

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER
en
***Biología y Tecnología Aplicada a la
Reproducción Humana Asistida***

**Factores socioeconómicos que afectan a
la infertilidad masculina**

Autor: Samuel Anaya Sánchez

Tutor: David Agudo Garcillán

Alcobendas, Septiembre 2023

1. Resumen	2
2. Introducción.....	2
3. Métodos.....	3
4. Objetivos.....	3
5. Infertilidad masculina.....	3
5.1 Factores socioeconómicos.....	3
- Desempleo.....	4
- Ocupación.....	5
- Nivel de estudios.....	6
- Actividad física.....	7
- Nutrición.....	10
- Estrés psicológico.....	11
- Hábitos tóxicos.....	12
5.2 Factores ambientales	
- Radiación.....	14
- Disruptores endocrinos.....	17
6. Argumentación crítica.....	18
7. Conclusiones.....	20
8. Bibliografía.....	20

1. Resumen

Este proyecto trata de un trabajo bibliográfico cuya finalidad es ampliar conocimientos sobre los factores socioeconómicos y ambientales que influyen en la infertilidad masculina.

Palabras clave: infertilidad masculina, calidad espermática, socioeconómico.

2. Introducción

En las últimas décadas, se ha vuelto cada vez más evidente la importancia de abordar los problemas de esterilidad. Esto no solo afecta a nivel individual o de pareja, sino que también se reconoce como un desafío de importancia colectiva para la sociedad en su conjunto.

La infertilidad se define como la incapacidad de lograr un embarazo tras doce meses o más manteniendo relaciones sexuales regulares sin protección (1). De la misma manera, la infertilidad masculina es la incapacidad de un varón para dejar embarazada a una mujer fértil durante un periodo de un año manteniendo relaciones sexuales sin protección. Se calcula que aproximadamente un 15% de la población mundial padece de infertilidad, de los cuales los factores masculinos influyen en el 40-50% de estos casos (2). Si extrapolamos ese dato a Europa encontramos que un 7,5% de la población masculina europea es infértil (3). A su vez, la OMS afirma en numerosos estudios la relación entre una disminución de la tasa de fertilidad y los factores sociales, entre ellos la obesidad, el tabaco, el alcohol y los contaminantes medioambientales.

La fertilidad masculina puede verse disminuida debido a una variedad de causas, que incluyen anomalías congénitas (como hipospadias y criptorquidia), infecciones del tracto genitourinario (tales como enfermedades de transmisión sexual y parotiditis pospubertal), problemas urológicos (como prostatitis y litiasis), lesiones traumáticas, disfunciones sexuales (tanto eyaculatorias como eréctiles), trastornos inmunológicos, factores genéticos, lesiones neurológicas, exposición a factores ambientales y sustancias tóxicas, tumores y, en algunos casos, causas desconocidas (idiopáticas). (4)

En definitiva, una mejor caracterización de los factores socioeconómicos nos ayudará a una mejor comprensión de lo que está pasando con la infertilidad masculina.

3. Métodos

Para la realización de este estudio de revisión bibliográfica se ha realizado una búsqueda de literatura en diferentes buscadores bibliográficos científicos como Pubmed, Science Direct y Google Scholar mediante la utilización de términos MeSH relacionados con la infertilidad, parámetros seminales, como factores socioeconómicos y ambientales. También se ha consultado la base de datos del Instituto Nacional de Estadística de España.

4. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es revisar la influencia actual que tienen determinados factores socioeconómicos en la fertilidad masculina en personas en edad reproductiva sin diagnóstico de infertilidad previa.

Los objetivos específicos establecidos son los siguientes:

- Examinar si el tipo de ocupación puede afectar a la capacidad reproductiva
- Evaluar la existencia de una asociación entre la infertilidad masculina y los factores socioeconómicos
- Analizar de qué forma influyen el ámbito socioeconómico en el potencial reproductivo

5. Infertilidad masculina

5.1. Factores socioeconómicos

El nivel o estatus socioeconómico se refleja en una combinación de factores que incluyen la formación laboral de una persona y su posición económica y social, tanto a nivel individual como familiar, en comparación con otras personas. Esto se basa en elementos como los ingresos, el nivel educativo y la situación laboral. Así pues, son múltiples los factores

socioeconómicos que directa o indirectamente pueden influir sobre la fertilidad en humanos. Entre ellos vamos analizar la educación, la nutrición y el ejercicio físico.

- Desempleo

Se ha demostrado que la empleabilidad está positivamente relacionada con la capacidad reproductiva, ya que la seguridad laboral masculina se considera casi como un requisito previo para proteger y formar una familia. Sin embargo, durante períodos de recesión e inestabilidad laboral, estos estereotipos se ponen en tela de juicio. Según Grecia et al. sugieren que, a pesar de su impacto marginal en los niveles generales de fertilidad y en la tasa de variación, la TGF de los hombres desempleados ha experimentado un aumento constante durante los años de la recesión laboral de 2008. Esto se debe a que durante los años de las crisis económicas se reexaminaron los estereotipos de fertilidad en numerosas parejas. Esto implica un incremento en la importancia relativa del desempleo en la fertilidad masculina en general (10).

Estar en una situación de desempleo puede generar una serie de trastornos mentales que a menudo se manifiestan en forma de estrés, ansiedad y depresión. La incertidumbre sobre el futuro laboral, la preocupación por los ingresos y la sensación de falta de control pueden contribuir al estrés.

- Ocupación

Cada vez más datos relacionan los riesgos laborales con los problemas de fertilidad masculina. El tipo de trabajo desarrollado pueden afectar negativamente a la calidad seminal del paciente, al alterar el funcionamiento de cualquiera de las funciones fisiológicas necesarias para la reproducción masculina (5). Siendo los agricultores, ganaderos y forestales el grupo ocupacional que tiene un trabajo con mayor esfuerzo físico y una exposición elevada a tóxicos (8).

El primer estudio científico que demostró la evidencia científica de la influencia de los pesticidas en la fertilidad masculina fue en 1977, cuando se observó el efecto del 1,2-dibromo-3-cloro-propano (DBCP) en la fertilidad de los trabajadores de fábricas de pesticidas y

agricultores (9). Los agricultores, junto con los jardineros, son el grupo que más está expuesto a los tóxicos. Demostrando parámetros seminales significativamente peor que el grupo control. Además, una característica que define a este grupo es la poca frecuencia en que una persona es agricultor sin ningún antecedente familiar trabajando de ello, ya que suele ser un trabajo generacional, por lo que la exposición a los agentes tóxicos suele ser de por vida. Pero no sólo durante su vida profesional, sino que también desde niño están expuestos a los pesticidas o incluso desde el momento de su gestación. (8).

En el caso de los taxistas y camioneros numerosos estudios han demostrado un efecto negativo sobre la fertilidad masculina al estar expuestos a diferentes factores. Como los tiempos prolongados sentados, altas temperaturas en la zona escrotal en consecuencia de los largos periodos sentado, vibraciones mecánicas del vehículo y exposición a diversos tóxicos como el PAH y plomo (6). Demostrándose una diferencia significativa en el recuento total espermático, movilidad progresiva, movilidad no progresiva y movilidad total (7). Sin embargo, según Figà-Talamanca et al. la única diferencia presente entre el grupo control y los sujetos de estudio fue la morfología espermática.

- Nivel de estudios

Los datos revelan que un mayor nivel educativo se relaciona con una mejor calidad de vida en pacientes masculinos, así como con una mejor salud mental, lo que respalda la teoría de que la educación tiene un efecto protector sobre la fertilidad. (11)

Por otra parte, Muhamad et al. (12) realizó un estudio en el que se relacionaron sémenes normales o anormales en cuanto a sus parámetros seminales con el nivel educativo de los pacientes de los que procedían esas muestras de semen. En el caso de los individuos que habían cursado solo hasta la escuela primaria, el 80% presentaba parámetros seminales anormales, representando el 6% de todos los sémenes anormales del estudio. Si nos fijamos en los individuos con niveles educativos de bachillerato, el 23,4% de estos pacientes presentaron muestras seminales con parámetros anormales, representando el 37,3% de todas las muestras anormales del estudio. Finalmente, los pacientes que cursaron estudios universitarios, solo el 20,2% de ellos presentaron parámetros seminales anormales, representando el 56,7% de las muestras anormales incluidas en el estudio.

Si nos fijamos en las muestras normales, observamos como solo un 20% de los individuos con estudios primarios presentaron muestras seminales normales, lo cual representa el 0,4% de las muestras seminales normales totales incluidas en el estudio, el 76,6% de los pacientes que cursaron estudios de bachillerato presentaron muestras normales (35,2% de las muestras normales incluidas en el estudio) y un 79,8% de los pacientes con estudios universitarios presentaron muestras normales (el 64,4% de las muestras normales incluidas en el estudio).

Estos datos revelan una clara tendencia de mejores parámetros seminales a medida que aumenta el nivel de estudios pasando por ejemplo de un 56,7% de muestras anormales en pacientes con estudios universitarios a un 64,4% de muestras normales en estos mismos pacientes, lo cual se observa de manera inversa en los pacientes con niveles de estudios de bachillerato (37,5% vs 35,2%) o de educación primaria (6% vs 0,4%).

Tabla 1. Parámetros seminales en relación con el nivel educativo según el estudio de Muhamad et al.

	Parámetros de semen.	
	Anormal n=67	Normal n=233
Nivel educativo		
Estudios universitarios	38 (56,7%)	150 (64,4%)
Bachillerato	25 (37,3 %)	82 (35,2%)
Estudios primarios	4 (6,0%)	1 (0,40%)

Los resultados actuales se alinean con las conclusiones previas de investigaciones anteriores y muestran una reducción significativa en la calidad del semen en hombres con niveles educativos más bajos, que solo han cursado estudios primarios o inferiores. La relación entre los niveles educativos de los hombres y los parámetros de fertilidad de su semen ha sido objeto de estudio en un número limitado de investigaciones.

Estos estudios han informado de un aumento significativo en los parámetros de fertilidad a medida que se incrementa el nivel educativo masculino (Zinaman, Brown, Selevan y Clegg, 2000). Estos hallazgos concuerdan con un estudio posterior realizado por Glazer et al. en 2019, que exploró las disparidades sociodemográficas en los parámetros del semen entre una población de 7263 hombres entre 2007 y 2016.

Tabla 2. Parámetros seminales acuerdo al nivel educativo del estudio de Glazer et al.

Grado educativo	Edad	Concentración(x10⁶/mL)	Recuento espermático (x10⁶mL)	Volumen seminal (mL)	Morfología (%)	Motilidad (%)
Instituto	35.7	55.0	148.9	2.7	40.5	54.4
Grado Universitario	36.2	56.8	156.8	2.8	37.6	54.4
Licenciatura	37.4	63.3	170.2	2.8	36.9	55.6

- Actividad física.

Diversos estudios han resaltado que las personas con un nivel socioeconómico más alto tienden a tener una mayor propensión y probabilidad de mantener una actividad física regular y de percibir oportunidades cercanas en su entorno para hacerlo. Estas observaciones han sido apoyadas por estudios observacionales que han destacado cómo los grupos con un nivel socioeconómico más bajo, caracterizados por una educación primaria, condiciones laborales precarias y un menor poder adquisitivo, tienden a ser menos activos físicamente y a reportar más obstáculos para participar en actividad física (14).

Por un lado, los grupos socioeconómicos menos favorecidos, debido a sus limitados recursos, instalaciones y servicios tanto a nivel individual como en su entorno residencial, pueden encontrarse con un menor número de oportunidades para llevar a cabo actividad física. Además, también podría ocurrir que, cuando existen oportunidades, estas estén sesgadas en su accesibilidad hacia los grupos socioeconómicos de menor estatus (15).

La participación en actividades físicas de intensidad moderada a vigorosa en hombres está relacionada con un incremento del 73% en la concentración de espermatozoides y un aumento del 41% en el recuento total de espermatozoides. Aunque el 2.7% de los participantes tenía antecedentes de criptorquidia y varicocele, y el 1.6% tenía hidrocele, esto no mostró significancia estadística (16).

Existe una correlación positiva entre la actividad física y un aumento en el porcentaje de espermatozoides con movilidad progresiva y movilidad total, pero esto solo es evidente en hombres con un índice de masa corporal (IMC) inferior a 24 kg/m² (17). El aumento en la intensidad del ejercicio físico, desde moderado hasta intenso, no presenta asociaciones significativas negativas (18). La actividad física de intensidad moderada a vigorosa, que implica ejercicios aeróbicos como senderismo o ciclismo, es considerada aquella que provoca sudoración (19). Las actividades de intensidad leve, como fregar, barrer, jugar al golf y hacer jardinería, no se asocian con cambios en los parámetros del semen (20).

Comparando a hombres activos físicamente con aquellos sedentarios, se observa un aumento en los porcentajes de movilidad progresiva y espermatozoides morfológicamente normales en los hombres activos. Se considera "físicamente activo" a aquellos que han practicado actividades físicas de resistencia durante más de un año, durante 2 a 4 horas a la semana en al menos 3 días diferentes. En contraste, se define como "sedentario" a aquellos que no han participado en ninguna actividad física durante el año previo (21). Por otro lado, Lalinde-Acevedo y colaboradores (22) encontraron que aquellos que practican actividad física vigorosa tienen un mayor porcentaje de espermatozoides viables, con movilidad progresiva y movilidad total en comparación con aquellos que son sedentarios y cuya actividad física es ≤ 3 MET (equivalentes metabólicos).

Según Hajizadeh Maleki et al existe una correlación positiva entre el ejercicio aeróbico, el ejercicio de resistencia y una combinación de ambos con el volumen seminal, la movilidad progresiva, la concentración, el recuento total y la morfología de los espermatozoides, y estos parámetros aumentan con el transcurso de las semanas de ejercicio (23). Además, se encontró que realizar ejercicio aeróbico de intensidad baja durante 35 a 50 minutos en adultos con un IMC ≥ 30 kg/m² mejora la concentración de espermatozoides, la movilidad progresiva y el porcentaje de espermatozoides morfológicamente normales (24).

- Nutrición

La obesidad en los países desarrollados está vinculada a cambios socioeconómicos que afectan la ingesta calórica. Se ha comprobado que los alimentos consumidos por individuos de estratos socioeconómicos más bajos tienden a ser más energéticos pero bajos en micronutrientes en comparación con aquellos de niveles socioeconómicos más altos (25). El precio de los alimentos también puede influir en la obesidad, ya que los consumidores a menudo eligen los

alimentos basados en su costo más que en su valor nutricional (26). Los alimentos subvencionados, que tienden a ser más accesibles y económicos, suelen ser ricos en grasas y azúcares (27).

Los ingresos económicos desempeñan un papel clave en la prevalencia de la obesidad, ya que afectan la capacidad de adquirir alimentos saludables o vivir en áreas con acceso a mercados que venden productos nutritivos y asequibles (28). En última instancia, el entorno socioeconómico y la disponibilidad de alimentos nutritivos a precios razonables pueden tener un impacto significativo en la elección de alimentos y, por lo tanto, en los patrones de alimentación y la obesidad.

La obesidad ejerce un impacto negativo en la fertilidad, manifestándose en una reducción en la calidad del semen en hombres con un índice de masa corporal (IMC) superior a 25. Investigaciones han confirmado que el exceso de peso en hombres disminuye el volumen del semen en un 4.2%, el conteo total de espermatozoides en un 3.9%, y el recuento total de espermatozoides móviles en un 3.6% en comparación con aquellos que tienen un peso normal. Un incremento en el IMC también se relaciona con una menor concentración y morfología normal de los espermatozoides, aunque no se halla asociación con la movilidad de estos.

La pérdida de peso de obesos a sobrepeso muestra una mejora significativa en la calidad del semen. Esto resulta en un aumento del 400% en el volumen seminal, un 96% en la concentración espermática, un aumento del 220% en el recuento total de espermatozoides, un incremento del 121% en el porcentaje de movilidad total y un aumento del 38% en la vitalidad. (29)

Por otro lado, la malnutrición crónica, ya sea en adolescentes o adultos, puede ocasionar una disminución en los niveles de hormonas gonadotropinas y testosterona, lo que conduce a la atrofia gonadal. Estudios en animales han demostrado que la restricción alimentaria, incluso por períodos cortos de tiempo sin cambios significativos en el peso, provoca una reducción en la frecuencia de los pulsos de hormona luteinizante (LH) y testosterona.

Por tanto, el exceso de peso como la malnutrición crónica pueden tener efectos adversos en la calidad del semen y la función gonadal en hombres, destacando la importancia del peso corporal y la nutrición adecuada en la salud reproductiva masculina.

- Estrés psicológico

La percepción de estrés desencadena una serie de cambios fisiológicos que, si se acumulan con el tiempo, pueden afectar negativamente varios sistemas biológicos del cuerpo, generando daños. Estos efectos incluyen alteraciones en el sistema cardiovascular, el metabolismo e incluso el funcionamiento cognitivo, lo que se asocia con un mayor riesgo de demencia y otros trastornos clínicamente definidos (30).

Específicamente, la cascada de cambios fisiológicos causados por la percepción de estrés involucra dos elementos centrales en la respuesta del cuerpo. En primer lugar, se activa el sistema nervioso periférico simpático, lo que lleva a la liberación de adrenalina. En segundo lugar, se activa el eje hipotalámico-hipofisario-adrenal, que está relacionado con la liberación de glucocorticoides, como el cortisol en los humanos (31).

La precariedad laboral, inversamente relacionado con el nivel socioeconómico, es un indicador fundamental de desigualdad, junto con la inestabilidad en el empleo, salarios insuficientes y la inseguridad laboral, se vinculan con un mayor riesgo de problemas de salud mental relacionados con el estrés, la ansiedad y la depresión. Los determinantes sociales, como la pobreza o las desigualdades, pueden aumentar el riesgo de problemas de salud debido a la acumulación de daños a lo largo de años o décadas (32).

Otra idea importante relacionada con la precariedad es su impacto en la reducción del tiempo disponible para actividades como el ocio, las relaciones sociales y el ejercicio físico. Estas actividades se han documentado ampliamente como formas de mitigar o reducir el impacto negativo del estrés en la salud.

Se evidencia una relación inversa entre el nivel de percepción de estrés y la calidad de los espermatozoides, tanto en términos de concentración como en el porcentaje de movilidad, así como en el recuento total de espermatozoides. De acuerdo con Nordkap L y sus colaboradores, se observa una mejora en la calidad del semen en aquellos individuos que reportan niveles más bajos de estrés percibido. Aunque entre los participantes hay algunos con antecedentes de varicocele, criptorquidia, epididimitis y torsión testicular, el número de casos afectados no alcanza significancia estadística

- Hábitos tóxicos

En la sociedad actual se observa un amplio consumo de sustancias adictivas, tanto legales (como la nicotina o el etanol) como ilegales (como opiáceos, cocaína y cannabinoides, entre otros). Datos demográficos oficiales indican que alrededor del 60% al 80% de los adultos consumen alcohol, mientras que más del 10% muestra adicción a otras sustancias de abuso.

Es cierto que se han descrito de manera adecuada los efectos perjudiciales del consumo de estas sustancias en el feto en desarrollo y en los recién nacidos. Sin embargo, determinar los posibles efectos de la exposición de adultos a cada una de estas sustancias en relación a la fertilidad es un desafío considerable. Esto se debe a que con frecuencia se presenta una adicción simultánea a múltiples sustancias, lo que complica la evaluación precisa de los efectos individuales de cada una de ellas.

El hecho de pertenecer a un grupo socioeconómico alto reduce el riesgo de ser consumidor habitual de cannabis en un 37,3%, también reduce el riesgo de ser bebedor diario en un 27,4% pero sin embargo tiende a incrementar el riesgo de consumo excesivo. A su vez con el consumo de tabaco el hecho de pertenecer a un grupo socioeconómico alto reduce el riesgo de ser fumador habitual en un 23'1%. La probabilidad de ser fumador habitual para un hombre de entre 35 y 74 años que pertenece a un grupo socioeconómico alto es de 0,26 (frente a una persona de las mismas características, pero perteneciente a un grupo medio o bajo, que sería de 0,31) (34).

- Consumo de cannabinoides

Los hombres que han consumido marihuana en los últimos tres meses con una frecuencia de más de una vez por semana presentan una reducción en el recuento total de espermatozoides, la concentración espermática y el porcentaje de espermatozoides con morfología normal en comparación con aquellos que no consumen. Cuando el consumo de marihuana se combina con otras drogas, y esta combinación ocurre más de una vez por semana, se observa una disminución del 52% en la concentración espermática, del 55% en el recuento total de espermatozoides y una disminución de 5.8 puntos en la movilidad de los espermatozoides. (35)

- Alcohol

A nivel macroscópico, la exposición crónica al etanol puede conllevar una reducción en el diámetro de los túbulos seminíferos y daños en el epitelio germinativo. A nivel bioquímico, esta exposición ha sido vinculada a niveles séricos más bajos de testosterona y mayores niveles hormonales de prolactina y estradiol. Además, se ha observado una relación negativa entre el

porcentaje de espermatozoides con morfología normal, la concentración, el recuento total de espermatozoides y el consumo habitual de alcohol. Siendo aún más pronunciados los efectos adversos en la calidad del semen en individuos que consumen 5 unidades de alcohol (40 gramos de etanol) por semana y aún peores en aquellos que consumen 25 unidades por semana. (36)

- Tabaco

Los efectos adversos del tabaco no solo afectan a los varones fumadores si no que ya ejercen efectos sobre la salud cuando son recién nacidos de madres que fumaron durante el embarazo, pudiendo presentar así una calidad espermática reducida. Además, se ha observado una relación entre las concentraciones de cotinina (metabolito de la nicotina) en el plasma seminal y la teratozoospermia.

La calidad del semen difiere entre personas fumadoras y no fumadoras, lo que demuestra que aquellos que fuman tienen un menor porcentaje de espermatozoides progresivamente móviles y un recuento total de espermatozoides inferior (37). Además, se ha encontrado una correlación negativa entre el hábito de fumar y el volumen de semen, así como con el porcentaje de espermatozoides con morfología normal y la movilidad total.

Los efectos del tabaquismo también se extienden a otros aspectos de la calidad del semen. Se ha identificado una asociación lineal negativa entre el aumento en la cantidad de cigarrillos fumados diariamente y el pH del semen.

Además, el hábito de fumar está significativamente vinculado a niveles reducidos de testosterona total. Es importante notar que el volumen seminal de los fumadores disminuye en proporción inversa al número de cigarrillos fumados al día. Este fenómeno podría atribuirse a la presencia de nicotina en los cigarrillos, la cual afecta el funcionamiento de las glándulas sexuales accesorias y controla, de este modo, el volumen del semen a través de sus secreciones. (38)

5.2 Factores ambientales

- Radiación

Vakalopoulos et al. (39) señalaron que los tratamientos contra el cáncer, como la cirugía, radioterapia y quimioterapia, pueden tener efectos perjudiciales tanto transitorios como

permanentes en la fertilidad masculina. En pacientes con cáncer testicular, se ha observado que la radioterapia puede ser más perjudicial para la fertilidad que la quimioterapia (40), aunque otros estudios no han confirmado esta observación (41, 42). Las dosis utilizadas en la radioterapia varían entre 3,000 y 7,000 cGy y pueden tener efectos mutagénicos, teratogénicos y embriotóxicos (43, 44). La producción continua de espermatozoides en el epitelio germinal convierte a los testículos en un objetivo principal de la radioterapia, que afecta a las células germinales y daña la producción de espermatozoides, lo que puede llevar a la infertilidad. La gravedad del daño causado por la radiación depende de la dosis y de los métodos de exposición utilizados (radioterapia sola o combinada con otros tratamientos). Dado que las espermatogonias están en constante división mitótica, son especialmente vulnerables a los efectos de la radioterapia. Se ha informado que dosis de radiación entre 0.1-1.2 Gy causan efectos adversos y reducción en el número de espermatogonias y células hijas, mientras que daños irreversibles ocurren a partir de los 4 Gy y se evidencia una disminución en el recuento de espermatozoides a partir de los 4-6 Gy (45). El daño a las células de Leydig se asocia generalmente con la infertilidad, aunque estas células son más resistentes a las lesiones inducidas por la radiación (46).

Después de recibir niveles moderados de irradiación durante los primeros 50-60 días (dosis de 1,5-2 Gy), se ha observado una reducción de hasta el 50% en el recuento de espermatozoides, e incluso puede conducir a la azoospermia después de una irradiación de dosis moderada a alta. El daño en el espermatozoide es más pronunciado entre 4 y 6 meses después de finalizar la radioterapia, lo que puede resultar en azoospermia (47). Algunos hombres han mostrado recuentos bajos de espermatozoides, disminución de la motilidad y mayores tasas de anomalías cromosómicas después de la irradiación (48, 49). La administración de una dosis única de radiación en múltiples tratamientos puede reducir el volumen del semen y el recuento de espermatozoides, y esto puede depender de la dosis aplicada. El período de recuperación para alcanzar un volumen de semen y un recuento de espermatozoides normales puede ser de 9 a 18 meses si la dosis de radiación es inferior a 1 Gy, aproximadamente 30 meses después de una exposición de 2-3 Gy, y 5 o más años para una dosis de 4-6 Gy (50). En general, la extensión del daño y el grado de deterioro en la fertilidad dependen de la dosis de radiación recibida.

En cuanto a la radiación electromagnética proveniente de dispositivos como teléfonos móviles, torres de telefonía móvil, ordenadores portátiles, hornos microondas, etc., se ha planteado la posibilidad de que pueda tener efectos perjudiciales sobre la fertilidad. Sin embargo, hasta el momento no se han demostrado efectos adversos en estudios en humanos debido a las

limitaciones inherentes a la realización de dichos estudios. Por lo tanto, se requiere investigación básica innovadora adicional para comprender y probar los posibles efectos dañinos de la radiación electromagnética en la fertilidad masculina.

- Disruptores endocrinos

Los disruptores endocrinos son compuestos, ya sean de origen natural o sintético, que se distinguen por su capacidad para alterar o bloquear procesos endocrinos, cuya exposición prolongada puede dar lugar a efectos duraderos. Entre estas sustancias podemos encontrar hormonas, fitoestrógenos, pesticidas y compuestos empleados en la producción de plásticos, bienes de consumo y desechos industriales perjudiciales para el medio ambiente.

Tabla 3. Ejemplos de disruptores endocrinos de diferentes clases de compuestos químicos cuyos efectos han sido estudiados sobre la salud reproductiva masculina

Compuesto químico	Fuentes	Población estudiada	Efectos
PCB (PoliCloroBifenilo)	Aceites y refrigerantes eléctricos	Países bajos Groenlandia Suecia Polonia Ucrania	Alteración en el recuento espermático y en la motilidad progresiva de los espermatozoides. La cual era inversamente relacionada con las concentraciones de metabolitos de PCB
Pesticidas en general	Herbicidas usados en agricultura	Dinamarca	Disminución de la concentración espermática.
Ftalatos (MEP)	Mangueras de jardín Bolsas para el almacenaje de sangre Plásticos para envolver alimentos	Suecia	Menor número de espermatozoides móviles, niveles hormonales de LH más bajos.
DDE		Suecia	Calidad seminal reducida

Los PCB son compuestos clorados sintéticos de elevada toxicidad. Estos compuestos tienen una gran movilidad ambiental debido a su volatilidad parcial y persistencia. Por sus cualidades térmicas se han utilizado como aceites refrigerantes, resinas aislantes, pinturas y selladores de junta de hormigón. La continua exposición a esta contaminante causa una mala calidad espermática, a su vez se relaciona con una mala calidad espermática, sobre todo en el recuento y la morfología espermática. (51)

Los pesticidas forman un grupo amplio de sustancias químicas heterogéneas. Pueden producir daños directamente a los espermatozoides, alterar la función de las células de Sertoli o de Leydig, o perturbar la función endocrina en cualquiera de las fases de la regulación hormonal. Se han demostrado efectos claros sobre la fertilidad masculina en el caso de algunos plaguicidas: dibromocloropropano, dibromuro de etileno, organosfosforados, (52)

Los Ftalatos se utilizan como plastificantes para aumentar la flexibilidad de productos de PVC como juguetes, suelos de vinilos y cables eléctricos. El principal plastificante utilizado es el di(2-etilhexil)ftalato (DEHP). Causando un deterioro en la calidad espermática tanto en la concentración, morfología y motilidad del espermatozoides y una disminución de niveles hormonales de LH (53).

La exposición a estos compuestos generalmente ocurre principalmente a través de la ingestión de alimentos contaminados, pero también puede ocurrir por contacto dérmico e inhalación de partículas contaminadas en el aire.

6. Argumentación crítica

Tras la revisión en detalle de múltiples estudios y metaanálisis relacionados con la correlación entre los factores socioeconómicos y la infertilidad masculina he identificado varias limitaciones que pueden ser objeto de mejorar para obtener resultados más concretos sobre este tema y evitar contradicciones en los resultados de los distintos estudios.

Una de las principales limitaciones de los proyectos de investigación realizados para estudiar la relación de la infertilidad y los factores socioeconómicos es el reducido número de estudios que analizan la influencia de la estabilidad laboral y la fertilidad. Por otro lado, es la escasa información que he encontrado en comparación a la infertilidad femenina y sus factores socioeconómicos. Debido a esto, comentar que los resultados encontrados sobre la influencia

de estar en situación de desempleo no terminan de ser del todo preciso por la ausencia de artículos e información a día de hoy.

Sería interesante considerar las limitaciones anteriores enfocadas al futuro de las investigaciones y la realización de estudios bien diseñados para conocer el impacto de los distintos factores socioeconómicos en la infertilidad masculina.

En primer lugar, es importante destacar que la alimentación puede tener un efecto beneficioso. Además, la actividad física moderada puede ser beneficiosa para la fertilidad, mientras que no se ha observado ningún impacto positivo con el ejercicio ligero. Respecto al desempleo, este en sí no causa infertilidad, pero sí las consecuencias psicológicas que puede acarrear pueden influir negativamente en la fertilidad. Asimismo, es importante mencionar que el sobrepeso y la obesidad se han vinculado con un deterioro de la fertilidad. Por último, es necesario tener en cuenta que los hábitos perjudiciales, como el consumo de alcohol o sustancias más fuertes, pueden afectar adversamente la fertilidad. Sin embargo, es interesante notar que no se han observado diferencias socioeconómicas en el consumo de cannabinoides.

Por otro también sería de vital importancia por parte de las instituciones gubernamentales realizar campañas de concienciación de hábitos saludables para la población masculina. A su vez de potenciar políticas económicas, sociales y de igualdad de oportunidades para disminuir el impacto de dichos factores en la salud de los varones. Por ejemplo, aquí en España la educación es un universal por lo que, si mejorásemos el nivel educativo desde los primeros estadios, ayudaría a concienciar de la vital importancia de cuidarse. Además, se debería de facilitar el acceso a las prácticas deportivas, pero desde todas las edades ya que ayudaría a combatir también los problemas de sobrepeso y obesidad.

7. Conclusiones

La respuesta que se obtiene para la pregunta de investigación tras esta revisión es bastante clara, ya como se ha podido ver, los factores socioeconómicos parecen influir en la fertilidad masculina en mayor o menor medida.

Nuestros hallazgos resaltan que individuos con un nivel socioeconómico más bajo tienen una mayor probabilidad de enfrentar problemas de fertilidad en comparación con aquellos de estratos superiores. Varios estudios observacionales han subrayado que los grupos socioeconómicos más bajos, que incluyen a aquellos con educación primaria, condiciones

laborales precarias y bajos ingresos, tienden a tener más probabilidades de llevar una vida sedentaria y de encontrar obstáculos para realizar actividad física.

A su vez, aquellos en situaciones económicas menos favorables, debido a la falta de recursos, oportunidades y servicios tanto a nivel individual como en su entorno residencial, podrían ser más propensos a desarrollar obesidad y adoptar hábitos poco saludables desarrollando adicciones alcohólicas y a otras sustancias.

Esto podría ser atribuido a una falta de conciencia y conocimiento sobre cuestiones de salud, lo que a su vez podría afectar tanto la calidad del semen como la fertilidad en general.

8. Bibliografia

1. OMS
2. Leslie SW, Soon-Sutton TL, Khan MAB. Male Infertility. [Updated 2023 Mar 3]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK562258/>
3. Jungwirth A, Giwercman A, Tournaye H, Diemer T, Kopa Z, Dohle G, Krausz C; European Association of Urology Working Group on Male Infertility. European Association of Urology guidelines on Male Infertility: the 2012 update. *Eur Urol*. 2012 Aug;62(2):324-32. doi: 10.1016/j.eururo.2012.04.048. Epub 2012 May 3. PMID: 22591628.
4. L. Schmid et al. on behalf of the ESHRE Reproduction and Society Task Force. Demographic and medical consequences of the postponement of parenthood. *Hum. Reprod. Update.*; 18(1):29-43;2012
5. Claman, P. (2004). Men at risk: occupation and male infertility. *Fertility and sterility*, 81, 19-26.
6. Figà-Talamanca, I., Cini, C., Varricchio, G.C., Dondero, F., Gandini, L., Lenzi, A., Lombardo, F., Angelucci, L., Di Grezia, R. and Patacchioli, F.R. (1996), Effects of prolonged automobile driving on male reproductive function: A study among taxi drivers. *Am. J. Ind. Med.*, 30: 750-758.
7. Zarei, S., Dehghan, S.F., Vaziri, M.H. *et al.* Assessment of semen quality of taxi drivers exposed to whole body vibration. *J Occup Med Toxicol* 17, 16 (2022).
8. Kenkel, S., Rolf, C., & Nieschlag, E. (2001). Occupational risks for male fertility: an analysis of patients attending a tertiary referral centre. *International Journal of Andrology*, 24(6), 318-326.
9. Whorton D, Krauss RM, Marshall S, Milby TH. Infertility in male pesticide workers. *Lancet*. 1977 Dec 17;2(8051):1259-61.
10. Alexandra Tragaki & Christos Bagavos, 2014. "Male fertility in Greece," Demographic Research, Max Planck Institute for Demographic Research, Rostock, Germany, vol. 31(6), pages 137-160
11. Zurlo MC, Cattaneo Della Volta MF, Vallone F. Predictors of quality of life and psychological health in infertile couples: the moderating role of duration of infertility. *Qual Life Res*. 2018 Apr;27(4):945-954. doi: 10.1007/s11136-017-1781-4. Epub 2018 Jan 6. PMID: 29307056.

12. Muhamad S, Sengupta P, Ramli R, Nasir A. Sociodemographic factors associated with semen quality among Malaysian men attending fertility clinic. *Andrologia*. 2019 Nov;51(10):e13383. doi: 10.1111/and.13383. Epub 2019 Aug 2. PMID: 31373711.
13. Glazer, C. H., Li, S., Zhang, C. A., Giwercman, A., Bonde, J. P., & Eisenberg, M. L. (2019). Racial and sociodemographic differences of semen parameters among US men undergoing a semen analysis. *Urology*, *123*, 126–132.
14. O'Donoghue G, Kennedy A, Puggina A, Aleksovskaja K, Buck C, Burns C, et al. Socio-economic determinants of physical activity across the life course: A “DEterminants of DIet and Physical ACTivity” (DEDIPAC) umbrella literature review. *PLoS ONE*. 2018;13: e0190737. DOI: 10.1371/journal.pone.0190737
15. Straker L, Holtermann A, Lee I-M, van der Beek AJ, Stamatakis E. Privileging the privileged: the public health focus on leisure time physical activity has contributed to widening socioeconomic inequalities in health. *Br J Sports Med*. 2021;55(10):525–6. DOI: 10.1136/bjsports-2020-103356
16. Gaskins AJ, Mendiola J, Afeiche M, Jørgensen N, Swan SH, Chavarro JE. Physical activity and television watching in relation to semen quality in young men. *Br J Sports Med*. 2015;49(4):265-70.
17. Sun B, Messerlian C, Sun ZH, Duan P, Chen HG, Chen YJ, et al. Physical activity and sedentary time in relation to semen quality in healthy men screened as potential sperm donors. *Hum Reprod*. 2019;34(12):2330-9.
18. Józków P, Mędraś M, Lwow F, Zagrodna A, Słowińska-Lisowska M. Associations between physical activity and semen quality in young healthy men. *Fertil Steril*. 2017;107(2):373-8.
19. Russo LM, Whitcomb BW, Mumford SL, Hawkins M, Radin RG, Schliep KC, et al. A prospective study of physical activity and fecundability in women with a history of pregnancy loss. *Hum Reprod*. 2018;33(7):1291-8.
20. Kurniawan AL, Hsu CY, Chao JCJ, Lin LY, Paramastri R, Lee HA, et al. Interactive effects of unhealthy lifestyle behaviors on testicular function among healthy adult men: A cross-sectional study in Taiwan. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(9):4925.
21. Vaamonde D, Da Silva-Grigoletto ME, García-Manso JM, Barrera N, Vaamonde-Lemos R. Physically active men show better semen parameters and hormone values than sedentary men. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(9):3267-73.

22. Lalinde-Acevedo PC, Mayorga-Torres JM, Agarwal A, Du Plessis SS, Ahmad G, Cadavid AP, et al. Physically active men show better semen parameters than their sedentary counterparts. *Int J Fertil Steril*. 2017;11(3):156-65.
23. Hajizadeh Maleki B, Tartibian B, Chehrazi M. Effects of Aerobic, Resistance, and Combined Exercise on Markers of Male Reproduction in Healthy Human Subjects: A Randomized Controlled Trial. *J Strength Cond Res*. 2019;33(4):1130-45.
24. Rosety MÁ, Díaz AJ, Rosety JM, Pery MT, Brenes-Martín F, Bernardi M, et al. Exercise improved semen quality and reproductive hormone levels in sedentary obese adults. *Nutr Hosp*. 2017;34(3):603-7.
25. Drewnowski A. Obesity and the food environment: dietary energy density and diet costs. *Am J Prev Med*. 2004;27(3 Suppl):154–62.
26. Fields S. The fat of the land: do agricultural subsidies foster poor health? *Environ Health Perspect*. 2004;112:A820–3.
27. González-Zapata LI, Alvarez-Dardet C, Millstone E, Clemente-Gómez V, Holdsworth M, Ortiz-Moncada R, et al. The potential role of taxes and subsidies on food in the prevention of obesity in Europe. *J Epidemiol Community Health*. 2010;64:696–704.
28. Kuipers YM. Focusing on obesity through a health equity lens: A collection of innovative approaches and promising practices by European and international health promotion bodies to counteract obesity and improve health equity, 2nd ed., Brussels: Euro Health Net; 2009. p. 6–12.
29. Puerta-Suárez J, Gómez-Gutiérrez AM, Cardona-Maya WD. Effect of decreasing body mass index seminal quality. *Rev Cuba Obstet y Ginecol*. 2019;45(2):1-16.
30. Castillo, C. C. B. (2020). Sistema nervioso autónomo desde la perspectiva inmunológica y del estrés. *Revista Científica Pakamuros*, 8(4), 65-77.
31. O'Connor, D. B., Thayer, J. F., & Vedhara, K. (2021). Stress and health: A review of psychobiological processes. *Annual Review of Psychology*, 72, 663-688. O'Connor, D. B., Thayer, J. F., & Vedhara, K. (2021). Stress and health: A review of psychobiological processes. *Annual Review of Psychology*, 72, 663-688.
32. Lanau, A., & Lozano, M. (2022). El peso de la precariedad laboral en la pobreza de los hogares con menores. *Perspectives Demographiques*, 27, 1-4.
33. Nordkap L, Priskorn L, Bräuner EV, Marie Hansen Å, Kirstine Bang A, Holmboe SA, et al. Impact of psychological stress measured in three different scales on testis function: A cross-sectional study of 1362 young men. *Andrology*. 2020;8(6):1674-86.

34. SIIS Centro de Documentación y Estudios. (2015). *Desigualdades socioeconómicas, consumo de drogas y territorio en España*. Donostia-San Sebastián: Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas.
35. Gundersen TD, Jørgensen N, Andersson AM, Bang AK, Nordkap L, Skakkebæk NE, et al. Association Between Use of Marijuana and Male Reproductive Hormones and Semen Quality: A Study Among 1,215 Healthy Young Men. *Am J Epidemiol*. 2015;182(6):473-81.
36. Jensen TK, Gottschau M, Madsen JOB, Andersson AM, Lassen TH, Skakkebæk NE, et al. Habitual alcohol consumption associated with reduced semen quality and changes in reproductive hormones; a cross-sectional study among 1221 young Danish men. *BMJ Open*. 2014;4(9):e005462
37. Antoniassi MP, Intasqui P, Camargo M, Zylbersztejn DS, Carvalho VM, Cardozo KHM, et al. Analysis of the functional aspects and seminal plasma proteomic profile of sperm from smokers. *BJU Int*. 2016;118(5):814-22.
38. Asare-Anane H, Bannison SB, Ofori EK, Ateko RO, Bawah AT, Amanquah SD, et al. Tobacco smoking is associated with decreased semen quality. *Reprod Health*. 2016;13(1):90.
39. Vakalopoulos I, Dimou P, Anagnostou I, Zeginiadou T. Impact of cancer and cancer treatment on male fertility. *Hormones (Athens)*. 2015;14:579–89.
40. Huyghe E, Matsuda T, Daudin M, Chevreau C, Bachaud JM, Plante P, Bujan L, Thonneau P. Fertility after testicular cancer treatments: results of a large Multicenter study. *Cancer*. 2004;100:732–7.
41. Brydøy M, Fosså SD, Klepp O, Bremnes RM, Wist EA, Wentzel-Larsen T, Dahl O. Paternity following treatment for testicular cancer. *J Natl Cancer Inst*. 2005;97:1580–8.
42. Huddart RA, Norman A, Moynihan C, Horwich A, Parker C, Nicholls E, Dearnaley DP. Fertility, gonadal and sexual function in survivors of testicular cancer. *Br J Cancer*. 2005;93:200–7.
43. Pasqualotto FF, Agarwal A: Impact of cancers and treatment on male fertility: radiation effects on spermatogenesis. Cambridge University Press. Cambridge University Press 2013. Chapter 12, Section 3, pp 104–109.
44. Arnon J, Meirow D, Lewis-Roness H, Ornoy A. Genetic and teratogenic effects of cancer treatments on gametes and embryos. *Hum Reprod Update*. 2001;7:394–403.

45. Ogilvy-Stuart A, Shalet S. Effect of radiation on the human reproductive system. *Environ Health Perspect.* 1993;101:109–16.
46. Ståhl O, Eberhard J, Jepson K, Spano M, Cwikiel M, Cavallin-Ståhl E, Giwercman A. Sperm DNA integrity in testicular cancer patients. *Hum Reprod.* 2006;21:3199–205.
47. Abuelhija M, Weng CC, Shetty G, Meistrich ML. Rat models of post- irradiation recovery of spermatogenesis: interstrain differences. *Andrology.* 2013;1:206–15.
48. Mazur-Rozsak M, Tomczak P, Litwiniuk M, Markowska J. Oncology and infertility: selected issues. Part I. what causes fertility disorders? *Contemp Oncol.* 2005;9:26–9.
49. Meistrich ML. The effects of chemotherapy and radiotherapy on spermatogenesis in humans. *Fertil Steril.* 2013;100:1180–6.
50. Martin RH, Hildebrand K, Yamamoto J. An increased frequency of human sperm chromosomal abnormalities after radiotherapy. *Mutat Res.* 1986;174: 219–25.
51. Dallinga JW, Moonen EJ, Dumoulin JC, Evers JL, Ger- aedts JP, Kleinjans JC. Decreased human semen qual- ity and organochlorine compounds in blood. *Hum Re- prod* 2002;17:1973–9.
52. Abell A, Ernst E, Bonde JPE. Semen quality and sexual hormones in greenhouse workers. *Scand J Work Environ Health* 2000;26(6):492–500.
53. Jönsson BAG, Richthoff J, Rylander L, Giwercman A, Lars H. Urinary phthalate metabolites and biomarkers of repro- ductive function in young men. *Epidemiol* 2005;6(4):487–93.