), el cual, fue revisado en conjunto con el protocolo de investigación por el Comité de Ética para Investigación en Seres Humanos (CEISH) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

3.1.9. Plan de Análisis de Datos

3.1.9.1. Análisis univariado

Las variables cualitativas (ordinales y nominales) se analizaron mediante frecuencias absolutas y relativas, y, expresadas según en tablas o gráficos.

3.1.9.2. Análisis bivariado

Se realizó una descripción de los conocimientos y prácticas en función del tiempo de ejercicio como profesional de Anestesiología y el nivel de atención del centro hospitalario. Las descripciones se realizaron con frecuencias absolutas y relativas en tablas de contingencia. El test Chi Cuadrado de Pearson fue aplicado para determinar relación entre las variables cualitativas. Un p-valor inferior a 0.05 fue considerado para significancia estadística.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS UNIVARIADO

Se incluyó a un total de 277 especialistas de Anestesiología de la ciudad de Quito, de los cuales, el 54.2% fueron del sexo femenino (n=150). El 66.1% de los participantes tuvieron un rango de edad de 30 a 40 años. El tiempo de ejercicio profesional de los encuestados fue principalmente de 3 a 5 años (29.2%), 1 a 2 años (24.5%), 6 a 10 años (17%) y 11 a 15 años (13%). El 72.6% labora en instituciones públicas y 50.9% en unidades de tercer nivel de atención (Tabla 3).

Tabla 3. Características demográficas de profesionales de Anestesiología en la ciudad de Quito, 2022

Variable	n	%
Sexo		
Masculino	127	45.8%
Femenino	150	54.2%
Edad		
30 a 40 años	183	66.1%
41 a 50 años	60	21.7%
51 a 60 años	28	10.1%
> 60 años	6	2.2%
Tiempo de ejercicio profesional		
1 a 2 años	68	24.5%
3 a 5 años	81	29.2%
6 a 10 años	47	17.0%
11 a 15 años	36	13.0%
16 a 20 años	11	4.0%
21 a 30 años	26	9.4%
> 30 años	8	2.9%
Tipo de institución		
Pública	201	72.6%
Privada	76	27.4%
Nivel de complejidad		
Segundo Nivel	136	49.1%
Tercer Nivel	141	50.9%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

En cuanto a conocimiento de impactos ambientales y ocupacionales asociados a la práctica de Anestesiología, solo el 33.6% de encuestados manifestó tener formación específica en prácticas ambientales sostenibles en salas de operaciones.

El 37.5% de los participantes indicó tener las competencias necesarias en gestión ambiental para orientar su práctica clínica diaria. Un 13.7% de profesionales no tiene un criterio fijo respecto al impacto ambiental de las nuevas tecnologías en Anestesiología, y, en este punto, el 59.2% considera que las prácticas modernas no tienen un efecto significativo en el medio ambiente (Tabla 4).

Al consultar a los participantes sobre conocimientos técnicos específicos, el 89.5% mencionó correctamente que los gases anestésicos conllevan riesgos a la salud del personal expuesto en sala de operaciones. En contraste, el 41.9% de encuestados respondió incorrectamente sobre el potencial de calentamiento global de desflurano, al igual que, el 72.6% respecto al potencial de bioacumulación de medicamentos como lidocaína y acetaminofén, y, el 55.2% de participantes en referencia a la persistencia en el medio ambiente de fármacos intravenosos (Tabla 4).

Tabla 4. Conocimiento de impactos ambientales y formación en gestión sostenible en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022

Variable	Parámetro	n	%
<i>Formación en prácticas ambientales sostenibles</i>	Sí	93	33.6%
	No	184	66.4%
	Muy de acuerdo	13	4.7%
<i>¿Su nivel de conocimiento sobre impacto ambiental de los agentes farmacológicos, productos y procedimientos relacionados a anestesia es suficiente para orientar su práctica diaria?</i>	De acuerdo	91	32.9%
	Neutral	102	36.8%
	En desacuerdo	65	23.5%
	Totalmente en desacuerdo	6	2.2%
	Verdadero	248	89.5%
<i>Los efectos de la exposición continua a gases anestésicos pueden producir daños en el ADN, genotoxicidad, incremento en el estrés oxidativo y carcinogénesis</i>	Falso	13	4.7%
	No lo sé	16	5.8%
	Verdadero	161	58.1%
<i>El desflurano tiene un potencial de calentamiento global mayor frente a sevoflurano o isoflurano</i>	Falso	67	24.2%
	No lo sé	49	17.7%
	Verdadero	76	27.4%
<i>Algunos medicamentos como la lidocaína o el acetaminofén, tienen la capacidad de bioacumularse en el ambiente</i>	Falso	109	39.4%
	No lo sé	92	33.2%
	Verdadero	124	44.8%
<i>Los medicamentos intravenosos de uso frecuente en anestesia pueden persistir un tiempo considerable en el medio ambiente y contaminarlo</i>	Falso	104	37.5%
	No lo sé	49	17.7%
	Verdadero	75	27.1%
<i>Los procedimientos y enfoques tecnológicamente avanzados y modernos en la práctica anestésica, son más nocivos para el medio ambiente respecto a los métodos o prácticas tradicionales</i>	Falso	164	59.2%
	No lo sé	38	13.7%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

Respecto a las prácticas ambientales aplicadas por los profesionales consultados en sus actividades diarias, se encontró que, un 68.2% de los participantes identifica el impacto ambiental de procedimientos y productos anestésicos como condicionantes de su práctica diaria (Tabla 5).

En contraste, solo un 39% de los profesionales consultados realiza reciclaje de los insumos y demás productos utilizadas en la provisión de anestesia, apenas el 26.7% considera los efectos ambientales para la elección de agentes anestésicos, y, el 24.9%

prioriza los impactos ambientales potencial de cada medicamento o dispositivo antes de iniciar un procedimiento anestésico (Tabla 5).

Por otra parte, un 33.6% de los profesionales participantes estableció que sus unidades operativas realizan procesos de reciclaje de los productos generados tras la anestesia en la sala de operaciones, y, un 27.8% consideró que sus instituciones cumplen a cabalidad la legislación nacional vigente en materia de gestión de residuos (Tabla 5).

Tabla 5. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones

Variable	Parámetro	n	%
<i>El impacto ambiental de los productos y procedimientos anestésicos, son factores a considerarse como determinantes e incluso condicionantes para la práctica de Anestesiología</i>	Muy de acuerdo	64	23.1%
	De acuerdo	125	45.1%
	Neutral	48	17.3%
	En desacuerdo	21	7.6%
	Totalmente en desacuerdo	19	6.9%
	Muy de acuerdo	11	4.0%
<i>Los residuos generados tras la anestesia son reciclados en la sala de operaciones</i>	De acuerdo	82	29.6%
	Neutral	36	13.0%
	En desacuerdo	82	29.6%
	Totalmente en desacuerdo	66	23.8%
	Muy de acuerdo	27	9.7%
<i>Reciclo los desechos generados tras la anestesia según es factible</i>	De acuerdo	81	29.2%
	Neutral	53	19.1%
	En desacuerdo	64	23.1%
	Totalmente en desacuerdo	52	18.8%
	Muy de acuerdo	21	7.6%
<i>Considero siempre el impacto ambiental potencial de cada agente anestésico antes de elegirlo y utilizarlo</i>	De acuerdo	53	19.1%
	Neutral	91	32.9%
	En desacuerdo	71	25.6%
	Totalmente en desacuerdo	41	14.8%
	Muy de acuerdo	15	5.4%
<i>Tomo en cuenta los impactos ambientales potenciales en los productos y dispositivos médicos antes de iniciar un procedimiento anestésico</i>	De acuerdo	54	19.5%
	Neutral	92	33.2%
	En desacuerdo	71	25.6%
	Totalmente en desacuerdo	45	16.2%
	Muy de acuerdo	15	5.4%
<i>Grado de cumplimiento de la legislación nacional en materia de gestión de residuos</i>	De acuerdo	62	22.4%
	Neutral	140	50.5%
	En desacuerdo	51	18.4%
	Totalmente en desacuerdo	9	3.2%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

En el Gráfico 2, se describen los principales materiales que son reciclados en la sala de operaciones, según la respuestas obtenidas de los participantes. Los elementos más frecuentes son: cartón/papel (22.13%), vidrio (20.73%) y plásticos (19.34%). Al menos el 6.62% de los participantes no pudo precisar los materiales que son gestionados en sus unidades operativas.

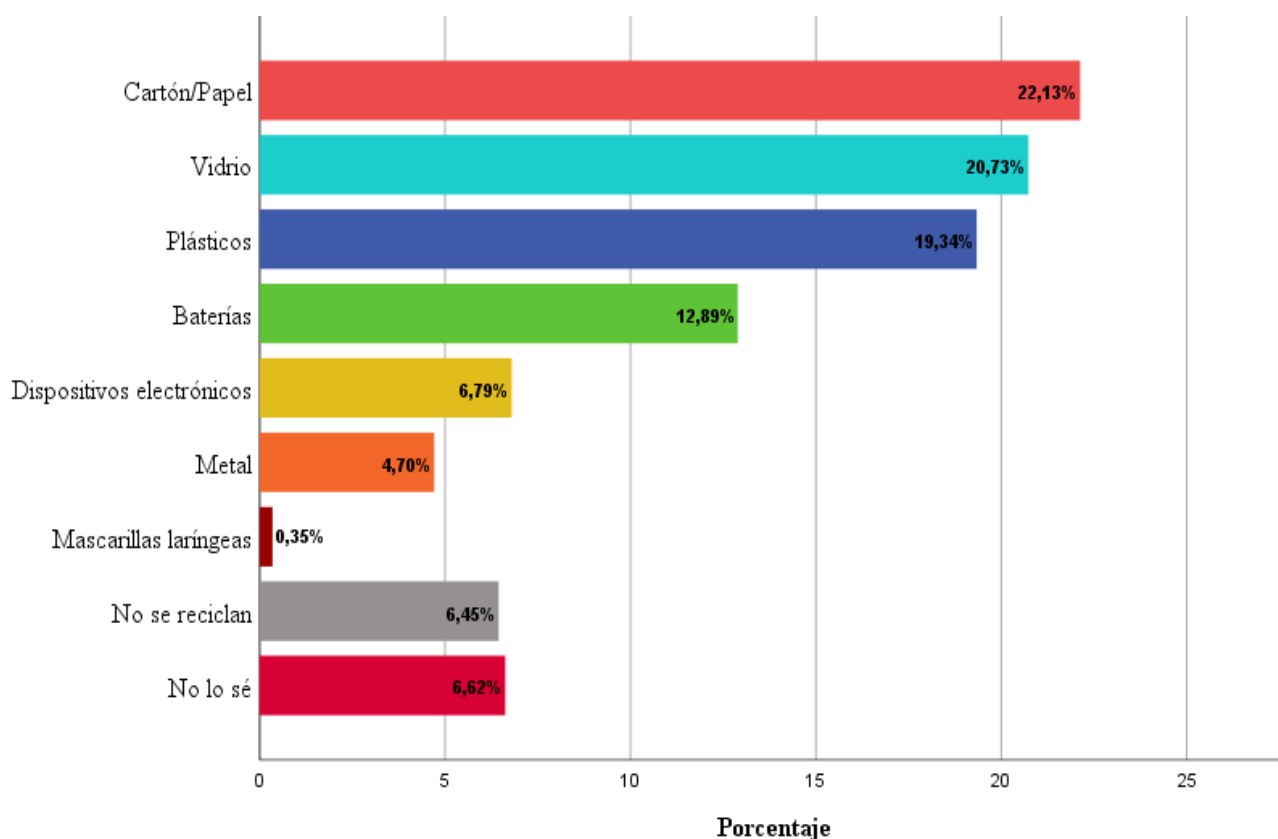


Gráfico 2. Elementos gestionados por reciclaje acorde a médicos anesthesiologos de la ciudad de Quito, 2022

Fuente: Encuesta a Anesthesiologos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

En la Tabla 6, se describen las barreras actuales y futuras para una gestión ambiental eficiente que fueron identificadas por los profesionales participantes. La barreras actuales más relevantes fueron: información/educación inadecuada (22%), actitud del personal (16.2%), costos (15.7%) y falta de apoyo institucional (15.4%). Las barreras futuras más frecuentemente consideradas por los encuestados fueron: información/educación

inadecuada (22.6%), falta de apoyo institucional (16.6%), costos (16%), actitud del personal (15.1%) y ausencia o déficit de instalaciones para el reciclaje (14.1%).

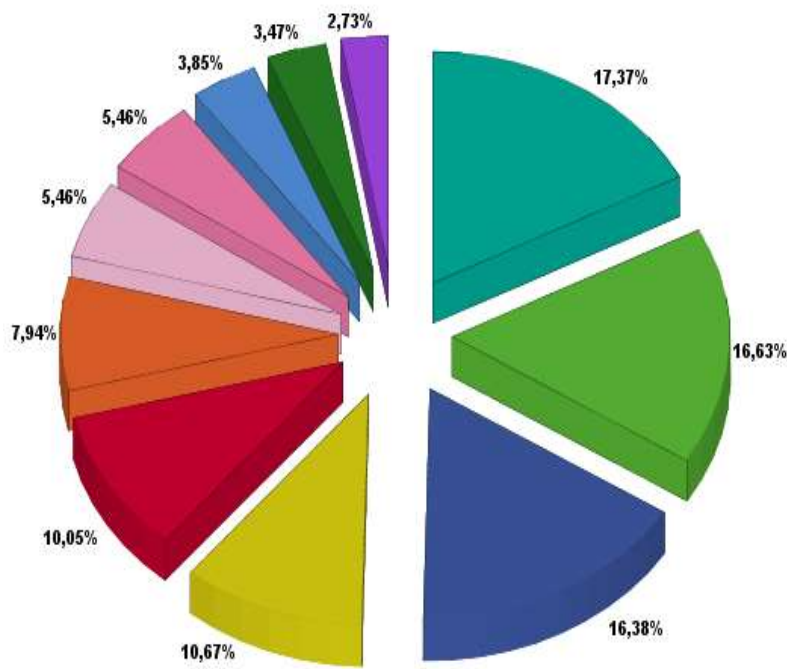
Tabla 6. Barreras actuales y futuras para gestión ambiental eficiente identificadas por anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022

Parámetro	n	%
Barreras actuales para gestión ambiental eficiente		
Información/Educación inadecuada	61	22.0%
Actitud del personal	45	16.2%
Costo	44	15.7%
Falta de apoyo institucional	42	15.4%
Ausencia o déficit de instalación para reciclaje	34	12.2%
Tiempo	21	7.7%
Seguridad	16	5.6%
Falta de espacio	14	5.1%
Barreras potenciales futuras para gestión ambiental eficiente		
Información/Educación inadecuada	63	22.6%
Falta de apoyo institucional	46	16.6%
Costo	44	16.0%
Actitud del personal	42	15.1%
Ausencia o déficit de instalación para reciclaje	39	14.1%
Tiempo	17	6.1%
Falta de espacio	15	5.4%
Seguridad	11	4.1%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

En el Gráfico 3, se muestran las prácticas de gestión sostenible actualmente aplicadas en las unidades de trabajo que fueron identificadas por los participantes. Las principales acciones fueron: uso de recipientes reutilizables para desechos cortopunzantes (17.37%), segregación adecuada de desechos (16.63%), apagado nocturno de equipos (16.38%) y reprocesamiento de equipos médicos (10.67%).



Prácticas sostenibles

- Uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes
- Segregación adecuada de desechos biológicos peligrosos y no peligrosos
- Apagado nocturno de la máquina de anestesia y otros equipos en el quirófano
- Reprocesamiento de equipos médicos
- Mecanismos de captura/reflexión de gases anestésicos
- Compra de productos reutilizables
- Donación de equipos y suministros médicos no utilizados
- No tengo conocimiento de tales esfuerzos
- Elección de los anestésicos inhalados en función de su huella ambiental
- Jeringas prellenadas
- Convenios con proveedores para empaquetado ecológico

Gráfico 3. Prácticas sostenibles actualmente aplicadas e identificadas por médicos anesthesiólogos en la ciudad de Quito, 2022

Fuente: Encuesta a Anesthesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

Finalmente, al preguntar a los participantes respecto a los planes futuros de gestión ambiental, que han podido identificar en cada una de las unidades operativas, evidencia que, al menos el 14.6% de profesionales no tienen conocimiento respecto a este tipo de iniciativas en su instituciones, 14% mencionaron planes futuros de reciclaje, un 11.5% ahorro de energía mediante apagado de máquinas y equipos en sala de operaciones, 11.3%

indicó que la implementación de recipientes reutilizables para la gestión de desechos cortopunzantes y 10.1% indicó planes para la clasificación de desechos en sala de operaciones (Tabla 7).

Tabla 7. Planes institucionales futuros para gestión ambiental identificados por anestesiólogos en la ciudad de Quito, 2022

Parámetro	n	%
No tengo conocimiento de tales planes	40	14.6%
Reciclaje	38	14.0%
Apagado nocturno de la máquina de anestesia y otros equipos en el quirófano	32	11.5%
Uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes	31	11.3%
Segregación adecuada de desechos biológicos peligrosos y no peligrosos	28	10.1%
Uso de modalidades de captura/reflexión de gas anestésico	24	8.2%
Compra de productos reutilizables en lugar de productos de un solo uso	23	7.9%
Implementación de jeringas de medicación precargadas	15	5.3%
Convenios con la industria para promover prácticas de empaque más ecológicas	13	4.8%
Elección y compras de gases anestésicos en función de su huella ambiental	12	4.7%
Donación de equipos y suministros médicos no utilizados	11	3.9%
Reprocesamiento de equipos médicos de un solo uso	10	3.7%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

4.2. ANÁLISIS BIVARIADO

Al analizar el grado de conocimiento de los participantes en función del tiempo de ejercicio profesional, se evidencia que, el 44% de los anestesiólogos con más de 10 años de práctica y 29.1% de los anestesiólogos con menos de 10 años de práctica, refirieron tener formación en prácticas ambientales sostenibles ($p=0.014$) (Tabla 8).

Además, hasta el 50.6% de anestesiólogos con más de 10 años de ejercicio profesional, indicaron poseer el conocimiento suficientes respecto a impactos ambientales para guiar su práctica diaria, en tanto que, el 32.1% de profesionales con un tiempo menor a

10 años de ejercicio profesional, mencionaron acreditar dichos conocimientos ($p=0.017$). También, alrededor del 81.5% y 69.4% de profesionales con más y menos de 10 años de experiencia respectivamente, consideran que las nuevas tecnologías en Anestesiología son menos nocivas respecto a las prácticas tradicionales ($p=0.117$) (Tabla 8).

Respecto a conocimientos técnicos específicos, el 89.3% y 90.1% de especialistas con < 10 años y > 10 años de práctica profesional, respondieron correctamente respecto a los impactos ocupacionales de la exposición a gases anestésicos ($p=0.924$). El 63.3% de los profesionales con menos de 10 años de experiencia respondieron correctamente respecto al potencial de calentamiento global de desflurano, al igual que, el 45.7% de profesionales con tiempo de ejercicio mayor a 10 años ($p=0.026$) (Tabla 8).

En el caso de los efectos ambientales de medicamentos, solo el 25% y 33.3% de profesionales con menos y más de 10 años de experiencia, respondieron correctamente respecto al potencial de bioacumulación de fármacos como lidocaína y acetaminofén ($p=0.319$), mientras que, el 44.9% de anesthesiólogos con menos de 10 años de ejercicio profesional precisaron correctamente el potencial de persistencia ambiental de fármacos intravenoso, así también, respondieron el 44.4% de anesthesiólogos con un tiempo mayor de experiencia ($p=0.973$) (Tabla 8).

Tabla 8. Conocimiento de impactos ambientales y formación en gestión sostenible según el tiempo de ejercicio profesional en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022

Variable	Parámetro	Tiempo de ejercicio profesional				p*
		< 10 años		> 10 años		
		n	%	n	%	
<i>Formación en prácticas ambientales sostenibles</i>	Sí	57	29.1%	36	44.4%	0.014
	No	139	70.9%	45	55.6%	
	Muy de acuerdo	5	2.6%	8	9.9%	
<i>¿Su nivel de conocimiento sobre impacto ambiental de los agentes farmacológicos, productos y procedimientos relacionados a anestesia es suficiente para orientar su práctica diaria?</i>	De acuerdo	58	29.6%	33	40.7%	0.017
	Neutral	79	40.3%	23	28.4%	
	En desacuerdo	49	25.0%	16	19.8%	
	Totalmente en desacuerdo	5	2.6%	1	1.2%	
<i>Los efectos de la exposición continua a gases anestésicos pueden producir daños en el ADN, genotoxicidad, incremento en el estrés oxidativo y carcinogénesis</i>	Verdadero	175	89.3%	73	90.1%	0.924
	Falso	9	4.6%	4	4.9%	
	No lo sé	12	6.1%	4	4.9%	
<i>El desflurano tiene un potencial de calentamiento global mayor frente a sevoflurano o isoflurano</i>	Verdadero	124	63.3%	37	45.7%	0.026
	Falso	42	21.4%	25	30.9%	
	No lo sé	30	15.3%	19	23.5%	
<i>Algunos medicamentos como la lidocaína o el acetaminofén, tienen la capacidad de bioacumularse en el ambiente</i>	Verdadero	49	25.0%	27	33.3%	0.319
	Falso	78	39.8%	31	38.3%	
	No lo sé	69	35.2%	23	28.4%	
<i>Los medicamentos intravenosos de uso frecuente en anestesia pueden persistir un tiempo considerable en el medio ambiente y contaminarlo</i>	Verdadero	88	44.9%	36	44.4%	0.973
	Falso	74	37.8%	30	37.0%	
	No lo sé	34	17.3%	15	18.5%	
<i>Los procedimientos y enfoques tecnológicamente avanzados y modernos en la práctica anestésica, son más nocivos para el medio ambiente respecto a los métodos o prácticas tradicionales</i>	Verdadero	60	30.6%	15	18.5%	0.117
	Falso	111	56.6%	53	65.4%	
	No lo sé	25	12.8%	13	16.0%	

*Chi Cuadrado de Pearson (significativo a p-valor menor a 0.05)

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

En la Tabla 9, se presenta las respuestas respecto a las prácticas amigables con el medio ambiente aplicadas por los participantes en su práctica diaria según el tiempo de ejercicio profesional. El 66.8% de profesionales con menos de 10 años de experiencia, consideran que, los impactos ambientales de productos y procedimientos son factores condicionantes en la práctica anestésica, esto, también fue referido por el 71.6% de especialistas con un tiempo superior a 10 años de experiencia ($p=0.735$).

El 39.3% de los especialistas con menos de 10 años de práctica profesional, indicaron realizar reciclaje de los productos generados tras la anestesia, al igual que el 38.3% de especialistas con más de 10 años de práctica profesional. En el primer grupo (< 10 años) el 23% mencionó considerar los impactos ambientales de los agentes anestésicos para su utilización, así también, lo precisó el 35.8% de especialistas del segundo (> 10 años) ($p=0.019$) (Tabla 9).

También, entre los profesionales con < 10 años de experiencia, el 21.4% toma en cuenta los efectos ambientales potenciales de los procedimientos y dispositivos antes de empezar un procedimiento anestésico, en tanto que, el 33.3% de aquellos con > 10 años de experiencia, mencionaron aplicar esta consideración antes de ejecutar un procedimiento anestésico ($p=0.005$) (Tabla 9).

El 31.1% y 39.5% de anestesiólogos con menos y más de 10 años de experiencia, refirieron que se realizan procesos de reciclaje de los residuos generados en las salas de operaciones de sus unidades operativas ($p=0.016$). Además, el 24% de profesionales con menos de 10 años de experiencia, consideró que su institución cumple a cabalidad la legislación nacional vigente en gestión de residuos, al igual que el 37% de los profesionales con más de 10 años de experiencia (Tabla 9).

Tabla 9. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones según el tiempo de ejercicio profesional en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022

Variable	Parámetro	Tiempo de ejercicio profesional				p*
		< 10 años		> 10 años		
		n	%	n	%	
<i>El impacto ambiental de los productos y procedimientos anestésicos, son factores a considerarse como determinantes e incluso condicionantes para la práctica de Anestesiología</i>	Muy de acuerdo	42	21.4%	22	27.2%	0.735
	De acuerdo	89	45.4%	36	44.4%	
	Neutral	37	18.9%	11	13.6%	
	En desacuerdo	14	7.1%	7	8.6%	
	Totalmente en desacuerdo	14	7.1%	5	6.2%	
<i>Los residuos generados tras la anestesia son reciclados en la sala de operaciones</i>	Muy de acuerdo	9	4.6%	2	2.5%	0.016
	De acuerdo	52	26.5%	30	37.0%	
	Neutral	33	16.8%	3	3.7%	
	En desacuerdo	60	30.6%	22	27.2%	
	Totalmente en desacuerdo	42	21.4%	24	29.6%	
<i>Reciclo los desechos generados tras la anestesia según es factible</i>	Muy de acuerdo	21	10.7%	6	7.4%	0.026
	De acuerdo	56	28.6%	25	30.9%	
	Neutral	46	23.5%	7	8.6%	
	En desacuerdo	39	19.9%	25	30.9%	
	Totalmente en desacuerdo	34	17.3%	18	22.2%	
<i>Considero siempre el impacto ambiental potencial de cada agente anestésico antes de elegirlo y utilizarlo</i>	Muy de acuerdo	10	5.1%	11	13.6%	0.019
	De acuerdo	35	17.9%	18	22.2%	
	Neutral	74	37.8%	17	21.0%	
	En desacuerdo	47	24.0%	24	29.6%	
	Totalmente en desacuerdo	30	15.3%	11	13.6%	
<i>Tomo en cuenta los impactos ambientales potenciales en los productos y dispositivos médicos antes de iniciar un procedimiento anestésico</i>	Muy de acuerdo	7	3.6%	8	9.9%	0.005
	De acuerdo	40	20.4%	22	27.2%	
	Neutral	77	39.3%	15	18.5%	
	En desacuerdo	43	21.9%	28	34.6%	
	Totalmente en desacuerdo	34	17.3%	11	13.6%	
<i>Grado de cumplimiento de la legislación nacional en materia de gestión de residuos</i>	Muy de acuerdo	7	3.6%	8	9.9%	0.052
	De acuerdo	40	20.4%	22	27.2%	
	Neutral	107	54.6%	33	40.7%	
	En desacuerdo	34	17.3%	17	21.0%	
	Totalmente en desacuerdo	8	4.1%	1	1.2%	

*Chi Cuadrado de Pearson (significativo a p-valor menor de 0.05)

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

Al considerar el tipo de institución en el que se desempeñan los participantes, se encontró que, el 69.2% de los profesionales en instituciones públicas y 65.8% de profesionales en instituciones privadas consideran que los impactos ambientales de productos y procedimientos anestésicos condicionan el ejercicio de la Anestesiología ($p=0.878$) (Tabla 10).

El 37.8% de los profesionales en instituciones públicas indicaron ejecutar prácticas de reciclaje de los desechos generados tras la anestesia, al igual que, el 42.1% de profesionales en instituciones privadas ($p=0.500$). El 24.9% de especialistas en instituciones públicas y 31.6% de especialistas en instituciones privadas, consideran el impacto ambiental de cada agente anestésico antes su elección y utilización ($p=0.284$). El 24.9% de anestesiólogos en instituciones públicas y 25% de anestesiólogos en instituciones privadas mencionaron tomar en cuenta los impactos ambientales potenciales de productos y dispositivos médicos antes de ejecutar un procedimiento anestésico ($p=0.150$) (Tabla 10).

Entre los profesionales que se desempeñan en instituciones públicas, el 35.3% indicó que en sus unidades se realizan procesos de reciclaje de los residuos generados en la sala de operaciones, esto, también fue referido por 28.9% de profesionales en instituciones privadas ($p=0.528$). Además, el 25.9% de encuestados en instituciones públicas y 32.9% de encuestados en instituciones privadas mencionaron que sus unidades cumplen a cabalidad la legislación nacional vigente en materia de gestión de residuos ($p=0.291$) (Tabla 10).

Tabla 10. Prácticas individuales y organizacionales para la gestión ambiental en sala de operaciones según el tipo de institución en anestesiólogos de la ciudad de Quito, 2022

Variable	Parámetro	Tipo de institución				p*
		Pública		Privada		
		n	%	n	%	
<i>El impacto ambiental de los productos y procedimientos anestésicos, son factores a considerarse como determinantes e incluso condicionantes para la práctica de Anestesiología</i>	Muy de acuerdo	47	23.4%	17	22.4%	0.878
	De acuerdo	92	45.8%	33	43.4%	
	Neutral	33	16.4%	15	19.7%	
	En desacuerdo	14	7.0%	7	9.2%	
	Totalmente en desacuerdo	15	7.5%	4	5.3%	
<i>Los residuos generados tras la anestesia son reciclados en la sala de operaciones</i>	Muy de acuerdo	9	4.5%	2	2.6%	0.528
	De acuerdo	62	30.8%	20	26.3%	
	Neutral	28	13.9%	8	10.5%	
	En desacuerdo	59	29.4%	23	30.3%	
	Totalmente en desacuerdo	43	21.4%	23	30.3%	
<i>Reciclo los desechos generados tras la anestesia según es factible</i>	Muy de acuerdo	17	8.5%	10	13.2%	0.500
	De acuerdo	59	29.4%	22	28.9%	
	Neutral	42	20.9%	11	14.5%	
	En desacuerdo	48	23.9%	16	21.1%	
	Totalmente en desacuerdo	35	17.4%	17	22.4%	
<i>Considero siempre el impacto ambiental potencial de cada agente anestésico antes de elegirlo y utilizarlo</i>	Muy de acuerdo	11	5.5%	10	13.2%	0.284
	De acuerdo	39	19.4%	14	18.4%	
	Neutral	69	34.3%	22	28.9%	
	En desacuerdo	53	26.4%	18	23.7%	
	Totalmente en desacuerdo	29	14.4%	12	15.8%	
<i>Tomo en cuenta los impactos ambientales potenciales en los productos y dispositivos médicos antes de iniciar un procedimiento anestésico</i>	Muy de acuerdo	7	3.5%	8	10.5%	0.150
	De acuerdo	43	21.4%	11	14.5%	
	Neutral	65	32.3%	27	35.5%	
	En desacuerdo	53	26.4%	18	23.7%	
	Totalmente en desacuerdo	33	16.4%	12	15.8%	
<i>Grado de cumplimiento de la legislación nacional en materia de gestión de residuos</i>	Muy de acuerdo	8	4.0%	7	9.2%	0.291
	De acuerdo	44	21.9%	18	23.7%	
	Neutral	101	50.2%	39	51.3%	
	En desacuerdo	40	19.9%	11	14.5%	
	Totalmente en desacuerdo	8	4.0%	1	1.3%	

*Chi Cuadrado de Pearson (significativo a p-valor menor de 0.05)

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

Para concluir, en la Tabla 11 se muestran los planes futuros referidos por los participantes en función del tipo de institución en la que ejercen su práctica profesional.

Entre los participantes que se desempeñan en instituciones públicas, los planes futuros más frecuentemente descritos fueron: reciclaje (13.2%), apagado nocturno de equipos (11.8%), uso de recipientes reutilizables para desechos cortopunzantes (11.8%), segregación adecuada de desechos (10.6%) y la instalación de sistemas de captura de gases anestésicos (8%). En el caso de los participantes de instituciones privadas, estos planes fueron: reciclaje (16.3%), apagado nocturno de equipos (10.9%), priorización de compra de productos reutilizables frente a de un solo uso (9.8%), uso de recipientes reutilizables para desechos cortopunzantes (9.8%) y uso de sistemas de captura de gases anestésicos (8.7%).

Tabla 11. Planes futuros para gestión ambiental identificados por anestesiólogos según el tipo de institución en la ciudad de Quito, 2022

Variable	Tipo de institución			
	Pública		Privada	
	n	%	n	%
Reciclaje	66	13.2%	30	16.3%
Elección y compras de gases anestésicos en función de su huella ambiental	27	5.4%	5	2.7%
Uso de modalidades de captura/reflexión de gas anestésico	40	8.0%	16	8.7%
Implementación de jeringas de medicación precargadas	24	4.8%	12	6.5%
Compra de productos reutilizables en lugar de productos de un solo uso	36	7.2%	18	9.8%
Reprocesamiento de equipos médicos de un solo uso	17	3.4%	8	4.3%
Uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes	59	11.8%	18	9.8%
Donación de equipos y suministros médicos no utilizados	20	4.0%	7	3.8%
Convenios con la industria para promover prácticas de empaque más ecológicas	21	4.2%	12	6.5%
Segregación adecuada de desechos biológicos peligrosos y no peligrosos	53	10.6%	16	8.7%
Apagado nocturno de la máquina de anestesia y otros equipos en el quirófano	59	11.8%	20	10.9%
No tengo conocimiento de tales planes	78	15.6%	22	12.0%

Fuente: Encuesta a Anestesiólogos

Elaborado por: Merchán S. (2022)

CAPÍTULO V

5.1. DISCUSIÓN

El sector sanitario es una de las actividades productivas con mayor impacto ambiental, pues, representa al menos el 4% a 8% de las emisiones de gas de efecto invernadero a nivel global. De todos los factores ambientales inmersos en los servicios de salud, al menos el 20 a 33% son generados en sala de operaciones, donde, los procedimientos anestésicos tienen un rol determinante debido a la multiplicidad de equipamiento, medicamentos y dispositivos utilizados (Fraifeld et al., 2021).

En la práctica anestésica, se ha descrito el importante efecto del uso de gases anestésicos volátiles y el desperdicio de medicamentos sobre el medio ambiente en todo su ciclo de vida. Además, los dispositivos de un solo uso y demás insumos incrementan la carga de desechos sólidos generados, y, por consiguiente, de los impactos generados para su tratamiento y gestión final. Estos efectos, se derivan tanto por la naturaleza de los contaminantes como de los débiles procesos organizativos e individuales de gestión sustentable, lo cual, amerita un análisis situacional para definir intervenciones efectivas para una remediación y prevención ambiental con grandes resultados (Rinehardt & Sivarajan, 2012).

Una de las medidas para establecer fortalezas y debilidades es la ejecución de encuestas de actitudes, conocimientos y prácticas de gestión sustentable. Un estudio canadiense realizado por Petre et al., 2018 evaluaron las actitudes y barreras en profesionales de Anestesiología para una gestión sustentable. En primera instancia, los autores describen que al menos el 88.6% de los participantes consideraron que los impactos ambientales de productos y procedimientos de anestesia son determinantes e incluso condicionantes para la práctica diaria, siendo superior a lo encontrado en nuestros resultados, sin embargo, entre los resultados obtenidos en nuestros participantes, hay una mayor tasa de respuestas afirmativas en aquellos profesionales con más de 10 años de experiencia.

Además, en el estudio de Petre et al., 2018, alrededor del 45.2% de los participantes mencionó que dispone de los conocimientos y formación necesaria para guiar su práctica clínica de forma sustentable, siendo menor a lo alcanzado en nuestro estudio en profesionales con un tiempo de ejercicio profesional superior a 10 años, pero, relativamente mayor al valor obtenido entre todos los participantes y en especialistas con menos de 10 años de práctica profesional.

También, en el análisis realizado por Petre et al., 2018, un 42.6% de los participantes indicaron tener formación específica en gestión sustentable en sala de operaciones, siendo mayor a la encontrada en nuestro estudio, pero relativamente menor, a lo descrito por especialistas de anestesiología con más de 10 años de experiencia. En el estudio citado, se indica que las principales fuentes de formación fueron: discusiones por pares (43.5%), cursos (16.5%) y lecturas derivadas de conferencias (42%), lo cual, no fue valorados en nuestros especialistas, representando así una limitación de nuestro estudio.

Por otra parte, en el estudio de Petre et al., 2018, se describe que se realizan actividades de reciclaje tras los procedimientos de anestesia hasta en el 30% de salas de operaciones, lo cual, es mayor a lo reportado por McGain et al., 2012, en especialistas de Nueva Zelanda, Australia e Inglaterra, quienes mencionaron que estos procesos se realizan apenas en el 12%, 10% y 11% respectivamente, y, a lo considerado por Ard et al., 2016, en especialistas estadounidenses, en donde se menciona que el reciclaje se realiza en el 27.7% de salas de operaciones. Nuestros resultados, muestran una mejor tasa de reciclaje respecto a los estudios antes mencionados, obteniéndose una mejor tasa en unidades del sector público.

Respecto al reciclaje, en el estudio de Petre et al., 2018, se especifica que los principales elementos reciclados son: papel (54.6%), baterías (47.1%), plásticos (40.6%) y vidrio (13.6%), mientras que, en el estudio de Ard et al., 2016, los principales insumos reciclados son: plásticos (45.8%), papel (47.9%), baterías (37.9%) y vidrio (19.6%). Estos hallazgos coinciden con lo descrito por nuestro estudio tanto en profesionales que laboran en el sector público como privado.

En relación a las acciones actuales de gestión sostenible, dos estudios en profesionales y equipos de monitoreo ambiental canadienses (Petre et al., 2018 y Petre et al., 2020) establecen las siguientes: donación de insumos (49.5% y 65%), apagado nocturno de máquinas (46.2% y 46%), clasificación adecuada de desechos (43.8% y 62%), reciclaje (30% y 58%), compra de anestésicos y gases según impacto ambiental (40.8% y 50.8%) y uso de insumos reutilizables (31.5% y 58%).

Las prácticas antes mencionadas son similares en cuanto a la clasificación de desechos y apagado de equipos acorde a las respuestas de nuestros participantes, sin embargo, en nuestro estudio, se evidencia que además de las dos estrategias descritas, las más frecuentes también son el uso de recipientes reutilizables para cortopunzantes y el reprocesamiento de equipos médicos, tanto en instituciones públicas como privadas.

Por su parte, en los estudios de Petre et al., 2018 y Petre et al., 2020, definen que las principales acciones futuras para la gestión sustentable identificadas por los especialistas de anestesiología y equipos de monitoreo ambiental incluyen las siguientes: reciclaje (12.6% y 82%), clasificación adecuada de desechos (14.4% y 50%) y la donación de equipos y otros insumos (13.4% y 50%). Estas acciones coinciden parcialmente con lo identificado por los encuestados de nuestro estudio, pues, además de las mencionadas, se ha hecho mención al apagado nocturno de equipos y uso de recipientes reutilizables para desechos cortopunzantes.

Finalmente, respecto a las barreras para la implementación de estrategias de gestión sostenible en las salas de operaciones, el estudio de Petre et al., 2018, establece las siguientes: información/educación inadecuada (52.8%), poco liderazgo o falta de apoyo institucional (48.2%), actitudes del personal (36.5%) y costos asociados (36.5%). En el estudio de McGain et al., 2012, se establecen las siguientes: ausencia de espacios disponibles para la gestión adecuada de residuos o reciclaje (49%), actitud del personal (17%) e información/educación inadecuada (16%), lo cual, también coincide con lo descrito en el estudio de Ard et al., 2016. Nuestros resultados respecto a barreras de gestión sostenible coinciden particularmente con lo establecido en el estudio de Petre et al., 2018.

Luego de las limitaciones identificadas en nuestro estudio, también se cuentan con fortalezas, en especial, en la valoración de conocimientos específicos de impacto ambiental y ocupacional de gases anestésicos, medicamentos y otros insumos en la práctica ambiental, en la que, se evidenció una seria discrepancia y brecha de conocimiento general y en subgrupos según el tiempo de experiencia profesional, lo cual, brinda elementos para la generación de recomendaciones al corto y largo plazo.

CAPÍTULO VI

6.1. CONCLUSIONES

1. Los participantes de esta encuesta fueron principalmente especialistas con un rango de edad de 30 a 40 años y un tiempo de ejercicio profesional entre 1 a 5 años, de los cuales, la gran mayoría labora en instituciones públicas.
2. Menos de la mitad de los participantes indicaron tener formación y competencias suficientes para la aplicación de estrategias de gestión ambiental en sala de operaciones y la práctica anestésicas, siendo mejor en los profesionales con más de 10 años de experiencia.
3. El nivel de conocimientos específicos de impactos ambientales fue robusto respecto a gases anestésicos volátiles, pero, débil en cuanto a los impactos relacionados a persistencia y bioacumulación, sin diferencias en función del tiempo de ejercicio profesional.
4. Más de la mitad de los participantes consideran que los impactos ambientales inherentes de los procedimientos y productos anestésicos son determinantes en la práctica anestésica.
5. Menos del 40% de los participantes ejecuta procedimientos de reciclaje luego de los procesos de anestesia, o considera los efectos ambientales de agentes anestésicos o dispositivos en su práctica diaria.
6. Acorde las respuestas recibidas, menos del 40% de las unidades realizan gestión de reciclaje, y, menos del 30% cumplen con la legislación nacional vigente en gestión de residuos.
7. En cuanto al reciclaje, los materiales que más se gestionan son: cartón/papel, vidrio, plásticos y baterías. Un porcentaje menor al 10% no tiene conocimiento el tipo de material que es gestionado con reciclaje.

8. Las barreras para la ejecución de prácticas sustentables identificadas por los médicos anestesiólogos participantes fueron: insuficiente educación e información respecto a manejo de impactos ambientales, las actitudes del personal en cuanto a estrategias amigables con el medio ambiente, los costos implicados en una gestión efectiva y la falta de apoyo institucional. Estas barreras impactan negativamente la operatividad y sostenibilidad de un sistema de gestión ambiental (costos y falta de apoyo institucional) y la implantación de procesos de gestión sustentable (educación y actitud de personal).

9. Los principales esfuerzos futuros respecto a prácticas sustentables que fueron identificados por los médicos anestesiólogos fueron: reciclaje, ahorro de energía, uso de insumos reutilizables, clasificación adecuada de desechos, gestión de compra sustentable y estrategias de reducción de desperdicios. Estas acciones futuras corresponden a la reducción de producción de desechos sólidos (reciclaje, reducción de desperdicios y uso de insumos reutilizables) y a las acciones para el cumplimiento de la normativa ambiental nacional aplicable a centros hospitalarios (ahorro de energía, clasificación adecuada de desechos y gestión de compra sustentable).

6.2. RECOMENDACIONES

1. Para la integración de planes de manejo ambiental en salas de operaciones, se sugiere integrar a los especialistas de Anestesiología, mediante participación activa y dinámica (comités, mesas de trabajo, etc.) en la construcción de sistemas de gestión sustentable, en especial, en aquellos que se integran recientemente a su práctica especializada (tiempo de práctica inferior a 5 años) en las diversas unidades operativas tanto públicas como privadas
2. Se recomienda diseñar programas de capacitación respecto a gestión sustentable en salas de operaciones, misma que puede realizarse de dos maneras. La primera, se refiere a programas académicos en la que se aborden los impactos ambientales de las actividades en salas de operaciones, con avales de sociedades científicas y universidades. La segunda, a través de procesos de capacitación interna a los profesionales de Anestesiología en cada una de las unidades. En ambos casos, las certificaciones permitirán a corto y largo plazo generar mejor conocimiento y habilidades para reducir los efectos ambientales de la práctica anestésica.
3. Se sugiere que, dentro de los programas de capacitación en gestión ambiental en sala de operaciones, se aborden los efectos generados no solamente por gases anestésicos, sino también por fármacos, haciendo énfasis en los ciclos de vidas de dichos productos. Este tipo de capacitaciones pueden realizarse de forma interna con asesoría de profesionales de Seguridad, Salud y Ambiente en cada unidad operativa.
4. Se recomienda elevar una sugerencia a las sociedades científicas, coordinaciones de posgrado de Anestesiología, Reanimación y Terapia del Dolor y entidades gubernamentales, para el trabajo conjunto en un proyecto donde se aborden los impactos ambientales derivados de los procedimientos anestésicos, de tal manera se generen lineamientos que permita direccionar una práctica anestésica sustentable en los médicos anesthesiólogos a nivel nacional, priorizando aquellas actividades con mayor criticidad.

5. Se recomienda a las unidades operativas reforzar los programas de promoción de medios ambientes saludables a través de campañas e incentivos al personal que labora en sala de operaciones, de tal forma que, permita un mayor empoderamiento en los esfuerzos en reciclaje y gestión de medicamentos e insumos, en especial, aquellos relacionados a Anestesiología.
6. Se aconseja a las unidades operativas implementar sistemas de gestión ambiental integrados a sus sistemas de gestión de calidad, de tal forma que, permita la medición y auditoría de indicadores respecto a las acciones tomadas para la reducción de los impactos ambientales en salas de operaciones, mismas que abarquen los avances en cuanto a reciclaje y cumplimiento de la normativa legal vigente.
7. Dentro de las acciones de reciclaje y tras identificar los materiales más frecuentemente gestionados, se recomienda analizar la tendencia de producción de dichos materiales en la sala de operaciones para determinar las variaciones ocurridas desde la implementación de los programas de reciclaje con la finalidad de definir necesidades de intervención para reducir su producción.
8. Para superar las barreras identificadas para la ejecución de prácticas sustentables, se recomienda lo siguiente: implementación de sistemas de gestión ambiental basados en la norma ISO 14001:2015, cuya integración progresiva, permite superar las barreras relacionadas a educación y actitud del personal dados los requisitos que esta norma internacional establece. Además, y dentro de la gestión estratégica de esta norma, define el compromiso organizacional para con los programas de manejo ambiental y la asignación de recursos según la naturaleza e idiosincrasia de cada centro hospitalario.
9. Tras la identificación de los esfuerzos futuros para una práctica sustentable, se recomienda a las instituciones determinar planes de acción a mediano y largo plazo para la implementación, evaluación y auditoría de los programas de reciclaje, ahorro de energía, impacto de la provisión de insumos reutilizables, gestión de compras y

reducción de desperdicios, lo cual, puede ejecutarse mediante gestión por procesos o a través de herramientas como la metodología Six Sigma, con el fin de garantizar la sostenibilidad de dichas acciones y la mejora continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akkajit, P., Romin, H., & Assawadithalerd, M. (2020). Assessment of Knowledge, Attitude, and Practice in respect of Medical Waste Management among Healthcare Workers in Clinics. *Journal of Environmental and Public Health*, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2020/8745472>
- Alshamrani, H. M. (2021). Review of general anesthesia. *IJDR*, 11(2), 44356–44358.
- Ard, J. L., Tobin, K., Huncke, T., Kline, R., Ryan, S. M., & Bell, C. (2016). A Survey of the American Society of Anesthesiologists Regarding Environmental Attitudes, Knowledge, and Organization. *A&A Case Reports*, 6, 208–216. <https://doi.org/10.1213/XAA.00000000000000184>
- Ardon, A. E., Prasad, A., McClain, R. L., Melton, M. S., Nielsen, K. C., & Greengrass, R. (2019). Regional Anesthesia for Ambulatory Anesthesiologists. *Anesthesiology Clinics*, 37(2), 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2019.01.005>
- Asfaw, S. H., Galway, U., Hata, T., Moyle, J., & Gordon, I. O. (2021). Surgery, anesthesia, and pathology: A practical primer on greening the delivery of surgical care. *The Journal of Climate Change and Health*, 4, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.joclim.2021.100076>
- Atcheson, C. L. H., Spivack, J., Williams, R., & Bryson, E. O. (2016). Preventable drug waste among anesthesia providers: opportunities for efficiency. *Journal of Clinical Anesthesia*, 30, 24–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2015.12.005>
- Ávila Hernandez, A., & Singh, P. (2021). Epidural Anesthesia. *NCBI Anesthesia*, 2(1), 1–5.
- Beloil, H., & Albaladejo, P. (2020). Initiatives to broaden safety concerns in anaesthetic practice: The green operating room. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology*, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.07.010>
- Bicket, M. C., Fu, D., Swarthout, M. D., White, E., Nesbit, S. A., & Monitto, C. L. (2021). Effect of Drug Disposal Kits and Fact Sheets on Elimination of Leftover Prescription Opioids: The DISPOSE Multi-Arm Randomized Controlled Trial. *Pain Medicine*, 22(4), 961–969. <https://doi.org/10.1093/pm/pnaa431>

- Blough, C., & Karsh, K. (2021). What's Important: Operating Room Waste. Why We Should Care. *J Bone Joint Surg Am*, *103*(3), 837–839.
- Braz, M. G., Carvalho, L. I. M., Chen, C. Y. O., Blumberg, J. B., Souza, K. M., Arruda, N. M., Filho, D. A. A., Resende, L. O., Faria, R. T. B. G., Canário, C. d. A., de Carvalho, L. R., Corrêa, C. R., Braz, J. R. C., & Braz, L. G. (2020). High concentrations of waste anesthetic gases induce genetic damage and inflammation in physicians exposed for three years: A cross-sectional study. *Indoor Air*, *30*(3), 512–520. <https://doi.org/10.1111/ina.12643>
- Çakmak, G., Eraydın, D., Berkkan, A., Yağar, S., & Burgaz, S. (2018). Genetic damage of operating and recovery room personnel occupationally exposed to waste anaesthetic gases. *Human and Experimental Toxicology*, 1–8. <https://doi.org/10.1177/0960327118783532>
- Casati, A., & Vinciguerra, F. (2002). Intrathecal anesthesia. *Current Opinion in Anaesthesiology*, *15*(5), 543–551. <https://doi.org/10.1097/00001503-200210000-00012>
- Deng, H. B., Li, F. X., Cai, Y. H., & Xu, S. Y. (2018). Waste anesthetic gas exposure and strategies for solution. *Journal of Anesthesia*, *32*(2), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s00540-018-2448-1>
- Deschner, B., Allen, M., & De León, O. (2021). Epidural Blockade. *NYSORA*, *9*(2), 1–65.
- Deshpande, N. G., Witmer, H. D. D., Keceli, Ç., Adelman, D., & Turaga, K. K. (2021). Surgical team familiarity and waste generation in the operating room. *American Journal of Surgery*, *222*(4), 694–699. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2021.05.009>
- Donohue, C. (2013). An introduction to anaesthesia. *British Journal of Haematology*, *74*(5), 71–75. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7020-2793-2.00001-3>
- Drew, J., Christie, S. D., Tyedmers, P., Smith-Forrester, J., & Rainham, D. (2021). Operating in a climate crisis: A state-of-the-science review of life cycle assessment within surgical and anesthetic care. *Environmental Health Perspectives*, *129*(7), 1–18. <https://doi.org/10.1289/EHP8666>

- Eckelman, M., Mosher, M., Gonzalez, A., & Sherman, J. (2012). Comparative life cycle assessment of disposable and reusable laryngeal mask airways. *Anesthesia and Analgesia*, *114*(5), 1067–1072. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824f6959>
- Edmonds, A., Stambaugh, H., Pettey, S., & Daratha, K. B. (2021). Evidence-Based Project: Cost Savings and Reduction in Environmental Release With Low-Flow Anesthesia. *AANA Journal*, *89*(1), 27–33.
- Emara, A. M., Alrasheedi, K. A., Aldubayan, M. A., Alhowail, A. H., & Elgarabawy, R. M. (2020). Effect of inhaled waste anaesthetic gas on blood and liver parameters among hospital staff. *Human and Experimental Toxicology*, 1–11. <https://doi.org/10.1177/0960327120938840>
- European Climate Initiative. (2020). *Práctica sostenible anestésica para Europa*.
- Fraifeld, A., Rice, A. N., Stamper, M. J., & Muckler, V. C. (2021). Intraoperative waste segregation initiative among anesthesia personnel to contain disposal costs. *Waste Management*, *122*, 124–131. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.01.006>
- Garcia, P., Whalin, M. K., & Sebel, P. S. (2013). Intravenous Anesthetics. *Pharmacology and Physiology for Anesthesia: Foundations and Clinical Application*, *9*, 1–22. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4377-1679-5.00009-0>
- Gaya da Costa, M., Kalmar, A. F., & Struys, M. M. R. F. (2021). Inhaled anesthetics: Environmental role, occupational risk, and clinical use. *Journal of Clinical Medicine*, *10*(6), 1–23. <https://doi.org/10.3390/jcm10061306>
- Gordon, D. (2020). Sustainability in the Operating Room: Reducing Our Impact on the Planet. *Anesthesiology Clinics*, *38*(3), 679–692. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2020.06.006>
- Guetter, C. R., Williams, B. J., Slama, E., Arrington, A., Henry, M. C., Möller, M. G., Tuttle-Newhall, J. E., Stein, S., & Crandall, M. (2018). Greening the operating room. *American Journal of Surgery*, *12*, 1–26. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.07.021>
- Kagoma, Y., Stall, N., Rubinstein, E., & Naudie, D. (2012). People, planet and profits: the case for greening operating rooms. *CMAJ*, *184*(17), 1905–1911.

- Koch, S., & Pecher, S. (2020). New challenges for anesthesia due to the climate change. *Anaesthetist*, *69*(7), 453–462. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00770-1>
- Kostrubiak, M., Vatovec, C. M., Dupigny-Giroux, L. A., Rizzo, D. M., Paganelli, W. C., & Tsai, M. H. (2020). Water Pollution and Environmental Concerns in Anesthesiology. *Journal of Medical Systems*, *44*(169), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s10916-020-01634-2>
- Kuvadiah, M., Cummis, C. E., Liguori, G., & Wu, C. L. (2020). “Green-gional” anesthesia: The non-polluting benefits of regional anesthesia to decrease greenhouse gases and attenuate climate change. *Regional Anesthesia and Pain Medicine*, 1–2. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-101452>
- Lamplot, J. D., Premkumar, A., James, E. W., Lawton, C. D., & Pearle, A. D. (2021). Postoperative Disposal of Unused Opioids: A Systematic Review. *HSS Journal*, 1–9. <https://doi.org/10.1177/15563316211001366>
- Lawrence, A. E., Carsel, A. J., Leonhart, K. L., Richards, H. W., Harbaugh, C. M., Waljee, J. F., McLeod, D. J., Walz, P. C., Minneci, P. C., Deans, K. J., & Cooper, J. N. (2019). Effect of Drug Disposal Bag Provision on Proper Disposal of Unused Opioids by Families of Pediatric Surgical Patients: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatrics*, 1–8. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2019.1695>
- MacNeill, A. J., Lillywhite, R., & Brown, C. J. (2017). The impact of surgery on global climate: a carbon footprinting study of operating theatres in three health systems. *The Lancet Planetary Health*, *1*, 381–388. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30162-6](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30162-6)
- Mankes, R. F. (2012). Propofol wastage in anesthesia. *Anesthesia and Analgesia*, *114*(5), 1091–1092. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824ea491>
- McGain, F., Story, D., Lim, T., & McAlister, S. (2017). Financial and environmental costs of reusable and single-use anaesthetic equipment. *British Journal of Anaesthesia*, *118*(6), 862–869. <https://doi.org/10.1093/bja/aex098>
- McGain, Forbes, Muret, J., Lawson, C., & Sherman, J. D. (2020). Environmental sustainability in anaesthesia and critical care. *British Journal of Anaesthesia*, *6*(5), 1–

13. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.06.055>

- McGain, Forbes, White, S., Mossenson, S., Kayak, E., & Story, D. (2012). A survey of anesthesiologists' views of operating room recycling. *Anesthesia and Analgesia*, *114*, 1049–1054. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824d273d>
- Miller, T. E., & Gan, T. J. (2015). Total Intravenous Anesthesia and Anesthetic Outcomes. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, *29*(S1), S11–S15. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2015.01.022>
- Myles, P. S., Leslie, K., Silbert, B., Paech, M. J., & Peyton, P. (2004). A review of the risks and benefits of nitrous oxide in current anaesthetic practice. *Anaesthesia and Intensive Care*, *32*(2), 165–172. <https://doi.org/10.1177/0310057x0403200202>
- Narancic, T., & O'Connor, K. E. (2019). Plastic waste as a global challenge: Are biodegradable plastics the answer to the plastic waste problem? *Microbiology (United Kingdom)*, *165*(2), 129–137. <https://doi.org/10.1099/mic.0.000749>
- Nimmo, A. F., Absalom, A. R., Bagshaw, O., Biswas, A., Cook, T. M., Costello, A., Grimes, S., Mulvey, D., Shinde, S., Whitehouse, T., & Wiles, M. D. (2019). Guidelines for the safe practice of total intravenous anaesthesia (TIVA): Joint Guidelines from the Association of Anaesthetists and the Society for Intravenous Anaesthesia. *Anaesthesia*, *74*(2), 211–224. <https://doi.org/10.1111/anae.14428>
- Olawib, A., & Das, J. (2018). Spinal Anesthesia. *Anesthesia Secrets*, *7*(2), 451–457. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-06524-5.00066-0>
- Parida, A., Rajinder Capoor, M., & Tapas Bhowmik, K. (2019). Knowledge, attitude, and practices of Bio-medical waste management (principle) rules, 2016; Bio-medical waste management (amendment) rules, 2018; and solid waste rules, 2016, among health-care workers in a tertiary care setup. *Journal of Laboratory Physicians*, *11*, 292–299. <https://doi.org/10.4103/JLP.JLP>
- Perouansky, M. A., & Hemmings, H. C. (2006). Intravenous anesthetic agents. *Foundations of Anesthesia*, *50*, 295–310. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-03707-5.50031-0>

- Petre, M. A., Bahrey, L., Levine, M., van Rensburg, A., Crawford, M., & Matava, C. (2018). A national survey on attitudes and barriers on recycling and environmental sustainability efforts among Canadian anesthesiologists: an opportunity for knowledge translation. *Canadian Journal of Anesthesia*, 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12630-018-01273-9>
- Petre, M. A., Bahrey, L., Levine, M., van Rensburg, A., Crawford, M., & Matava, C. T. (2020). Anesthesia environmental sustainability programs—a survey of Canadian department chiefs and residency program directors. *Canadian Journal of Anesthesia*, 67, 1–11. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01738-w>
- Petre, M. A., & Malherbe, S. (2020). Environmentally sustainable perioperative medicine: simple strategies for anesthetic practice. *Canadian Journal of Anesthesia*, 1–20. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01726-0>
- Pincus, E. (2019). Regional Anesthesia: An Overview. *AORN Journal*, 110(3), 263–272. <https://doi.org/10.1002/aorn.12781>
- Rinehardt, E. K., & Sivarajan, M. (2012). Costs and wastes in anesthesia care. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 25(2), 221–225. <https://doi.org/10.1097/ACO.0b013e32834f00ec>
- Ryan, S. M., & Nielsen, C. J. (2010). Global warming potential of inhaled anesthetics: Application to clinical use. *Anesthesia and Analgesia*, 111(1), 92–98. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e3181e058d7>
- Satwik, A., & Naveed, N. (2015). Anesthesia – A Review. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(4), 182–184.
- Sherman, J. D., Raibley, L. A., & Eckelman, M. J. (2018). Life cycle assessment and costing methods for device procurement: Comparing reusable and single-use disposable laryngoscopes. *Anesthesia and Analgesia*, 1–10. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002683>
- Sherman, J., Le, C., Lamers, V., & Eckelman, M. (2012). Life cycle greenhouse gas emissions of anesthetic drugs. *Anesthesia and Analgesia*, 114(5), 1086–1090.

<https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824f6940>

Smith, F. D. (2010). Management of Exposure to Waste Anesthetic Gases. *AORN Journal*, 91, 482–494. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2009.10.022>

Sornoza, I., Plaza, J., Mieles, D., Mosquera, B., Hermida, E., & Molina, E. (2019). Tipos de anestésicas suministradas a pacientes sometidos a cirugía. *Reciamuc*, 3(4), 362–375. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.\(4\).octubre.2019.362-375](https://doi.org/10.26820/reciamuc/3.(4).octubre.2019.362-375)

Stachnik, J. (2006). Inhaled anesthetic agents. *American Journal of Health-System Pharmacy*, 63(7), 623–634. <https://doi.org/10.2146/ajhp050460>

Stevens, R. A., & Sharrock, N. E. (2005). Epidural Anesthesia. *SPEC - Essentials of Pain Medicine and Regional Anesthesia (Reprint)*, 89(3), 575–581. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06651-1.50073-3>

Stockholm County Council. (2014). *Environmentally Classified Pharmaceuticals 2014-2015* (Janisinfo (ed.); Second). Janusinfo. <https://noharm-europe.org/documents/environmentally-classified-pharmaceuticals-2014-2015>

Sulbaek Andersen, M. P., Nielsen, O. J., Wallington, T. J., Karpichev, B., & Sander, S. P. (2012). Assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. *Anesthesia and Analgesia*, 114(5), 1081–1085. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824d6150>

Tonner, P. H. (2005). Balanced anaesthesia today. *Best Practice and Research: Clinical Anaesthesiology*, 19(3), 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2005.02.005>

Valsamis, E. M., Wade, S., Thornhill, C., Carey, C., & Ricketts, D. (2018). A simple guide to regional anaesthesia. *British Journal of Hospital Medicine*, 79(4), 211–217. <https://doi.org/10.12968/hmed.2018.79.4.211>

Van Norman, G. A., & Jackson, S. (2020). The anesthesiologist and global climate change: an ethical obligation to act. *Current Opinion in Anaesthesiology*, 33(4), 577–583. <https://doi.org/10.1097/ACO.0000000000000887>

Varughese, S., & Ahmed, R. (2021). Environmental and Occupational Considerations of

- Anesthesia: A Narrative Review and Update. *Anesthesia and Analgesia*, 133(4), 826–835. <https://doi.org/10.1213/ANE.00000000000005504>
- Wolfe, R. C. (2020). Inhaled Anesthetic Agents. *Journal of Perianesthesia Nursing*, 35(4), 441–444. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2020.05.004>
- Wyssusek, K. H., Keys, M. T., & Van Zundert, A. A. J. (2018). Operating room greening initiatives – the old, the new, and the way forward: A narrative review. *Waste Management and Research*, 1–17. <https://doi.org/10.1177/0734242X18793937>
- Yasny, J. S., & White, J. (2012). Environmental implications of anesthetic gases. *Anesthesia Progress*, 59(4), 154–158. <https://doi.org/10.2344/0003-3006-59.4.154>
- Yeoh, C. B., Lee, K. J., Coric, V., & Tollinche, L. E. (2020). Simple green changes for anesthesia practices to make a difference. *EC Clin Med Case Rep*, 3(12), 1–6.

Anexo 1. Encuesta



ENCUESTA RESPECTO A PRÁCTICAS, CONOCIMIENTO, BARRERAS Y FUTURAS ACCIONES EN ESTRATEGIAS SUSTENTABLES EN ANESTESIOLOGÍA

A continuación, se le plantearán a usted preguntas relativas a su percepción y conocimiento respecto a prácticas sustentables durante sus actividades diarias en Anestesiología.

Sección 1. Datos Generales

P1. ¿Cuál es su sexo?

- Masculino
- Femenino

P2. ¿Cuántos años tiene?

P3. ¿Cuántos años ha ejercido la Anestesiología?

- 1 a 2
- 3 a 5
- 6 a 10
- 11 a 15
- 16 a 20
- 21 a 30
- > 30

P4. Indique el tipo de institución en la que labora habitualmente

- Pública
- Privada

P5. Indique el nivel de complejidad al que pertenece su institución

- Segundo nivel de atención
- Tercer nivel de atención

Sección 2. Conocimiento

P6. ¿Ha recibido formación o educación respecto a prácticas ambientales sostenibles en Anestesia?

- Si
- No

P7. En su opinión, ¿su nivel de conocimiento sobre impacto ambiental de los agentes farmacológicos, productos y procedimientos relacionados a anestesia es suficiente para orientar su práctica diaria?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

P8. En su opinión, la siguiente afirmación: “*Los efectos de la exposición continuada a gases anestésicos pueden producir daños en el ADN, genotoxicidad, incremento en el estrés oxidativo y carcinogénesis*” es:

- Verdadero
- Falso
- No lo sé

P9. En su opinión, la siguiente afirmación: “El desflurano tiene un potencial de calentamiento global significativamente mayor al sevoflurano o isoflurano” es:

- Verdadero
- Falso
- No lo sé

P10. En su opinión, la siguiente afirmación: “Algunos medicamentos como la lidocaína o el acetaminofén al ser desechados, se bioacumulan en el ambiente a pesar de sus cortas vidas medias” es:

- Verdadero
- Falso
- No lo sé

P11. En su opinión, la siguiente afirmación: “Los medicamentos intravenosos de uso frecuente en anestesia (por ejemplo: propofol) pueden persistir un tiempo considerable en el medio ambiente y contaminarlo” es:

- Verdadero
- Falso
- No lo sé

P12. En su opinión, la siguiente afirmación: “Los procedimientos y enfoques tecnológicamente avanzados y modernos son más nocivos para el medio ambiente frente a los métodos tradicionales” es:

- Verdadero
- Falso
- No lo sé

Sección 3. Prácticas

P13. En su opinión, ¿considera que, el impacto ambiental de los productos y procedimientos anestésicos, son factores a considerar como determinantes e incluso condicionantes en la práctica de la Anestesiología?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

P14. Según sus actividades diarias, ¿cuán de acuerdo está con las siguientes prácticas?

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutral	De acuerdo	Muy de acuerdo
Los residuos que se generan en la anestesia, son reciclados en la sala de operaciones					
Reciclo los desechos generados tras la anestesia acorde es factible					
Considero siempre el impacto ambiental de cada agente anestésico antes de elegirlo					
Tomo en cuenta los impactos ambientales potenciales en los productos y dispositivos antes de iniciar los procedimientos anestésicos					

P15. ¿Cuál o cuáles de los siguientes productos se reprocesan u reciclan en su quirófano?

- No lo sé
- Cartón/Papel

- Vidrio
- Plásticos
- Metal
- Baterías
- Dispositivos electrónicos
- Otros (describa): _____
- No se reciclan

P16. En su institución ¿cuál o cuáles de las siguientes prácticas sostenibles se han aplicado o planificado para la sala de operaciones?

- Elección de los anestésicos inhalados en función de su huella ambiental
- Mecanismos de captura/reflexión de gases anestésicos
- Uso de jeringas de medicamentos precargadas
- Compra de productos reutilizables en lugar de productos de un solo uso
- Reprocesamiento de equipos médicos de un solo uso
- Uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes
- Donación de equipos y suministros médicos no utilizados
- Convenios con la industria para promover prácticas de empaque más ecológicas
- Segregación adecuada de desechos biológicos peligrosos y no peligrosos
- Apagado nocturno de la máquina de anestesia y otros equipos en el quirófano
- No tengo conocimiento de tales esfuerzos
- Otro (detalle): _____

P17. En su opinión ¿su institución cumple a cabalidad la legislación nacional vigente para la gestión integral de desechos sanitarios?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Neutral
- De acuerdo
- Muy de acuerdo

Sección 4. Barreras

P18. De acuerdo a las condiciones en su institución ¿cuál o cuáles de las siguientes opciones considera usted como barreras para una gestión eficiente de reciclaje en sala de operaciones?

- Actitudes del personal
- Costos
- Información/Educación inadecuada
- Seguridad
- Tiempo
- Falta de espacio
- Ausencia o déficit de instalaciones para reciclaje
- Falta de apoyo institucional
- Otros (detalle): _____

P19. Considerando lo respondido en la pregunta anterior ¿cuál cree usted es la principal barrera para una gestión de reciclaje eficaz en sala de operaciones?

- Actitudes del personal
- Costos
- Información/Educación inadecuada
- Seguridad
- Tiempo
- Falta de espacio
- Ausencia o déficit de instalaciones para reciclaje
- Falta de apoyo institucional
- Otros (detalle): _____
-

P20. Con visión al futuro de su institución ¿cuál o cuáles de las siguientes opciones cree usted son barreras potenciales para la mejora continua en prácticas de sostenibilidad en sala de operaciones?

- Actitudes del personal
- Costos
- Información/Educación inadecuada
- Seguridad
- Tiempo
- Falta de espacio
- Ausencia o déficit de instalaciones para reciclaje
- Falta de apoyo institucional
- Otros (detalle): _____

Sección 5. Esfuerzos futuros

P21. Tomando en cuenta la situación actual de su institución ¿su institución o servicio tiene un plan o planes a corto o largo plazo en una o varias de las siguientes opciones de mejoras en gestión ambiental?

- Reciclaje
- Elección y compras de gases anestésicos en función de su huella ambiental (incluida la gestión de los flujos de gas fresco y los gases portadores)
- Uso de modalidades de captura/reflexión de gas anestésico
- Implementación de jeringas de medicación precargadas
- Compra de productos reutilizables en lugar de productos de un solo uso
- Reprocesamiento de equipos médicos de un solo uso
- Uso de recipientes reutilizables para objetos cortopunzantes
- Donación de equipos y suministros médicos no utilizados
- Convenios con la industria para promover prácticas de empaque más ecológicas
- Segregación adecuada de desechos biológicos peligrosos y no peligrosos
- Apagado nocturno de la máquina de anestesia y otros equipos en el quirófano
- No tengo conocimiento de tales planes
- Otros (detalle): _____

Anexo 2. Consentimiento Informado

FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Este formulario de Consentimiento Informado está dirigido a usted al ser invitado a participar en la investigación: *“Evaluación del manejo y prácticas derivadas del mismo de residuos farmacológicos producidos durante anestesia general y/o regional y del conocimiento de su impacto medioambiental en médicos anestesiólogos titulados en la ciudad de Quito”*

- 1. NOMBRE DE LA INVESTIGADORA:** Sandra Gabriela Merchán Garzón
- 2. PROPÓSITO DEL ESTUDIO:** Esta investigación está enfocada en describir el estado actual del conocimiento en cuanto a manejo y prácticas de desechos farmacológicos y el impacto ambiental relacionado a prácticas anestésicas.
- 3. PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA O VOLUNTARIEDAD:** Por medio de este documento, usted acepta y autoriza su participación voluntaria en este estudio, sin embargo, usted tiene toda apertura de solicitar ser retirado o excluido de este estudio en cualquier momento, sin que esto tenga perjuicio alguno para usted.
- 4. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR:** Tras la explicación de los motivos de este estudio, se le remitirá un link de encuesta virtual en la que encontrará cinco secciones de respuesta. No se le solicitarán datos personales o de identificación en ninguna de las fases de este estudio. A posterior los datos serán analizados, procesados e informados en los componentes correspondientes a cada segmento de la encuesta.
- 5. DESCRIPCION DEL PROCEDIMIENTO:** El procedimiento es muy sencillo. Se le remitirá a su correo electrónico un enlace que lo direccionará a un formulario de Google, en donde encontrará inicialmente este consentimiento informado, el cual, debe ser leído y entendido en su totalidad. Si usted acepta participar en este estudio, se le redirigirá a la encuesta.

La encuesta consta de 21 preguntas, en su mayoría de opción múltiple. Usted debe responder según su criterio. El tiempo de participación en este estudio será de 15 a 25 minutos.

Tras responder la encuesta, el formulario se cerrará. La encuesta estará disponible únicamente por 7 días desde su invitación a este estudio.

Una vez obtenida la información, esta se codificará, asegurando el anonimato en todo el proceso. Luego, se analizará la información y se realizará la interpretación de los resultados.

No se ha contemplado ningún tipo de intervención.

- 6. RIESGOS:** La confidencialidad de la información es el principal riesgo de este estudio. Para mitigarlo, no se le solicitará información personal, código profesional, número de documento de identificación o cualquier dato que pudiera identificarlo. Además, toda la información será codificada numéricamente, asegurando así la anonimización total de los participantes.
- 7. BENEFICIOS:** Los beneficios serán indirectos tras su participación. La información obtenida de la encuesta, permitirá establecer un diagnóstico inicial respecto a prácticas sustentables en Anestesiología, lo cual, brinda una base para programas de educación continua, mejoras en los procesos de gestión ambiental y planes de protección al medio ambiente, que, en consecuencia, mejora las condiciones de su práctica profesional.

No se contempla ningún tipo de retribución económica por su participación.

8. **COSTOS:** La investigadora asumirá el costo total de este proyecto, por lo que, usted no debe desembolsar valor alguno por su participación.
9. **CONFIDENCIALIDAD:** Los datos obtenidos en esta investigación, se usarán única y exclusivamente para fines académicos, en la cual, se garantizará absoluta reserva de los resultados.
10. **TELÉFONOS DE CONTACTO:** Usted puede comunicarse en cualquier momento durante la duración del estudio, con la Dra. Sandra Merchán, al número telefónicos 098-385-4533, o al correo electrónico: gabysan_mg@hotmail.com

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Declaro que, he leído este formulario de consentimiento y he comprendido completamente los procedimientos descritos anteriormente.

Entiendo que seré encuestado de forma remota con la finalidad de saber mi estado de conocimiento respecto a prácticas sustentables en Anestesiología

Entiendo que los beneficios de la investigación que se realizará, serán para la sociedad y que la información proporcionada se mantendrá en absoluta reserva y confidencialidad, y que será utilizada exclusivamente con fines académicos e investigativos.

Declaro que se me ha proporcionado la información, teléfonos de contacto y dirección de la investigadora a quienes podré contactar en cualquier momento, en caso de surgir alguna duda o pregunta, las mismas que serán contestadas verbalmente, o, si yo deseo, con un documento escrito.

Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo decidir mi retiro del estudio en cualquier momento, sin que esto genere derecho de indemnización para cualquiera de las partes.

Entiendo que los gastos en los que se incurra durante la investigación serán asumidos por la investigadora.

En virtud de lo anterior me permito informar que acepto/no acepto participar en el proyecto de investigación al cual se me ha invitado a ser parte.

Anexo 3. Evidencias Fotográficas

La aplicación de la encuesta a los Médicos Anestesiólogos, se realizó mediante un enlace que direccionó a los profesionales a un formulario de Google.



Foto 1. Socialización de proyecto y remisión del enlace de la encuesta virtual



Foto 2. Exposición del motivo de estudio y consentimiento informado



Foto 3 y 4. Respuesta de los profesionales a la encuesta virtual