

Environmental pollutants in forest ecosystems and their impact on human health: An approach from laboratory analysis

Contaminantes ambientales en ecosistemas forestales y su impacto en la salud humana: Un enfoque desde el análisis del laboratorio

Autores:

Ávila-Muñiz, Jonathan Efrén
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Magíster en Manejo Forestal Sostenible, Ingeniero Forestal
Jipijapa-Ecuador



avila-jonathan9205@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0004-8516-8669>

Fuentes-Parrales, Jocelyne Elizabeth
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Magíster en Laboratorio Clínico, Lcda. en Laboratorio Clínico
Docente en la carrera de Laboratorio Clínico, Facultad Ciencias de la Salud
Jipijapa-Ecuador



jocelyne.fuentes@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-1027-6062>

Parrales-Reyes, Jenny Elizabeth
UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ
Ingeniera comercial, Magíster en Docencia Universitaria e Investigación Educativa
Doctora en Administración
Docente en la carrera Administración de Empresas, Facultad Ciencias Económicas
Jipijapa-Ecuador



jenny.parrales@unesum.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-6648-0858>

Fechas de recepción: 25-ENE-2025 aceptación: 25-FEB-2025 publicación: 15-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Hace algunos años, la contaminación ambiental se convirtió en un desafío a nivel global que impacta de forma directa a los ecosistemas y a la salud humana. Los ecosistemas forestales que albergan una rica biodiversidad y cumplen la función en la regulación del clima, son especialmente susceptibles a esta. El presente artículo tiene como objetivo revisar los principales efectos de los contaminantes ambientales en ecosistemas forestales y su impacto en la salud humana: un enfoque desde el análisis del laboratorio. A través de la revisión bibliográfica, se describen los principales contaminantes ambientales y sus efectos adversos en la salud, se destaca también la importancia de los laboratorios en la identificación y cuantificación de contaminantes en los ecosistemas forestales y, es que, a través de técnicas avanzadas de muestreo y análisis, es posible detectar la presencia de sustancias tóxicas en el aire, el agua y los organismos vivos. Para la búsqueda de información, las fuentes de investigación empleadas incluyeron bases de datos como Pubmed, Scielo, Elsevier, Google Académico, en este proceso, se buscaron términos específicos tales como, “Contaminantes ambientales”, “ecosistemas forestales”, “salud humana”, enfocándose en trabajos publicados entre 2020 y 2024. Estos hallazgos resaltaron que la relación entre la contaminación ambiental y la salud humana es compleja y tiene múltiples dimensiones. Varios de estos estudios han puesto en evidencia que la exposición a contaminantes, incluso en niveles que se consideran “seguros” puede desencadenar una serie de problemas de salud, que van desde enfermedades respiratorias y cardiovasculares hasta trastornos neurológicos y cáncer.

Palabras clave: Contaminantes ambientales; enfermedades; laboratorio; salud humana



Abstract

A few years ago, environmental pollution became a global challenge that directly impacts ecosystems and human health. Forest ecosystems that are home to rich biodiversity and play a role in climate regulation are particularly susceptible to it. The objective of this article is to review the main effects of environmental pollutants on forest ecosystems and their impact on human health: an approach from laboratory analysis. Through the bibliographic review, the main environmental pollutants and their adverse effects on health are described, the importance of laboratories in the identification and quantification of pollutants in forest ecosystems is also highlighted, and through advanced sampling and analysis techniques, it is possible to detect the presence of toxic substances in the air, water and living organisms. For the search for information, the research sources used included databases such as Pubmed, Scielo, Elsevier, Google Scholar, in this process, specific terms such as "Environmental pollutants", "forest ecosystems", "human health" were searched, focusing on works published between 2020 and 2024. These findings highlighted that the relationship between environmental pollution and human health is complex and multidimensional. Several of these studies have shown that exposure to pollutants, even at levels that are considered "safe," can trigger a range of health problems, ranging from respiratory and cardiovascular diseases to neurological disorders and cancer.

Keywords: Environmental pollutants; diseases; laboratory; Human Health



Introducción

El deterioro ambiental a nivel mundial es un tema de constante preocupación que ha desencadenado múltiples esfuerzos por encontrar sus determinantes, como también cuestionar el estilo de crecimiento que adoptan los distintos países. Los altos niveles de contaminación son una realidad en la actualidad, y no solo afectan al ambiente, sino que tienen impactos incluso en la calidad de vida de la población. (1)

El informe de “Perspectivas medioambientales del mundo” de la ONU, confirma que la contaminación está matando aproximadamente a 7 millones de personas al año y que para el 2050 la temperatura mundial habrá crecido en 2 °c, este incremento será causante del deshielo en la región ártica, tendrá efectos negativos en todos los territorios del mundo, provocará que alrededor de 4 mil millones de personas tengan que vivir en zonas desérticas, y causaría crecientes niveles de gases de efecto invernadero, pronosticados como la principal causa de mortalidad para ese entonces. (1)

En América Latina, Montaña y col. (2) refieren en su revisión documental que, las causas que permiten declarar una realidad totalmente alarmante en el panorama de esta región, se reflejan en la siguiente afirmación “las actividades humanas han ido degradando y destruyendo de forma creciente los bosques, praderas, humedales y otros ecosistemas importantes, amenazando el propio bienestar humano. A nivel global, algunos autores identifican problemáticas ambientales tales como la alteración del ciclo del carbono mediante las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), la modificación del ciclo del nitrógeno, del fósforo y del azufre, la interrupción de las corrientes naturales de los ríos (que interfieren en el ciclo del agua), la destrucción de los ecosistemas (que conlleva a la extinción de innumerables especies) y la modificación de la cobertura de la tierra en el planeta (Rockström & et al, 2009). En este sentido, América Latina y el Caribe emiten el 7% de las emisiones mundiales de CO₂.

Según Herrera (3), a decir de Ecuador, un país conocido por su rica biodiversidad y ecosistemas variados, se encuentra en una encrucijada crítica en términos de conservación ambiental. Este país, parte del hotspot de biodiversidad de los Andes tropicales, alberga una variedad impresionante de flora y fauna, muchas de las cuales son endémicas y no se encuentran en ningún otro lugar del mundo. Sin embargo, enfrenta desafíos significativos que amenazan su patrimonio natural, siendo la deforestación uno de los más graves. Según Global forest watch (2023), Ecuador experimentó la pérdida de 51.7 mil hectáreas de bosque natural en 2022, lo que equivale a 36.9 millones de toneladas de emisiones de CO₂. Esta



alarmante tasa de deforestación es impulsada principalmente por la expansión agrícola y ganadera, así como por actividades extractivas como la minería y la extracción de petróleo, que no solo reducen la cobertura forestal, sino que también degradan la calidad del suelo y las fuentes de agua.

En el contexto de la salud humana, según Piña C (4) “no se puede desvincular de la salud de los sistemas naturales dentro de la biosfera de la Tierra. El impacto del cambio climático, de la contaminación ambiental y la destrucción de la biodiversidad sobre la salud humana, tienen cierta correlación con las condiciones de vida de la población, la calidad ambiental y la organización de las sociedades donde viven”.

Además, el autor agrega (4) “las comunidades y personas que son marginadas por razones sociales, económicas, culturales, políticas, étnicas, institucionales, entre otras, son las más vulnerables a la influencia de la crisis ambiental, y a las posibles acciones y respuestas de adaptación o de mitigación. Por tanto, según Germán-Bés C. la acción del cuidado del medio ambiente debe ser global y colectiva, fortaleciendo políticas públicas orientadas a la justicia social y ambiental, pero, lamentablemente, los seres humanos nos concebimos como algo diferente y separado de nuestros ecosistemas, siendo inmensamente ciegos a nuestra manera de ver el mundo”.

Ante este panorama, la presente investigación tiene como objetivo revisar los principales efectos de los contaminantes ambientales en ecosistemas forestales y su impacto en la salud humana: un enfoque desde el análisis del laboratorio. A través de la revisión bibliográfica, se describen los principales contaminantes ambientales y sus efectos adversos en la salud, se destaca también la importancia de los laboratorios en la identificación y cuantificación de contaminantes en los ecosistemas forestales y, es que, a través de técnicas avanzadas de muestreo y análisis, es posible detectar la presencia de sustancias tóxicas en el aire, el agua y los organismos vivos.

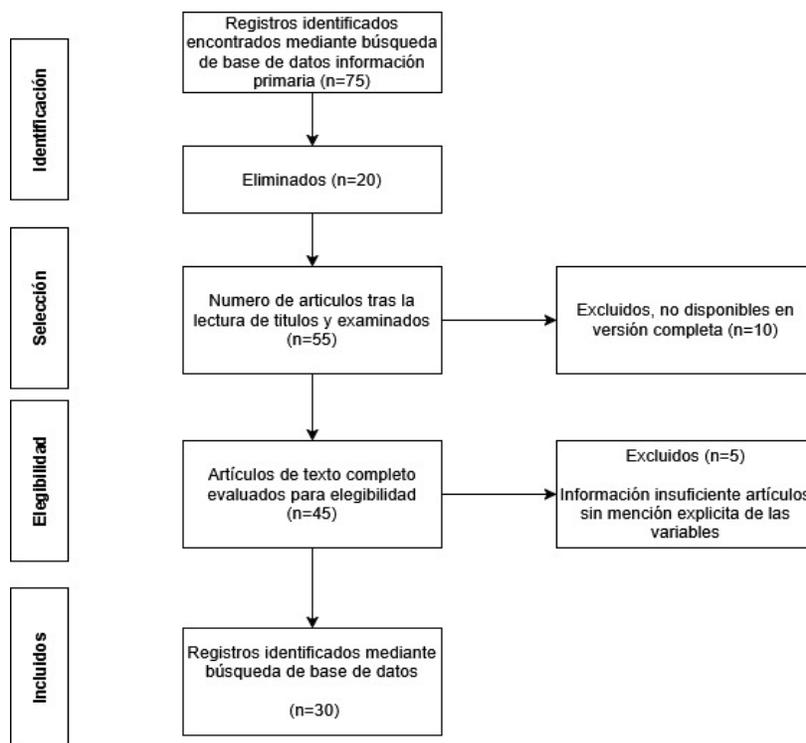
Material y métodos

A través de una revisión exhaustiva de la literatura científica actual, esta investigación pretende revisar los principales contaminantes que afectan a los ecosistemas forestales, su impacto en la biodiversidad y los mecanismos a través de los cuales estos contaminantes pueden influir en la salud humana, todo ello desde una perspectiva basada en el análisis de laboratorio. La importancia de este estudio radica en la posibilidad de generar conocimiento y tomar conciencia de que hay que cuidar el planeta.

Para la búsqueda de información, las fuentes de investigación empleadas incluyeron bases de datos académicas reconocidas, como Pubmed, Scielo, Elsevier, enfocándose en trabajos publicados entre 2020 y 2024, con énfasis en accesibilidad abierta, en las cuales se utilizaron los términos como “*Contaminación ambiental*”, “*Contaminantes ambientales*”, “*Ecosistemas forestales*”, “*Salud Humana*”. Adicionalmente se recopiló información con el buscador Google Académico.

Además, se identificaron 75 artículos, de los cuales se excluyeron 15 mediante la aplicación de diagrama de flujo de “PRISMA”, dando una recopilación un total de 30 trabajos académicos para el desarrollo de esta investigación.

Figura 1 Diagrama de flujo PRISMA



Resultados

Los contaminantes ambientales para Qu y Dan (5) son compuestos introducidos en el medio ambiente natural que causan cambios adversos, por ejemplo, afectando negativamente a la salud o causando otros tipos de daños. Entre ellos, los pesticidas, herbicidas y fungicidas son de considerable interés ya que tienen un uso a gran escala en la agricultura.

Los pesticidas se incluyen en una amplia gama de microcontaminantes orgánicos que tienen impactos ecológicos. Otros contaminantes también son de interés general en el monitoreo ambiental. Por ejemplo, los HAP son contaminantes antropogénicos bien conocidos resultantes de la combustión incompleta de materias orgánicas. Los PCB y los OCP también son contaminantes de gran interés debido a su resistencia química y persistencia en el medio ambiente (5).

La mayoría de estos compuestos se han encontrado en todos los sectores ambientales principales (aire, agua, suelo). Los PCB pueden ingresar a la atmósfera desde transformadores, incineradores, vertederos y lechos de secado de lodos. Los pesticidas pueden ingresar a la atmósfera debido al uso actual, o emisión/reemisión de los diversos

compartimentos ambientales en los que ya están presentes como residuos resultantes de su uso histórico (5).

Propiedades de los contaminantes ambientales

Toxicidad: La mayoría de los contaminantes ambientales son tóxicos y algunos tienen fuertes efectos cancerígenos, teratogénicos y mutagénicos. Los principales factores que determinan la toxicidad son la propiedad, la cantidad, la especie y la interacción de los contaminantes (5).

Difusividad: Una vez que los contaminantes ingresan al medio ambiente, pueden diluirse mediante el flujo de aire y agua. La difusividad se refiere a la tasa y la ley de migración de la difusión de contaminantes con el flujo de agua y aire. En diferentes ubicaciones espaciales, la distribución de la concentración e intensidad de los contaminantes generalmente cambia con tiempo. Por lo tanto, el rango de concentración de contaminantes ambientales puede ser muy amplio desde la fuente de contaminación (5).

Actividad y persistencia: La actividad y la persistencia se refieren al grado de estabilidad y duración del daño de los contaminantes en el medio ambiente. Por ejemplo, el sulfuro de hidrógeno (H₂S) se puede oxidar fácilmente a dióxido de azufre (SO₂) y desaparece rápidamente del aire. En aproximadamente 10 a 100 años, el mercurio en el sedimento de un cuerpo de agua puede convertirse en metilmercurio, que es una amenaza para la vida. Los contaminantes con alta actividad se convierten fácilmente en contaminantes más tóxicos en el medio ambiente (5).

Biodegradabilidad: Algunos contaminantes pueden ser absorbidos, utilizados y descompuestos por los organismos para generar compuestos estables e inofensivos. La mayoría de las sustancias orgánicas tienden a biodegradarse, pero algunas son difíciles de descomponer y pertenecen a las sustancias orgánicas refractarias (5).

Bioacumulación: Algunos contaminantes pueden acumularse gradualmente en el cuerpo o el organismo humano a través de la cadena alimentaria, dando lugar a cambios patológicos y daños (5).

Para finalizar, el autor menciona, cuando existen múltiples contaminantes ambientales al mismo tiempo, su interacción con las personas y los organismos es muy compleja. En general, existen cuatro situaciones: acción independiente, acción aditiva, acción sinérgica y acción antagónica. Entre ellas, la acción sinérgica y la acción antagónica son las más importantes. La acción sinérgica significa que el daño de los contaminantes mezclados al cuerpo es más grave que la simple adición de contaminantes individuales. La acción antagónica se refiere al debilitamiento mutuo o incluso la cancelación de los efectos tóxicos cuando los contaminantes coexisten.(5)



Varios han sido los estudios que hablan sobre aquellos efectos que producen los contaminantes ambientales, a continuación, se detallan en la presente tabla los estudios más destacados:

Tabla 1 *Efectos que producen los contaminantes ambientales y su impacto en la salud humana*

AUTOR Y AÑO	TÍTULO/PAÍS	OBJETIVO	DISEÑO DEL ESTUDIO	CONCLUSIÓN
Magallanes y col., (2020) (6)	Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólido. / Ecuador	Conocer los efectos de la contaminación ambiental producida por los desechos sólidos en el sector La Ventura de la ciudad de Babahoyo	Descriptiva y explicativa	Es necesario concientizar a la comunidad acerca de la importancia de mantener los lugares limpios con el fin de mejorar no solo su entorno sino también su calidad de vida.
Juliño y col., (2021) (7)	Contaminación ambiental y su influencia en la salud. / Perú	Analizar la contaminación ambiental y su influencia en la salud.	Investigación documental	Urge que las personas e instituciones nacionales e internacionales puedan superar uno de los mayores desafíos, reducir la contaminación, para ello, los organismos deben establecer una serie de acciones que facilitan la evaluación de los riesgos que influyen en la salud.
Muñoz y col., (2021) (8)	Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura. / Perú	Presentar una revisión de literatura sobre la contaminación por tráfico vehicular y sus efectos en la salud humana.	Revisión bibliográfica	El ruido vehicular es un problema al que damos poca importancia, pero que repercute en la salud de la población, pues causa problemas como estrés, dolores de cabeza y mal humor, entre otros.
Leal, (2021) (9)	La contaminación ambiental y su influencia en los ecosistemas de páramo. / México	Dar a conocer la noción de contaminación ambiental	Método cualitativo apoyado en el análisis documental	La Contaminación ambiental tiene estrecha relación con el concepto de salud, esta debe ser entendida como el complemento de bienestar físico y social que posee una persona, resaltando que, el disfrute de un ambiente sano es uno de los determinantes para lograr un nivel de calidad de vida óptimo.

Palacios y col., (2022) (10)	Contaminación ambiental. / Ecuador	Plasmar algunos de los efectos más importantes de la contaminación ambiental sobre la salud de las personas, con la finalidad de crear inquietudes que favorezcan la toma de conciencia de este problema que es de suma importancia.	Metodología de tipo documental bibliográfica	Los diferentes agentes contaminantes del ambiente son capaces de causar múltiples enfermedades en las personas que deterioran su calidad de vida, ocasionan un daño generalizado a la familia, al aparato productivo de una nación, al gasto público e incluso es responsable de una alta tasa de mortalidad, sobre todo en las poblaciones más vulnerables como lo son los pobres y los niños.
González y col., (2022) (11)	Contaminación ambiental y alergia. / México	Analizar cómo la contaminación ambiental afecta a la salud humana y los posibles causantes de alergias.	Revisión Bibliográfica	El cambio climático y la contaminación del aire tienen un claro impacto en la salud, lo que contribuye al aumento de los síntomas alérgicos, el uso de medicamentos de rescate, las visitas al departamento de emergencias y las hospitalizaciones, lo cual genera una carga social y económica significativa.
Yalta, (2022) (12)	La contaminación ambiental: un espacio de reflexión y sus consecuencias. / Perú	Generar un espacio de reflexión y abordaje de las consecuencias de la contaminación ambiental	Revisión Bibliográfica	La contaminación ambiental es un fenómeno socio-natural, que afecta directa e indirectamente la salud de las personas y de las diversas comunidades, no solo se afecta la salud de la humanidad, pues también altera el equilibrio de los ecosistemas.
Cuba y col., (2023) (13)	Contaminación ambiental y sus efectos en la sociedad. / Perú	Recopilar información sobre diferentes tipos de contaminación que afectan al medio ambiente y la salud de las personas.	Revisión Bibliográfica	La contaminación ambiental es una amenaza seria para la salud humana, los ecosistemas y el clima global. Solo a través de acciones coordinadas a nivel individual, comunitario, gubernamental y global, podemos abordar y preservar un entorno saludable para las generaciones futuras.

Gómez y col., (2023) (14)	Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. / México	Dejar una reflexión sobre la importancia del funcionamiento de los ecosistemas forestales y las consecuencias ante la variabilidad climática y de la composición atmosférica.	Revisión Bibliográfica	Es importante comprender las leyes que definen el comportamiento de los ecosistemas forestales para anticipar la toma de decisiones ante el cambio climático. La mayor pérdida neta de superficie forestal y de carbono del ecosistema se origina en las regiones tropicales; sin embargo, los bosques secundarios del trópico, por su alta tasa de crecimiento, son parte de la solución para mitigar las emisiones de CO ₂ .
Rodríguez, (2023) (15)	Análisis de los mecanismos legales para la protección de los Ecosistemas Forestales y Biodiversidad en el estado plurinacional de Bolivia. / Bolivia	Realizar un análisis de los mecanismos legales existentes para la protección de los ecosistemas forestales y la biodiversidad en el Estado Plurinacional de Bolivia.	Metodología con enfoque cualitativo, revisión documental, descriptivo y exploratorio, observacional y transversal.	Si bien existen avances significativos en la legislación para la protección de los ecosistemas forestales y la biodiversidad en Bolivia, persisten desafíos relacionados con los sesgos institucionales y dilemas estructurantes.
Paul y col., (2023) (16)	Efectos de los contaminantes atmosféricos de los incendios forestales en los ecosistemas de viento: observaciones, brechas de conocimiento y preguntas para evaluar el riesgo. / Estados Unidos	Examinar la literatura científica para evaluar el conocimiento general sobre las vías y los puntos finales de un modelo conceptual que uno los contaminantes generados por incendios forestales y otros materiales con ecosistemas de viento.	Revisión Bibliográfica	Concluimos que, si bien la caracterización y el transporte de contaminantes transportados por el aire de los incendios forestales están bien establecidos, hay información limitada sobre los riesgos para los ecosistemas receptores de viento a causa de estos contaminantes.
Naranjo y col., (2023) (17)	Impacto ambiental de la deforestación en el Sector San	Analizar el impacto de la deforestación, así como sus repercusiones para la	Exploratoria, descriptiva y no experimental	Las causas que provocan los impactos ambientales y la deforestación radican fundamentalmente el

	Jorge de la ciudad de Portoviejo. / Ecuador	sociedad en el sector San Jorge de la parroquia Andrés de Vera.		desconocimiento de la población de una planeación adecuado en las talas de árboles endémicos, provocando que la población de la parroquia Andrés de vera se encuentra sometidos a riesgos.
Paredes, (2024) (18)	Contaminación y pérdida de biodiversidad por actividades mineras y agropecuarias: estado del arte. / Perú	Compilar literatura científica, que ayude a determinar la forma en que estas actividades perjudican a la biodiversidad y a los ecosistemas, así como los efectos negativos que desencadenan entre ellas	Revisión Bibliográfica	Los hallazgos evidencian que existe contaminación con metales pesados, producto de la minería y el uso de agroquímicos por parte de la actividad agropecuaria. No obstante, existen externalidades negativas generadas de forma unidireccional, estando la producción agropecuaria supeditada al perjuicio provocado por la minería.
Mieles y col., (2024) (19)	Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. / Ecuador	Comprender los mecanismos y magnitudes de esta degradación para mitigar sus efectos y promover la restauración de los hábitats	Revisión Bibliográfica	La degradación ambiental en hábitats naturales requiere un enfoque integrado y coordinado, con estrategias de conservación, restauración y manejo sostenible apoyadas por políticas robustas y tecnologías innovadoras. La colaboración internacional y la participación comunitaria son claves para el éxito, asegurando que los beneficios ambientales, económicos y sociales se compartan equitativamente
Moretti y col., (2024) (20)	Contaminación Ambiental y sus Efectos en la Salud Publica. / Perú	Analizar la contaminación ambiental y sus efectos en la salud pública.	Investigación descriptiva documental con diseño bibliográfico	Una gran parte de la población mundial continúa viviendo en áreas con mala calidad del aire y, debido a los cambios en la tecnología de combustión, el combustible y la producción industrial, la contaminación tóxica del aire puede verse afectada, así como la exposición humana.
Rivera y col., (2024) (21)	Efectos de la contaminación	Explorar la relación entre el género, la	Enfoque cualitativo,	Problemas como la calidad del aire, la temperatura, el ruido, la calidad del agua, el uso de



	ambiental sobre la salud mental: revisión crítica desde la perspectiva de género. / México	contaminación ambiental y sus efectos en la salud mental de las personas	revisión teórica	residuos tóxicos y el cambio climático provocan estrés, ansiedad, conductas violentas, esquizofrenia y atraso en el desarrollo cognitivo se concluye que el género es un factor de riesgo para la salud mental dado que las problemáticas presentadas entre hombres y mujeres son diferentes, siendo éstas últimas las más afectadas dadas las desigualdades sociales y diversos mecanismos de dominación patriarcal que aún les oprimen
Lorente y col., (2024) (22)	Contaminación ambiental y salud cardiovascular: enfoque integral y nuevas evidencias. / España	Explorar el impacto de los factores ambientales en la salud cardiovascular, examinando la evidencia de contaminantes como los microplásticos, la contaminación atmosférica y acústica, y la exposición a metales pesados.	Revisión Bibliográfica	El diseño de estrategias de salud pública efectivas es crucial en la prevención de estos efectos, con un enfoque integral que considere tanto los factores relacionados con la exposición a contaminantes, como la dimensión ética inherente a la protección de la salud humana y el medio ambiente.

Nota: Esta tabla muestra el resumen de todos aquellos estudios referente a los efectos que producen los contaminantes ambientales y su impacto en la salud humana. Estas incluyen investigaciones de América Latina y Europa, empleando en su mayoría la revisión bibliográfica. Elaboración propia (2025)

La Tabla 1 presenta información exhaustiva sobre aquellos efectos que producen los contaminantes ambientales y su impacto en la salud humana. Magallanes y col., (2020) realizó un análisis sobre los efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos sólido, investigación desarrollada en Ecuador, aquí se indica que los desechos sólidos forman parte de la contaminación del medio ambiente los mismos que tienen efectos nocivos que provocan daño a los ecosistemas y las especies que en él se desarrollan. (6)

De forma similar Moretti y col. (2024), aquí refiere que los estudios epidemiológicos revelan que el ruido generado por el transporte aumenta el riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular, destacando una evidencia de alta calidad en relación a la cardiopatía isquémica. Además, es preocupante que una gran parte de la población mundial aún resida



en áreas con una calidad del aire deficiente. Los cambios en la tecnología de combustión, los tipos de combustible utilizados y la producción industrial afectan tanto a la contaminación tóxica del aire como a la exposición humana. (20)

Del mismo modo investigaciones realizadas por Paredes (2024), aquí indica que toda actividad antropogénica, tiene efectos perjudiciales sobre la biodiversidad y los ecosistemas, lo que disminuye el bienestar de los pobladores generado por una menor disposición en cuanto a cantidad y calidad de los servicios que ofrecen la biodiversidad y los ecosistemas. Por otra parte, las externalidades negativas o daños causados son unidireccionales, en el sentido de que la minería destruye las tierras de cultivo y áreas de pastoreo, además de complicar la salud de los animales, generando pérdidas económicas a los productores agropecuarios. (18)

Con estas aristas, se deduce que aquellos contaminantes ambientales en los ecosistemas forestales pudieran ser de origen químico, físico o biológico. Se pueden mencionar los que son más comunes entre ellos los metales pesados, pesticidas, hidrocarburos, y compuestos orgánicos volátiles, estos pueden acumularse en el suelo, el agua y la biota. A medida que estos contaminantes hacen su introducción en la cadena alimentaria, sus efectos nocivos se amplifican, exponiendo a las comunidades humanas que dependen de estos ecosistemas a riesgos significativos para la salud.

En los últimos años, han emergido metodologías y herramientas que facilitan la recopilación de información sobre algunas de las exposiciones ambientales con las que una persona puede interactuar a lo largo de su vida. Estas nuevas herramientas provienen de diversas disciplinas, muchas de las cuales están fuera del ámbito tradicional de la salud ambiental, y ya están asistiendo a los investigadores en la recolección de datos sobre exposiciones en la vida real. Además, estas herramientas prometen simplificar la realización de estudios que puedan revelar conexiones sorprendentes entre las exposiciones ambientales y las enfermedades.

Para Brazales (23) un laboratorio ambiental tiene como objetivo brindar servicios de ensayo, monitoreo, evaluación e información ambiental de la más alta calidad, beneficiando a las personas y al medio ambiente. Sus funciones más importantes incluyen la recolecta, prueba y evaluación de muestras de agua, aire, suelo, materiales peligrosos y biológicos; para que, a través de los resultados obtenidos, se desarrollen nuevos procedimientos para la limpieza ambiental o para recomendar nuevas políticas que permitan la conservación del medio ambiente.

Empleando las palabras de Sergio Chesniuk (24) quien enfatiza que “en la era actual, donde el medio ambiente enfrenta desafíos sin precedentes debido a la actividad humana, la función de los laboratorios ambientales cobra una importancia crítica. Estos no son solo instalaciones

para el análisis de muestras; son los baluartes en la lucha contra la degradación ambiental, actuando como centinelas que vigilan nuestra salud pública y la sostenibilidad del ecosistema. Aún más crítico es el rol de aquellos laboratorios que han obtenido acreditación, lo que garantiza la exactitud, confiabilidad y reconocimiento internacional de sus resultados”.

Según Villalta (25) algunos de los aspectos clave en los que los análisis de laboratorio contribuyen con el cuidado del medio ambiente incluyen:

1. Identificación de contaminantes: Los laboratorios pueden realizar análisis físicoquímicos y microbiológicos para detectar la presencia de contaminantes en el agua, aire y suelo. Esto incluye la identificación de sustancias tóxicas como metales pesados, pesticidas, compuestos orgánicos volátiles y patógenos. La identificación precisa de estos contaminantes es esencial para tomar medidas correctivas y prevenir daños ambientales y a la salud humana. (25)

2. Monitoreo de la calidad ambiental: El monitoreo regular de la calidad del aire, agua y suelo permite evaluar el estado del medio ambiente y detectar cambios que podrían indicar contaminación o degradación. Los laboratorios utilizan técnicas como la cromatografía, espectrometría de masas y técnicas de microbiología para medir concentraciones de contaminantes y otros parámetros ambientales. Estos datos son cruciales para entender las tendencias a largo plazo y el impacto de las actividades humanas en el medio ambiente. (25)

3. Apoyo a la legislación y regulación ambiental: Los resultados de los análisis de laboratorio son utilizados por los gobiernos y organizaciones internacionales para desarrollar y aplicar normas y regulaciones ambientales. Los estándares de calidad ambiental se basan en datos científicos que indican los niveles seguros de contaminantes para la salud humana y los ecosistemas. Los laboratorios también realizan pruebas de cumplimiento para asegurarse de que las industrias y otras entidades respeten estas regulaciones. (25)

4. Evaluación de riesgos y salud ambiental: Los análisis de laboratorio ayudan a evaluar los riesgos ambientales asociados con la exposición a contaminantes. Al cuantificar la presencia de sustancias tóxicas y evaluar su toxicidad, los científicos pueden estimar los riesgos para la salud humana y los ecosistemas. Esto permite la implementación de estrategias de mitigación para reducir la exposición y proteger la salud pública y ambiental. (25)

5. Educación y conciencia pública: Los análisis de laboratorio y los datos resultantes también pueden ser utilizados para educar al público sobre los problemas ambientales y la importancia de la protección ambiental. Informar a la comunidad sobre la calidad del aire y del agua, los riesgos asociados con los contaminantes y las acciones que pueden tomar para



proteger el medio ambiente, ayudan a fomentar una cultura de responsabilidad ambiental.
(25)

6. Investigación científica: Los aportes de laboratorios ambientales dedicados a la investigación científica proporcionan una comprensión más profunda de los procesos ecológicos y los impactos antropogénicos en el medio ambiente. Los estudios científicos basados en datos de laboratorio permiten avanzar en el conocimiento de la contaminación y la sostenibilidad ambiental. (25)

En resumen, los análisis de laboratorio son un instrumento indispensable para la preservación del medio ambiente, ya que ayuda a la detección y monitoreo de aquellos contaminantes, apoyan la legislación y regulación, evalúan riesgos, educan a la sociedad y avanzan la investigación científica. Sin estos análisis, sería casi imposible comprender y abordar adecuadamente aquellos desafíos ambientales que en la actualidad se presentan.

Discusión

La contaminación ambiental se presenta como un problema del desarrollo, lo cual no quiere decir que es un problema de los últimos 50 años, la contaminación del ambiente data de tiempo atrás, sin embargo, con el desarrollo se acrecienta aún más. Según Augusto Ángel Maya, el deterioro ambiental está íntimamente ligado al estilo de desarrollo de los países. Por lo tanto, la problemática ambiental debe considerarse como el resultado de la actividad humana sobre la base de sustentación eco sistémico. Y, la presión ejercida sobre los ecosistemas depende en gran medida de la orientación impuesta al desarrollo.(26)

Sin embargo, menciona Velastegui (27) “el medio ambiente se enfrenta a numerosos desafíos, desde la contaminación del aire y del agua, la deforestación, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la degradación del suelo son problemas críticos que amenazan la salud de nuestro planeta. Estos problemas son en gran parte resultado de la actividad humana, como la quema de combustibles fósiles, la agricultura intensiva y la urbanización descontrolada”.

La deforestación y la degradación asociada de los ecosistemas forestales y acuáticos pueden facilitar la propagación de enfermedades infecciosas y aumentar la probabilidad de aparición de nuevas enfermedades zoonóticas.(28)

El incremento de la población humana ha llevado a la utilización de los recursos naturales, lo que a su vez genera un desgaste significativo en el ecosistema.



El impacto que el ser humano crea en los ecosistemas forestales ha sido insostenible durante siglos, únicamente en las últimas décadas la influencia humana se ha extendido simultáneamente a prácticamente todos los bosques.(29)

Tal como refiere Pizarro (30) “los seres humanos hemos causado pérdidas significativas de los recursos naturales y ecosistemas mediante diversas actividades; tales como, la explotación de cuerpos de agua, producción de alimentos de forma intensiva y poco sustentable, la tala de bosques y explotación forestal, cambios de uso de suelo, entre otros. Como parte de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio se estimó que a principios de este milenio la actividad humana ya había llegado a la degradación o el uso no sustentable del 60% de los servicios ecosistémicos”.

También enfatiza (30) “no obstante, existe evidencia creciente de cómo los cambios ecosistémicos, a diferentes niveles, pueden producir impactos en la salud humana. Por ejemplo, pueden generar alergias respiratorias, estrés, enfermedades infecciosas, problemas vinculados con la cantidad y calidad de provisión de agua, inseguridad alimentaria, distribución de contaminantes, entre muchos otros”.

Los ecosistemas forestales son vitales no solo por su innegable contribución a la biodiversidad, sino también por su papel esencial en la regulación del clima, la purificación del aire y el suministro de recursos naturales. Sin embargo, estos se enfrentan a una creciente amenaza como son los contaminantes ambientales. La contaminación, provocada en mayor parte por las actividades humanas y fenómenos naturales, ha comenzado a cambiar la composición y funcionalidad de estos hábitats, con consecuencias que van más allá de la simple degradación ambiental, perturbando la salud humana de una manera preocupante.

A todo esto, se suma la importancia que tiene el estudio de laboratorio, este no solo permite la detección de contaminantes, sino que también es clave para la mejora de estrategias de mitigación. Y es que, al proporcionar datos específicos sobre la composición química de los ecosistemas forestales, los laboratorios pueden informar políticas públicas efectivas para mejorar las prácticas sostenibles y la restauración de hábitats degradados. Además, el simple hecho de llevar un monitoreo continuo de la calidad ambiental garantiza que las intervenciones implementadas sean positivas y protejan la salud de las comunidades.

Sin embargo, a pesar de la importancia de este enfoque, es necesario reconocer que el análisis de laboratorio por sí solo no es del todo suficiente. Se requiere una colaboración interdisciplinaria que involucre a científicos, responsables de políticas, comunidades locales y organizaciones no gubernamentales. Solo a través de un enfoque holístico que combine la ciencia con la acción comunitaria se podrá abordar de manera efectiva la problemática de los contaminantes ambientales en los ecosistemas forestales.



Conclusiones

En conclusión, al hacer la revisión teórica se puede observar que la relación entre los contaminantes ambientales, ecosistemas forestales y la salud humana es compleja y multidisciplinaria. Algunos estudios han demostrado que la exposición a contaminantes, incluso en niveles considerados “seguros”, pueden conducir a un conjunto de problemas en la salud, que van desde enfermedades respiratorias y cardiovasculares hasta trastornos neurológicos y cáncer. La situación se torna peligrosa en aquellas comunidades que dependen directamente de los recursos forestales para su subsistencia, ya que su vulnerabilidad se ve exacerbada por la falta de acceso a servicios de salud adecuados y la pobreza.

Por otra parte, el análisis del laboratorio se constituye como una herramienta poderosa para comprender y reducir este problema, sin embargo, debe ser parte de un esfuerzo más amplio que incluya pautas efectivas, educación y sensibilización.

Finalmente, la conservación de los ecosistemas forestales no solo es importante para la biodiversidad, sino que también es un imperativo para garantizar un futuro saludable y sostenible para las generaciones venideras. La salud de los bosques es, en última instancia, la salud de la humanidad.

Referencias bibliográficas

1. Freire C, Meneses K, Cuesta G. América Latina: ¿Un paraíso de la contaminación ambiental? *Revista de Ciencias Ambientales*. 2021 Diciembre; 55(2).
2. Montaña JG, Olmedo JD, Montaña VL, Montaña DD. Medio ambiente. Tendencias y Principales prácticas en América Latina. *Dominio de las Ciencias*. 2021 Agosto; 7(4).
3. Herrera RJ. Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social*. 2024 Enero; 4(1).
4. Veliz L. Cuidar al ser humano y cuidar la Tierra, un desafío en tiempos de pandemia. *Index de Enfermería*. 2022 Junio; 30(3).
5. Qu Q, Dan D. Contaminantes ambientales: Descripción General. *Química Analítica Ambiental*. 2024;; p. 1-33.
6. Magallanes DI, Filian HD. Efectos de la contaminación ambiental producidos por los desechos. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*. 2021; 5(38).
7. Juliño MF, Ocaña F, Concha JE. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y SU INFLUENCIA EN LA SALUD. *Revista Nacional Científica Estudiantil- ReNaCientE*. 2021 Septiembre; 2(1).

8. Muñoz S, Salcedo J, Sotomayor A. Contaminación ambiental producida por el tránsito vehicular y sus efectos en la salud humana: revisión de literatura. *Inventum*. 2021 Marzo; 16(30).
9. Leal YE. La contaminación ambiental y su influencia en los ecosistemas de páramo. *Revista Academia & Derecho*. 2021 Octubre; 12.
10. Palacios ÍdC, Moreno DW. Contaminación ambiental. *RECIMUNDO*. 2022.
11. González SN, Lira CE, Villarreal RV, Canseco JI. Contaminación ambiental y alergia. *Revista alergia México*. 2022 Marzo; 69.
12. Yalta M. La contaminación ambiental: un espacio de reflexión y sus consecuencias. *Paidagogo. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*. 2022 Diciembre; 4(2).
13. Cubas GY, Flores DJ. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y SUS EFECTOS EN LA SOCIEDAD. *Rev. HorizonteEmpresarial*. 2023 Junio; 10(1).
14. Gómez A, Correa A, Castruita LU. Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. *Revista fitotecnia mexicana*. 2023 Noviembre; 44(4).
15. Rodríguez ZV. Análisis de los mecanismos legales para la protección Forestales y Biodiversidad en el estado plurinacional de Bolivia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. 2023 Junio; 7(3).
16. Paul MJ, LeDuc SD. Efectos de los contaminantes atmosféricos de los incendios forestales en los ecosistemas de viento de viento: observaciones, brechas de conocimiento y preguntas para evaluar el riesgo. *Ciencia y Tecnología Ambiental*. 2023 Octubre; 57.
17. Naranjo C, Palacios E, Palacios C. Impacto ambiental de la deforestación en el Sector San Jorge de la ciudad de Portoviejo. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS*. 2023 Octubre; 6(12).
18. Paredes OJ, Jiménez L, Dávila J, Apaza J. Contaminación y pérdida de biodiversidad por actividades mineras y agropecuarias: estado del arte. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 2024 Enero; 26(1).
19. Mielles JW, Guerrero JM, Moran MR, Zapata ML. Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*. 2024 Septiembre; 4(3).
20. Moretti LF, Valiente YM. Contaminación Ambiental y sus Efectos en la Salud Pública. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*. 2024 Junio; 8.
21. Rivera JM, Herrera S. Efectos de la contaminación ambiental sobre la salud mental: revisión crítica desde la perspectiva de género. *Revista Electrónica de Psicología de la FES Zaragoza-UNAM*. 2024 Diciembre; 14(28).
22. Lorente Á, Antoñana S, Izquierdo Á, Carrillo L. Contaminación ambiental y salud cardiovascular: enfoque integral y nuevas evidencias. *Cardiología joven: temas de actualidad en salud cardiovascular*. 2024 Diciembre; 59(5).
23. Brazales JB. Proyecto para la creación de un laboratorio ambiental en la ciudad de Cuenca. [Tesis] , editor. [Cuenca]: Universidad Politécnica Salesiana Ecuador; 2020.

24. Chesniuk S. La Indispensable Función de los Laboratorios Ambientales y su Esencial Acreditación. [Online].; 2023 [cited 2025 Febrero 19. Available from: <https://metroquimica.net/blogs/news/la-indispensable-funcion-de-los-laboratorios-ambientales-y-su-esencial-acreditacion>.
25. Villalta AM. ¿Por qué son importantes los análisis ambientales?. [Online].; 2024 [cited 2025 Febrero 19. Available from: <https://fusades.org/contenido/blog-por-que-son-importantes-los-analisis-ambientales>.
26. Díaz A, Moreno J, Pérez M, Sáez D, Soto D. Enfermedades respiratorias por contaminación ambiental: comunidad del Jobero. SEMILLA CIENTÍFICA. 2022;(3).
27. Velastegui VB. El medio ambiente y su importancia para la humanidad. Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS. 2023 Diciembre; 5(7).
28. Armenteras D BEACDLDFHSLAMMN. Capítulo 21: Impactos de la degradación de los ecosistemas terrestres y acuáticos sobre el bienestar y la. [Online].; 2021 [cited 2025 Febrero 19. Available from: <https://www.laamazoniaquequeremos.org/wp-content/uploads/2022/10/Chapter-21-ES-Bound-Jun-22.pdf>.
29. ¡Salvemos los bosques! ¿Cuál es el impacto de la intervención humana en los ecosistemas forestales? [Online].; 2024 [cited 2025 Enero 19. Available from: <https://salvemoslosbosques.com/conservacion-ambiental/cual-es-el-impacto-de-la-intervencion-humana-en-los-ecosistemas-forestales/>.
30. Pizarro MJ. La importancia de los bosques para la salud humana. [Online].; 2022 [cited 2025 Febrero 19. Available from: <https://delaraizalplato.cl/articulos/la-importancia-de-los-bosques-para-la-salud-humana/>.

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

