



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO DE FIN DE GRADO

LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA FERTILIDAD DEL SER HUMANO.

Pedro Villaverde de la Parte

Grado de Enfermería

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Año Académico 2019-20

LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES EN LA FERTILIDAD DEL SER HUMANO.

Pedro Villaverde de la Parte

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Enfermería

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2019-20

Palabras clave del trabajo:

Fertilidad, contaminantes ambientales, cambio climático, infertilidad masculina, infertilidad femenina.

Nombre Tutor/Tutora del Trabajo: Pedro Villaverde de la Parte

Nombre Tutor/Tutora (si procede): Sonia Martínez Andreu

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ÍNDICE

Resumen.	pág. 6-8
1. Introducción.	pág. 9-12
2. Objetivos.	pág. 13
- Objetivo general.	pág. 13
- Objetivos específicos.	pág. 13
- Palabras clave.	pág. 13
3. Estrategia de búsqueda bibliográfica.	pág. 14
- Criterios de inclusión.	pág. 14
- Criterios de exclusión.	pág. 15
- Bases de datos y combinaciones booleanas.	pág. 15-16
4. Resultados.	pág. 17-22
5. Discusión.	pág. 24
- Afectación de factores ambientales tóxicos en hombres y en mujeres.	pág. 23-34
- Cambio climático.	pág. 34-36
6. Conclusión.	pág. 36-37
7. Bibliografía.	pág. 38-41
8. Anexos.	pág. 42-63

RESUMEN

Introducción

La infertilidad afecta a un 20% de la población mundial. En España se calcula que hay unos 800.000 casos al año (1). Hay diferentes grados de infertilidad, y esta tiene su origen en diferentes causas. Entre las principales causas de infertilidad se encuentran la edad avanzada de los progenitores, estilos de vida no saludables (consumo de alcohol, tabaco, productos procesados...), defectos congénitos, desequilibrio hormonal, pero también existe la influencia de factores ambientales (contaminantes del agua, atmosféricos, químicos...).

En la actualidad, la contaminación y explotación del medio ambiente por el ser humano es cada día más evidente. Una de las principales razones, es que el medio ambiente se ha cosificado como fuente inagotable de recursos para el desarrollo ilimitado. Esto produce un impacto negativo no solo en la naturaleza, sino también en la vida de las personas, afectando a su organismo, bienestar, hasta el punto de dejar infértil a una persona.

Objetivo

Por ello, en el presente trabajo se ofrecerá una revisión de la literatura existente, y se explorará la influencia de los factores ambientales en la fertilidad del ser humano.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica de artículos relacionados en las bases de datos CINAHL/EBSCOhost, PudMed/Medline i BVS/Biblioteca Virtual en Salud. Para realizar la búsqueda se ha aplicado un límite temporal de 10 años comprendido entre 2009 – 2019.

Resultados

Se han incluido 21 artículos relacionados con nuestro estudio. Dentro de estos artículos seleccionados, se encuentran diversas revisiones bibliográficas y sistemáticas, un estudio de casos y controles, un estudio observacional, un estudio de cohorte prospectivo, dos estudios epidemiológicos, un manuscrito y un metaanálisis.

Conclusiones

Pruebas sólidas han demostrado que la exposición a contaminantes ambientales puede interferir con la función reproductora masculina y femenina. Pero se necesitan más estudios para aclarar las asociaciones entre las exposiciones a estos contaminantes ambientales, definir aún más los posibles mecanismos a través de los cuales estos compuestos actúan y determinar cómo contribuyen negativamente a los resultados reproductivos, que pueden ser marcadores de salud en general.

Palabras clave: Fertilidad, contaminantes ambientales, infertilidad masculina, infertilidad femenina y cambio climático.

RESUM

La infertilitat afecta un 20% de la població mundial. A Espanya es calcula que hi ha uns 800.000 casos a l'any (1). Hi ha diferents graus d'infertilitat, i aquesta té el seu origen en diferents causes. Entre les principals causes d'infertilitat es troben l'edat avançada dels progenitors, estils de vida no saludables (consum d'alcohol, tabac, productes processats ...), defectes congènits, desequilibri hormonal, però també hi ha la influència de factors ambientals (contaminants de l'aigua, atmosfèrics, químics ...).

En l'actualitat, la contaminació i explotació de l'entorn per l'ésser humà és cada dia més evident. Una de les principals raons, és que el medi ambient s'ha cosificat com a font inescapable de recursos per al desenvolupament il·limitat. Això produeix un impacte negatiu no només en la naturalesa, sinó també en la vida de les persones, afectant al seu organisme, benestar, fins al punt de deixar infèril a una persona.

Objectiu

Per això, en el present treball s'oferirà una revisió de la literatura existent, i s'explorarà la influència dels factors ambientals en la fertilitat de l'ésser humà.

Estratègia de recerca bibliogràfica

S'ha realitzat una recerca bibliogràfica d'articles relacionats a les bases de dades CINAHL/EBSCOhost, PubMed/Medline i BVS/Biblioteca Virtual en Salud. Per fer la cerca s'ha aplicat un límit temporal de 10 anys comprès entre 2009 - 2019.

Resultats

S'han inclòs 21 articles relacionats amb el nostre estudi. Dins d'aquests articles seleccionats, es troben diverses revisions bibliogràfiques i sistemàtiques, un estudi de casos i controls, un estudi observacional, un estudi de cohort prospectiu, dos estudis epidemiològics, un manuscrit i una metaanàlisi.

Conclusions

Les proves sòlides han demostrat que l'exposició a contaminants ambientals poden interferir amb la funció reproductora masculina i femenina. Però calen més estudis per aclarir les associacions entre les exposicions a aquests contaminants ambientals, per definir els possibles mecanismes a través dels quals aquest component actuen i determinar com afecten negativament als resultats reproductius, que poden ser marcadors de salut en general.

Paraules clau: Fertilitat, contaminació ambiental, infertilitat masculina, infertilitat femenina i canvi climàtic.

ABSTRACT

Infertility affects 20% of the world population. In Spain, there is an estimate of 800.000 cases a year (1). There are different degrees of infertility, and they have their origin in different causes. Among the main causes of infertility, we can find the advanced age of parents, unhealthy lifestyles (alcohol, tobacco or processed food's consumption among others), birth defects, hormonal imbalance, but there is also the influence of environmental factors (water, atmospheric, or chemical pollutants to name a few).

Currently, the pollution and exploitation of the environment by human beings is more evident every day. One of the main reasons is that the environment has been objectified as an inexhaustible source of resources for unlimited development. This produces a negative impact not only on nature, but also on people's lives, affecting their body, well-being, to the point of rendering a person infertile.

Objective

Therefore, this review will attempt to offer a review of the existing literature, as well as to explore the influence of environmental factors on human fertility.

Bibliographic search strategy

A bibliographic search of related articles was performed in the CINAHL / EBSCOhost, PubMed / Medline and BVS / Virtual Health Library databases. To carry out the search, a 10-year time limit has been applied between 2009-2019.

Results

21 articles related to our study have been included. Within these selected articles are various systematic and bibliographic reviews, a case-control study, an observational study, a prospective cohort study, two epidemiological studies, one manuscript, and one meta-analysis.

Conclusions

Strong evidence has shown that exposure to environmental pollutants that can interfere with male and female reproductive function. However, more studies are needed to clarify the associations between exposures to these environmental pollutants, further define the possible mechanisms through which these chemicals act, and determine how they affect negative reproductive outcomes, which may be markers of general health.

Key words: Fertility, environmental pollutants, infertility, male, infertility, female and climate change.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Conceptos

En este apartado se definirán una serie de conceptos clave para poder desarrollar y entender con claridad este trabajo:

Infertilidad: según la OMS (Organización Mundial de la Salud) la infertilidad es una enfermedad que afecta a la pareja, en donde ésta se ve imposibilitada para concebir un hijo naturalmente o de llevar un embarazo a término después de 1 año de relaciones sexuales constantes sin uso de MAC (método anticonceptivo) (2).

Contaminantes ambientales: se entiende por contaminación ambiental la incorporación al medio ambiente de agentes nocivos en cualquier estado y de origen tanto biológico, como físico y químico, peligrosos para la salud de los seres humanos, animales y plantas (3).

Cambio climático: es la variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a causas naturales y a la acción del hombre, que se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc, a muy diversas escalas de tiempo (4).

A continuación, se explicarán brevemente ciertos componentes tóxicos y donde se pueden encontrar:

Metales pesados: están expuestos al ser humano a través del medio ambiente, de algunas actividades industriales (como la fusión y soldadura de metales) o a través de la ingesta dietética.

El plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el mercurio (Hg) son tres metales pesados que ejercen un impacto negativo en la salud reproductiva de las personas, ya sea por efecto directo sobre la glándula objetivo, o por efecto indirecto (5).

Bisfenol-A: se trata de un compuesto químico que se incorpora en muchos productos de uso diario, como equipos médicos, latas de aluminio, plásticos de policarbonato, selladores dentales... Una vez expuesto al BPA, puede distribuirse por todo el cuerpo, es decir, a diversos fluidos corporales como el calostro, fluido folicular ovárico, leche materna, orina, sangre y plasma (6).

En particular se considera que el BPA tiene efectos estrogénicos y antiandrogénicos capaces de alterar el eje hipotalámico-pituitario-gonadal, y la capacidad de alterar los

patrones epigenéticos normales con consecuencias perjudiciales para el sistema reproductivo.

Ftalato: los ftalatos (Ps) son uno de los compuestos más investigados, se emplean prácticamente en todas las aplicaciones industriales y productos de consumo aditivos. Este compuesto se encuentra en detergentes, dispositivos médicos, lubricantes, ropa, alimentos, juguetes y diversos cosméticos (7).

Los Ps se metabolizan y excretan rápidamente en orina y heces, por lo tanto, la evaluación de la exposición a los Ps en humanos se basa en la medición de las concentraciones urinarias de metabolitos de ftalato.

Dioxinas: las dioxinas se liberan en el medio ambiente como subproductos de la combustión (por ejemplo, incineración de residuos municipales y comerciales, quema de combustibles e incendios forestales), fabricación de productos químicos (por ejemplo, pesticidas y herbicidas) y operaciones de la industria del metal. Es decir que la vía de exposición en humanos es a través del consumo de alimentos contaminado, agua, productos lácteos y leche materna (6).

Bifenilos policlorados: son entidades químicas utilizadas en la fabricación de plásticos, resinas, cauchos clorados, retardantes de llama y circuitos microeléctricos (8).

Disolventes orgánicos: son compuestos utilizados en reparación de automóviles, electrónica, productos para cuidados de la salud, pinturas, pegamento y otras industrias (9).

1.2 Relación de conceptos

La salud según la OMS es “El estado completo de bienestar físico y social de una persona”, y no solo la ausencia de enfermedad (10). Pero esta se ve influenciada por tres factores que determinan la vida del ser humano:

- Estilos de vida y conductas de salud: sedentarismo, estrés, drogas, mala alimentación, etc.
- Biología humana: constitución, carga genética, desarrollo y envejecimiento.
- Medio ambiente: contaminación física, química, biológica, psicosocial y sociocultura.

En este trabajo se pretende hacer hincapié en la contaminación ambiental que afecta directa e indirectamente a la salud de la población. En general las personas estamos

expuestas a diversas sustancias tóxicas a lo largo de nuestra vida. Este contacto con componentes tóxicos puede darse durante procesos de producción, distribución o utilización de productos como medicamentos, alimentos, productos de limpieza, insecticidas, pesticidas, etc, o bien cuando éstos son desechados al medioambiente.

Las alteraciones que provocan algunos contaminantes ambientales en la salud son relativamente fáciles de reconocer y evaluar, sobre todo cuando los efectos son inmediatos, como intoxicaciones agudas, alergia, etc. Pero en otras ocasiones es mucho más difícil establecer una asociación causa-efecto cuando el agente tóxico produce daños a la salud después de un tiempo largo, o cuando las manifestaciones metabólicas, fisiológicas o patológicas aparecen mucho tiempo después de la exposición.

Según establece la OMS los factores ambientales que influyen en la salud de las personas se dividen en tres grupos, que son (11):

Factores físicos

Estos factores engloban las condiciones externas que nos rodean, algunos de ellos de origen atmosférico y otros de diversa procedencia. En cualquier caso, son factores que influyen en la salud de las personas, y pueden afectar negativamente sobre nuestra salud y comportamiento.

Factores químicos

A medida que pasan los años la producción de sustancias químicas ha ido aumentando progresivamente. Actualmente, los factores químicos son los que más incidencia tienen sobre nuestra salud. De hecho, decenas de miles de sustancias químicas están en uso en todo el mundo, y solo un porcentaje pequeño ha sido investigado para analizar sus propiedades nocivas para la salud.

Podemos encontrar compuestos tóxicos en el agua, en los cosméticos, en los alimentos, en el aire, en la ropa, en detergentes y en muchos otros productos de uso cotidiano. Estos compuestos tóxicos penetran nuestro organismo a través del sistema respiratorio, del sistema digestivo o incluso por contacto directo.

Hay elementos naturales inorgánicos y sustancias tóxicas como el mercurio (Hg) o el plomo (Pb) que se inhalan, se ingieren o absorben. Esto sucede ya que no solo respiramos por la nariz, sino también los poros de nuestra piel están absorbiendo constantemente las sustancias que nos rodean. Cuando la acumulación de dichos tóxicos

sobrepasa los límites aceptables, aparecen las enfermedades provocadas por la contaminación ambiental.

Factores biológicos

Entre estos se encuentran los animales, plantas y microorganismos, como, los virus, los hongos, las bacterias, los parásitos, las levaduras y sus micotoxinas y los vegetales y los alérgenos de origen biológico.

Sabemos que los factores ambientales influyen directamente en la salud de las personas y que, de una u otra manera, el medio ambiente influye considerablemente en más del 80% de los casos de diversas enfermedades graves de carácter respiratorio y cardiovascular, pero también cabe destacar que están estrechamente relacionados con la infertilidad de la población.

Hay que mencionar que en 2015 la ONU, aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, sin dejar nadie atrás. La Agenda cuenta con 17 objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas que son de carácter integrado e indivisible, y conjugan las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental (12,13). Más adelante en el apartado de discusión se nombrarán y comentarán los objetivos de la Agenda 2030 relacionados con este trabajo.

En la actualidad en España hay cerca de 800000 casos de infertilidad, y un 20% de la población mundial es infértil. Para ser más específicos 1 de cada 6 parejas es infértil (1). Tanto la infertilidad masculina como la femenina afectan a un 30% de las parejas (pero dentro de las causas de infertilidad masculina entre el 40-50% son por causas desconocidas, del mismo modo que en las causas de infertilidad femenina hay un 25-30% desconocidas). Luego hay un 20% de los casos que se debe a un problema de ambos miembros de la pareja, y otro 20% a una causa inexplicable que no puede ser identificada.

Sabiendo la influencia que tienen los factores ambientales en la salud de las personas, y viendo ese porcentaje tan elevado de causas desconocidas en la infertilidad humana (40-50%). El objetivo de dicha revisión ha sido valorar la influencia de los factores ambientales en la fertilidad de la población.

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Explorar como afectan los factores ambientales a la fertilidad del ser humano.

Objetivos específicos:

- Clarificar la influencia de los factores ambientales en la fertilidad según el género.
- Conocer si el cambio climático afecta a la fertilidad del ser humano.

Palabras clave

Fertilidad, contaminantes ambientales, cambio climático, infertilidad masculina, infertilidad femenina.

3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Para realizar la búsqueda bibliográfica de esta revisión y poder contestar a la pregunta de investigación se han utilizado y recogido artículos de las siguientes bases de datos específicas, tales como CINHALL, PubMed/Medline y en el metabuscador BVS/ Biblioteca Virtual en Salud.

Las palabras clave que se han usado para llevar a cabo la búsqueda han sido “fertilidad”, “contaminantes ambientales”, “cambio climático”, “infertilidad masculina” e “infertilidad femenina”. Estas se han convertido en términos MESH a través del dispositivo online DeCS.

PALABRAS CLAVE	TÉRMINOS MESH
Fertilidad	Fertility
Contaminantes ambientales	Environmental pollutants
Cambio climático	Climate change
Infertilidad masculina	Infertility, male
Infertilidad femenina	Infertility, female

Los criterios de inclusión y exclusión que se han tenido en cuenta a la hora de realizar la búsqueda de los artículos, para esta revisión, son los siguientes:

Criterios de inclusión

- 1.CI Hombres que se encuentren dentro de la edad fértil, (de 12 a 60 años de edad (la media), pudiendo ser fértil toda la vida).
- 2.CI Mujeres que se encuentren dentro de la edad fértil (de 14 a 45 años de edad).
- 3.CI Publicaciones entre 2009 y 2019.
- 4.CI Grupo de población: humano.
- 5.CI Idiomas: en inglés, español o portugués.
- 6.CI Artículos que traten sobre hábitos no saludables, tales como: consumo de tabaco, alcohol, dieta no adecuada, vida sedentaria y falta de energía.

Criterios de exclusión

1. *CE* Todos aquellos hombres que no se encuentren dentro de la edad fértil.

(< 12 y > 60 de edad).

2. *CE* Todas aquellas mujeres que no se encuentren dentro de la edad fértil.

(< 14 y > 45 de edad).

3. *CE* Cualquier sujeto que tenga una patología asociada.

CINAHL/EBSCOHOST

* La primera búsqueda se realizó en la base datos CINAHL donde se introdujeron los siguientes descriptores: *Fertility AND environmental pollutants*. Los años de búsqueda son entre el 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés y el español.

* En la segunda búsqueda, en esta misma base de datos, se utilizaron los siguientes descriptores: *Infertility, female OR infertility, male AND environmental pollutants*. Los años de búsqueda son entre el 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés y el español.

* Por último, se realizó una tercera búsqueda en esta misma base de datos donde los descriptores fueron: *Infertility, female OR infertility, male AND climate change*. Los años de búsqueda son entre el 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés y el español.

PUBMED/MEDLINE

* La segunda base de datos fue PubMed/Medline, en la que se introdujeron los descriptores: *Fertility AND environmental pollutants*, en su primer nivel de búsqueda. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués.

* En la segunda búsqueda, en esta misma base de datos, se utilizaron los siguientes descriptores: *Infertility, female OR infertility, male AND environmental pollutants*. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués.

* Por último, se realizó una tercera búsqueda en esta base de datos donde los descriptores eran: *Infertility, female OR infertility, male AND climate change*. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués.

BVS/ BIBLIOTECA VIRTUAL EN SALUD

* La tercera búsqueda se realizó en un metabuscador que recoge dentro del mismo portal publicaciones que pertenecen a otros recursos como DESASTRES, WHOLIS, LILACS, BINACIS, PAHO-IRIS, SCIELO, HISA y MEDLINE. En la primera búsqueda de este metabuscador los descriptores utilizados fueron: *Fertility AND environmental pollutants*. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués. Luego se utilizó el filtro de “*asunto principal*”, donde se marcaron los temas que más interesaban para la búsqueda, que fueron: *contaminantes químicos del agua, contaminantes ambientales, disruptores endocrinos, exposición a riesgos ambientales, fertilidad, infertilidad masculina, infertilidad femenina, contaminantes atmosféricos, metales pesados, pesticidas, cadmio, mercurio e insecticidas*.

* En este mismo metabuscador se hizo una segunda búsqueda donde los descriptores eran: *Infertility, female OR infertility, male AND environmental pollutants*. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués. En esta segunda búsqueda, se aplicó el mismo filtro de “*asunto principal*”, con los mismos temas que en la anterior búsqueda.

* Por último, se realizó una tercera búsqueda en esta base de datos donde los descriptores eran: *Infertility, female OR infertility, male AND climate change*. Los años de búsqueda son entre 2009 y el 2019, sólo en humanos y los idiomas utilizados son el inglés, el español y el portugués. En este caso no se utilizó el filtro de “*asunto principal*”, ya que los resultados fueron escasos.

4. RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Los resultados de esta revisión se obtuvieron realizando tres niveles de búsqueda en cada una de las bases de datos (*CINAHL/EBSCOhost*, *PubMed/Medline* y *BVS/Biblioteca Virtual en Salud*) con diferentes descriptores, explicados en el apartado de estrategia de búsqueda bibliográfica.

CINAHL/EBSCOhost

En el primer nivel de búsqueda se encontraron 28 artículos, en el segundo nivel de búsqueda se encontraron 206 artículos y en el tercer nivel de búsqueda se encontraron 204 artículos, haciendo un total de 438 artículos encontrados.

Para seleccionar los estudios que interesaban, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, primero se introdujeron los descriptores estimados para cada búsqueda, y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. En segundo lugar, se leyeron el título de 143 artículos y el resumen de 9, descartando todos aquellos artículos que tras haber leído su título o resumen no aportaban información necesaria para el estudio.

Para concluir, se eliminaron todos aquellos artículos que una vez realizada la lectura completa del mismo no tenían relevancia. Y especificar que los artículos encontrados en el segundo y el tercer nivel se repetían en su gran mayoría.

De esta base de se consiguieron 2 artículos de interés.

○ *PubMed/Medline*

En el primer nivel de búsqueda se encontraron 377 artículos, en el segundo nivel de búsqueda se encontraron 264 artículos y en el tercer nivel de búsqueda se encontraron 8 artículos, haciendo un total de 649 artículos encontrados.

Para seleccionar los estudios que interesaban, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, primero se introdujeron los descriptores estimados para cada búsqueda, y se

aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. En segundo lugar, se leyeron el título de 198 artículos y el resumen de 26, descartando todos aquellos artículos que tras haber leído su título o resumen no aportaban información necesaria para el estudio.

Para concluir, se eliminaron todos aquellos artículos que una vez realizada la lectura completa del mismo no tenían relevancia.

De esta base de se consiguieron 8 artículos de interés.

- *BVS/Biblioteca Virtual en Salud*

En el primer nivel de búsqueda se encontraron 762 artículos,

en el segundo nivel de búsqueda se encontraron 189 artículos y

en el tercer nivel de búsqueda se encontraron 7 artículos, haciendo un total de 958 artículos encontrados.

Para seleccionar los estudios que interesaban, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, primero se introdujeron los descriptores estimados para cada búsqueda, y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. En segundo lugar, se aplicó un filtro específico de la base de datos de “asunto principal” y se redujeron los artículos encontrados a 700. En tercer lugar, se leyeron el título de 157 artículos y el resumen de 26, descartando todos aquellos artículos que tras haber leído su título o resumen no aportaban información necesaria para el estudio.

Para concluir, se eliminaron todos aquellos artículos que una vez realizada la lectura completa del mismo no tenían relevancia. Y especificar que los artículos encontrados en el primero y el segundo nivel se repetían en su gran mayoría.

De esta base de se consiguieron 11 artículos de interés.

- De esta forma se obtuvieron 21 artículos de cómo afecta la influencia de ciertos componentes tóxicos ambientales a la fertilidad masculina y femenina.

A continuación, se presenta una tabla de los resultados obtenidos de cada base de datos.

En el apartado de “Anexos” se adjunta una tabla con todos los artículos seleccionados y una tabla específica del contenido de cada uno de ellos.

Tabla.1 Combinación booleana CINAHL/ EBSCOHOST

CINAHL/EBSCOHOST					
BÚSQUEDA	COMBINACIÓN BOLEANA	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	ENCONTRADOS	FINAL
Primera	(Fertility) AND (environmental pollutants)	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés y español Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés o español.	28	0
Segunda	((Infertility, female) OR infertility, male) AND environmental pollutants	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés y español Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés o español.	206	2
Tercera	(Fertility) AND (climate change)	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés y español Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés o español.	204	0
TOTAL, de artículos seleccionados: 2					

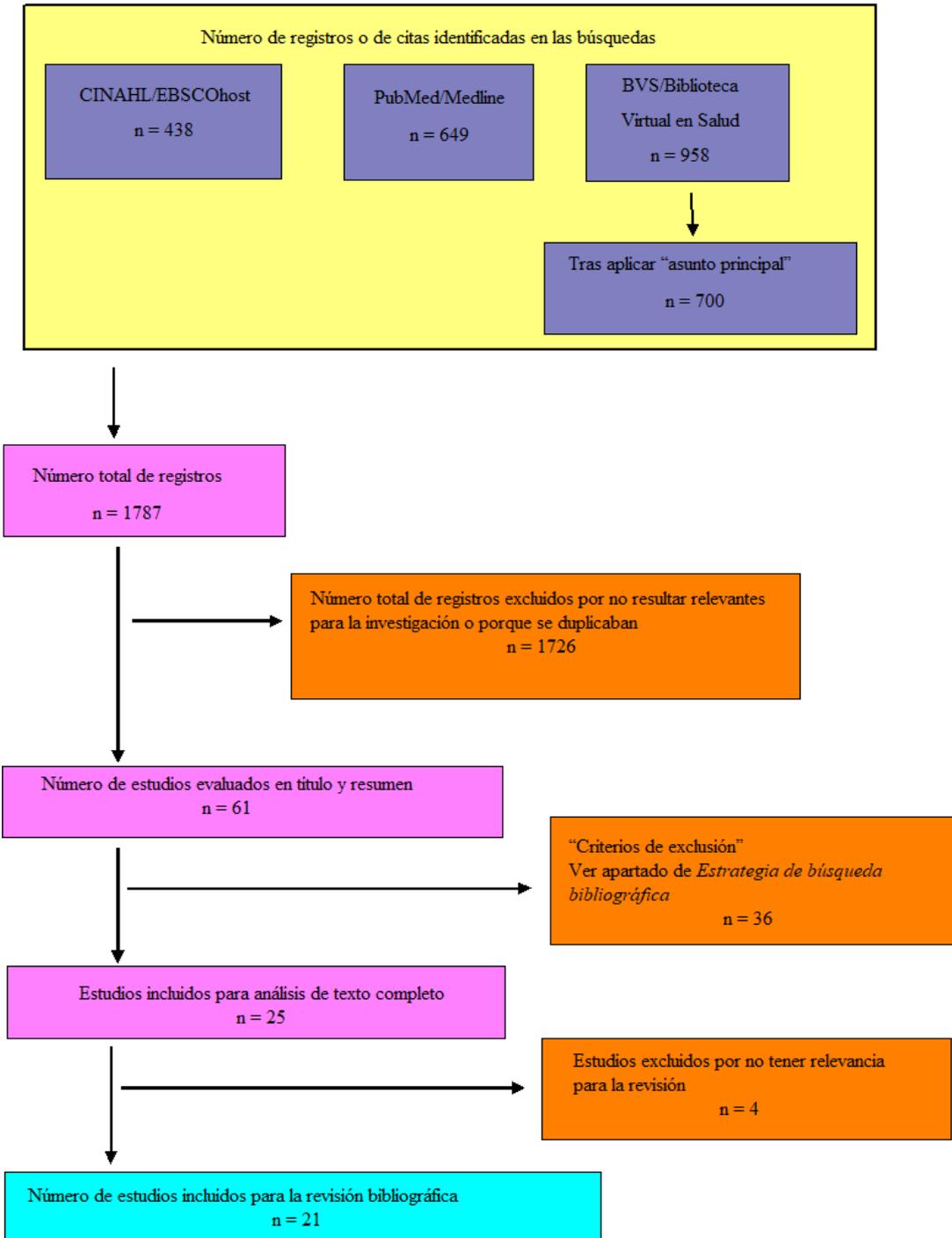
Tabla.2 Combinación booleana PUBMED/ MEDLINE

PUBMED/ MEDLINE					
BÚSQUEDA	COMBINACIÓN BOLEANA	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	ENCONTRADOS	FINAL
Primera	(Fertility) AND (environmental pollutants)	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	377	6
Segunda	((Infertility, female) OR infertility, male) AND environmental pollutants	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	264	2
Tercera	((Infertility, female) OR infertility, male) AND climate change	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	8	0
TOTAL, de artículos seleccionados: 8					

Tabla.3 Combinación booleana BVS/ BIBLIOTECA VIRTUAL EN SALUD

BVS/ BIBLIOTECA VIRTUAL EN SALUD						
BÚSQUEDA	COMBINANCION BOLEANNA	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	FILTRO DE ASUNTO PRINCIPAL	ENCONTRADOS	FINAL
Primera	(Fertility) AND (environmental pollutants)	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	contaminantes químicos del agua, contaminantes ambientales, disruptores endocrinos, exposición a riesgos ambientales, fertilidad, infertilidad masculina, infertilidad femenina, contaminantes atmosféricos, metales pesados, pesticidas, cadmio, mercurio e insecticidas	533	11
Segunda	((Infertility, female) OR infertility, male) AND environmental pollutants	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	contaminantes químicos del agua, contaminantes ambientales, disruptores endocrinos, exposición a riesgos ambientales, fertilidad, infertilidad masculina, infertilidad femenina, contaminantes atmosféricos, metales pesados, pesticidas, cadmio, mercurio e insecticidas	160	0
Tercera	((Infertility, female) OR infertility, male) AND climate change	Del 2009 al 2019 Idioma: inglés español y portugués. Sólo en humanos.	Antes del 2009. Cualquier idioma que no sea inglés español o portugués.	_____	7	0
TOTAL, de artículos seleccionados: 11						

Tabla. 4 Diagrama de Flujo



5. DISCUSIÓN

Para poder debatir sobre este tema se ha dividido este apartado en:

- **Afectación de factores ambientales tóxicos en hombres y en mujeres.**
Se hablará de diversos factores tóxicos especificando las repercusiones en hombres y en mujeres.
- **Cambio climático.**
Debido a la nula/escasa información sobre cómo afecta este a la salud de las personas (específicamente a la fertilidad de las personas), se explicará brevemente la relación entre los factores ambientales y el cambio climático, y como esto daña a la salud de las personas.

Afectación de factores ambientales tóxicos en hombres y en mujeres.

La infertilidad ha sido reconocida como un problema mundial de salud pública por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (9).

Además, se ha definido como: “*una enfermedad del sistema reproductivo definida por la imposibilidad de lograr un embarazo clínico después de 12 meses o más de relaciones sexuales sin protección*” (2,9,14–19).

Los datos epidemiológicos han demostrado que 80 millones de personas son infértiles en todo el mundo.

Entre las personas ha nacido el impulso creciente a llevar una vida “cómoda”, que eventualmente potencia el crecimiento de la industrialización, lo que conduce a la fabricación de diversos productos químicos. Como estas entidades químicas son ajenas a procesos biológicos, su exposición causa graves efectos en la salud de la mayoría de seres vivos.

Los contaminantes ambientales se encuentran muy extendidos en nuestro medio ambiente, y su exposición en el ser humano da lugar a problemas en los procesos reproductivos.

En los últimos años, han ido apareciendo más estudios que indican como ciertos componentes químicos industriales y ambientales podrían estar afectando a la fertilidad de la población y al periodo de embarazo.

Un estudio que se realizó entre 2003 y 2004, encontró que prácticamente todas las mujeres embarazadas de Estados Unidos estaban expuestas a al menos 43 productos químicos potencialmente dañinos (9).

Metales pesados

Tanrikut et al. (2014) comparó los niveles de Pb de 33 mujeres infértiles con 32 mujeres fértiles. Se recogieron muestras de endometrio a los 20-24 días del ciclo menstrual (mediante biopsias endometriales), y luego se midieron los niveles de Pb en el endometrio. Descubrieron que la tasa de detección de Pb en muestras endometriales de mujeres infértiles era del 15% y en mujeres fértiles del 3% (9).

Otro estudio, dentro de este mismo artículo, afirmó que fumar aumenta los niveles de Pb en el plasma seminal, y que los fumadores infértiles tenían niveles más altos de Pb y mayor estrés oxidativo.

El ser humano puede estar expuesto a tres formas del Hg: elemental, inorgánico y orgánico. Cuando se libera Hg en el medio ambiente y en las aguas subterráneas, los microorganismos, incluidas las bacterias, son responsables de la biotransformación del metal en metilmercurio (MeHg). El MeHg y el EtHg (etilmercurio) son formas altamente peligrosas.

En 2018 un análisis afirmó que la fuente más importante de exposición al Hg orgánico en los seres humanos es a través del pescado contaminado con MeHg (15).

En las mujeres, la infertilidad puede estar influenciada por un desequilibrio del sistema hormonal debido a la exposición de Hg. Por lo tanto, puede inducir infertilidad femenina al aumentar la secreción de prolactina, de forma análoga al efecto de la dopamina a nivel de la hipófisis y el mesencéfalo, con efectos negativos sobre la galactopoyesis y los genitales femeninos.

Un estudio que se realizó en Hong Kong descubrió que las concentraciones de Hg en sangre en mujeres con infertilidad inexplicada eran más altas que las mujeres fértiles (9).

Otro estudio observó que los trastornos menstruales y los resultados reproductivos adversos, como los abortos espontáneos, las malformaciones y la muerte fetal, se asociaron con niveles altos de Hg. Esto permite sugerir que Hg es perjudicial para los resultados del tratamiento de fecundación in vitro (FIV) (15).

En lo que respecta a la salud reproductiva masculina, incluso la exposición de bajo nivel de Hg muestra un impacto negativo en cuanto a la calidad reducida del semen y cambios en los niveles hormonales sexuales.

Un estudio que evaluaba hombres rusos que trabajaban en empresas mineras, mostró una reducción en la erección, la calidad de los actos sexuales, la eyaculación y la calidad del orgasmo (20).

Por otro lado, en este mismo artículo, se valoró la exposición de zinc-mercurio en los trabajadores varones de la fábrica de amalgama. El resultado de este no informó una correlación entre la disminución de la fertilidad y la exposición al Hg.

En otra revisión se encontró una asociación positiva entre los niveles urinarios de Hg y el daño del ADN espermático. Los autores dijeron que la exposición de Hg puede disminuir la calidad del semen (15).

Sin embargo, otros estudios de la misma revisión observaron que los niveles más altos de Hg se correlacionaron positivamente con mejores parámetros de calidad del semen, es decir que no respaldaban la hipótesis de que el Hg era perjudicial para la salud reproductiva de los hombres. Hay que comentar que los resultados fueron solo entre hombres con alto consumo de pescado, por ello la mejor calidad del semen debido a los efectos beneficiosos de los ácidos grasos poliinsaturados.

La principal ruta de exposición del Cd al ser humano es a través de la ingestión, y la principal preocupación sobre la toxicidad del Cd es la exposición crónica.

Al igual que el Pb, los fumadores de tabaco son los más expuestos a la toxicidad del Cd, ya que las hojas de tabaco acumulan grandes cantidades de Cd.

En muchos estudios, encontraron que el sistema reproductivo masculino es uno de los órganos diana sensible a la exposición del Cd. Su toxicidad reduce la producción de andrógenos al dañar los testículos, produce inflamación de los mismos, citotoxicidad en las células de Sertoli y Leydig, estrés oxidativo, apoptosis y regulación epigenética de genes involucrados en la regulación de la función reproductiva (5,8,16,21). Es decir, que la exposición al Cd da lugar a la infertilidad.

Haciendo referencia a la exposición del Cd a las mujeres, un estudio midió tanto la tasa de detección como el nivel de exposición de Cd en muestras de endometrio en mujeres fértiles e infértiles. La proporción de detección de Cd fue del 91% en el endometrio de

las mujeres infértiles, mientras que solo del 34% en mujeres fértiles, y la concentración medida fue de 19.58 µg / L (rango intercuartil 1.46-30.23 µg / L) en las mujeres infértiles, y 0.00 µg / L (rango intercuartil 0.00-0.40 µg / L) en mujeres fértiles (9). Por último, decir que los metales pesados pueden interferir en las diferentes etapas de la espermatogénesis, lo que resulta en una disminución en el recuento de espermatozoides o un aumento anormal en los recuentos de espermatozoides, el daño del ADN de los espermatozoides y la motilidad de los espermatozoides (7,8).

Bisfenol-A

Varios estudios han informado que estos efectos epigenéticos que causa el BPA pueden afectar a los niños pequeños y los vuelve infértiles, lo que se considera una de las causas de defectos en las capacidades reproductivas que se transmite a varias generaciones (8).

Los niveles altos de BPA se han asociado con un deseo sexual reducido, presencia de mayores dificultades eréctiles y eyaculatorias y una mayor gravedad de la infertilidad. Además los niveles de BPA seminal y urinario se han correlacionado negativamente con la densidad del esperma, el recuento total y la motilidad y morfología de la concentración (5–7,9,22). Sin embargo, otros estudios no informaron asociación entre la exposición a BPA y estos parámetros de calidad del semen (6).

Diversos estudios investigaron la exposición de BPA en los receptores nucleares de hombres fértiles e infértiles, de diversas áreas italianas, urbanas y rurales. Se informó que los hombres infértiles tenían niveles más altos de BPA que los hombres fértiles (22).

Además, los investigadores encontraron que el BPA puede afectar a la integridad de los espermatozoides incluso a bajas concentraciones, debido a la formación de prooxidantes y apoptosis provocada por la disfunción mitocondrial.

En cambio, en otro artículo de esta revisión se estudió a 501 hombres, en edad reproductiva, expuestos al BPA y no encontraron ninguna asociación entre la exposición del BPA y los niveles negativos convencionales del semen.

La exposición a BPA, se ha asociado con resultados de infertilidad en mujeres. Colectivamente, diversos estudios han demostrado que los niveles elevados de BPA en suero o en orina se asociaron con anovulación, recuentos bajos de folículos antrales e infertilidad (6,9,23).

Un estudio transversal mostró que la exposición ocupacional al BPA, por inhalación o contacto dérmico, se asoció con un aumento de los niveles de prolactina y estradiol y una reducción de los niveles de inhibina B y androstenediona (5).

Muchos estudios epidemiológicos verificaron que los niveles de BPA eran más altos en mujeres infértiles que mujeres fértiles.

Se realizaron diversos estudios donde las mujeres sometidas a tratamientos de FIV mostraron niveles altos de BPA en sangre o en orina, que se asociaron con una disminución en los niveles de estradiol, número de ovocitos recuperados, implantación reducida, tasa reducida de ovocitos normalmente fertilizados, disminución de la madurez de los ovocitos, rendimiento y recuento de los ovocitos, número de células embrionarias y puntaje de fragmentación del embrión (9,23,24).

En ambos casos hubo otros estudios que mostraron que no había correlación entre los niveles urinarios de BPA y la tasa de fertilización, la proporción de embriones de alta calidad, la tasa de implantación, la tasa de embarazo clínico y los nacimientos vivos. Los resultados dispares entre los estudios también pudieron deberse a las diferentes estrategias para evaluar el BPA. Por lo tanto, se necesitan estudios adicionales para comprender completamente las asociaciones entre la exposición del BPA y la infertilidad femenina.

Ftalato

Se ha considerado que las exposiciones a los ftalatos son la causa del 40-69% de los problemas de infertilidad masculina (8).

El ftalato de di-etilo (DEHP) y el ftalato de di-N-butilo (DBP) son los ftalatos más utilizados, ambos actúan de manera antiandrogénica (5,7). Están indicados como disruptores endocrinos importantes.

Varios estudios han asociado los niveles seminales de DEHP y los niveles urinarios de los metabolitos de DEHP, con la infertilidad masculina. Además, las concentraciones séricas de la suma de los metabolitos de DEHP o los metabolitos individuales se han asociado con una disminución de la motilidad de los espermatozoides, un aumento en el daño del ADN espermático, una disminución del estradiol y la testosterona del suero y la apoptosis de los espermatozoides (5–8). Además, los efectos de los ftalatos incluyen modificaciones epigenéticas de genes implicados en la espermatogénesis.

Curiosamente la disminución de la exposición al ftalato se asoció con cierta recuperación de los niveles de semen y hormonas, pero no todos los valores mejoraron. Otros estudios sugirieron que la duración de la exposición de menos de 3 años, incluso con alta exposición, puede desempeñar un papel de recuperación del semen y hormonas una vez que se elimina la fuente de exposición (5).

En el caso de las mujeres los metabolitos urinarios de DEHP se asociaron significativamente con una longitud gestacional disminuida o aumentada, un mayor riesgo de parto prematuro y restricción del crecimiento intrauterino. Además, los metabolitos urinarios de DEHP se asociaron con un recuento reducido de folículos antrales (6).

Sin embargo, algunos estudios informaron asociaciones nulas al examinar los niveles urinarios de metabolitos de DEHP y los parámetros de fertilidad, como el tiempo de infertilidad y la pérdida clínica del embarazo.

La suma de los metabolitos de DEHP de los niveles urinarios en mujeres sometidas a FIV se asociaron con un rendimiento total de ovocitos reducido, un menor número de ovocitos meiosis II, un mayor riesgo de fracaso de implantación y una probabilidad reducida de lograr el embarazo y el parto (6,24). En contraste un estudio chino no encontró asociación entre los niveles de MEHP en orina y la pérdida clínica del embarazo.

En el caso del ftalato di-butilo (DBP) y el ftalato bencil-butilo (BBP) ocurrió lo mismo. Diversos estudios indicaron que los niveles seminales de DBP y BBP, y los niveles urinarios de sus metabolitos, fueron significativamente más altos en hombres infértiles que en hombre fértiles. Además, sus metabolitos se asociaron con una concentración reducida de esperma, un recuento total de espermatozoides reducido, una motilidad espermática reducida y una proporción reducida de espermatozoides normales.

Curiosamente, algunos estudios informaron que los niveles urinarios de los metabolitos de BBP se asociaron con un mayor volumen de semen, así como con una mayor concentración de esperma. Sin embargo, algunos estudios informaron que no hay asociación entre los niveles urinarios de los metabolitos de BBP y el riesgo de subfertilidad en el volumen de semen, o en el conteo, concentración, morfología y motilidad de espermatozoides.

La exposición a DBP o BBP y los indicadores generales de fertilidad femenina son escasos. Pero hubo estudios que observaron que los niveles urinarios de los metabolitos DBP y BBP eran más altos en mujeres infértiles que en mujeres fértiles, y se asociaron con la pérdida clínica del embarazo en mujeres embarazadas. Por el contrario, hay otros estudios que han encontrado que los niveles urinarios de los metabolitos DBP y BBP no están asociados a la pérdida del embarazo.

Dioxinas

Diversos estudios informaron que las dioxinas residen durante 5.8 a 14.1 años en humanos, lo que las hace extremadamente tóxicas (8).

El contenido de dioxinas en el semen se asoció con espermiogramas anormales (caracterizado por teratozoospermia, oligospermia y astenospermia), es decir, con infertilidad masculina (6,8). Sin embargo, no todos los estudios encontraron asociaciones entre la exposición a la dioxina y los parámetros de calidad del semen o el riesgo de infertilidad en los hombres.

Al igual que en los hombres, la exposición a dioxinas en las mujeres se ha asociado con resultados reproductivos adversos. La exposición materna a las dioxinas se asoció con un crecimiento fetal reducido a ingestas inferiores a la ingesta semanal tolerable de equivalentes tóxicos de picogramos/ kilogramo de peso corporal/ semana. Por otro lado, otros estudios no encontraron asociación significativa entre los niveles séricos de dioxinas y la endometriosis en mujeres diagnosticadas como infértiles.

Pesticidas

Los pesticidas incluyen herbicidas, insecticidas y fungicidas, que juegan un papel importante en la agricultura, la horticultura, la producción ganadera y el control de enfermedades.

Colectivamente, varios estudios han mostrado que la exposición a varios pesticidas se han asociado con una disminución de la calidad del semen, disminución del conteo de espermatozoides, disminución de la motilidad de los espermatozoides, modificaciones epigenéticas, deterioro de las funciones de las células de Sertoli y un aumento de la teratospermia (6-9,25).

Los pesticidas organofosforados (OP) son los más utilizados, y tienen un potencial de toxicidad directa para las hormonas masculinas o de imitar a las gonadotropinas

masculinas, lo que respalda la hipótesis de que se consideran químicos disruptores endocrinos (5,6,8,9).

Un estudio epidemiológico respaldó el impacto negativo de la exposición ocupacional y ambiental a los pesticidas (OP) en los parámetros del semen, incluida la peor movilidad y morfología de los espermatozoides. Sin embargo, otros estudios tuvieron resultados inconsistentes al observar el impacto de los pesticidas (OP) en los niveles hormonales (incluyendo testosterona, estradiol, prolactina y gonadotropinas) (5).

Esta discrepancia podría atribuirse al uso diferente (OP), la magnitud de la exposición y el diseño de los estudios.

La exposición de pesticidas organoclorados como el lindano, se ha asociado en humanos con una disminución de la espermatogénesis, inhibición de esteroides testiculares, reducción de andrógenos plasmáticos y disminución del rendimiento reproductivo masculino (8,25).

Y lo que ocurre con los pesticidas, también ocurre con los herbicidas e insecticidas, que se asocian con una astenospermia, necrospermia y teratospermia (6).

En el caso de las mujeres, la exposición a pesticidas organoclorados se ha asociado con resultados reproductivos adversos. Algunos estudios afirman que la exposición a los pesticidas organoclorados se asocia con baja fecundabilidad, aborto espontáneo, preeclampsia, restricción del crecimiento intrauterino, aumento de peso deficiente durante el desarrollo fetal y parto prematuro. Del mismo modo, la exposición a herbicidas comúnmente utilizados a través del agua potable se asoció con irregularidades del ciclo menstrual y fases foliculares más largas (6). Sin embargo, otros estudios no informaron asociación entre pesticidas y herbicidas, y los efectos negativos sobre la reproducción femenina.

Bifenilos policlorados

Los bifenilos policlorados (PCB) son conocidos por sus cualidades disruptivas endocrinas, en particular tienen efectos estrogénicos, antiestrogénicos o antiandrogénicos (5,8,26).

Se ha demostrado que los PCB penetran fácilmente la barrera de los testículos sanguíneos y, por lo tanto, pueden tener efectos directos sobre la espermatogénesis

(disminuyendo la calidad del semen y aumentando la morfología anormal de los espermatozoides) (26).

La aneuploidía, puede ocurrir debido a un error en la meiosis durante la gametogénesis, o también puede estar asociada con la exposición a los PCB (5). Un estudio investigó la aneuploidía de los espermatozoides como el mecanismo subyacente potencial de la disfunción reproductiva inducida por PCB. A pesar de la elevada morfología anormal con la exposición a los PCB, no hubo asociación entre estos y las tasas de aneuploidía cromosómica.

En cuanto a las mujeres, la exposición a los PCB se asoció con una reducción de implantación, menor tasa de fertilización y la proporción de embriones de alta calidad en relación con el número de ovocitos recuperados (24). Por el contrario, un estudio, encontró tendencias no significativas entre los niveles de PCB en el líquido folicular y los resultados de FIV (calidad y cantidad de ovocitos recuperados, tasa de fertilización, cantidad de ovocitos diploides y número de embriones).

Disolventes orgánicos

Diversos estudios investigaron la exposición de las mujeres en sus trabajos (peluquera y asistente en estaciones de gasolina) a disolventes orgánicos, y observaron que la exposición estaba asociada con interrupción de la función ovárica, trastornos menstruales, muerte fetal y parto prematuro (9).

También se informó que los disolventes orgánicos interferían en las hormonas reproductivas masculinas. Se descubrió que la exposición de los hombres a disolventes orgánicos, estaba asociada con una disminución de la vitalidad y actividad de los espermatozoides y de la actividad de la acrosina (8,9).

Contaminantes del aire

La contaminación del aire es uno de los factores de riesgo más importantes para la salud de las personas, en la actualidad.

El material particulado fino ambiental PM_{2.5} es uno de los contaminantes atmosféricos más común a nivel mundial, especialmente en países de desarrollo, incluidos China e India (21). La concentración normal de esta partícula para que no se considere tóxica en un espacio, según la OMS, es de 10mcg/m³.

Varios estudios transversales, longitudinales y ecológicos han encontrado que la contaminación del aire se asoció negativamente con la calidad del esperma, lo que puede contribuir a la infertilidad masculina (6,27).

Diversos estudios han confirmado el efecto negativo de las partículas PM2.5 y PM10 sobre el sistema reproductivo masculino, dando lugar a anomalías cromosómicas de los espermatozoides, un aumento de aneuploidía de los espermatozoides y de la fragmentación del ADN, la morfología anormal de la cromatina y de los espermatozoides y la disminución de motilidad de los espermatozoides (5,6,18,21,27,28).

La información de cómo afectan los contaminantes ambientales a las mujeres es un poco limitada. Pero algunos estudios demostraron que había mayor riesgo de aborto involuntario en mujeres expuestas a PM10, que en mujeres no expuestas (27). Del mismo modo que se demostró que la exposición materna a las emisiones de las incineradoras municipales (PM2.5) durante el embarazo se asoció con el parto prematuro (6).

Por otro lado, se observó que las personas que viven más cerca de carreteras principales, zonas urbanas o trabajan en vías de tránsito tienen más riesgo de infertilidad, frente a aquellas que no están expuestas a estas zonas (27,28). En una revisión encontramos resultados contrapuestos en referencia a este tema. Por una parte, un artículo afirmó que los policías de tránsito y los trabajadores que estuvieran expuestos al escape de humos de los coches presentaron una mayor proporción de esperma con cromatina dañada y ADN fragmentado, en comparación con hombres sanos no expuestos. Y por otro lado un estudio encontró que la exposición de monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂) y PM10 no estaba asociada con la calidad del esperma.

Otros contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre (SO₂), NO₂ y el CO se asociaron con una motilidad y cinética reducida de los espermatozoides y un aumento de las anomalías morfológicas. Del mismo modo que los niveles ambientales de ozono (O₃) se asociaron con bajas concentraciones de esperma en todas las fases biológicas de la espermatogénesis (6,29).

En el caso de las mujeres sus sistemas reproductivos también se ven alterados por estos contaminantes gaseosos. Por ejemplo, la exposición al NO₂ ha demostrado un aumento consistente en la tasa de aborto espontáneo, aunque los resultados para la tasa de

fertilidad son inconsistentes. Hubo un estudio que observó una disminución en las tasas de nacimientos vivos en mujeres sometidas a FIV (27,28).

La exposición al CO también ha demostrado un aumento en las tasas de aborto espontáneo (28).

Por otra parte, SO₂ causa una disminución en la síntesis de ADN y se ha encontrado que induce aberraciones cromosómicas en estudios *in vitro*. En diversos estudios el SO₂ se ha asociado con una tasa ligeramente elevada de abortos espontáneos y población infértil (27,28). En esta última revisión un artículo mostró que la exposición al SO₂ no afectó a la tasa de natalidad, al número de ovocitos recuperados o embriones transferidos en mujeres que se sometieron a su primer ciclo de FIV.

Por último, decir, que sorprendentemente los niveles más altos de O₃ durante la inducción de la ovulación se asociaron con mayores tasas de nacimientos vivos, y cuando estas exposiciones más altas ocurrieron después de FIV, se observó una disminución significativa en la tasa de nacimientos (28).

Estilos de vida

Llevar un estilo de vida saludable es un determinante importante para tener un buen estado de salud. Hay diversos factores que afectan a la salud de las personas, y a su sistema reproductivo, como por ejemplo fumar (como bien hemos comentado antes, por las cantidades de Cd y Pb), llevar una vida sedentaria, beber alcohol, falta de actividad física, lugar del domicilio...

Un estudio observacional que se realizó a mujeres observó que un 43% de las mujeres tenían un Índice de Masa Corporal (IMC) < 20 o > 25 Kg/m², un riesgo conocido para la infertilidad (17).

Este mismo estudio señaló que la disponibilidad de energía (EA) está fuertemente asociada con la fertilidad y consecuencias para la salud a largo plazo, dando lugar a trastornos menstruales y conduciendo a mujeres infértiles a una mayor producción de cortisol, bajo estrógeno y una disminución del eje reproductivo conocido como amenorrea hipotalámica (HA).

La mayoría de “mujeres que hacen dieta” siguen dietas bajas en carbohidratos, lo que podría limitarles la energía y el almacenamiento de glucógeno en el útero, vital para la implantación exitosa de un óvulo o embrión fertilizado (17). Del mismo modo, este

estudio dijo que el consumo elevado de frutas y verduras puede estar asociado con la carotenemia (asociada con anorexia nerviosa, caquexia, vegetarianismo, estrés y HA) e infertilidad.

No dormir las horas adecuadas al día (8h) puede alterar el ritmo circadiano y la producción de melatonina (encargada de proteger la calidad del ovocito, la placenta y el feto) (17).

En las sociedades modernas, los humanos están inevitablemente sumergidos en un mar de varios espectros de campos electromagnéticos. Estos campos pueden afectar negativamente a los procesos biológicos.

Un estudio descubrió que las personas que viven a menos de 500 m de las líneas electromagnéticas tienen un riesgo 4 veces mayor de quedarse infértil, en comparación a aquellas que viven a más de 1000 m de las líneas (19).

Por otro lado, y para finalizar, varios estudios en humanos respaldan el vínculo entre el uso del teléfono móvil y la infertilidad masculina, debido a una movilidad y viabilidad reducida de espermatozoides (5).

Cambio climático.

El cambio climático tiene una relación estrechísima con diferentes componentes tóxicos ambientales, principalmente con los contaminantes del aire. En primer lugar, el cambio climático es la variación global del clima de la Tierra debido a causas naturales y también a la acción del ser humano (4,30).

El calentamiento global del planeta va acelerando debido a los gases de efecto invernadero causados por las actividades humanas. Estos gases son liberados en el medio ambiente por la quema de combustibles fósiles y por la elaboración de diversos productos industriales de la vida cotidiana. Como consecuencia de esta liberación de partículas, la salud del ser humano se ve en riesgo, y con la aparición de diversas enfermedades respiratorias, cardiovasculares, hepáticas, del sistema reproductivo, etc.

Lo que podemos observar es que todo está relacionado entre sí, y además lo que se busca es lograr los objetivos y metas de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible.

El objetivo 9 de la Agenda 2030 (*construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación*) habla, entre otras

cosas, sobre la modernización de infraestructuras y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción a tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales (13).

Es verdad que ha habido un aumento notorio y necesario en la industrialización desde siglo pasado, pero en ningún momento se ha tenido en cuenta la repercusión que ha tenido esto en el medio ambiente.

Otro de los objetivos de la Agenda 2030 (*objetivo 11. lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles*) menciona una reducción del impacto ambiental negativo por cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.

Para lograr esto se debería dejar de fabricar productos industriales donde se incorporan componentes tóxicos, tales como el bisfenol-A (5–9,22–24), ftalatos (5–8,24), bifenilos policlorados (5,8,24,26) y disolventes orgánicos (8,9), lo que llevaría a cumplir el objetivo 7 de la Agenda 2030 (*garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos*) donde expone en uno de sus puntos la disminución de contaminantes fósiles, y un aumento en infraestructuras energéticas y tecnologías limpias (13).

Si lográramos una gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, y redujéramos significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo, se observaría una mejora en la salud de las personas, en el medio ambiente y por lo tanto mejoraría la situación de efecto invernadero (*objetivo 12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles*) (13). También observaríamos una mejora de la calidad del agua por la reducción de contaminación, por la eliminación del vertimiento y minimización de emisiones de productos químicos y materiales peligrosos, como bien dice uno de los puntos del objetivo 6 de la Agenda 2030 (*garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos*) (13). Y por lo tanto no se quemarían los desechos de componentes tóxicos ni habría quema de combustibles fósiles, por lo que no habría emisiones de gases nocivos y tóxicos en el ambiente, como las dioxinas (5–9,25), partículas finas (PM2.5 y PM10) (5,6,18,21,27–29) y contaminantes gaseosos (SO₂, CO, NO₂ y O₃) (6,27–29).

Por último, comentar un punto del objetivo 13 de la Agenda 2030 (*Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*) que habla sobre mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana (13).

6. CONCLUSIÓN

El aumento de la industrialización y la modernización en el siglo pasado ha dejado un impacto duradero en la introducción de diversos componentes en el medio ambiente que finalmente han resultado ser una amenaza duradera para la salud reproductiva de la humanidad.

Gran cantidad de estudios han demostrado interés sustancial en la contaminación ambiental y la salud reproductiva. Pruebas sólidas han demostrado que la exposición a contaminantes ambientales puede interferir con la función reproductora masculina y femenina. Pero ocurre una cosa, y es que la literatura de esta revisión está limitada de varias maneras.

En primer lugar, las investigaciones además de tener en cuenta los parámetros de infertilidad que incluyen desequilibrio hormonal, trastornos menstruales, cambios en la calidad del semen (incluyendo motilidad, concentraciones, morfología anormal, etc.), abortos espontáneos antes del reconocimiento clínico del embarazo, muerte fetal, muerte perinatal, bajo peso al nacer, malformación congénita estructural y funcional, etc, deben tener en cuenta los factores de confusión, incluidos el estilo de vida, las condiciones médicas generales, la medicación, la educación y la exposición del cónyuge a diferentes agentes.

De esta manera se asegurarán de que la medición de los resultados reproductivos es más relevante, precisa y factible.

En segundo lugar, existen muchos problemas metodológicos al evaluar la exposición a los contaminantes ambientales, ya que pueden actuar a la vez diversos componentes tóxicos. Aunque encontramos varios casos bien documentados de infertilidad que ocurren en entornos ocupacionales, en muchos otros casos es difícil identificar las acciones de los componentes tóxicos ambientales de manera individual, ya que los

efectos potenciales de las mezclas contaminantes no se pueden separar. En algunos estudios, no se realizaron medidas reales de exposición y, por lo tanto, no se puede concluir que los contaminantes ambientales contribuyeron a los cambios observados. Aunque se sospecha que son agentes causales importantes en las diferencias observadas. Por eso, los hallazgos a las exposiciones que se basan en unas pocas mediciones conducen a una clasificación errónea aleatoria de la presencia o ausencia de exposición. Esto puede explicar por qué no todos los estudios de exposición al mismo contaminante ambiental revelaron una asociación positiva con un efecto adverso sobre la fertilidad. Mientras tanto, las consecuencias adversas para la salud reproductiva debido a la exposición de diversos tóxicos ambientales siguen siendo en gran medida desconocida y controvertida.

Por lo tanto, se necesitan más estudios para aclarar las asociaciones entre las exposiciones a estos contaminantes ambientales, definir aún más los posibles mecanismos a través de los cuales estos productos químicos actúan y determinar cómo contribuyen negativamente a los resultados reproductivos, que pueden ser marcadores de salud general.

Por último, y desde mi punto de vista, el cambio climático si afecta a la salud de las personas, y a su sistema reproductivo. Aunque no se hayan hecho investigaciones sobre el tema.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Las causas más frecuentes de infertilidad en hombres y mujeres [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.lavanguardia.com/vivo/20180706/45324650945/causas-frecuentes-infertilidad-hombre-mujer.html>
2. Que se considera infertilidad según la OMS [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.quechollodesegurodesalud.com/que-se-considera-infertilidad-segun-la-oms/>
3. Contaminación Ambiental: ► ¿Qué es y cómo podemos reducirla? [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.phsserkonten.com/sanidad-ambiental/contaminacion-ambiental/>
4. Qué es el cambio climático [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/>
5. Mima M, Greenwald D, Ohlander S. Environmental Toxins and Male Fertility. *Curr Urol Rep.* 2018;19(7).
6. Chiang C, Mahalingam S, Flaws JA. Environmental Contaminants Affecting Fertility and Somatic Health. *Semin Reprod Med.* 2017;35(3):241–9.
7. Rashtian J, Chavkin DE, Merhi Z. Water and soil pollution as determinant of water and food quality/contamination and its impact on female fertility. *Reprod Biol Endocrinol.* 2019;17(1):1–13.
8. Jenardhanan P, Panneerselvam M, Mathur PP. Effect of environmental contaminants on spermatogenesis. *Semin Cell Dev Biol* [Internet]. 2016;59:126–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.semcd.2016.03.024>

9. Ma Y, He X, Qi K, Wang T, Qi Y, Cui L, et al. Effects of environmental contaminants on fertility and reproductive health. *J Environ Sci (China)* [Internet]. 2019;77:210–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jes.2018.07.015>
10. La definicion de salud segun la OMS | Axa Healthkeeper [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.axahealthkeeper.com/blog/la-definicion-de-salud-segun-la-oms-infografia/>
11. Salud ambiental: nuestro entorno y sus consecuencias | S&P [Internet]. [cited 2020 Mar 26]. Available from: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/salud-ambiental/>
12. Portada - Desarrollo Sostenible [Internet]. [cited 2020 Apr 10]. Available from: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
13. Naciones Unidas. Resolución A/RES/70/1 Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Comunidad y Salud*. 2015;13(2):1–2.
14. Wong EWP, Cheng CY. Impacts of environmental toxicants on male reproductive dysfunction. *Trends Pharmacol Sci* [Internet]. 2011;32(5):290–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tips.2011.01.001>
15. Henriques MC, Loureiro S, Fardilha M, Herdeiro MT. Exposure to mercury and human reproductive health: A systematic review. *Reprod Toxicol* [Internet]. 2019;85(March):93–103. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2019.02.012>
16. Zhang Y, Li S, Li S. Relationship between cadmium content in semen and male infertility: a meta-analysis. *Environ Sci Pollut Res*. 2019;26(2):1947–53.
17. Langley S. A nutrition screening form for female infertility patients. *Can J Diet Pract Res*. 2014;75(4):195–201.

18. Xue T, Zhu T. Increment of ambient exposure to fine particles and the reduced human fertility rate in China, 2000–2010. *Sci Total Environ* [Internet]. 2018;642:497–504. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.075>
19. Esmailzadeh S, Delavar MA, Aleyassin A, Gholamian SA, Ahmadi A. Exposure to electromagnetic fields of high voltage overhead power lines and female infertility. *Int J Occup Environ Med*. 2019;10(1):11–6.
20. Bjørklund G, Chirumbolo S, Dadar M, Pivina L, Lindh U, Butnariu M, et al. Mercury exposure and its effects on fertility and pregnancy outcome. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2019;125(4):317–27.
21. Huang X, Zhang B, Wu L, Zhou Y, Li Y, Mao X, et al. Association of Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Constituents with Semen Quality among Men Attending a Fertility Center in China. *Environ Sci Technol*. 2019;53(10):5957–65.
22. Cariati F, D’Uonno N, Borrillo F, Iervolino S, Galdiero G, Tomaiuolo R. “bisphenol a: An emerging threat to male fertility.” *Reprod Biol Endocrinol*. 2019;17(1):4–11.
23. Ziv-Gal A, Flaws JA. Evidence for bisphenol A-induced female infertility: a review (2007–2016). *Fertil Steril* [Internet]. 2016;106(4):827–56. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fertnstert.2016.06.027>
24. Karwacka A, Zamkowska D, Radwan M, Jurewicz J. Exposure to modern, widespread environmental endocrine disrupting chemicals and their effect on the reproductive potential of women: an overview of current epidemiological evidence. *Hum Fertil* [Internet]. 2019;22(1):2–25. Available from: <https://doi.org/10.1080/14647273.2017.1358828>
25. Sengupta P, Banerjee R. Environmental toxins: Alarming impacts of pesticides on male fertility. *Hum Exp Toxicol*. 2014;33(10):1017–39.

26. Mumford SL, Kim S, Chen Z, Gore-Langton RE, Boyd Barr D, Buck Louis GM. Persistent organic pollutants and semen quality: The LIFE Study. *Chemosphere* [Internet]. 2015;135:427–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.11.015>
27. Conforti A, Mascia M, Cioffi G, De Angelis C, Coppola G, De Rosa P, et al. Air pollution and female fertility: A systematic review of literature. *Reprod Biol Endocrinol*. 2018;16(1):1–9.
28. Checa Vizcaíno MA, González-Comadran M, Jacquemin B. Outdoor air pollution and human infertility: a systematic review. *Fertil Steril*. 2016;106(4):897-904.e1.
29. Jurewicz J, Dziewirska E, Radwan M, Hanke W. Air pollution from natural and anthropic sources and male fertility. *Reprod Biol Endocrinol*. 2018;16(1).
30. Relación entre el cambio climático y la contaminación del aire [Internet]. [cited 2020 Apr 2]. Available from: <https://www.sostenibilidad.com/cambio-climatico/relacion-cambio-climatico-contaminacion-del-aire/>

8. ANEXOS

Tabla de artículos seleccionados.

BASE DE DATOS	ARTÍCULOS	TOTAL
CINAHL/ EBSCOhost	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exposure to Electromagnetic Fields Of High Voltage Overhead Power Lines and Female Infertility. 2. A Nutrition Screening Form for Female Infertility Patients. 	2
PudMed/ Medline	<ol style="list-style-type: none"> 1. Effects of environmental contaminants on fertility and reproductive health. 2. Environmental Contaminants Affecting Fertility and Somatic Health. 3. Evidence for bisphenol A-induced female infertility: a review (2007-2016). 4. Outdoor air pollution and human infertility: a systematic review. 5. Persistent organic pollutants and semen quality: The LIFE Study. 6. Air pollution from natural and anthropic sources and male fertility. 7. Effect of environmental contaminants on spermatogenesis. 8. Impacts of environmental toxicants on male reproductive dysfunction 	8
BVS/ Biblioteca Virtual en Salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mercury exposure and its effects on fertility and pregnancy outcome. 2. Association of Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Constituents With Semen Quality Among Men Attending a Fertility Center in China. 3. Exposure to mercury and human reproductive health: A systematic review. 4. “Bisphenol a: an emerging threat to male fertility” 5. Water and soil pollution as determinant of water and food quality/ contamination and its impact on male fertility. 6. Exposure to modern, widespread environmental endocrine disrupting chemicals and their effect on the reproductive potential of women: an overview of current epidemiological evidence. 7. Relationship between cadmium content in semen and male infertility: a meta-analysis. 8. Air pollution and female fertility: a systematic review of literature. 9. Increment of ambient exposure to fine particles and the reduced human fertility rate in China, 2000-2010. 10. Environmental Toxins and Male Fertility. 11. Environmental toxins: alarming impacts of pesticides on male fertility. 	11

Exposure to Electromagnetic Fields Of High Voltage Overhead Power Lines and Female Infertility.	
Año, autor y país	Sedigheh Esmailzadeh, Mouloud Agajani Delavar, Ashraf Aleyassin, Sayyed Asghar Goleman, Amirmasoud Ahmadi Publicado en enero de 2019 en www.theijoem.com Vol 10, Núm 1.
Tipo de estudio	Estudio de caso y controles.
Objetivo	Averiguar si la infertilidad femenina está asociada con la proximidad residencial a las líneas eléctricas de altas tensiones.
Muestra	Participó un total de 993 mujeres (entre 16-29 años), de las cuales 462 tenían un diagnóstico confirmado de infertilidad.
Método de recogida de datos	Un total de 462 pacientes firmaron un consentimiento informado por escrito para entrar en el estudio.
Resultados	Se descubrió que las mujeres que viven a menos de 500 metros de las líneas de alta tensión tienen cuatro veces mayor riesgo de padecer infertilidad, frente a aquellas que viven a más de 1000 metros de distancia de las líneas de alta tensión.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

A Nutrition Screening Form for Female Infertility Patients.	
Año, autor y país	SUSI Langley, MS, RD, DS, FDC, Consultor de Nutrición. Publicado en dcjournal.ca el 20 de noviembre de 2014. Toronto.
Tipo de estudio	Estudio observacional, de perfil descriptivo.
Objetivo	El propósito de este estudio fue diseñar un formulario de evolución nutricional, para evaluar el impacto de la nutrición y el estilo de vida en la fertilidad de las mujeres.
Muestra	Las primeras 300 mujeres que rellenaron el formulario nutricional, como nuevos pacientes infértiles antes de su primera visita médica
Método de recogida de datos	Se enviaron por correo electrónico los formularios de evolución nutricional a nuevos pacientes infértiles antes de su primera visita médica. Las mujeres dieron y firmaron su consentimiento escrito, como participantes en el estudio y lo llevaron a las oficinas de la clínica.
Resultados	<p>El estudio descubrió:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las mujeres que tenían un IMC <20 y > o = 25 tenían un mayor riesgo infertilidad. - Las mujeres que hacen dieta baja en carbohidratos tienen disponibilidad limitada de energía y de glucógeno en el útero, lo que es de vital importancia para la implantación exitosa de un óvulo o un embrión fertilizado. - La disminución de carne roja puede limitar la capacidad de producir las hormonas sexuales adecuadas. - La alta ingesta de frutas y vegetales pueden estar relacionadas con carotenemia e infertilidad. - El horario de las comidas podría afectar directamente a la energía que se utiliza para las demandas metabólicas, en particular los procedimientos de fertilidad que se hacen de madrugada. - El no dormir las horas adecuadas puede conducir al aumento de peso, que complica la fertilidad. - Las mujeres del estudio califican su actividad física como “baja” o “muy activa”, en ambos casos afecta negativamente a la fertilidad. - Las mujeres parecían más compatibles con las recomendaciones de no fumar, no beber alcohol ni cafeína que por las de una buena nutrición.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

Effects of environmental contaminants on fertility and reproductive health.	
Año, autor y país	Publicado el 30 de Julio de 2018 por Elsevier. China. Yanmin Ma, Él Xin, keyan Qi, Wang Tong Yongchao Qi Lele Cui, Fengbang Wang, Maoyong canción .
Tipo de estudio	Artículo de revisión Bibliográfica.
Objetivo	Presentar y discutir la asociación entre los contaminantes ambientales y los trastornos reproductivos, con énfasis en la fertilidad.
Muestra	A lo largo del artículo, va nombrando en qué tipo de estudios y en que artículos recopiló la información. No los nombra de manera específica, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de diversos estudios de casos-controles, estudios transversales... que han ido nombrando a lo largo del artículo.
Resultados	Un gran número de estudios han demostrado la asociación entre la contaminación ambiental y la fertilidad de la población. Sin embargo, en esta revisión hemos observado la limitación de literatura existente de varias maneras. Por una parte, la medición de los resultados reproductivos requiere una consideración especial dentro del área de trabajo. Y, en segundo lugar, hay muchos problemas metodológicos en evaluar la exposición a diversos contaminantes ambientales.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Environmental Contaminants Affecting Fertility and Somatic Health.	
Año, autor y país	Catheryne Chiang, EM, Sharada Mahalingam, EM, Jodi A. Defectos, PhD Publicado en Nueva York, 2017.
Tipo de estudio	Artículo de revisión bibliográfica, centrado en la investigación epidemiológica y clínica de los últimos 5 años.
Objetivo	Mostrar la asociación de varias sustancias tóxicas ambientales con la reducción de los parámetros de fertilidad en hombres y mujeres.
Muestra	Resume los aspectos epidemiológicos publicados entre 2011 y 2016 en relación al Bisfenol-A, ftalatos, dioxinas, pesticidas, contaminación del aire, fracking químicos, con los parámetros de fertilidad femenina y masculina.
Método de recogida de datos	Recopilación de datos a través de diversos estudios. No los nombra, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Resultados	Aunque muchos estudios informaron que la exposición a ciertas sustancias tóxicas ambientales estaba relacionada con la infertilidad, otros informaron lo contrario. Por lo tanto, todavía se necesitan estudios futuros para aclarar mejor las asociaciones y mecanismos potenciales entre estas sustancias químicas ambientales y los resultados de fertilidad en hombres y mujeres.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Evidence for bisphenol A-induced female infertility: a review (2007-2016).	
Año, autor y país	Ayelet Ziv-Gal, Ph.D.a and Jodi A. Flaws, Ph.D.b Publicado el 15 de junio de 2016
Tipo de estudio	Revisión Bibliográfica de carácter experimental.
Objetivo	Mostrar los problemas de fertilidad inducidos por el Bisfenol-A en las mujeres.
Muestra	Búsqueda y recogida de artículos en PubMed, comprendida entre los años 2007 y 2016.
Método de recogida de datos	Recogida de diversos estudios epidemiológicos y experimentales. Palabras clave utilizadas: BPA, bisfenol A, fertilidad, hembra, reproducción, ovario, embarazo, oviducto, ovulación, fertilización, útero, implantación, hipotálamo, y pituitaria. Se incluyeron artículos que trataban los resultados de fertilidad / infertilidad relacionados con la fertilidad general.
Resultados	Varios estudios indican que los niveles de BPA pueden ser más altos entre las mujeres infértiles que entre las mujeres fértiles. Sin embargo, se necesitan más estudios para vincular los hallazgos de los estudios epidemiológicos y estudios experimentales.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

Outdoor air pollution and human infertility: a systematic review.	
Año, autor y país	Miguel A. Checa Vizcaíno, Ph.D., Mireia Gonz_alez-Comadran, M.D and Benedicte Jacquemin, Ph.D. Publicado el 11/07/2016 en Villejuif, Francia
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	El objetivo de la presente revisión sistemática es evaluar la evidencia disponible sobre el impacto de la contaminación atmosférica sobre la fertilidad en humanos.
Muestra	Se utilizaron un total de 9 estudios de los cuales, 6 eran epidemiológicos llevado a cabo en la población en general, y los otros 3 eran estudios epidemiológicos de mujeres que se sometieron a procesos de FIV.
Método de recogida de datos	Se realizó una búsqueda exhaustiva hasta febrero de 2016 en Medline y en Cochrane. La revisión incluyó ensayos controlados aleatorios, estudios de cohortes y estudios de casos y controles que analizan el impacto de los contaminantes del aire en la fertilidad.
Resultados	En esta revisión sistemática, encontramos una pequeña asociación entre la contaminación atmosférica y la fertilidad humana expuesta. Incluyendo las tasas de nacidos vivos, la fertilidad y aborto involuntario. En esta revisión, hemos identificado cuatro componentes contaminantes, que podrían contribuir a dañar la fertilidad humana: <ul style="list-style-type: none"> - Aerosoles. - Dióxido de nitrógeno (combustibles fósiles). - SO2 (combustibles de azufres). - Monóxido de carbono (industrias, cigarrillos...).
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

Persistent organic pollutants and semen quality: The LIFE Study.	
Año, autor y país	Sunni L. Mumford, Sungduk Kim, Zhen Chen, Robert E. Gore-Langton, Dana Boyd Barr Germaine M. Buck Louis Publicado el 6 de noviembre de 2014 en Rockville, MD 20852, Estados Unidos
Tipo de estudio	Estudio de cohorte prospectivo, de carácter exploratorio.
Objetivo	El propósito de este estudio fue evaluar las asociaciones entre las sustancias químicas ambientales persistentes y la calidad del semen de varones de una población.
Muestra	Se escogieron 501 varones de mujeres que interrumpieron la anticoncepción a los efectos de quedar embarazadas. Fueron reclutados de 16 condados en Michigan y Texas entre 2005 y 2009.
Método de recogida de datos	Cada uno de los participantes tuvo que firmar el consentimiento informado para participar en el estudio. Una vez firmado el consentimiento se hizo una entrevista previa a cada uno de los participantes para conocer su salud y su historial reproductivo.
Resultados	Se pudo observar que ciertos productos químicos ambientales, afectan positivamente y negativamente a la calidad del esperma y por lo tanto a la fertilidad masculina. Aunque lo efectos sobre la calidad del esperma merecen un estudio adicional dad la exposición generalizada.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

Air pollution from natural and anthropic sources and male fertility.	
Año, autor y país	Joanna Jurewicz ¹ , Emila Dziewirska, Michał Radwan and Wojciech Hanke Publicado en Lodz, Poland en 2018.
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	Evaluar el impacto de la exposición ambiental y la contaminación atmosférica sobre la calidad del semen.
Muestra	Se incluyeron 22 estudios que evalúan el impacto de los contaminantes ambientales en los principales parámetros del semen, fragmentación de ADN, aneuploidía de los espermatozoides y el nivel de hormonas reproductivas.
Método de recogida de datos	Se buscaron y localizaron estudios epidemiológicos en las siguientes bases de datos: PubMed/ Medline, EBSCO y TOXNET.
Resultados	En conclusión, hemos descubierto que la exposición a la contaminación del aire puede afectar la calidad del semen, especialmente la morfología y la motilidad del ADN espermático. La diversidad de los parámetros del semen utilizados en los estudios y el enfoque diferente en la evaluación de la exposición dificultaron la comparación de los resultados. Los estudios futuros deberían incorporar diferentes estaciones para generar una evaluación más precisa y completa de los efectos adversos de la contaminación del aire sobre la fertilidad masculina.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

Effect of environmental contaminants on spermatogenesis.	
Año, autor y país	Pranitha Jenardhanan Manivel Panneerselvam Premendu P. Mathur Publicado 31/03/2016 en Odisha, India.
Tipo de estudio	Manuscrito. (carácter explicativo)
Objetivo	Pretende explicar porque algunos componentes ambientales afectan negativamente a la espermatogénesis, y porque la salud reproductiva masculina es más sensible ante estos compuestos en comparación con sus contrapartes femeninas.
Muestra	Búsqueda de diversos artículos que no nombra, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	El aumento de la industrialización y la modernización en el siglo pasado ha dejado un impacto duradero en la introducción de una gran cantidad de compuestos sintéticos en el medio ambiente que finalmente han resultado ser una amenaza duradera a la salud reproductiva de la humanidad. Gracias a los estudios nombrados a lo largo del manuscrito se ha observado que los contaminantes ambientales afectan disminuyendo la capacidad reproductiva masculina, y varios defectos en el proceso de la espermatogénesis.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Impacts of environmental toxicants on male reproductive dysfunction	
Año, autor y país	Elissa W.P. Wong and C. Yan Cheng Publicado en mayo del 2011 en York Avenue, New York, NY 10065, USA
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	Explicar el impacto de los contaminantes ambientales en los parámetros de la fertilidad masculina.
Muestra	Búsqueda de diversos artículos que no nombra, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	<p>La exposición a contaminantes ambientales son una vía que conducen a la apoptosis y a la necrosis de células testiculares. Se destacan los efectos disruptivos de los tóxicos ambientales en las uniones celulares mediadas por las tirosinas quininas no receptoras y las citocinas a través del estrés oxidativo, porque se observa dicho daño de bajo nivel antes de que ocurra la apoptosis.</p> <p>Cada vez está más claro que los tóxicos ambientales están imponiendo un efecto nocivo inmediato en los testículos a través de la disrupción celular.</p> <p>Los estudios han enfatizado la importancia de evaluar en estudios posteriores los efectos de los tóxicos ambientales en la función reproductiva masculina porque los humanos están expuestos a una variedad de químicos que pueden antagonizar o agonizar entre sí.</p>
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Mercury exposure and its effects on fertility and pregnancy outcome.	
Año, autor y país	Geir Bjørklund ¹ , Salvatore Chirumbolo, Maryam Dadar, Lyudmila Pivina, Ulf Lindh, Monica Butnariu, Jan Aaseth Publicado día 22 de mayo 2019 en Toften 24, 8610 Mo i Rana, Norway.
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	Evaluar la hipótesis de que la exposición a Hg orgánico e inorgánico puede aumentar el riesgo de reducción de la fertilidad, el aborto espontáneo y déficits o anomalías congénitas.
Muestra	Búsqueda en diversos artículos que no nombra de manera específica, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	Los efectos del mercurio se manifiestan tanto en la función reproductiva de hombres como en mujeres. El mercurio puede alterar la forma y el movimiento de los espermatozoides, y disminuir su cantidad y calidad. En los hombres expuestos a Hg, se encontró una reducción de la erección, de la calidad de los actos sexuales y la eyaculación. Las investigaciones indican que el Hg influye en los niveles y la función de los estrógenos, y reduce la fertilidad en las mujeres. La exposición al mercurio tiene una relación con el síndrome de ovario poliquístico, síndrome premenstrual, dismenorrea, amenorrea, pausa meno- prematuro, endometriosis, trastornos benignos de mama y la lactancia anormal. En mujeres embarazadas, Hg puede causar abortos espontáneos, nacimientos prematuros, discapacidades congénitas y retraso del desarrollo del feto.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Association of Exposure to Ambient Fine Particulate Matter Constituents With Semen Quality Among Men Attending a Fertility Center in China.	
Año, autor y país	Xiji Huang, Bing Zhang, Li Wu, Yun Zhou, Yonggang Li, Xiang Mao, Ying Chen, Jing Wang, Ping Luo, Jixuan Ma, Hai Zhang, Zhe Peng, Xiuqing Cui, Shuguang Xie, Xixiang Huo, Ming Zhang, Wei Bao, Tingming Shi and Yuewei Liu Publicado el 23 de abril de 2019 en China.
Tipo de estudio	Estudio epidemiológico de carácter cuantitativo.
Objetivo	Mostrar la relación entre componentes tóxicos ambientales y la disminución de la calidad del semen.
Muestra	1081 hombres de Wuhan que se sometieron a procedimientos de reproducción asistida (entre 2014-2015), y se les examinó la calidad del semen.
Método de recogida de datos	Los investigadores de este estudio tuvieron que recopilar los datos médicos e información de cada uno de los sujetos, de los exámenes clínicos de rutina a los que se sometieron en su momento. No hizo falta el consentimiento informado y escrito.
Resultados	Este estudio demuestra que ciertos componentes pueden afectar negativamente a la calidad del semen, especialmente a la concentración del esperma. Además, proporcionan pruebas nuevas que muestran estrategias de reducción de componentes ambientales tóxicos para la salud reproductiva masculina.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

Exposure to mercury and human reproductive health: A systematic review.	
Año, autor y país	Magda Carvalho Henriques, Susana Loureiro, Margarida Fardilha, Maria Teresa Herdeiro Publicado el 1 de marzo de 2019 en Aveiro, Portugal.
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	El objetivo de esta revisión fue explorar la influencia del mercurio sobre la fertilidad humana.
Muestra	Se seleccionaron 54 trabajos para lectura completa, más 45 artículos que se incluyeron.
Método de recogida de datos	La búsqueda se realizó en PubMed de artículos publicados entre 1975 y 2017.
Resultados	Los sujetos que presentaron infertilidad de manera inexplicada mostraron niveles más altos de Hg en cabello, sangre y orina, que los sujetos fértiles. La exposición de Hg induce daño en el ADN y en la morfología y motilidad de los espermatozoides. También decir que en el caso de las mujeres los niveles altos de Hg estaban relacionados con trastornos menstruales y hormonales.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

“Bisphenol a: an emerging threat to male fertility”	
Año, autor y país	Federica Cariati, Nadja D’Uonno, Francesca Borrillo, Stefania Iervolino, Giacomo Galdiero and Rossella Tomaiuolo Publicado el 20 de enero de 2019 en Nápoles, Italia.
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica sistemática.
Objetivo	Revisar e investigar los datos actuales sobre el Bisfenol-A, y el cómo afecta a la fertilidad masculina.
Muestra	Búsqueda en diversos artículos que no nombra de manera específica, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	Este estudio encontró que la concentración de BPA y esteroides difería entre el líquido seminal y el plasma sanguíneo.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Water and soil pollution as determinant of water and food quality/ contamination and its impact on male fertility.	
Año, autor y país	Andrea Di Nisio and Carlo Foresta Publicado el 6 de enero de 2019 en Padua, Italia.
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica sistemática.
Objetivo	Analizar como la exposición de ciertos componentes ambientales afectan a la fertilidad masculina.
Muestra	Diversos estudios preclínicos experimentales y epidemiológicos observacionales.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios epidemiológicos observacionales en humanos. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	Los hombres expuestos a metales pesados, cadmio, pesticidas y BPA han demostrado una baja calidad del semen. Del mismo modo las mujeres han presentado una tasa alta en abortos involuntarios. Los estudios futuros deberían centrarse en la exposición a los alteradores endocrinos específicos y el efecto directo sobre el sistema reproductivo.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Exposure to modern, widespread environmental endocrine disrupting chemicals and their effect on the reproductive potential of women: an overview of current epidemiological evidence.	
Año, autor y país	Anetta Karwacka, Dorota Zamkowska, Michał Radwan & Joanna Jurewicz Publicado 31 de julio de 2017 en Warsaw, Poland
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica.
Objetivo	Evaluar el impacto de la exposición ambiental a los químicos disruptores endocrinos en el potencial reproductivo de las mujeres.
Muestra	Se identificaron 78, pero solo 26 cumplían con los criterios de elegibilidad.
Método de recogida de datos	Recogida de publicaciones de los últimos 16 años centradas en la exposición de disruptores endocrinos que afectan al potencial reproductivo de las mujeres, en las bases de datos PubMed/Medline, EBSCO y TOXNET.
Resultados	<p>En general, los niveles de productos químicos no persistentes se analizaron principalmente en orina, mientras que el nivel de productos químicos persistentes se evaluó en suero o sangre y fluidos foliculares.</p> <p>La exposición a sustancias químicas disruptivas endocrinas ambientales disminuye:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los niveles de estradiol (BPA) - Concentración hormonal (PCB); - Recuento de folículos antrales (BPA, parabenos, ftalatos); - La calidad de ovocitos (BPA, triclosán, ftalatos, PCB); - La tasa de fertilización (PFC, PCB); - La implantación (BPA, ftalatos, PCB); - La calidad del embrión (triclosán, PCB, BPA); - La tasa de embarazos clínicos y nacimientos vivos (parabenos, ftalatos). <p>Los estudios fueron en su mayoría bien diseñados y utilizaron cohortes prospectivas con la evaluación de la exposición basada en el biomarcador de exposición. Teniendo en cuenta los efectos de salud sugeridos, se necesitan con urgencia más datos epidemiológicos para confirmar los hallazgos presentados.</p>
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

Relationship between cadmium content in semen and male infertility: a meta-analysis.	
Año, autor y país	Yiming Zhang, Shiping Li and Shu Li Publicado el 20 de noviembre de 2018 en China
Tipo de estudio	Meta análisis.
Objetivo	Actualizar la comprensión sobre la infertilidad masculina y proporcionar evidencia para prevenirla y tratarla.
Muestra	En total, 11 estudios que incluían 1707 sujetos, de los cuales 1093 estaban en el grupo infertilidad y 614 estaban en el grupo control.
Método de recogida de datos	Recogida de artículos hasta en el 2018, en las bases de datos CNKI, WANFANG, VIP, PUBMED, CMCI y EMBASE.
Resultados	Los niveles altos de Cadmio se han relacionado con la infertilidad masculina, ya que es un factor que conduce a una calidad baja del esperma.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

Air pollution and female fertility: a systematic review of literature.	
Año, autor y país	Alessandro Conforti, Marika Mascia, Giuseppina Cioffi, Cristina De Angelis, Giuseppe Coppola, Pasquale De Rosa, Rosario Pivonello, Carlo Alviggi and Giuseppe De Placido. Publicado en 2018 Nápoles, Italia.
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	Realizar una revisión sistemática de los estudios que evaluaron el impacto de la contaminación atmosférica sobre la infertilidad femenina.
Muestra	Un total de 21 artículos.
Método de recogida de datos	Búsqueda de artículos en PubMed/ Medline y SCOPUS.
Resultados	El meta-análisis sugiere que hay una estrecha relación entre la infertilidad femenina y la contaminación del aire. Sin embargo, se requiere un enfoque más robusto de meta-análisis antes de poder llegar a una conclusión definitiva.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 4 → relevante por la metodología, resultados, conclusiones y marco teórico.

Increment of ambient exposure to fine particles and the reduced human fertility rate in China, 2000-2010.	
Año, autor y país	Tao Xue, Tong Zhu Publicado el 7 de junio de 2018 en China.
Tipo de estudio	Epidemiológico espacial.
Objetivo	Afirmar mediante la comparativa de dos estudios epidemiológicos espaciales en China la relación entre la exposición a PM2.5 y la infertilidad.
Muestra	Se seleccionó China como dominio de estudio (excluyendo Hong Kong, Macao, Taiwán y algunas islas en el Mar del Norte de China). Se seleccionaron el año 2000 y 2010 que es cuando se realizaron los censos más recientes, incluidas las encuestas de fertilidad.
Método de recogida de datos	Los datos del censo se pueden obtener de las publicaciones relacionadas (Oficina Nacional de Estadísticas de China, 2003; Oficina Nacional de Estadísticas de China, 2012) o en el sitio web de la Oficina Nacional de Estadísticas.
Resultados	En el año 2000 los resultados del censo fueron de 13.8 millones de recién nacidos y 308.1 millones de mujeres de 15 a 44 años, mientras que en el 2010 los resultados fueron de 13.8 millones y 328 millones, respectivamente. El promedio ponderado de la población de PM2.5 fue de 32 mcgr/m ³ durante 1999-2000 y de 48 mcgr/m ³ durante 2009-2010. El diagrama de dispersión presenta las asociaciones negativas entre FR y PM2.5 en 2000 y 2010, así como la concordancia entre el incremento de la media PM2.5 y la reducción de la media de fertilidad a escala nacional.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 3 → relevante por la metodología de investigación, pero con resultado poco interesantes para nuestro estudio.

Environmental Toxins and Male Fertility.	
Año, autor y país	Mahmoud Mima, David Greenwald, Samuel Ohlander Publicado el 17 de mayo de 2018 en Chicago, USA.
Tipo de estudio	Revisión sistemática.
Objetivo	Demostrar como ciertos componentes químicos actúan como disruptores endocrinos.
Muestra	A lo largo del artículo va nombrando ciertos estudios que ha utilizado para esta revisión, como: estudios observacionales, de cohortes, epidemiológicos... Pero no especifica el número de artículos utilizados, pero sí aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	Se ha demostrado que diversos componentes ambientales afectan negativamente a la fertilidad masculina. Pero faltan estudios futuros que puedan verificar los mecanismos patogénicos asociados a los factores ambientales que contribuyen a la infertilidad masculina.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.

Environmental toxins: alarming impacts of pesticides on male fertility.	
Año, autor y país	Pallav Sengupta and Rajdeb Banerjee Publicado el 13 de diciembre de 2013 en West Bengal, India.
Tipo de estudio	Revisión bibliográfica.
Objetivo	Explicar el impacto de 15 tipos de pesticida que afectan a la salud en general, haciendo hincapié en la fisiología de reproducción masculina.
Muestra	Búsqueda de diversos estudios epidemiológicos y experimentales que no nombra de manera específica, pero aparecen marcadores bibliográficos.
Método de recogida de datos	Recogida de información en diversos estudios. No aparecen nombradas las bases de datos de manera específica. Pero hay marcadores bibliográficos.
Resultados	Aunque está demostrado que la exposición a pesticidas está asociada con infertilidad, no existen estudios a gran escala que evalúen sus relaciones con la infertilidad humana. El papel exacto de la toxicidad mediada por el hombre en efectos adversos como abortos, malformaciones congénitas, parto prematuro, etc., aún no se comprende completamente.
Escala de Valoración (Liker)	Liker 2 → relevante para el marco teórico de justificación del estudio, pero poca calidad metodológica.