

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CARRERA DE MEDICINA Y CIRUGÍA

*Tesis para optar por el grado académico de
Licenciatura en Medicina y Cirugía*

**MORTALIDAD Y CARGA DE LA
ENFERMEDAD POR POLUCIÓN
AMBIENTAL DE OZONO EN COSTA
RICA 1990-2019**

JAIME ANDRÉS ARGUEDAS ORTIZ

2023

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	2
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	6
DEDICATORIA	8
AGRADECIMIENTO	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I	12
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1.1 Antecedentes del problema	14
1.1.2 Delimitación del problema.....	14
1.1.3 Justificación	15
1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	16
1.3.1 Objetivo general	16
1.3.2 Objetivos específicos	16
1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES	17
1.4.1 Alcances de la investigación	17
1.4.2 Limitaciones de la investigación.....	17
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1 LA ATMOSFERA	19
2.1.1 Estructura	19
2.1.2 Composición Química	19
2.1.3 Propiedades físicas	20
2.2 FUNCION DE REGULACION Y PROTECCION DE LA ATMOSFERA	21
2.2.1 Balance de radiación solar	21
2.2.2 Función protectora	22
2.2.3 Función reguladora	22
2.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA	23
2.3.1 Definición de contaminación atmosférica	23
2.3.2 Tipos de contaminantes	24

2.3.2.1 Partículas de los gases primarios	24
2.3.2.2 Partículas de los gases secundarios	26
2.3.3 Dispersión de contaminantes	27
2.4 EL OZONO	28
2.4.1 ¿Qué es el ozono?	28
2.4.2 Daños generados en la salud de los seres humanos	28
2.4.3 Mortalidad	30
2.5 EFECTOS DEL OZONO EN LA VEGETACIÓN, MATERIALES Y CALENTAMIENTO GLOBAL	30
2.5.1 Relación existente entre el ozono troposférico con el calentamiento global	30
2.5.2 Efectos del ozono en la vegetación	32
2.5.3 Efecto del ozono en los materiales	32
2.6 GENERALIDADES DE LA ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA.....	33
2.6.1 Fisiopatología.....	32
2.6.2 Diagnóstico.....	33
2.6.3 Tratamiento.....	33
CAPÍTULO III	34
MARCO METODOLÓGICO	34
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.3 UNIDADES DE ANALISIS Y OBJETOS DE ESTUDIOS	35
3.3.1 Área de estudio	35
3.3.2 Población	35
3.3.3 Muestra	35
3.3.4 Criterios de inclusión y exclusión	36
3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE LA INFORMACIÓN	36
3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.6 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES	37
3.7 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	41
3.8 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS	42
3.9 ANALISIS DE LOS DATOS	42
CAPÍTULO IV	43
PRESENTACION DE RESULTADOS	43
4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS	44
CAPÍTULO V	60

DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS	60
5.1 DISCUSION E INTERPRETACION DE RESULTADOS	61
CAPÍTULO VI	69
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
6.1 CONCLUSIONES	68
6.2 RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	73
GLOSARIO Y ABREVIATURAS	82
Abreviaturas	83
ANEXOS	85
Declaración Jurada	86
Carta de aprobación del tutor	87
Carta de aprobación del lector	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición del aire seco a nivel del mar.....	19
Tabla 2. Partículas de gases primarios.....	24
Tabla 3. Dispersión de contaminantes gaseosos.....	27
Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión.....	34
Tabla 5. Operacionalización de las variables.....	35

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1. Comportamiento de la atmósfera según la altitud, y su función reguladora en la presión y temperatura.....	20
Figura 2. Función reguladora del clima por la atmósfera: variaciones del albedo, efecto invernadero y circulación general del aire.....	23
Figura 3 Tasa de mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el periodo de 1990 al 2019.....	39
Figura 4 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono, en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	40
Figura 5 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	41
Figura 6 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	42
Figura 7 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	43
Figura 8 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	44
Figura 9 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	45
Figura 10 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	46
Figura 11 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	47
Figura 12 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	48
Figura 13 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	49
Figura 14 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva cronica relacionada con polución por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019.....	50

Figura 15 Tasa de mortalidad por contaminación por ozono por todas las causas, por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.....	57
Figura 16 Tasa de mortalidad por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.....	58
Figura 17 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.....	59
Figura 17 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.....	60

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta investigación a mi madre Elizabeth Ortiz Cordero, quien me apoyó siempre en mi proceso de formación como hombre y futuro médico, y que a temprana edad deja el plano terrenal para apoyarme desde el cielo.

Dedico también esta investigación al gran médico y padre, el Doctor Jaime Solís Quesada, el cual fue mi inspiración para buscar ser un buen médico y demuestra en la pandemia que tanto el amor como la medicina es una batalla.

Por ultimo y no menos importante, quiero dedicar este esfuerzo a mi mejor amiga Maricruz López Navarro, quien me ha acompañado a lo largo de la carrera y vida, donde me ha visto caer y así mismo ayudarme a levantarme, este logro es tanto mío como suyo.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a Dios por darme salud y sacarme de muchas batallas que no creí superar. Agradezco a mi familia la cual me ha dado apoyo económico y moral en este proceso, gracias a Gilberth Olivares Hidalgo, quien me adoptó en mi infancia y ha hecho un gran trabajo como padre, brindando apoyo valioso en mi formación como médico, gracias por todo. Un agradecimiento a mi núcleo, compuesto por mi hermano José Arguedas Ortiz, mi segunda madre Sady Quesada Valenciano, mi tío Manuel Ortiz Quesada y mis primos que fueron apoyo académico, moral y más en esta larga carrera, Allan, Bennis y Alex Ortiz, este ultimo siendo parte importante en mi formación académica y quien me hizo amar la ciencia.

Quiero agradecer a mi tutora, la Doctora Karen Jara, quien siempre me brindó apoyo y moldeó la producción de esta investigación, agradezco la formación que con amor a la enseñanza brinda a los nuevos médicos del futuro.

RESUMEN

Introducción: El ozono troposférico es un contaminante secundario, se caracteriza por formarse de compuestos volátiles y óxido de nitrógeno en combustión con las altas temperaturas. Tiene una gran relación con el calentamiento global y el efecto invernadero, por lo que afecta en mayor parte grandes ciudades urbanizadas o sus cercanías. Algunas patologías que se relacionan con la polución por ozono se identifican cardiovasculares, respiratorias y en sistema nervioso central. **Objetivo:** Analizar la mortalidad y carga de enfermedad de la contaminación ambiental por ozono en Costa Rica de 1990 al 2019. **Metodología:** El estudio toma en cuenta datos de la Global Burden of Disease (GBD) los cuales se clasifican en gráficos divididos por sexo y edad. **Resultados y discusión:** Se logra evaluar la mortalidad, los años vividos con discapacidad y años de vida ajustados por discapacidad de la enfermedad obstructiva crónica, vinculada a la contaminación por ozono en Costa Rica, la presenta dos picos en entre los años 2000 y los últimos años los cuales muestran una tendencia al aumento relacionado al fenómeno del niño y ahora al calentamiento global. **Conclusiones:** La contaminación por ozono se espera que tome el primer lugar como factor de riesgo ambiental mas importante en mortalidad y morbilidad de muchas patologías, actualmente los gobiernos en todo el mundo realizan esfuerzos para mitigar el impacto por el ozono, en países sobrepoblados y ciudades urbanas presentan gran impacto sin importar la edad. La tendencia al aumento del ozono preocupa los sistemas de salud, generando gran mortalidad, morbilidad, daños en la economía y aumento en las hospitalizaciones en todo el mundo. **Palabras clave:** Polución del aire, Calentamiento global, Ozono, EPOC, Mortalidad, Años vividos con discapacidad, Políticas de mitigación.

ABSTRACT

Introduction: Tropospheric ozone is a secondary pollutant, it is characterized by being formed from volatile compounds and nitrogen oxide in combustion with high temperatures. It is closely related to global warming and the greenhouse effect, which is why it affects mostly large urbanized cities or their surroundings. Some pathologies related to ozone pollution are identified as cardiovascular, respiratory and central nervous system. **Objective:** To analyze the mortality and disease burden of ozone pollution in Costa Rica from 1990 to 2019. **Methodology:** The study takes into account data from the Global Burden of Disease (GBD) which are classified in graphs divided by sex and age. **Results and discussion:** Mortality, years lived with disability and disability-adjusted life years of chronic obstructive disease linked to ozone pollution in Costa Rica were evaluated, with two peaks between 2000 and the last few years, which show an increasing trend related to the El Niño phenomenon and now to global warming. **Conclusions:** Ozone pollution is expected to take the first place as the most important environmental risk factor in mortality and morbidity of many pathologies, currently governments around the world make efforts to mitigate the impact by ozone, in overpopulated countries and urban cities present great impact regardless of age. The trend of ozone increase worries health systems, generating high mortality, morbidity, damage to the economy and increase in hospitalizations worldwide. **Key words:** Air pollution, Global warming, Ozone, COPD, Mortality, Years lived with disability, Mitigation policies.

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1 Antecedentes del problema

Chao He et al muestra que el ozono ha incrementado de forma importante del año 2013 al 2018 a pesar de las medidas de prevención tomadas en China. Este gas ha aumentado la mortalidad por enfermedades respiratorias. Los resultados respaldan que la población, la temperatura, humedad, emisiones de óxido de nitrógeno, velocidad del viento son determinantes de la cantidad que se encuentra.

El estudio “Impacto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria a corto plazo en España” realizado por Diaz et al, señala el aumento en relación con las patologías del tracto respiratorio, así mismo, muestran que la incidencia de enfermedades cardiovasculares es menor pero significativa a largo plazo.

En Venezuela se estudia en el año 2021 la contaminación ambiental y su influencia en la salud, gracias a Juliño et al, determina que entre mayor temperatura o temporadas más calurosas se aumenta el resultado de ozono.

El aire por causas antropogénicas o naturales se va deteriorando, generando efectos negativos en la salud. El daño del aire representa un alto porcentaje de mortalidad en Colombia por año. El ozono se describe como un contaminante importante en el mundo industrial, al ser mayor parte del “smog” urbano, este contaminante secundario mantiene los máximos niveles de 3 a 5 PM. (Leon Rojas, 2019).

El ozono impacta la morbilidad y mortalidad de enfermedades respiratorias, el estudio realizado en el 2022 en Guatemala por Martínez Valdeavellano aclara que esta materia es bastante nociva por su tamaño ya que pueden irritar el tejido respiratorio.

El ozono según Manisalidis et al, muestra una relación con el clima, en invierno no cambia las estadísticas, a diferencia del verano, sube la concentración de ozono provocando aumento de la mortalidad por enfermedad respiratoria y cardiovascular.

La contaminación atmosférica urbana incrementa los ingresos en niños con patología aguda respiratoria, como asma y bronquiolitis, esto se respalda en el estudio realizado en España en la ciudad de Murcia. (Ortega Garcia et all, 2020)

El cambio climático es uno de los principales problemas de salud mundial, aumentando cada vez con el tiempo. La polución del aire y del agua, el ruido, alimentaria y el agotamiento del ozono son las principales consecuencias. El aire envenenado ocurre en todo lugar y en el mundo, esto por aumento de impurezas atmosféricas, generando afecciones silenciosamente como el infarto. (Palacios, 2022).

Pérez et all señala en “La contaminación ambiental afecta al sistema inmunológico”, que la contaminación atmosférica presenta como principales efectos en la salud: irritación de garganta, irritación de ojos, irritación nasal, dolor respiratorio, edema pulmonar, alteración de la función pulmonar, muerte a largo plazo, irritación del tracto respiratorio superior, conjuntivitis, cáncer de piel, cataratas, disminución de la respuesta sistema inmunológico.

Rojas Rodriguez et all, estudia en el 2022 la “Contaminación del aire en zonas urbanas y salud” indica que la mala calidad del aire ha sido objeto de un amplio número de estudios epidemiológicos que asocian los contaminantes del aire con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, disfunciones del sistema nervioso central y reproductivo o cáncer, entre otros, provocando mortalidad o enfermedades crónicas especialmente en grupos vulnerables como niños, adultos o mujeres embarazadas.

1.1.2 Delimitación del problema

La siguiente investigación se realiza en la población costarricense, en todo el territorio nacional, incluyendo ambos sexos, con limite de edad de 15 a 69 años.

1.1.3 Justificación

El aire mantiene los niveles más elevados de contaminación que se han reportado en los últimos años, esto se acompaña de una gran ola de calor que se vive en todo el mundo.

La mortalidad aumenta, con un efecto de sinergia en relación de contaminación y el calor que se presenta actualmente.

El ozono y otros contaminantes del aire se aumentan, en las horas del día y en zonas que más calor se presenta actualmente.

La contaminación ambiental por ozono es un factor importante de riesgo de diferentes patologías, la cual ha incrementado en las últimas décadas en el mundo.

Los síndromes que se relacionan en la mortalidad por contaminación del aire son; síndromes respiratorios, cardiovasculares, neoplasias y dermatológicos. Sin embargo, no solo se relaciona con mortalidad, también con años de discapacidad, infertilidad y complicaciones de otras patologías.

Por lo cual es necesario generar información actualizada de las bases de datos de este problema ambiental que afecta a nivel mundial. Esto con la capacidad de analizar la mortalidad e incidencia de las enfermedades relacionadas.

El enfoque es crear conciencia a la población de las políticas ambientales que no están siendo suficientes para sostener la contaminación por gases de efecto invernadero en el país y el impacto a la salud de la población.

Este problema de salud pública continua en aumento, provocando problemas en la salud del ser humano, es importante mantener actualizada la información para desarrollar estrategias de contingencia para detener el impacto de la polución ambiental por ozono, el cual genera amplias complicaciones de salud en el humano y la naturaleza.

1.2 REDACCIÓN DEL PROBLEMA CENTRAL: PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la carga de enfermedad y mortalidad por contaminación ambiental de ozono a la población costarricense?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo general

Analizar la carga de enfermedad y mortalidad por polución ambiental de ozono en relación con enfermedad pulmonar obstructiva crónica en Costa Rica de 1990 al 2019.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir las principales patologías causadas por la contaminación ambiental de ozono.
- Analizar la tasa de mortalidad por polución ambiental de ozono en Costa Rica por sexo y grupo etario de 1990 a 2019.
- Identificar los años vividos con discapacidad por polución ambiental de ozono en Costa Rica por sexo y grupo etario de 1990 a 2019.
- Describir los años de vida ajustados por discapacidad por polución ambiental de ozono en Costa Rica por sexo y grupo etario de 1990 a 2019.
- Descubrir los principales cambios en el impacto de la polución ambiental de ozono en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica en las últimas décadas y su pronóstico a futuro.

1.4 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.4.1 Alcances de la investigación

La investigación capta la mortalidad, mortalidad temprana y años vividos con discapacidad, en relación con la contaminación ambiental por ozono y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, estos datos recolectados en la base de datos de la Global Burden Disease, clasificados por sexo y edad, entre los años 1990 al 2019.

1.4.2 Limitaciones de la investigación

La principal limitación fue la falta de información de la base de datos, en este caso la GBD, para mostrar la relación de la polución por ozono y otras patologías que se encuentra comprobado que proporciona mortalidad y morbilidad, por ejemplo las enfermedades cardiovasculares vinculadas, el asma y su afección en la población joven y la patología en sistema nervioso central, en este caso limitando a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, como única relación en Costa Rica en los años estudiados. La ambigüedad en la información en el mundo también es un limitante, ya que el ozono al ser un factor silencioso, quedan sesgos en su comportamiento con el ambiente y su verdadero impacto puede ser infravalorado por estas limitaciones en la información, el ser un contaminante más difícil de determinar en el ambiente que los contaminantes primarios.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. LA ATMÓSFERA.

2.1.1. Estructura.

La estructura de la atmósfera se modifica con la altitud, por lo que se divide en 4 regiones según su perfil térmico: tropósfera, estratósfera, mesósfera, y termósfera. En la tropósfera, las temperaturas disminuyen al aumentar la altitud, hasta alcanzar un mínimo de 215 K a los 10 km aproximadamente, y la vida se inicia en esta región ya que se establece el clima para que la mayoría de los seres vivos se desarrollen. El límite de la tropósfera se llama tropopausa, y arriba de esta la temperatura del aire aumenta con la altitud y alcanza un máximo de 275K a 50 km, por lo tanto, la región que va de 10 a 50 km se denomina estratósfera, y más allá se encuentra la mesósfera y termósfera con altitudes de 50 a 85km y 85 a 110 km respectivamente (Brown, Lemay, Bursten, Murphy, y Woodward, 2013).

2.1.2. Composición Química.

La atmósfera que posee el planeta Tierra es única en el Sistema Solar, está constituida principalmente por dos gases oxígeno y nitrógeno gaseoso, y su concentración depende de algunos procesos biológicos (Raymond, 2021).

La tabla 1 resume los componentes atmosféricos del aire seco a nivel del mar:

Gas	Composición (% en volumen)
N ₂	78.03
O ₂	20.99
Ar	0.94
CO ₂	0.033
Ne	0.0015

He	0.000524
Kr	0.00014
Xe	0.000006

Tabla 1. Composición del aire seco a nivel del mar (Raymond, 2021, p. 770).

NOTA: El agua no se considera, ya que varía grandemente de un lugar a otro.

La tabla anterior indica que el gas inerte más abundante es el nitrógeno y el oxígeno se posiciona en segundo lugar como el gas reactivo más abundante en el aire. Por ende, se puede afirmar que la masa total de la atmósfera es de alrededor de 5.3×10^{18} kg, así lo afirma Raymond (2023).

2.1.3. Propiedades físicas.

En la atmósfera se consideran dos propiedades físicas, con diferentes características, en la figura 1 se resume su comportamiento.

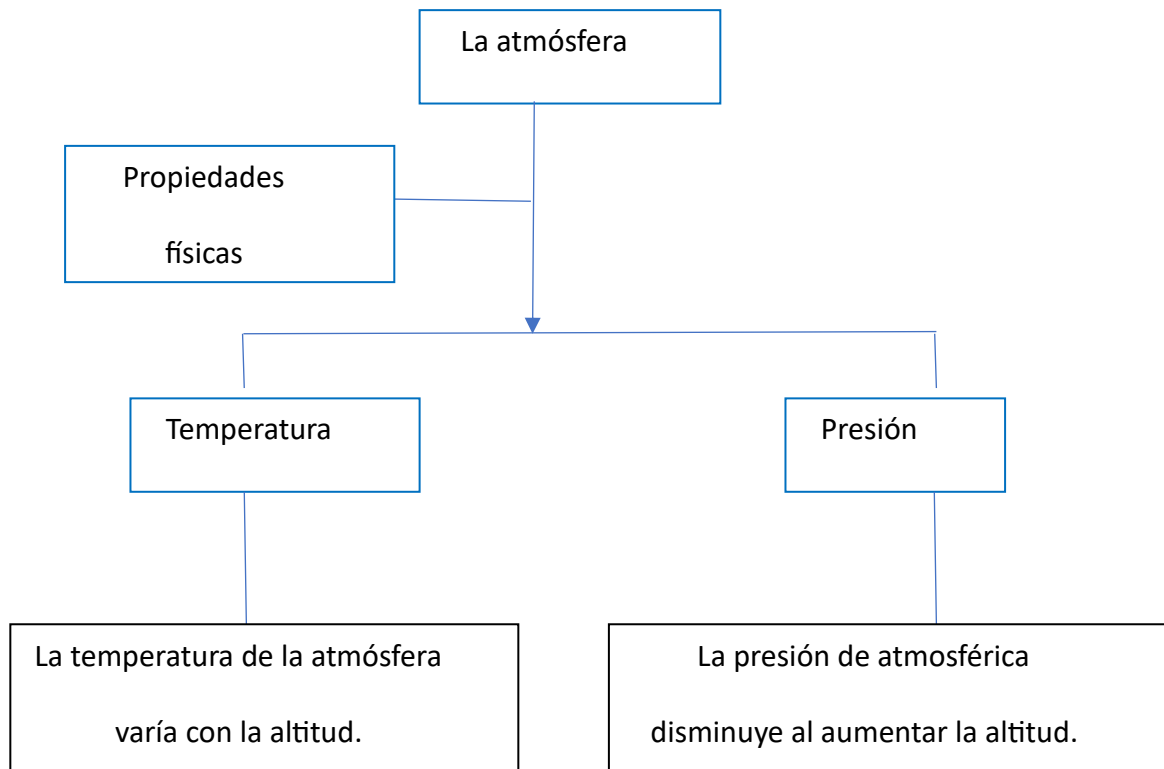


Figura 1. Comportamiento de la atmósfera según la altitud, y su función reguladora en la presión y temperatura (Brown, 2014, y Chang, 2021). Elaboración propia, 2023.

La figura 1, muestra que la altitud en la que se encuentra la tropósfera y la estratósfera forman el 99% de la masa atmosférica, de la cual el 75% corresponde a la troposfera, por ende, se establecen las condiciones de temperatura y presión adecuadas para la existencia de los organismos vivos en el planeta Tierra.

2.2. FUNCIÓN DE REGULACIÓN Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA.

2.2.1. Balance de radiación solar.

El planeta Tierra recibe radiación proveniente del Sol, lo cual es la principal fuente de energía y es la causa primaria del clima. En este sentido, la constante solar es considerada como el promedio a largo plazo de la irradiancia solar total y se le asigna un valor de mil trescientos sesenta y un W/m^2 (Habte et al. 2017).

La radiación solar alcanza el límite superior de la atmósfera terrestre, se le conoce como radiación solar extraterrestre. Esta última depende de 2 variables: los movimientos terrestres, y la distancia entre el Sol y el planeta Tierra (Fernández, 2020).

El planeta Tierra se describe como un sistema abierto de energía debido al balance de radiación solar. La radiación solar que entra al planeta puede sufrir pérdidas y ganancias de energía producto de la radiación, conducción, y convección. Parte de la radiación de onda corta que se recibe se absorbe en la atmósfera, produciendo que sea absorbida y transformada en calor sensible. Producto de este fenómeno, se genera energía de onda

larga y se envía a la superficie terrestre por el contra radiación, donde es transformada y almacenada en calor sensible, y por medio de la conducción llega a las capas internas de la Tierra (Oke et al. 2017).

2.2.2. Función protectora.

La temperatura varía según las capas de la atmósfera, en respuesta a la absorción selectiva de las longitudes de onda de la radiación del Sol. Por esta situación, en la ionósfera se absorben estas emisiones de onda corta y alta energía, y en la ozonosfera recibe casi toda la radiación ultravioleta. Y el espectro visible atraviesa la atmósfera y alcanzan la superficie terrestre, produciendo un efecto casi transparente en la atmósfera y no experimenta un calentamiento apreciable al ser atravesada por las mismas. A su vez, esto no ocurre con la propagación infrarrojas y las de menor energía, ya que son absorbidas por el vapor de agua atmosférico y el dióxido de carbono, generando un aumento de temperatura (Porta, Sánchez, y Colman, 2018).

2.2.3. Función reguladora.

La función de regulación térmica que tiene la atmósfera es necesaria para evitar un sobrecalentamiento en la superficie del planeta durante el día, y también que se enfríe abruptamente por la noche. Para entender estos comportamientos, es necesario analizar el efecto invernadero, albedo, y la circulación del aire, por ende, en la figura 2 se explica cada uno de estos en función de la regulación.

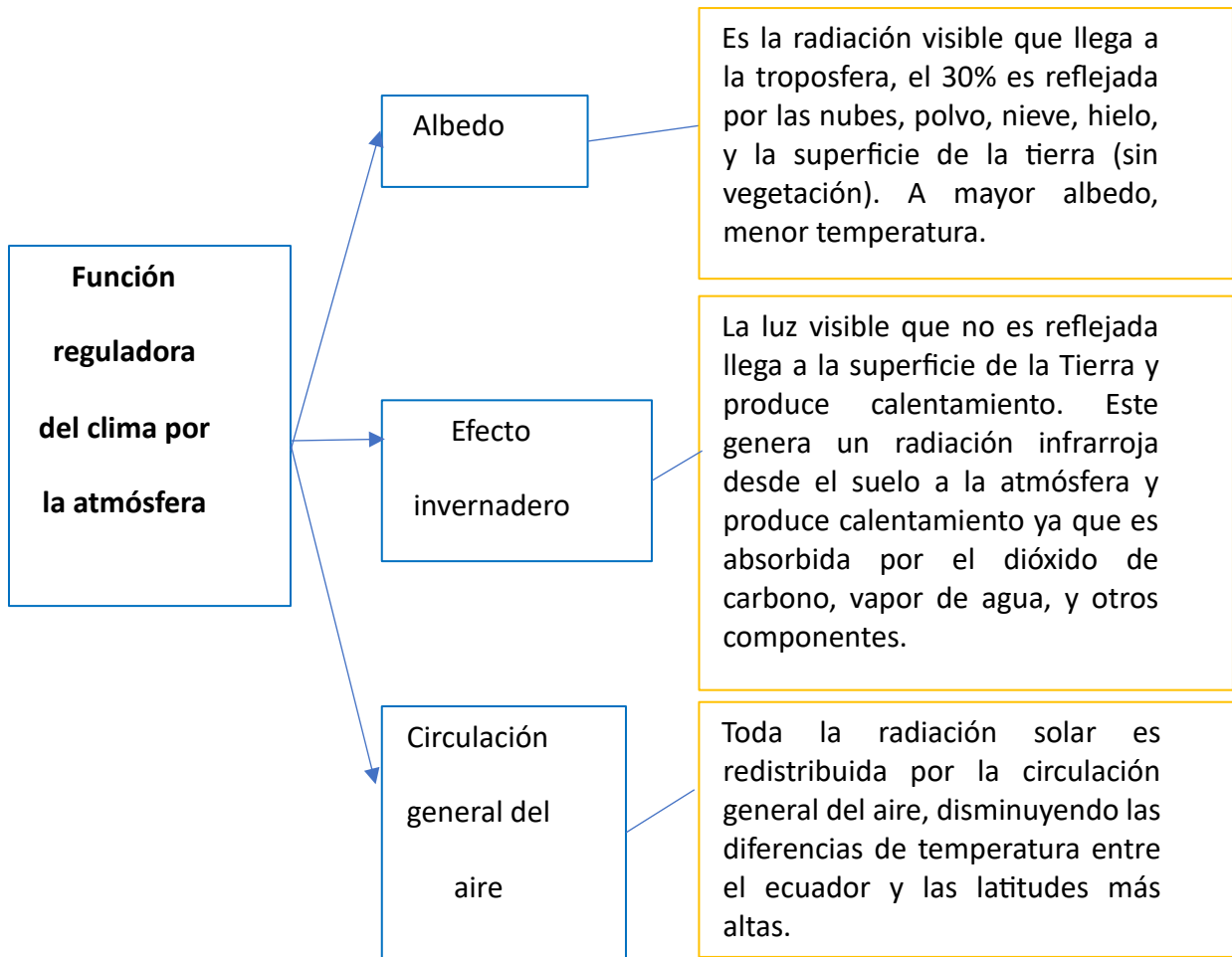


Figura 2. Función reguladora del clima por la atmósfera: variaciones del albedo, efecto invernadero y circulación general del aire (Ruiz, 2023). Elaboración propia, 2023.

2.3. CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.

2.3.1. Definición de contaminación atmosférica.

Echeverri (2023) define la contaminación atmosférica como “la presencia en la atmósfera sustancias no deseables en concentraciones, tiempo, y circunstancias tales que pueden afectar significativamente el confort, la salud, y el bienestar de las personas o el uso y disfrute de sus propiedades” (p. 3).

A partir del anterior concepto, se puede afirmar que la contaminación atmosférica también perjudica a las plantas y los animales, y este se ha visto en aumento por la industrialización y por el crecimiento exponencial de la densidad poblacionales. Las exigencias que estas requieren son en función a un desarrollo económico como más vehículos, materiales, y más espacio destinado a las zonas urbanas.

2.3.2. Tipos de contaminantes.

2.3.2.1. Partículas de los gases primarios.

Los gases que son emanados de una fuente directa son considerados como primarios, y además, estos son los causantes de la mayor contaminación de la atmósfera (Pérez, 2020). En la tabla 2, se pueden describir las partículas de los gases primarios.

<i>Partículas de gases primarios</i>	
<i>Tipos</i>	<i>Características</i>
Partículas	En la atmósfera se encuentran partículas que varían por tamaño y composición química. Cuando estas poseen tamaños iguales o mayores a 10 μm se consideran sedimentables y precipitan; y las menores a este se llaman en suspensión y permanecen por más tiempo en la atmósfera.
Compuestos de azufre	El gas más abundante es el SO_2 y este es incoloro, no inflamable, olor picante e irritante. Resulta principalmente de la oxidación del azufre presente en los combustibles fósiles al quemarse, sobre todo del carbón

	<p>que es rico en azufre, también procede de incendios y volcanes (todo esto puede formar también SO_3).</p> <p>El H_2S, es otro gas incoloro, y fuerte olor desagradable. Este se distingue a baja concentración por su mal olor a huevos podridos, procede principalmente del metabolismo anaerobio, aunque también de volcanes, escapes de refinерías de petróleo y fábricas de gas. De forma natural se oxida en muy pocos días transformándose en SO_2.</p> <p>Excepto el H_2S todos los demás son óxidos de azufre (SO_x).</p>
Compuestos de nitrógeno	<p>NO es un gas incoloro, inodoro, y tóxico. NO_2 se describe como un gas pardo rojizo, olor asfixiante, y muy tóxico. También el N_2O es un gas incoloro, y no tóxico). Finalmente, el NH_3 emana un olor irritante.</p> <p>Gran parte del NO se transforma en NO_2 mediante reacciones fotoquímicas y el amoníaco se oxida a óxidos de nitrógeno. Óxidos de nitrógeno (NO_x) son todos excepto el amoníaco NH_3.</p>
Óxidos de carbono	<p>Algunos son: CO (gas incoloro, inodoro, insípido, inflamable, tóxico, es el contaminante del aire más abundante), y CO_2 (gas incoloro, inodoro, no tóxico).</p>
Hidrocarburos	<p>La mayor parte de los hidrocarburos de la atmósfera son de origen natural como la descomposición anaerobia de la materia orgánica que produce el más abundante y menos reactivo de los hidrocarburos que es el metano (CH_4), aunque produce efecto invernadero. Las plantas</p>

liberan los hidrocarburos terpenos (componentes volátiles de resinas y esencias).

Además del efecto invernadero producido por el metano, el principal efecto de los hidrocarburos es que pueden reaccionar en la atmósfera (por procesos de oxidación fotoquímica) dando contaminantes secundarios muy perjudiciales como el ozono troposférico que a su vez induce la formación de otros oxidantes fotoquímicos (intervienen en el smog fotoquímico) como PAN (nitrato de peroxiacetilo), PPN (nitrato de peroxipropionilo), NPBz (nitrato de peroxibenzoilo) y ácidos nítrico y sulfúrico.

Compuestos halogenados	Son sustancias que contienen cloro y flúor, destacan: Cl ₂ , HCl CFCs (clorofluorocarbonos) y HF.
Metales pesados	Se acumulan en los seres vivos transfiriéndose a través de las cadenas alimentarias, entre los más nocivos destacan: Pb, Cd, Hg, Ar, Ni.
Ruido	Se puede definir como todo sonido molesto e intempestivo que produce efectos fisiológicos y psicológicos en las personas.
Radiaciones ionizantes	Producen cambios en la materia que atraviesan al ionizar los átomos que la forman. Las más penetrantes, y por tanto, las más peligrosas son los rayos X (poder de penetración de decímetros) y gamma (metros).

Tabla 2. Partículas de gases primarios (Pérez, 2020).

2.3.2.2. Partículas de los gases secundarios.

En este apartado se analizarán las partículas de los gases secundarios, estos se definen como aquellos que reaccionan con los contaminantes primarios o puede ser entre estos

y partículas que conforman la atmosfera como el vapor de agua y radiación solar. Las partículas de los gases secundarios son; anhídrido sulfúrico (SO_3), Tritóxido de nitrógeno (NO_3), Nitrato de peroxiacetileno (PAN) y Ozono troposférico (O_3) principalmente (Pérez, 2020).

2.3.3. Dispersión de contaminantes.

Según la información anterior, es importante considerar que los gases pueden ser difundido así causar efectos en los seres vivos, por lo tanto, se definirá en la tabla 3 el concepto de emisión e inmisión de gases causadas por la dispersión de contaminantes.

Dispersión de contaminantes	Concepto
Emisión	<ul style="list-style-type: none"> • Es la cantidad de contaminante emitido desde cualquier medio emisor (fuente contaminante) en un período de tiempo determinado. Se suele expresar en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ o en ppm.
Inmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Es la cantidad de contaminante que llega al receptor una vez transportados y difundidos por la atmósfera

Tabla 3. Dispersión de contaminantes gaseosos (Chang, 2021).

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 3 se puede rescatar, que las inmisiones altas pueden ser evitadas, si se consideran las características de las emisiones, condiciones atmosféricas, y características geográficas y topográficas (Chang, 2021).

2.4 EL OZONO.

2.4.1. ¿Qué es el ozono?

El químico suizo Cristian Friedrich Schonbein lo observa por primera vez, la palabra es griega “osein” y se define como olor. El átomo de oxígeno esta centralizado con un doble enlace covalente y otro enlace covalente dativo. Su ubicación determina si es troposférico o estratosférico. El ozono estratosférico esta de 10 a 50 km de altura, contiene 50 veces más cantidad de ozono que las ciudades, tiene funciones protectoras de radiación nociva que llega a la Tierra.

2.4.2 Daños generados en la salud de los seres humanos.

(Semjen, 2020) detalla que algunos datos indican que partículas de ozono actúan como alergenos, y estimula a nivel celular el estrés oxidativo. En forma de compensación las enzimas antioxidantes tratan de restablecer la homeostasis. Los estudios señalan impacto a nivel in útero, evaluando la función respiratoria de niños a los 4 o 5 años. Los efectos a corto plazo principalmente es la disminución del volumen espiratorio máximo por segundo.

La contaminación atmosférica aporta morbilidad en enfermedades respiratorias como asma bronquial e infecciones respiratorias agudas en las edades pediátricas. (Lemus, 2023)

La exposición a grandes cantidades de ozono resulta en estrés oxidativo de forma crónica, alterando la plasticidad cerebral, las espinas dendríticas, el aprendizaje y la memoria. (Bello, 2022)

El ozono afecta la salud humana, implicando la salud dermatológica, el ozono no atraviesa la piel, pero altera las capas externas de la piel, provocando estrés oxidativo, agregado a esto agota las reservas de antioxidantes como la vitamina E y C. (Chen, 2021)

La neumonía es una enfermedad pulmonar con gran mortalidad y morbilidad, al generar gran ingreso de hospitalizaciones, se logra evidenciar una relación entre la polución de ozono y el riesgo de neumonía. Algunos datos que modificaron los ingresos por neumonía son los niveles de ozono anual, el producto interno bruto per capita, la tasa de tabaquismo, grupo de edad y las ciudades. (Tian, 2020)

La relación que hay entre la concentración de ozono y las exacerbaciones de asma varían con la posición geográfica de las personas. Además, que en el futuro el cambio climático va a generar consecuencias en los pacientes con asma, esto debido a que se piensa que años más adelante habrá niveles de ozono más altos por el aumento de la temperatura. (Nassikas, 2021)

Se ha evidenciado asociación entre la exposición de PM_{2.5}, NO, SO₂ y CO. Por cada aumento de 10 µg/m³ de PM_{2,5} se incrementó a su vez un 7% de incidencia de depresión mientras que la exposición al NO₂ tuvo un 4 % del riesgo de depresión por cada

aumento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Por otro lado, SO_2 y CO no se ha podido demostrar ya que no hay estudios que lo demuestren. (Borroni, 2021)

Nuevos hallazgos observan la relación del ozono troposférico con el desarrollo de deterioro cognitivo en los adultos mayores, siendo importante en los inicios de demencias. (Cleary, 2018)

2.4.3 Mortalidad.

La Organización Mundial de la Salud nota un aumento en la mortalidad por la contaminación en el exterior, alrededor de 4.2 millones de personas al año. De acuerdo con (Camargo, 2020) explica que el ozono muestra efectos en mortalidad de causas respiratorias y cardiovasculares en personas mayores de 60 años.

2.5. EFECTOS DEL OZONO EN LA VEGETACIÓN, MATERIALES Y CALENTAMIENTO GLOBAL.

2.5.1. Relación existente entre el ozono troposférico con el calentamiento global.

El ozono troposférico (O_3), tiene diferentes formas para actuar como contaminante atmosférico, alterando el balance en la radiación de la tierra y la oxidación de la atmósfera por su efecto invernadero. La radiación solar en las altas temperaturas, intervienen en las reacciones fotoquímicas que emiten precursores del ozono. La humedad relativa aporta en la absorción del ozono por medio del comportamiento biológico de las plantas. El viento tiene un papel importante evitando el estancamiento del aire y transporte del ozono a otras regiones. (Ding, S et all, 2023)

2.5.2. Efecto del ozono en la vegetación.

La tierra muestra el ozono como un contaminante de la atmósfera, que pone en riesgo la salud humana y el desarrollo de las plantas, desde décadas anteriores se ha observado estos daños en vides de uvas. Por esta razón, se dio inicio a medidas para solventar los niveles ambientes de O₃ como el Convenio sobre la contaminación atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia y el trabajo sobre Transporte Hemisférico de Contaminación Atmosférica. (Cheesman, A. W et all, 2023)

La vegetación muestra efectos en ecosistemas de cultivos, bosques y praderas. Las pérdidas en cultivos básicos van 3% y el 16%, provocando pérdidas económicas. Algunos ejemplos de daño por ozono son; las manchas meteorológicas en el tabaco, en los cultivos básicos como el trigo, en la calidad de pastizales, alteración en fotosíntesis, crecimiento y mortalidad de los árboles. Aumenta la incidencia de bosques a la sequía, a la acción del viento y a los ataques de insectos y plagas fúngicas. (Emberson L et all, 2020)

2.5.3. Efecto del ozono en los materiales.

La urbanización y grandes ciudades generan efecto de barrera para el aire, dando acumulación de materiales particulados, al quedar atrapados, generan signos de deterioro en los materiales como tinte amarillezco, ennegrecimiento, corrosión, grietas, presencia de plantas y crecimiento de microorganismo. Los principales responsables de en producción de costras y acumulación de polvo son el transporte vehicular y edificaciones. (Rodríguez Rengifo, 2022)

2.6 GENERALIDADES DE LA ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA

La EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica) es una condición pulmonar crónica caracterizada por la obstrucción persistente del flujo de aire en los pulmones. Esto se debe principalmente a dos enfermedades subyacentes: la bronquitis crónica, que involucra la inflamación y estrechamiento de los bronquios, y el enfisema, que implica la destrucción de los alvéolos pulmonares. El factor genético principal es la deficiencia del gen serpin 1, generando deficiencia de $\alpha - 1$ antitripsina. (Gold, 2023)

2.6.1 Fisiopatología

La principal causa de la EPOC es el tabaquismo, aunque también puede ser provocada por la exposición a otros irritantes pulmonares como la contaminación del aire y los humos industriales. Estos factores llevan a una inflamación crónica de las vías respiratorias y de los alvéolos, resultando en la producción excesiva de mucosidad y la pérdida de elasticidad de los pulmones.

El aumento de la inflamación sistémica y de las vías respiratorias superiores e inferiores, En la EPOC estable se produce un aumento de los linfocitos CD8+ y los macrófagos en la mucosa bronquial, y un aumento de los neutrófilos con la enfermedad más grave. Se ha demostrado que varios marcadores de estrés oxidativo aumentan en las vías respiratorias con la exacerbación, como el peróxido de hidrógeno y el 8-isoprostano, y que estos marcadores pueden tardar algún tiempo en recuperarse a su valor basal. (Hopkinson, 2019)

2.6.2 Diagnóstico

El diagnóstico de EPOC se basa en la historia clínica evaluando factores de riesgo, antecedentes familiares, historia de comorbilidades y exacerbaciones. Observar los síntomas típicos como la tos crónica, la dificultad para respirar y la exploración física. Las pruebas de función pulmonar, como la espirometría, son fundamentales para confirmar el diagnóstico y evaluar la gravedad de la enfermedad. (Vogelmeier, 2021)

2.6.3 Tratamiento

El manejo de la EPOC se centra en aliviar los síntomas, reducir la progresión de la enfermedad y mejorar la calidad de vida del paciente. Incluye medidas como el cese del tabaquismo y la evitación de otros irritantes, el uso de broncodilatadores para abrir las vías respiratorias, la terapia con corticosteroides para reducir la inflamación, y en casos avanzados, la oxigenoterapia y la rehabilitación pulmonar. Se recomienda tratar a los pacientes dependiendo del fenotipo de EPOC en las guías actuales, dependiendo del nivel de eosinófilos. (Cazzola, 2018)

En resumen, la EPOC es una enfermedad respiratoria crónica causada principalmente por el tabaquismo y la exposición a irritantes ambientales, que conduce a la obstrucción del flujo de aire y deterioro progresivo de la función pulmonar. El diagnóstico temprano y el manejo adecuado son cruciales para controlar los síntomas y mejorar el pronóstico del paciente.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El proceso investigativo que se utiliza es de carácter cuantitativo, ya que busca afinar las interrogantes de investigación, o revelar nuevas preguntas en base a la recolección y análisis de datos. La hipótesis se plantea conforme se avanza con el trabajo.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El mecanismo de investigación es de forma descriptiva de los hechos observados, de esta forma examinar la manera que individualmente experimentan y perciben los fenómenos, y enlazando interpretaciones, puntos de vista y significados.

3.3 UNIDADES DE ANÁLISIS U OBJETOS DE ESTUDIO

3.3.1 Área de estudio

El estudio se enfoca en población de Costa Rica, sin limitación de edad, sexo o nivel socioeconómico, con una línea de tiempo desde el año 1990 a 2019. La información se toma de bases de investigación como la Global Burden Disease (GBD) y el INEC.

3.3.2 Fuentes de información

Se utiliza solamente las fuentes secundarias como; libros de texto, artículos científicos, páginas de internet, revistas, bases de datos y la GBD.

3.3.3 Población

La población meta es la costarricense que se ve afectada por la contaminación del aire por ozono, incluyendo mortalidad.

3.3.4 Muestra

Este estudio no calcula muestra por su diseño.

3.3.5 Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 4. Criterios de inclusión y exclusión	
CRITERIOS DE INCLUSION	CRITERIOS DE EXCLUSION
Todas aquellas personas de la población costarricense, que se encuentran expuestas a gases atmosféricos en actividades cotidianas en los años de 1990 – 2019.	Población que no se expone a la contaminación por gases atmosféricos, con regulación del aire y purificación del aire.

Fuente: elaboración propia, 2023.

3.4 INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección se realiza de bases de datos del Global Burden of Disease. (GBD).

3.4.1 Validez de un cuestionario

No se necesita cuestionario en esta investigación.

3.4.2 Confiabilidad

No se necesita cuestionario en esta investigación.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se caracteriza por ser no experimental, sus variables no se modifican, permaneciendo en su estado natural. A su vez, al recolectar información de varios años, se clasifica en longitudinal.

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 5. Operacionalización de las variables

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Describir las principales patologías causadas por la contaminación ambiental de ozono.	Patologías causadas por contaminación ambiental de ozono	Relación de las patologías causadas por contaminación por ozono	Causas de la patología en toda la población en un período de tiempo	Patología Sexo Edad Periodo de tiempo	Causas por contaminación con ozono Hombres y mujeres Todas las edades 1990-2019	Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME)

<p>Analizar la tasa de mortalidad por contaminación ambiental de ozono en Costa Rica por sexo y grupo etario de 1990 a 2019.</p>	<p>Mortalidad por contaminación ambiental de ozono en Costa Rica.</p>	<p>Cantidad de defunciones relacionadas en un lugar y tiempo determinado.</p>	<p>Número de muertes por contaminación ambiental de ozono.</p>	<p>Tasa de mortalidad.</p>	<p>Defunciones en un periodo determinado.</p>	<p>GBD</p>
<p>Identificar los años vividos con discapacidad por contaminación ambiental de ozono en Costa Rica por sexo y</p>	<p>Años de vida vividos con discapacidad.</p>	<p>Años de vida que acompañan a una condición de salud peor que la que se considera normal.</p>	<p>Cantidad de años que se vive con alguna limitación que impida llevar a cabo acciones consideradas normales.</p>	<p>Años vividos con limitación para las actividades básicas de la vida diaria.</p>	<p>Años vividos con discapacidad.</p>	<p>GBD</p>

grupo etario de 1990 a 2019.						
Describi r los años de vida ajustado s por discapac idad por polución ambient al de ozono en Costa Rica por sexo y grupo etario de	Años de vida ajustados por discapaci dad.	Años de vida perdidos debido a enferme dad, discapaci dad o muerte prematur a.	Número de años perdidos debido a enferme dad, discapaci dad o muerte prematur a.	Número de años perdidos debido a comorbil idades que generan muerte prematur a.	Años de vida ajustados por discapaci dad.	GBD

1990 a 2019.						
Descubri r los principal es cambios en el impacto de la polución ambient al de ozono en la enferme dad pulmona r obstructi va crónica	Cambios en el impacto de la polución ambienta l de ozono en la enferme dad pulmona r obstructi va crónica	Relación entre el impacto de la polución ambienta l de ozono con la enfermeda d pulmona r obstructi va crónica y su pronostic o	Impacto de la contamin ación por ozono en personas con enferme dad pulmona r obstructi va crónica en un período de tiempo	Impacto y pronóstic o	Cambios en pacientes con enferme dad pulmona r obstructi va crónica exuestos a ozono	Institute for Health Metrics and Evaluati on (IHME)

en las últimas décadas y su pronósti co a futuro.						
---	--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.7 PLAN PILOTO (VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS)

Esta investigación no cuenta con plan piloto.

3.8 PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El proceso de obtención de datos, como tasas de mortalidad, años de vida perdido por la enfermedad, años vividos con discapacidad y años de vida ajustados por discapacidad en relación con la polución ambiental por ozono provienen del Global Burden of Disease (GBD). La información no tiene limitación de edad ni de géneros, formando parte el periodo del año 1990 al 2019.

3.9 ORGANIZACIÓN DE LOS DATOS

La base de la información es el Global Burden of Disease, posterior se debe organizar con ayuda del programa Microsoft Excel.

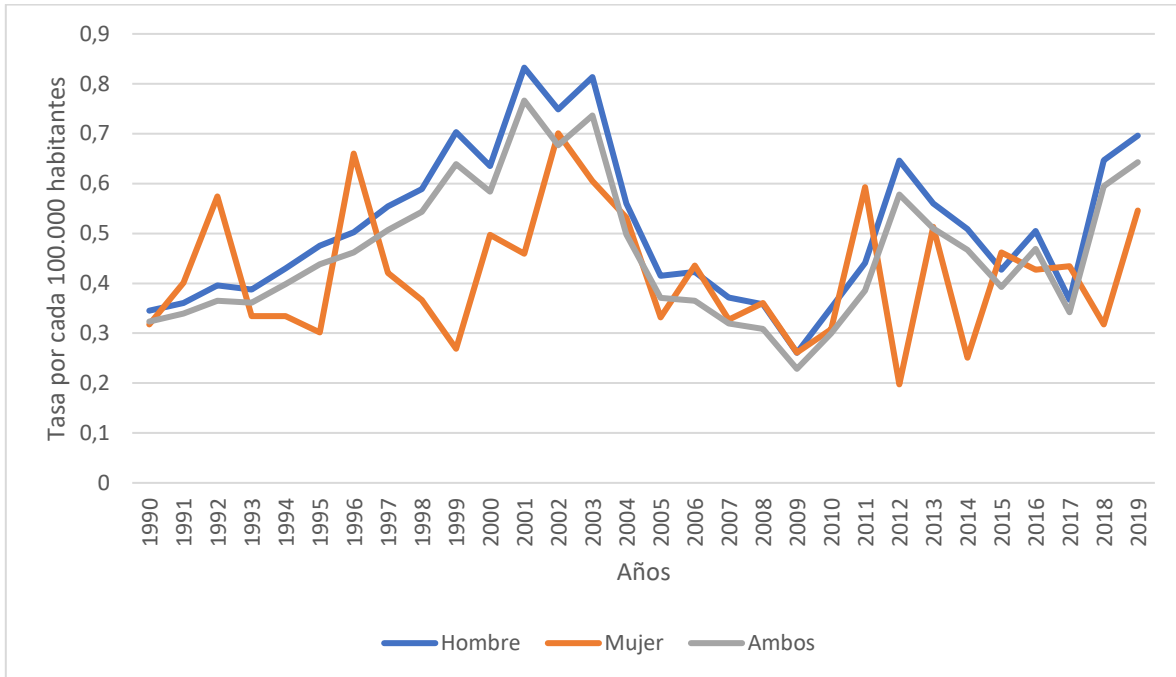
3.10 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se lleva a cabo con las variables, que tienen énfasis en la mortalidad y en la carga de la enfermedad, con dos principales indicadores, años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) y años vividos con discapacidad (AVD).

CAPITULO IV
PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.

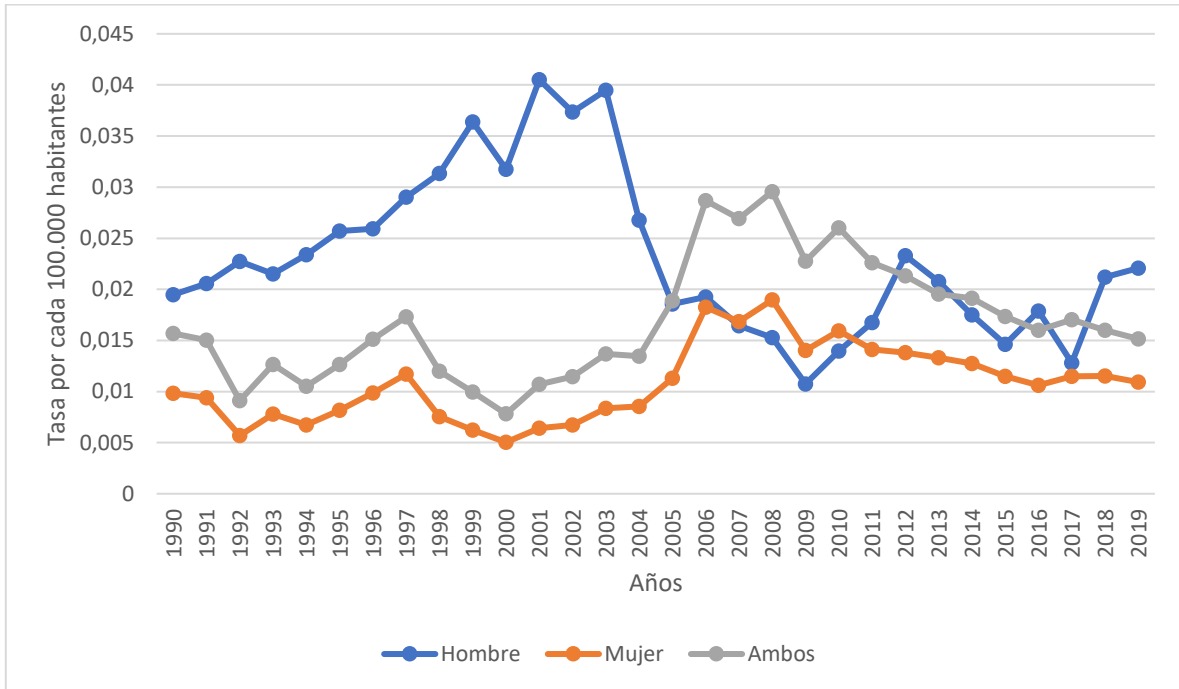
Figura 3 Tasa de mortalidad por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el periodo de 1990 al 2019. (Tasas estandarizadas por 100.000 habitantes).



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

Las defunciones en relación con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y contaminación por ozono, no muestra un patrón regular en ninguno de los sexos a lo largo del tiempo. Ambos muestran un incremento entre 1999 y el 2003 como su tope, se da un descenso sustancial, no obstante, en el 2009 vuelve a incrementar la mortalidad atribuible en los últimos años. El hombre permanece a lo largo del tiempo estudiado como el sexo más afectado, a excepción de algunos picos en los años noventa que la mujer se perjudico mayormente.

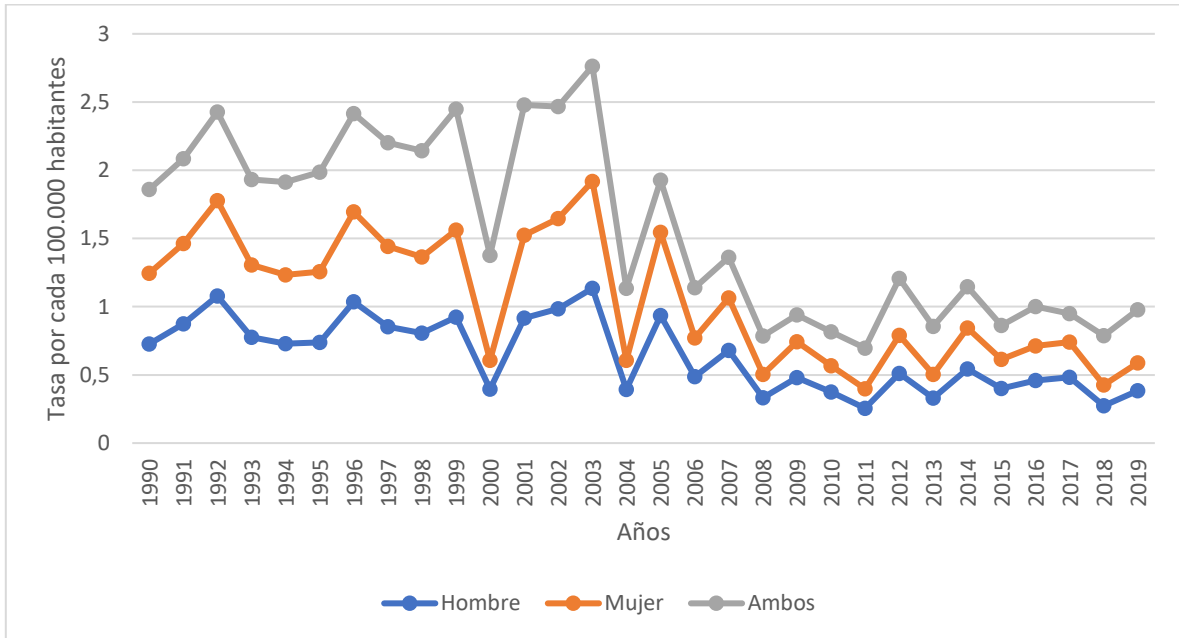
Figura 4 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono, en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

La mortalidad en el adulto joven en las últimas dos décadas muestra un impacto mayor en el hombre, con un incremento gradual en los años noventa alcanzado su meseta en los inicios de los años 2000, posterior descendió en una cifra baja en ambos sexos.

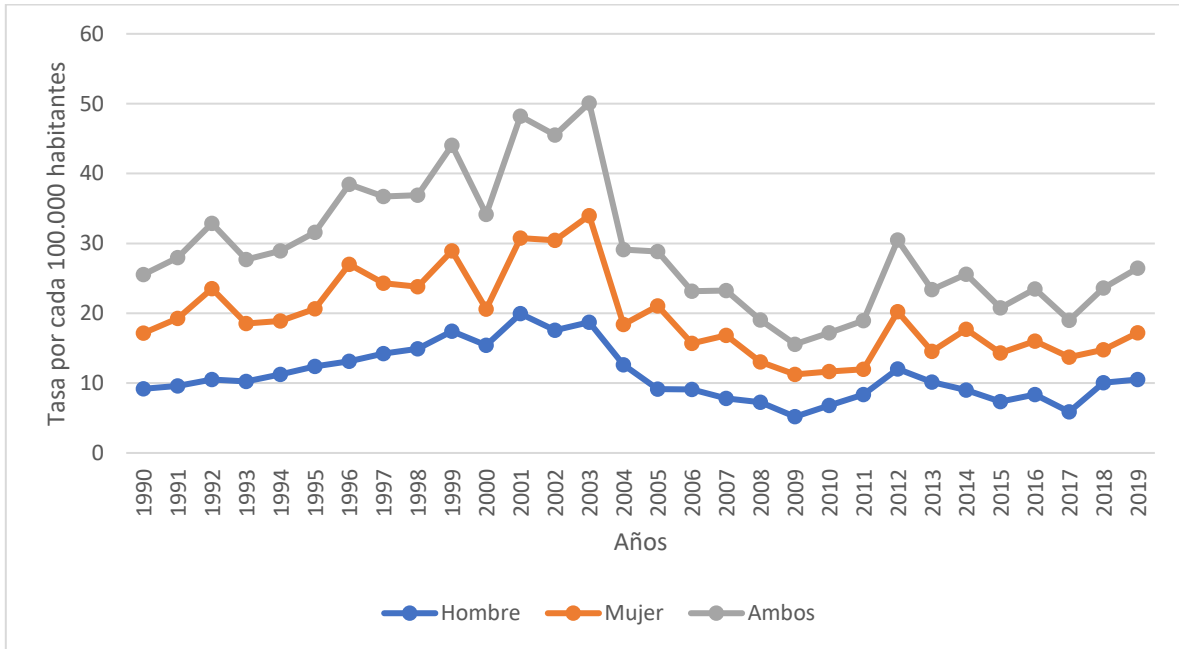
Figura 5 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

El adulto mayor presenta un patrón similar en ambos sexos, la diferencia se denota en la mujer al verse mas afectada que el hombre levemente, presentando la cifra de 2 por cada 100 mil habitantes en el año 2003.

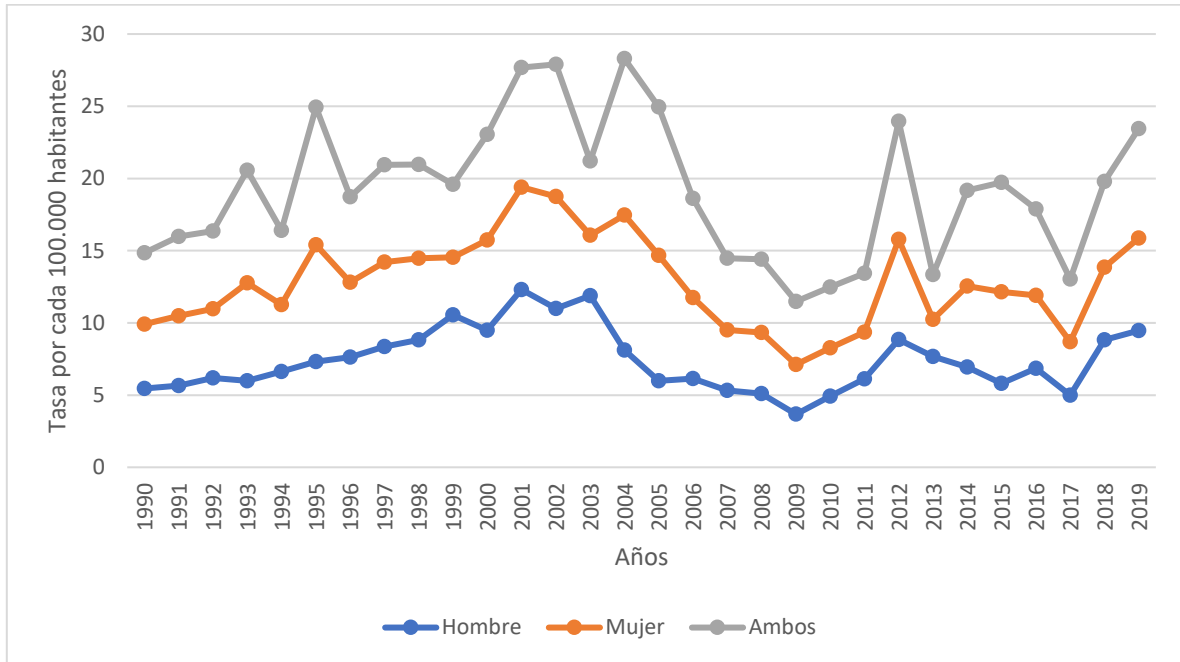
Figura 6 Tasa de mortalidad en enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

Las tasas de mortalidad en mayores de 70 años, muestra un gran aumento en las últimas dos décadas, en general en los inicios del 2000 hasta el 2003, se relaciono con 50 de cada 100.000 habitantes. La mujer se implica mayormente que el hombre.

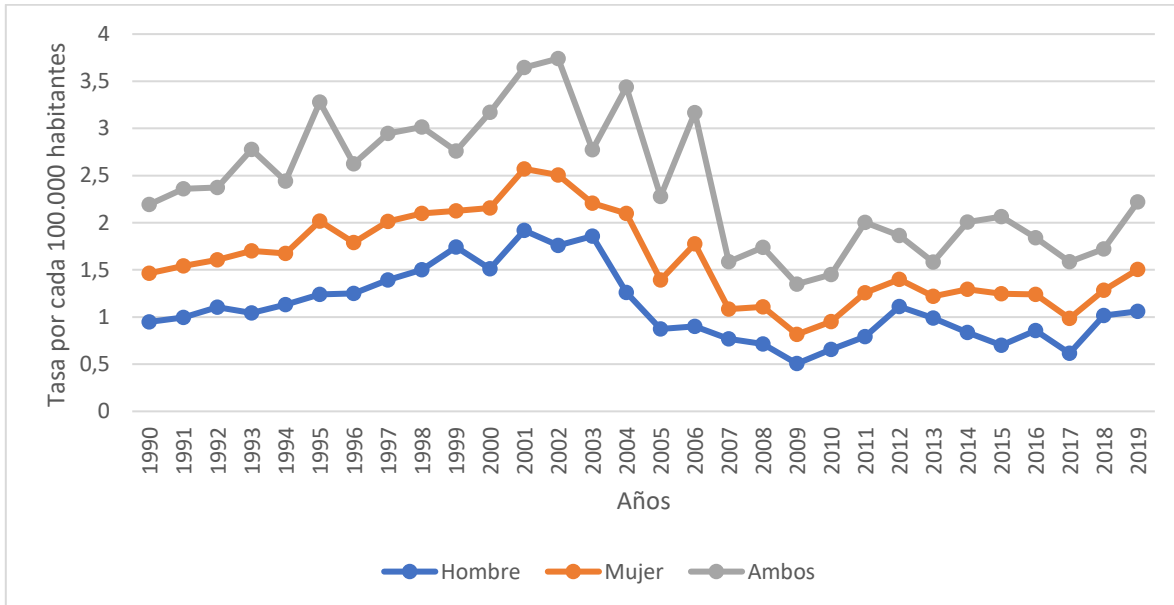
Figura 7 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con contaminación por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

En general en las últimas décadas tiene varias fluctuaciones, alcanzando un máximo de 28 por cada 100.000 habitantes en el 2004. El sexo femenino se mantiene por encima de los valores del hombre, con su pico mayor en el año 2000, y con incremento continuo en los últimos años en ambos sexos.

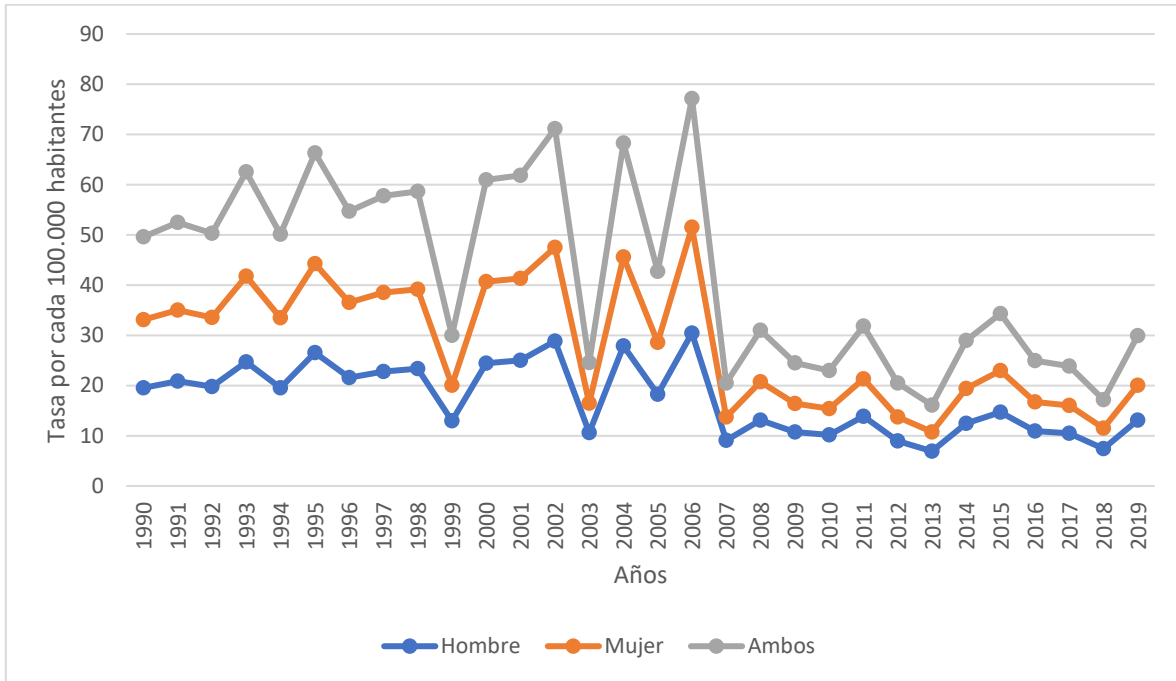
Figura 8 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

El adulto juvenil en ambos sexos mantiene a lo largo de las décadas por arriba de 2 por cada 100.000 mil habitantes, el sexo femenino nuevamente permanece por arriba del hombre, pero en números bajos, con una meseta en el año 2000 al 2003.

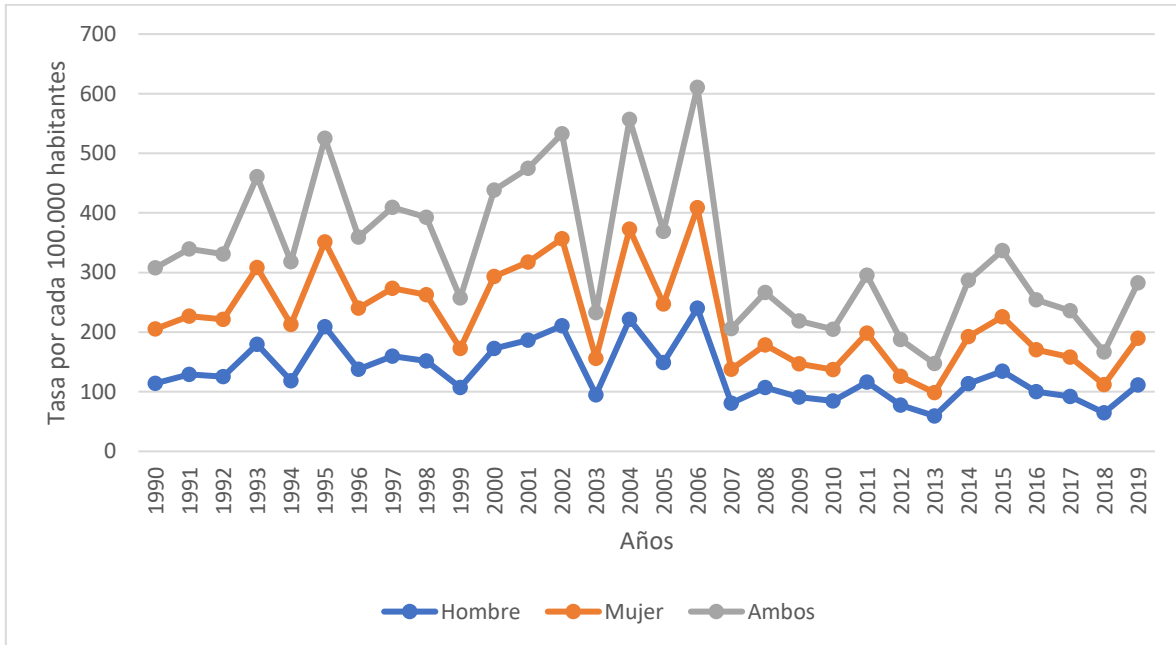
Figura 9 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

Los adultos mayores en ambos sexos presentan varias fluctuaciones en el tiempo, presenta un pico en el año 2006 de 79 por cada 100.000 habitantes, ese mismo año, la mujer alcanzó los 52 por cada 100.000 habitantes. Con una diferencia de 20 habitantes menos se encuentra el sexo masculino. Posterior a ese tiempo presentan descenso gradual en los últimos años.

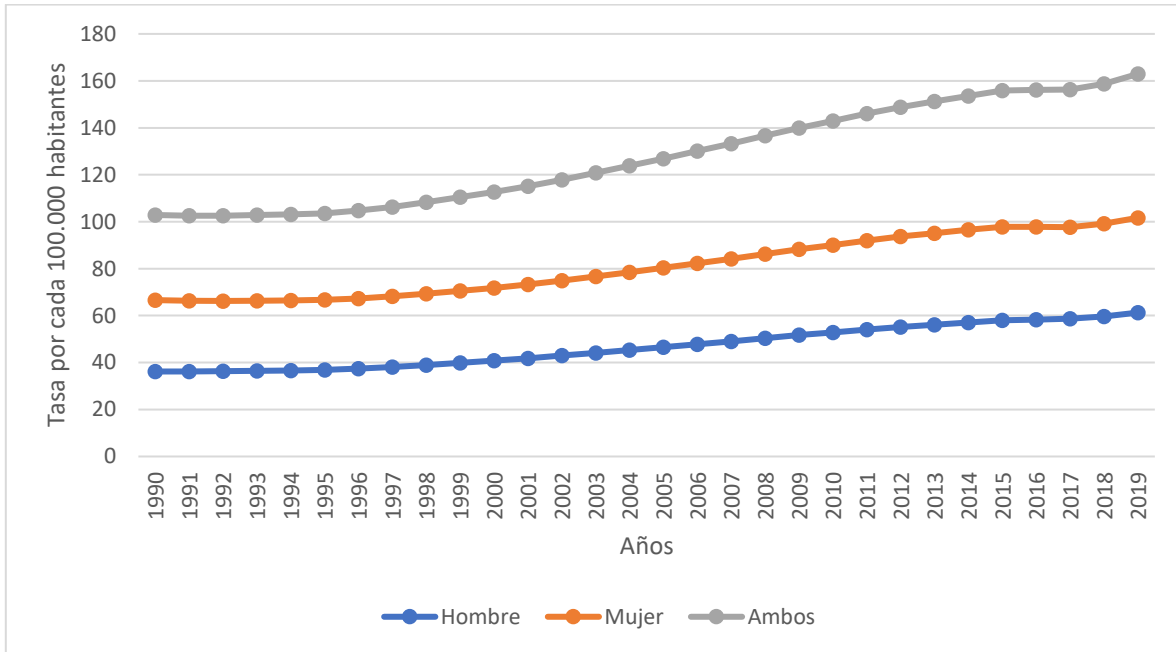
Figura 10 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

El sexo femenino en los adultos mayores de 70 años presenta 4 picos el primero en 1995; 2001, 2003 y 2006 con valores en 400 por cada 100.000 habitantes. En ambos sexos tiene variabilidad, sincronizado los picos con la mujer, llegando hasta a 600 por cada 100.000 habitantes.

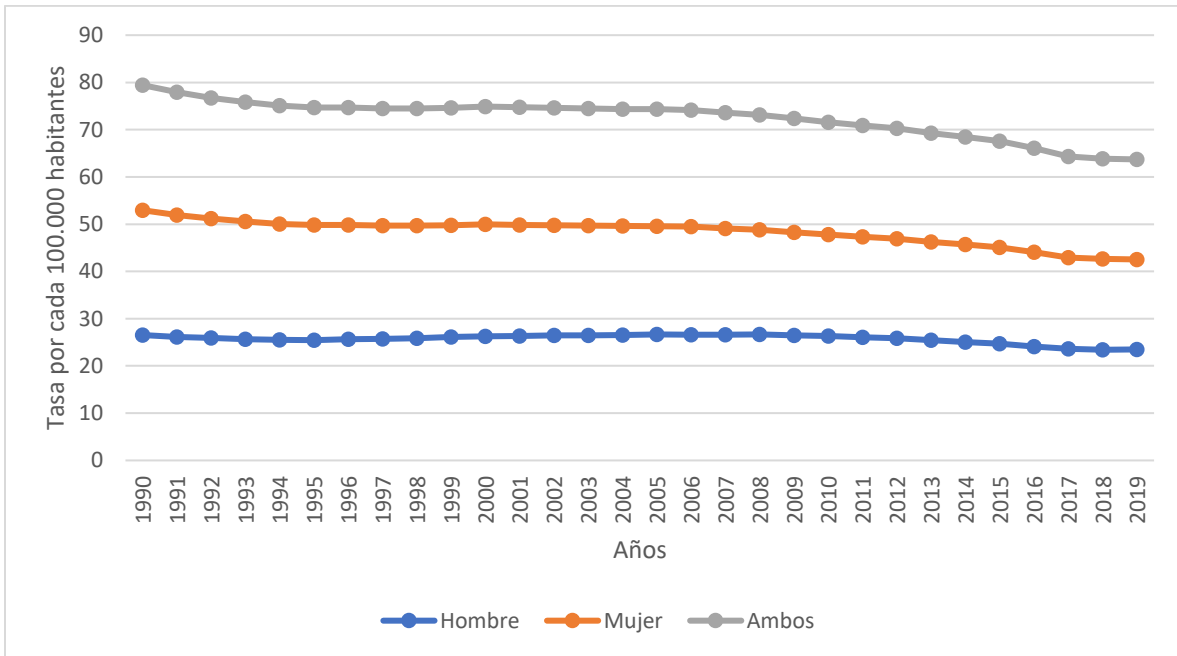
Figura 11 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

El sexo femenino en edad estándar muestra que tuvo un incremento gradual a lo largo del tiempo estudiado, de igual forma el sexo masculino, con una diferencia en la tasa de 40 por cada 100.000 habitantes. En ambos sexos alcanza un pico en el año 2019 con 160 por cada 100.000 habitantes costarricenses.

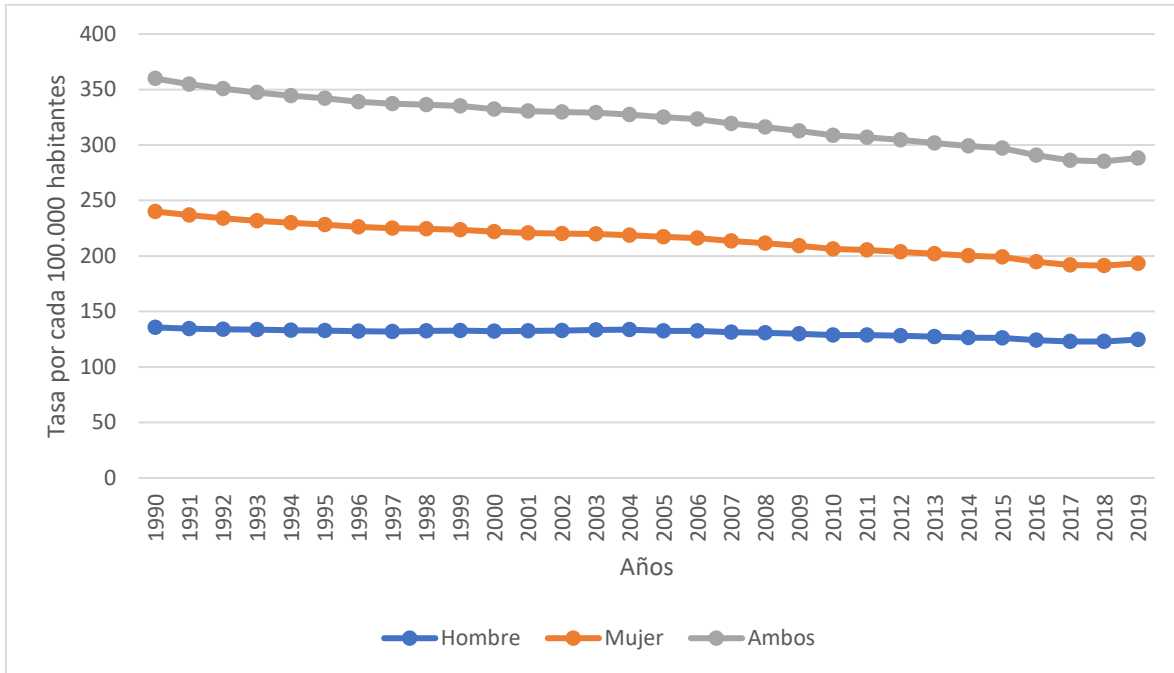
Figura 12 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con polución por ozono en el grupo de edad de 25 a 49 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

Las tasas de AVD muestra en ambos sexos en el adulto joven, un descenso a lo largo de las últimas décadas, el sexo femenino se mantiene entre 50 por cada 100.000 habitantes hasta el año 2008 que inicia a descender. El sexo masculino se mantiene entre 20 y 30 por cada 100.000 habitantes.

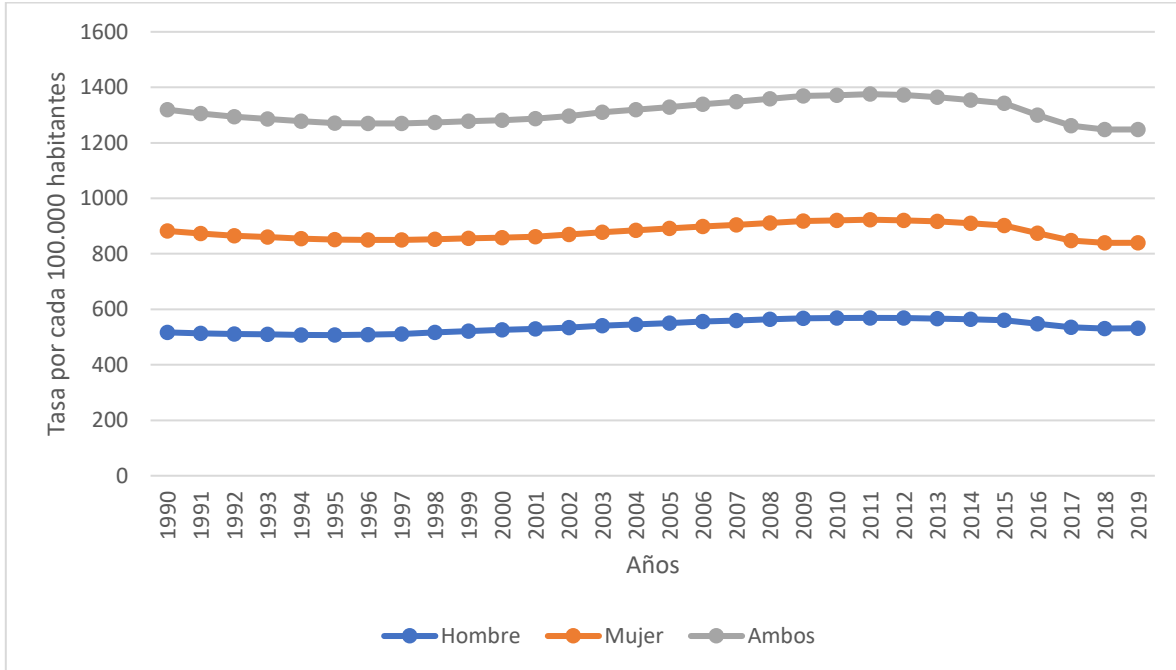
Figura 13 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con contaminación por ozono en el grupo de edad de 50 a 69 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

Los adultos mayores en ambos sexos muestran un descenso gradual en la línea del tiempo estudiada, bajando en el 2017 a 300 por cada 100.000 habitantes. El hombre mantiene una línea estable cercana a los 150 por cada 100.000 habitantes. El sexo femenino muestra disminución en las últimas décadas de 250 a 200 por cada 100.000 habitantes.

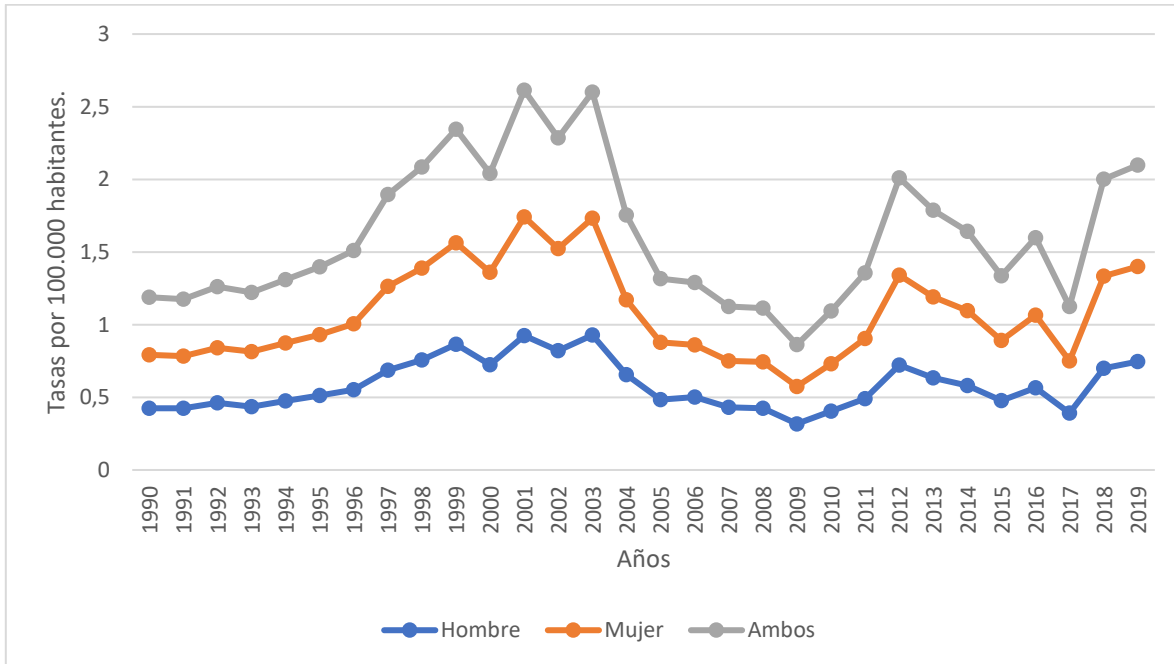
Figura 14 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por enfermedad pulmonar obstructiva crónica relacionada con contaminación por ozono en el grupo mayor de 70 años en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD.

La tasa de AVD en adultos mayores de 70 años, sin discriminar sexo en las últimas dos décadas, denota permanecer entre 1400 y 1200 por cada 100.000 habitantes, mostrando descenso en los últimos años. El sexo femenino conforma una línea entre los 900 y 800 por cada 100.000 habitantes, el sexo masculino permanece estable a lo largo del tiempo cercano a los 600 por cada 100.000 habitantes.

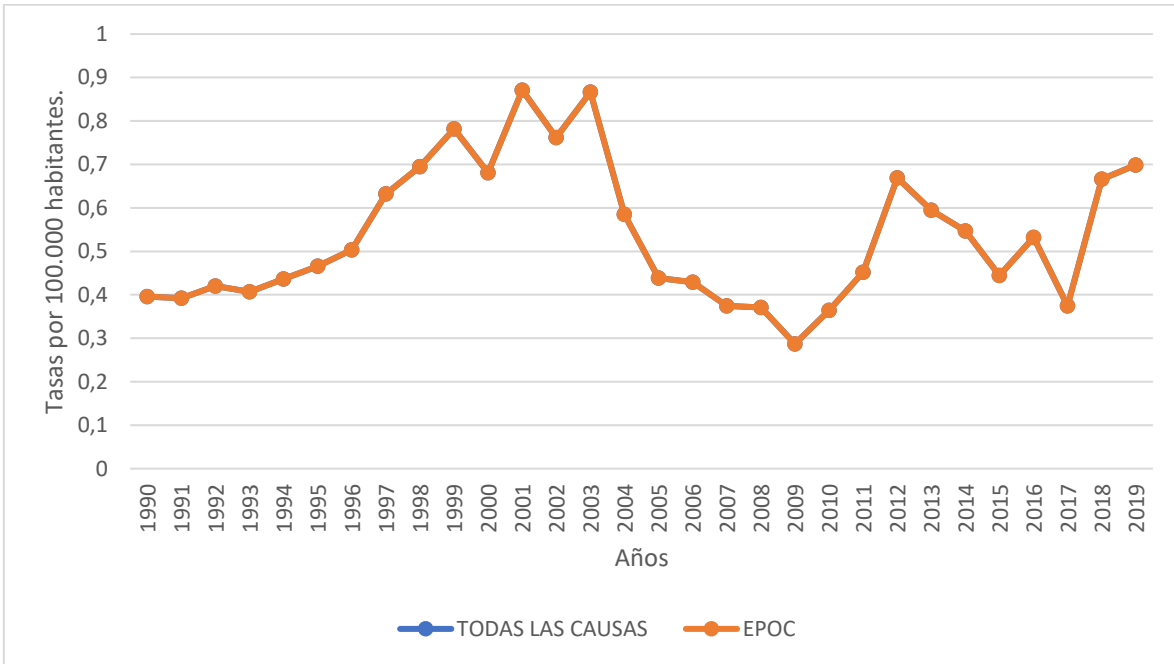
Figura 15 Tasa de mortalidad por contaminación por ozono por todas las causas, por edades estandarizadas en Costa Rica, según sexo, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD

La mortalidad por contaminación por ozono se puede evaluar por todas las causas relacionadas, donde muestra que el máximo pico fue de 2.5 por cada 100 000 habitantes en los años 2000 al 2005, predominando mas en el sexo femenino a lo largo de las décadas estudiadas.

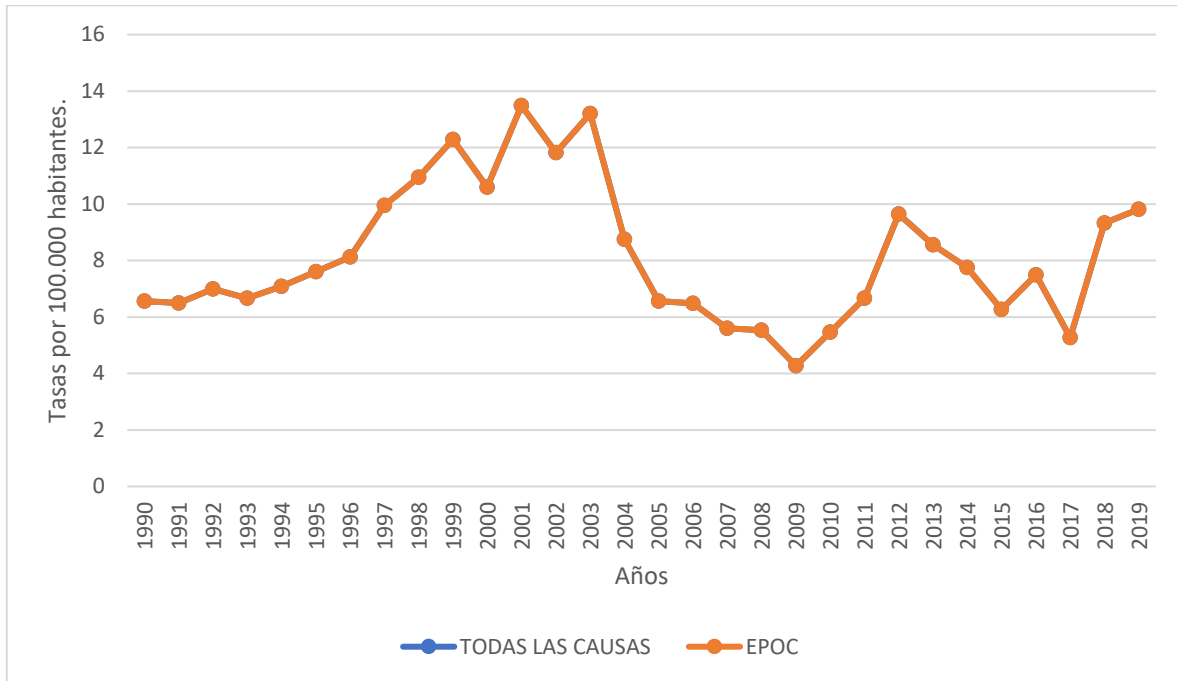
Figura 16 Tasa de mortalidad por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD

Cuando analizamos la grafica de mortalidad por todas las causas comparada con EPOC, podemos observar que la diferencia no llega a ser notable, mostrando la mayor elevación en los años 2000, siendo igual que los análisis por EPOC y ozono anteriormente vistos. Con esto podemos concluir que la mortalidad por ozono como factor de riesgo, llega a ser en su mayoría relacionada con EPOC.

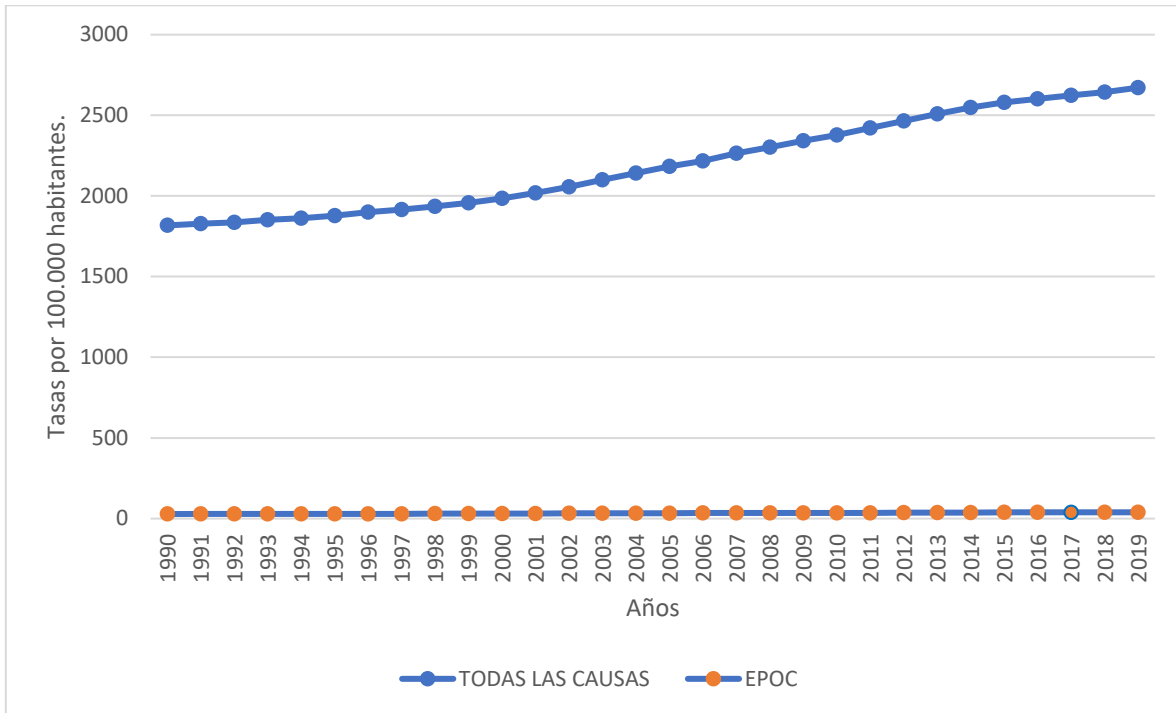
Figura 17 Tasa de años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD

Los años de vida ajustados por discapacidad en relación con contaminación por ozono y todas las causas mantienen gran similitud con las cifras en relación con EPOC, siendo igual que en la mortalidad, por lo tanto, mayoritariamente los adultos mayores se ven afectados por el ozono, llega a ser por la enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Figura 18 Tasa de años vividos con discapacidad (AVD) por contaminación por ozono según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD

La tasa de años vividos con discapacidad no llega a ser la excepción cuando analizamos comparativamente el impacto del ozono como factor de riesgo para todas las causas y la EPOC, desde las últimas décadas mostrando que continua en incremento, dejando en claro que como factor de riesgo el ozono afecta principalmente de forma respiratoria a las personas, siendo una tasa bastante elevada en cuanto a años con discapacidad se refiere.

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS
RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN E INTERPRETACIÓN O EXPLICACIÓN EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

El objetivo es demostrar la mortalidad y carga de la enfermedad de polución en ozono y la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, además de analizar en los distintos grupos etarios adulto joven, adultez y vejez, así como describirlos en hombres y mujeres o ambos sexos, esta investigación es una herramienta útil para el área de salud pública y epidemiología ya que, gracias a los diferentes bases de datos, brinda información de cómo afecta esta enfermedad a los costarricenses, y cuanta pérdida económica genera si no se controla de forma adecuada.

El ozono troposférico estremece la salud en general, principalmente con patologías respiratorias, enfermedad inflamatoria pulmonar, asma y la insuficiencia respiratoria. Tiene un impacto de semanas en el aire, y se intensifica con mayor temperatura o con mayor cantidad de compuestos que reaccionan formando ozono. Costa Rica en el año 2017 se unió a una Coalición para mitigar el ozono y otros contaminantes del aire reflejado en sectores como: industria, agricultura, transporte, entre otros. (Pommera, 2020)

En Costa Rica una de sus características es la cantidad de biodiversidad presentes, con niveles más bajo de ozono troposférico que muchos países, no obstante, siempre contiene números de mortalidad por enfermedad obstructiva crónica relacionada con ozono, impactando más a la mujer tanto en mortalidad como morbilidad en general en los números recolectados y en los últimos años con la tendencia al aumento.

Las emisiones contaminantes en el año 2011 se estudian que la contribución de los contaminantes del aire en Costa Rica se presenta específicamente por fuentes móviles y como los vehículos que son mayores de 15 años de uso representa el 60% de emisiones.

Agregado a esto, la oxidación del nitrógeno por temperaturas altas al reaccionar en combustión con el calor. (Herrera, 2015)

Actualmente se insta a la población a buscar automóviles más modernos, los cuales generen menos emisiones, se cuenta con revisión técnica anual para certificar el mejor estado vehicular posible. Lo que perjudica es la ola de calor, generando niveles altos de ozonos en horas en la que gran parte de la población realizan actividad física o laboral, entre 11 de la mañana a 5 de la tarde. Estos datos nos arrojan a observar una gran mortalidad en los adultos mayores específicamente antes del año 2004, posterior presento un descenso, se podría relacionar al mejorar la flota vehicular entre otros cambios realizados en el país al estar anuente de impacto del cambio climático.

Los estudios respaldan la prioridad de este problema, por lo cual se han implementado movimientos para mejorar la calidad del aire, se realiza un decreto ejecutivo para calcular los contaminantes mas importantes desde el año 2016, acompañado de la Estrategia Nacional de Cambio Climático en Costa Rica.

La polución del aire tendrá el primer puesto de mortalidad prematura por causa ambiental, ya que el material particulado pasará de ser 1 millón a 3.6 millones al año en el 2050. Los contaminantes en el aire disminuyen la calidad de vida, y provoca enfermedad principalmente respiratoria, por lo cual es un problema que impacta la economía y el área social. (Peniche, 2020)

Este dato es alarmante tomando en cuenta el material particulado, acompañado del problema de temperatura, aumentara definitivamente la mortalidad y años de vida ajustado por discapacidad (AVAD), generando muertes prematuras, Esto explica el aumento del AVAD en Costa Rica de los últimos años, principalmente adultos mayores.

De la misma forma el aumento constante de la tasa de años vividos con discapacidad (AVD).

Antes de los años 90, los niveles elevados de dióxido de nitrógeno y ozono estaban vinculados con un aumento en la mortalidad cardiovascular, así como con un aumento en las visitas de urgencia relacionadas con enfermedades respiratorias como EPOC y asma. Por ejemplo, se estimaba que una reducción de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en los niveles de ozono podría llevar a una disminución del 4% en las visitas de urgencia por EPOC y asma.

A pesar de los esfuerzos para reducir la contaminación del aire en años posteriores, el aumento de las temperaturas dificulta el control de los niveles de ozono en la atmósfera.

En España en los años noventa, presentaba estos datos del impacto del ozono, esto mismo se puede relacionar con Costa Rica en los años noventa, con números importantes de mortalidad hasta los años 2000, también los años vividos con discapacidad y las muertes prematuras en los noventa.

Cañada Madriz analiza los niveles de ozono en España con la técnica de interpolación espacial del ozono en Madrid y Sevilla, donde principalmente los niveles alarmantes fueron en Sevilla, superando los 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Destaca la importancia en la salud y su relación con el calentamiento global, no obstante, afecta a la vegetación y los materiales de igual manera. Posterior a la ola de calor del año 2003, Francia, Alemania, Suiza y Austria, reportaron ozono elevado en sus ciudades. La población más vulnerable son las áreas rurales o suburbanas, adultos mayores, mujeres embarazadas y niños.

Orru et al manifiesta el impacto del ozono en la salud en todo el mundo, donde representa más de 7 millones de muertes prematuras por año, un número mayor de hospitalizaciones y días sin laborar por estas patologías. El estudio analiza que en los

siguientes años va a incrementar las concentraciones de ozono y partículas finas, no obstante, difiere según región y factores de población. El viento puede aportar a reducir la formación de ozono, por medio de la dispersión de especies precursoras de ozono.

El metano participa en la mortalidad atribuible por ozono y actualmente no se toma en el costo social de ningún gobierno. Se estima 760 muertes por millón de toneladas métricas de metano en el año 2020, de igual manera, el ozono troposférico se adjudica el 11% de fallecimientos respiratorios crónicos atribuible a la contaminación del aire en todo el mundo cada año. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Coalición para el Clima y el Aire Limpio aportó el informe de evaluación mundial del Metano, presentando 1.400 muertes por millón de toneladas métricas de metano atribuibles al ozono. (Mcduffie, 2023)

El ozono presenta un desafío significativo debido a su formación, que está estrechamente ligada a la presencia de óxidos de nitrógeno, los cuales se encuentran comúnmente en las emisiones de vehículos y grandes instalaciones industriales. La exposición aguda a concentraciones de ozono de 100 partes por mil millones (ppb) durante 4 horas puede resultar en un aumento en los niveles de la proteína C reactiva en el cuerpo durante las siguientes 24 horas, así como en la activación de respuestas simpáticas que pueden afectar la frecuencia cardíaca.

Estos efectos pueden manifestarse tanto a corto como a largo plazo. Sin embargo, a pesar de la evidencia de estos impactos, las regulaciones políticas para abordar este problema no han sido tan rigurosas como podría esperarse. Las áreas urbanas densamente pobladas, especialmente aquellas que albergan a comunidades marginadas, son las más afectadas por este problema de contaminación del aire.

China mantiene una lucha contra la contaminación del aire, realiza un estudio en la población joven de 15 a 50 años en regiones de bajos ingresos del oeste de China, donde concluyen que, si hay una relación alta entre contaminación por ozono y enfermedad obstructiva crónica en jóvenes, aunque estos permanezcan asintomáticos. (Xing, 2023) Esto explica los datos en AVAD Y AVD en la población joven costarricense, que son números importantes, a diferencia de la mortalidad.

De acuerdo con Orellano et al indica la relación de la contaminación del aire por material particulado, dióxido de nitrógeno y ozono específicamente y su aumento de la mortalidad por todas las causas y por causas específicas, realiza una revisión sistemática y metaanálisis, donde certifica que este impacto es a corto plazo en la exposición.

Los niños en diferentes partes del mundo se ven afectados por el ozono troposférico, los datos de mortalidad y morbilidad de EPOC y contaminación por ozono excluyen a la edad pediátrica, de igual manera es un problema que afecta sus vías respiratorias, específicamente con la enfermedad del asma, generando eventos complicados y hospitalizaciones en los niños. (Rosser, 2023)

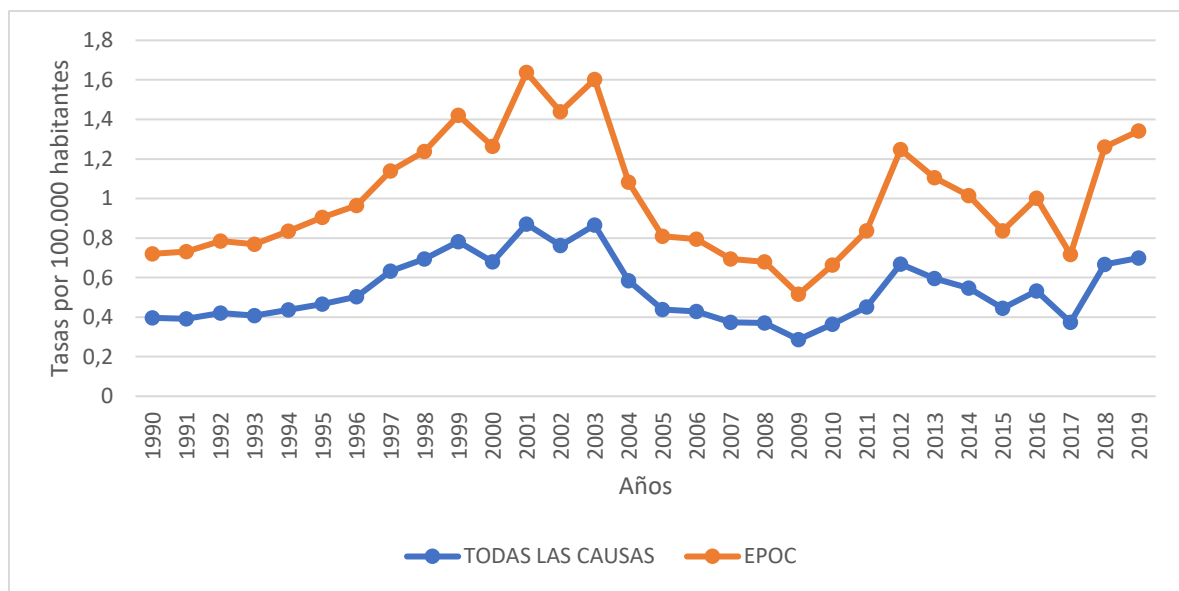
Xie et al comparan los impactos sanitarios y económicos de las partículas contaminantes en China, dentro de los impactos económicos resalta la cantidad de muertes prematuras entre la población de 15 y 65 años, por lo que disminuye la oferta de mano de obra y tiempo total laboral, también indica que una política de control de contaminación atmosférica enfocada a bajar las emisiones primarias, lograrían un impacto en el ozono pero representa un reto disminuir los niveles de ozono en comparación con demás emisiones secundarias.

Entre los años 2013 y 2017, se realizaron cálculos en China para determinar el riesgo relativo de defunciones respiratorias debido a la exposición prolongada al ozono. Estos estudios sugieren que, en un período promedio de 5 años, aproximadamente 186,000 muertes respiratorias y 125,000 muertes cardiovasculares podrían atribuirse a esta exposición. Aunque la situación en China puede diferir considerablemente de la de Costa Rica en términos de exposición al ozono, la tendencia creciente en los niveles de ozono en ambos lugares indica la necesidad de estudiar y prepararse para mitigar los efectos adversos ya existentes. Se ha observado que incluso niveles de exposición al ozono por debajo de los estándares nacionales o internacionales pueden contribuir a muertes prematuras por enfermedades respiratorias crónicas como la EPOC, especialmente cuando la exposición es prolongada, hasta un máximo de 3 meses. Esto subraya la importancia de tomar medidas para abordar los niveles de ozono y sus impactos en la salud pública.

Ruiz G et al indica la sinergia del coronavirus COVID- 19 (SARS- COV-2) con las altas temperaturas e insolación de la superficie, produciendo más ozono y también incendios que en forma cíclica aumentan la preocupación del impacto del ozono. Sabemos que afecta la salud de forma respiratoria de misma forma que el virus del SARS- COV-2, generando impacto en mortalidad como en hospitalización. (Ruiz, 2020) (Ortinez, 2020) El humano se expone al ozono día a día, el cual muestra progresión en relación con el calentamiento global, no muestra datos de disminuir y en muchos países provoca daños oxidantes como inflamación pulmonar, disminución de la función pulmonar, además se demuestra implicaciones de la vasorreactividad cerebral, alterando niveles de serotonina y el sistema inmune, mediante la modulación de la expresión de genes. (Bălă, 2021)

El ozono como individual genera daños en la salud y economía de los países, en un estudio donde se evaluaron 372 ciudades de diferentes países del mundo, se identifica el término de índice de sinergia, el cual muestra el daño combinado de contaminantes específicamente PM 2.5 y O₃, mostrando daño de 1.9 millones de enfermedades respiratorias y 5.3 millones en enfermedades cardiovasculares. (Liu, 2023)

Figura 19 Tasa de mortalidad por contaminación por ozono comparando según todas las causas y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, por edades estandarizadas, para ambos sexos, en Costa Rica, en el período de 1990 al 2019. Tasas por 100.000 habitantes.



Fuente: Elaboración propia con datos de la GBD

Concluyendo el análisis de los datos, podemos observar que las tasas de mortalidad en relación con la polución por ozono y las tasas de mortalidad por contaminación por ozono en relación con EPOC, se diferencia por muy poco en Costa Rica entre 1990 al 2019, dejando en claro que el mayor

impacto del ozono es en la vía respiratoria aportando a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica su desarrollo.

CAPITULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- El propósito de esta investigación es generar información académica y estadística del impacto de la contaminación ambiental por ozono y su impacto en la salud, principalmente de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, produciendo datos de actualización epidemiológica en Costa Rica y del mundo, como alternativas para combatir su impacto y análisis de química del ozono en el ambiente.
- El impacto de la polución por ozono y otros contaminantes atmosféricos es un reto actual para diferentes países en el mundo, donde con diferentes estrategias se busca mitigar el efecto del ozono troposférico en la salud humana, vegetación, bosques y biodiversidad.
- El ozono tiene diversos mecanismos que intervienen con el ser humano tanto en su salud como en sus recursos, podemos dejar en claro que es gasto económico a nivel político donde se toman algunos ingresos para disminuir este contaminante que afecta salud, los suelos, nuestros cultivos y hasta materiales.
- Las fuentes principales de ozono troposférico al ser un contaminante secundario, depende su formación de reacciones químicas de compuestos orgánicos volátiles y óxidos de nitrógeno. El mecanismo es por combustión, por lo que el impacto de la temperatura e intensidad solar aumenta las concentraciones del ozono, relacionado definitivamente con el calentamiento global y efecto invernadero.
- Los efectos en la salud humana del ozono en diferentes estudios son notables, se vincula en problemas cardiovasculares, respiratorios, dermatológicos y en sistema nervioso central, siendo un factor de riesgo silencioso que se espera sea la principal causa de origen ambiental de diferentes patologías. En Costa Rica la mortalidad,

AVAD Y AVD se relaciona con la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, basado en los datos brindados por la GBD, donde impacta principalmente a la mujer y adultos mayores, generando impacto mayor en muertes prematuras y años de discapacidad.

- Es importante establecer que el ozono troposférico en los últimos años es el único contaminante atmosférico que no tiene la tendencia a disminuir, y permanece estable o en continuo aumento en diferentes partes del mundo, principalmente las grandes ciudades y las urbanizaciones en los alrededores de estas ciudades, impacta mayormente las ciudades de bajos recursos, y se encuentra un beneficio con los vientos, al dispersar este contaminante y disminuir sus efectos.
- El ozono troposférico tiende a variar en diferentes zonas del mundo, por lo que la calidad del aire difiere por regiones, por lo que se necesita más evaluación por región de este problema, específicamente los países de bajos y medios recursos que son los que más afectados se ven con este problema, así facilitarían comparar los estudios a nivel mundial.
- El principal sesgo de la investigación en nuestro país y a nivel mundial son los pocos datos y estudios presentados en la edad pediátrica y adolescencia, pudiendo afectar directamente a ellos con enfermedades respiratorias como el asma o indirectamente con problemas de malnutrición por pérdida de cosechas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Realizar campañas informativas de los efectos del ozono y su impacto en la salud pública, de tal forma que pueda ser notable como un factor de riesgo ambiental que afecta la salud de toda la población a nivel mundial y costarricense.

- Continuar fortaleciendo medidas ya establecidas por el gobierno costarricense y agregar nuevas leyes basadas en evidencia que establezca la importancia de este problema de salud pública, tomando en cuenta el impacto del metano y otros compuestos químicos que alteran la mitigación del ozono.
- Realizar inversión en investigación para monitorizar de forma adecuada la composición del aire atmosférico en Costa Rica, dividido por ciudades y sus diferentes climas o estaciones, para así observar el comportamiento del ozono y otros contaminantes atmosféricos, para brindar recomendaciones según el impacto que reciba cada ciudad y su relación con mortalidad y morbilidad de diferentes patologías con el ozono.
- Promover las diferentes estrategias y consejos para disminuir el impacto del ozono en nuestra salud, como evitar realizar actividad física en las horas establecidas con el nivel más altos de ozono troposférico, disminuir la contaminación del aire por medio de vehículos que no cumplan los requerimientos básicos para transitar, reforzar las medidas en las fábricas con hogueras para que cumplan con medidas de desecho y mitigación de contaminantes primarios que promueven la formación de mayor ozono.
- Los seres humanos como seres pensantes que habitan esta tierra deben de aportar con pequeños cambios para mitigar la contaminación del aire, algunas recomendaciones que podemos implementar es mantener en óptimas condiciones el vehículo que utilizamos para que sus contaminantes sean los mínimos, utilizar más el transporte público o bicicletas, apagar las luces y equipos eléctricos, consumir carne apropiadamente y no alto consumo entre otras recomendaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. He, C., Wu, Q., Li, B., Liu, J., Gong, X., & Zhang, L. (2023). Surface ozone pollution in China: Trends, exposure risks, and drivers. *Frontiers in public health*, *11*, 1131753. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1131753>
2. Díaz Jiménez, J., & Linares Gil, C. (2018). Impacto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad diaria a corto plazo en España. *Revista De Salud Ambiental*, *18*(2), 120–136. Recuperado a partir de <https://www.ojs.diffundit.com/index.php/rsa/article/view/924>
3. Carliño, M. J., Segura, F. O., & Iglesias, J. C. (2021). 5.-Contaminación ambiental y su influencia en la salud. *ReNaCientE-Revista Nacional Científica Estudiantil-UPEL-IPB*, *2*(1), 75-90. <https://revistas.investigacionupelipb.com/index.php/renaciente/article/download/1566/1505>
4. Leon Rojas, R. C. (2021). Contaminación ambiental y sus efectos en la salud: una revisión de la literatura científica. [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26511/Leon Rojas%2C Roberto Carlos.pdf?sequence=1](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26511/Leon%20Roberto%20Carlos.pdf?sequence=1)
5. Martínez-Valdeavellano, L. F. (2023). Impacto de la materia particulada fina (PM2. 5) en la morbilidad y mortalidad respiratoria. *Kompass Neumología*, *5*(1), 16-18. <https://doi.org/10.1159/000529131>
6. Manisalidis, Ioannis and Stavropoulou, Elisavet and Stavropoulos, Agathangelos and Bezirtzoglou, Eugenia. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*.(8). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>

7. Juan Antonio Ortega-García, Indra Martínez-Hernández, Elena Boldo, Alberto Cárceles-Álvarez, Carmen Solano-Navarro, Rebeca Ramis, Estefanía Aguilar-Ros, Manuel Sánchez-Solis, Fernando López-Hernández, (2020). Contaminación atmosférica urbana e ingresos hospitalarios por asma y enfermedades respiratorias agudas en la ciudad de Murcia (España) *Anales de Pediatría*, Volume 93, Issue 2, Pages 95-102. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.01.012>.
8. Palacios Anzules Ítalo del C., & Moreno Castro Denny W. (2022). Contaminación ambiental. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*. 93-103. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.93-103](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.93-103)
9. Pérez, K. R. C., Liens, G. I. M., & Pantoja, J. E. C. (2022). Título: Impacto ambiental en el sistema inmune de las personas. <https://ambimed.sld.cu./index.php/ambimed22/2022/paper/viewFile/162/26>
10. Rodríguez, H. R., Díaz, M. H., Sangrador, J. L. T., Halbinger, A. S., Lugo, M. C., Rothenberg, S. J., ... & Flores, M. B. Contaminación del aire en zonas urbanas y salud. *Juan Rivera Dommarco Tonatiuh Barrientos Gutiérrez Carlos Oropeza*, 130. https://www.researchgate.net/profile/GabrielaArgumedo/publication/357912744_Actividad_fisica_y_estilos_de_vida_saludables/links/61e700538d338833e37a7c09/Actividad-fisica-y-estilos-de-vida-saludables.pdf - page=130
11. Chang, J. (2021). *Química*. 13 edición. Madrid: McGraw-Hill.
12. Brown, T., Lemay, H., Bursten, B., Murphy, C., y Woodward, P. (2014). *Química la Ciencia Central*. 12 edición. México: Person.
13. Fernández, M. (2020). *La Radiación Solar en Bahía Blanca*. Universidad Nacional de Sur, Argentina. Recuperado <http://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/5454>

14. Habte, A., Stoffel, T., Perez, R., Myers, D., Gueymard, C., Philippe, B., y Stefan, W. (2017). *Overview of Solar Radiation Resource Concepts*. Second Edition. Denver: NREL. Recuperado www.nrel.gov/publication.
15. Oke, T., Mills, G., y Voogt, J. (2017). *Urban Climates*. Cambridge: Cambridge University Press. Recuperado <https://doi.org/10.1017/9781139016476>
16. Porta, A., Sánchez, E., y Colman, J. (2018). *Calidad del aire*. Buenos Aires: Universidad Nacional de la Plata. Recuperado <https://doi.org/10.35537/10915/73756>
17. Ruiz, A. (2023). *El clima y los modelos climáticos*. Universidad de Oviedo, España. Recuperado <https://hdl.handle.net/10651/69228>
18. Semjen, C. R. (2020). Contaminación atmosférica y medioambiental y patología respiratoria. *EMC-Tratado de Medicina*, 24(3), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(20\)44024-3](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(20)44024-3)
19. Lemus, I. D. L. C. C., Torres, J. B., & Lee, R. L. (2023). Incidencia de la contaminación atmosférica en las crisis agudas de asma bronquial e infecciones respiratorias agudas. *Revista Cubana de Meteorología*, 29(4), cu-id [Incidencia de la contaminación atmosférica en las crisis agudas de asma bronquial e infecciones respiratorias agudas | Revista Cubana de Meteorología \(insmet.cu\)](https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.10.003)
20. Bello-Medina, P. C., Rodríguez-Martínez, E., Prado-Alcalá, R. A., & Rivas-Arancibia, S. (2022). Contaminación por ozono, estrés oxidativo, plasticidad sináptica y neurodegeneración. *Neurología*, 37(4), 277-286. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2018.10.003>
21. Chen, Y. Liu, Z. Zhao, J. Qiu, (2021). Oxidative stress in the skin: Impact and related protection. *Int. J. Cosmet. Sci.* 43, 495–509 <https://doi.org/10.1111/ics.12728>

22. Tian, Y., Wu, Y., Liu, H., Si, Y., Wu, Y., Wang, X., Wang, M., Wu, J., Chen, L., Wei, C., Wu, T., Gao, P., & Hu, Y. (2020). The Impact of Environmental Ozone Pollution on Pneumonia: A Nationwide Time Series Analysis. *International Environment*, *136*, 105498. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105498>
23. Nassikas, N. J., Spangler, K., & Wellenius, G. A. (2021). Asthma Exacerbations Attributable to Ozone Air Pollution in New England. *Rhode Island medical journal* (2013), *104*(9), 20–23.
24. Borroni, E., Pesatori, A. C., Bollati, V., Buoli, M., & Carugno, M. (2022). Air pollution exposure and depression: A comprehensive updated systematic review and meta-analysis. *Environmental pollution (Barking, Essex : 1987)*, *292*(Pt A), 118245. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118245>
25. Río Camargo, A. D. (2020). Cambio climático, la penalidad del ozono y la mortalidad asociada en la Ciudad de México. <http://hdl.handle.net/11651/4342>
26. Ding, S., Jiang, X., & Wu, C. (2023). Contrasting Near-Surface Ozone Pollution in Wet and Dry Year over China. *International journal of environmental research and public health*, *20*(2), 998. <https://doi.org/10.3390/ijerph20020998>
27. Cheesman, A. W., Brown, F., Farha, M. N., Rosan, T. M., Folberth, G. A., Hayes, F., Moura, B. B., Paoletti, E., Hoshika, Y., Osborne, C. P., Cernusak, L. A., Ribeiro, R. V., & Sitch, S. (2023). Impacts of ground-level ozone on sugarcane production. *The Science of the total environment*, *904*, 166817. Advance online publication.
28. Emberson L. (2020). Effects of ozone on agriculture, forests and grasslands. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, *378*(2183), 20190327. <https://doi.org/10.1098/rsta.2019.0327>

29. Rodríguez Rengifo, S. (2022). Efecto del ozono troposférico en los materiales de construcción. *Encuentro Internacional De Educación En Ingeniería*.
<https://doi.org/10.26507/paper.2265>
30. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). 2023. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Report. Disponible en: <https://goldcopd.org>
31. Hopkinson, N. S., Molyneux, A., Pink, J., Harrisingh, M. C., & Guideline Committee (GC) (2019). Chronic obstructive pulmonary disease: diagnosis and management: summary of updated NICE guidance. *BMJ (Clinical research ed.)*, 366, 14486.
<https://doi.org/10.1136/bmj.14486>
32. Vogelmeier CF, Criner GJ, Martinez FJ, et al. 2022. Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease Report. GOLD Executive Summary. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021;203(1):24-32.
doi:10.1164/rccm.202009-3533SO
33. Cazzola, M., Rogliani, P., Calzetta, L., & Matera, M. G. (2018). Triple therapy *versus* single and dual long-acting bronchodilator therapy in COPD: a systematic review and meta-analysis. *The European respiratory journal*, 52(6), 1801586.
<https://doi.org/10.1183/13993003.01586-2018>
34. Pommera, J. R., & Victor-Gallardo, L. (2020). Opciones para reducir los contaminantes climáticos de vida corta en Costa Rica.
35. Herrera, J. (2014). Inventario de emisiones de contaminantes criterio de Costa Rica en 2011. *Revista De Ciencias Ambientales*, 48(1), 5-19. <https://doi.org/10.15359/rca.48-2.1>

36. Sandoval, J.A. (2020). Evaluación del impacto de índice de regularidad (IRI) sobre las emisiones de dióxido de carbono, niveles de ruido y material particulado producidos por el tránsito vehicular en carreteras en la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Universidad de Costa Rica. [45264.pdf \(ucr.ac.cr\)](#)
37. Peniche-Camps, Salvador, & Cortez-Huerta, Mauro. (2020). La costumbre al envenenamiento: el caso de los contaminantes atmosféricos de la ciudad de Guadalajara, México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 54(2), 1-19. <https://dx.doi.org/10.15359/rca.54-2.1>
38. A. Tobías Garcés, J. Sunyer Deu, J. Castellsagué Piqué, M. Sáez Zafra, J. M. Antó Boqué, (1998) Impacto de la contaminación atmosférica sobre la mortalidad y las urgencias por enfermedad pulmonar obstructiva crónica y asma en Barcelona, Gaceta Sanitaria, Volume 12, Issue 5, Pages 223-230, ISSN 0213-9111, [https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(98\)76476-3](https://doi.org/10.1016/S0213-9111(98)76476-3).
39. Cañada Torrecilla, M. R. (2021). El riesgo de contaminación por ozono en dos ciudades españolas (Madrid y Sevilla). Un estudio realizado con técnicas de modelado espacial y SIG. *Geographicalia*, (73), 195–212. https://doi.org/10.26754/ojs_geoph/geoph.2021735168
40. Orru, H., Ebi, K.L. & Forsberg, B. (2017). The Interplay of Climate Change and Air Pollution on Health. *Curr Envir Health Rpt* 4, 504–513 <https://doi.org/10.1007/s40572-017-0168-6>
41. Mcduffie, E. Sarofim, M. Raich, G. Jackson, M. Román, E. Seltzer, K. et al. (2023) El costo social de los impactos de las emisiones de metano en la mortalidad relacionada con el ozono. *El futuro de la Tierra/ Volumen 11, Número 9*. <https://doi.org/10.1029/2023EF003853>

42. Schwartz J. (2016). The Year of Ozone. *American journal of respiratory and critical care medicine*, *193*(10), 1077–1079. <https://doi.org/10.1164/rccm.201512-2533ED>
43. Xing, Z., Yang, T., Shi, S., Meng, X., Chai, D., Liu, W., Tong, Y., Wang, Y., Ma, Y., Pan, M., Cui, J., Long, H., Sun, T., Chen, R., & Guo, Y. (2023). Combined effect of ozone and household air pollution on COPD in people aged less than 50 years old. *Thorax*, *79*(1), 35–42. <https://doi.org/10.1136/thorax-2022-219691>
44. Orellano, P., Reynoso, J., Quaranta, N., Bardach, A., & Ciapponi, A. (2020). Orellano, P., Reynoso, J., Quaranta, N., Bardach, A., & Ciapponi, A. (2020). Short-term exposure to particulate matter (PM₁₀ and PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), and ozone (O₃) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. *Environment international*, *142*, 105876. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105876>
45. Rosser, F., & Balmes, J. (2023). Ozone and childhood respiratory health: A primer for US pediatric providers and a call for a more protective standard. *Pediatric pulmonology*, *58*(5), 1355–1366. <https://doi.org/10.1002/ppul.26368>
46. Xie, Y., Dai, H., Zhang, Y., Wu, Y., Hanaoka, T., & Masui, T. (2019). Comparison of the health and economic impacts of PM and ozone pollution in China. *International Environment*, *130*, 104881. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.05.075>
47. Wang, Y., Wild, O., Chen, X., Wu, Q., Gao, M., Chen, H., Qi, Y., & Wang, Z. (2020). Health impacts of long-term ozone exposure in China over 2013-2017. *Environment international*, *144*, 106030. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106030>
48. Wei, Y., Wang, Y., Wu, X., Di, Q., Shi, L., Koutrakis, P., Zanobetti, A., Dominici, F., & Schwartz, J. D. (2020). Causal Effects of Air Pollution on Mortality Rate in Massachusetts. *American journal of epidemiology*, *189*(11), 1316–1323. <https://doi.org/10.1093/aje/kwaa098>

49. Ruiz, G., Riojas, H., Hernández, I., & García, Á. (2020). Coronavirus SARS-CoV-2, contaminación atmosférica y riesgos a la salud. *Instituto Nacional de Salud Pública*.
50. Ortinez, A., Villegas, A., Martínez, A., Gutiérrez, A. L., De, A., Vizcaya, G. R., ... & Páramo, V. H. (2020). Coronavirus SARS-CoV-2, contaminación atmosférica y riesgos a la salud. *Inst Nac Salud Pública*, 5.
51. Bălă, G. P., Râjnoveanu, R. M., Tudorache, E., Motișan, R., & Oancea, C. (2021). Air pollution exposure-the (in)visible risk factor for respiratory diseases. *Environmental science and pollution research international*, 28(16), 19615–19628.
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-13208-x>
52. Liu, C., Chen, R., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., Guo, Y., Tong, S., Lavigne, E., Correa, P. M., Ortega, N. V., Achilleos, S., Roye, D., Jaakkola, J. J., Rytty, N., Pascal, M., Schneider, A., Breitner, S., Entezari, A., Mayvaneh, F., Raz, R., Honda, Y., ... Kan, H. (2023). Interactive effects of ambient fine particulate matter and ozone on daily mortality in 372 cities: two stage time series analysis. *BMJ (Clinical research ed.)*, 383, e075203. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-075203>

GLOSARIO Y ABREVIATURAS

ABREVIATURAS

Ar: Argón

AVAD: Años de Vida Ajustados por Discapacidad

AVD: Años Vividos con Discapacidad

Cd: Cadmio

CH₄: Metano

CFCs: Clorofluorocarburo

Cl₂: Dicloro

CO: Monóxido de carbono

CO₂: Dióxido de carbono

EPOC: Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

GBD: Global Burden Of Disease

HCl: Acido Clorhídrico

Hg: Mercurio

HF: Fluoruro de hidrogeno

H₂S₂ : Disulfano

NH₃: Amoniac

Ni: Níquel

NO₂: Dióxido de nitrógeno

NO_x: Nitrato

NPBz: Nitrato de peroxibenzoilo

O₃: Ozono

PAN: Nitrato de Peroxiacetilo

PPN: Nitrato de Peroxipropionilo

Pb: Plomo

PM2.5: Partículas contaminantes pequeñas

Ppm: Partículas por millón

SO₂: Dióxido de Azufre

SO₃: Trióxido de azufre

ANEXOS

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jaime Andrés Arguedas Ortiz, cédula de identidad número 1-1637-0546, en condición de egresado de la carrera de Medicina y Cirugía de la Universidad Hispanoamericana, y advertido de las penas con las que la ley castiga el falso testimonio y el perjurio, declaro bajo la fe del juramento que dejo rendido en este acto, que mi trabajo de graduación, para optar por el título de licenciatura, titulado "Mortalidad y Carga de la Enfermedad por contaminación por ozono en Costa Rica de 1990-2019" es una obra original y para su realización he respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derechos de Autor y Derecho Conexos, número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; especialmente el numeral 70 de dicha ley en el que se establece: "Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original". Asimismo, que conozco y acepto que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. Firmo, en fe de lo anterior, en la ciudad de San José, el treinta de Abril del dos mil veinticuatro.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'JA', is centered on a light yellow rectangular background.

Jaime Andrés Arguedas Ortiz

CARTA DE APROBACIÓN DEL TUTOR

San José, Lunes 01 julio 2024

Señores

Departamento de Registro

Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

La estudiante Jaime Arguedas Ortiz, cédula de identidad número 1-1637-0546,, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación el trabajo de **“Mortalidad y Carga de la Enfermedad por contaminación por ozono en Costa Rica de 1990-2019”**, el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura en Medicina y Cirugía.

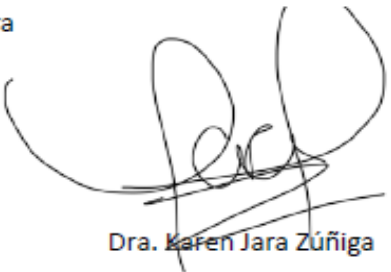
He verificado que se ha incluido las observaciones y hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría; y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

Los resultados obtenidos por el postulante implican la siguiente calificación:

A.	ORIGINAL DEL TEMA	10%	9%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	28%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	17%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
F.	TOTAL		94%

Por consiguiente, se avala el traslado de la tesis al proceso de lectura

Atentamente



Dra. Karen Jara Zúñiga

COD. 13226

CARTA DE APROBACIÓN DEL LECTOR

CARTA DEL LECTOR

San José, 20 de julio de 2024

Departamento de Servicios Estudiantiles
Universidad Hispanoamericana
Presente

Estimados señores:

El estudiante **JAIME ANDRÉS ARGUEDAS ORTIZ**, cédula de identidad número **1 1-1637-0546**, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: **"MORTALIDAD Y CARGA DE LA ENFERMEDAD POR POLUCIÓN AMBIENTAL DE OZONO EN COSTA RICA 1990-2019"** cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Medicina y Cirugía. He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y, la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones esenciales correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con los requisitos para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

JOSHUA
SANTANA
SEGURA (FIRMA)

Firmado digitalmente
por JOSHUA SANTANA
SEGURA (FIRMA)
Fecha: 2024.07.20
06:50:56 -06'00'

Dr. Joshua Santana Segura
Céd. 115870832
Cód. 16080

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 29/07/2024

Señores:

Universidad Hispanoamericana

Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Jaime Andrés Arguedas Ortiz con número de identificación 116370546 autor (a) del trabajo de graduación titulado Mortalidad y carga de la enfermedad por contaminación ambiental de ozono en Costa Rica de 1990 al 2019 presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de Medicina y Cirugía ; SI autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

Firma y Documento de Identidad: 1-1637-0546



**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.