



Universidad de Valladolid

Facultad de Enfermería de Valladolid
Grado en Enfermería
Curso 2018/19

TRABAJO FIN DE GRADO

El tabaco y su relación con la infertilidad masculina

Alumna: Inés María Peña Dávila

Tutora: María Simarro Grande

Resumen:

En los últimos años se ha observado un aumento de demanda en las consultas de enfermería por problemas reproductivos en el hombre, lo que ha incrementado la realización de estudios para conocer las causas que los generan. En este trabajo se realiza una revisión que sintetiza toda la información científica disponible sobre la relación entre el consumo de tabaco y la infertilidad masculina.

Tras la búsqueda exhaustiva de documentos con evidencia científica se pudo comprobar que hay numerosos trabajos en referencia al tema en estudio. La calidad seminal tiene una importancia clave en la valoración de la infertilidad masculina, en la que se puede verificar el efecto que tiene el tabaco sobre la calidad del espermatozoide. Las conclusiones obtenidas son que existe una relación directa con respecto al consumo de tabaco y su consecuente efecto negativo en la fertilidad masculina. Sin embargo, hay autores que no encuentran evidencia en esta relación, y otros que se cuestionan la reversibilidad de la situación una vez que el tabaco ya ha afectado a la calidad seminal.

Esta revisión permite exponer los resultados encontrados y abrir nuevas líneas de investigación enfermera, ofreciendo información contrastada acerca del consumo de tabaco en relación con la infertilidad masculina.

Palabras clave: infertilidad masculina, consumo de tabaco, calidad seminal, evidencia.

Abstract:

During the last years it has been noticed a higher demand in men reproductive problems' consultation, this implies an increase of new studies to know the causes that generates it. This project consists of a revision in which every scientific information available about the relation between tobacco consumption and male infertility is synthesized.

After documental's exhaustive research with scientific evidence it has been checked that there are numerous studies in reference to the topic in study. Seminal quality is the most important parameter in order to evaluate male infertility, where tobacco consumption effect in sperm quality is confirmed. The conclusions drawn from the analysis are that there is a direct relation between tobacco consumption and the consequent negative effect on male fertility. However, some authors do not find evidence in this relation, and others evaluate situation's reversibility once tobacco has already affected seminal quality.

The results found and new lines for nursing investigation were enabled due to this revision, giving information based on evidence in relation to tobacco consumption and male infertility to the population.

Keywords: male infertility, tobacco consumption, seminal quality, evidence.

ÍNDICE

1. Introducción y justificación	1
2. Objetivos	8
3. Material y métodos	9
4. Desarrollo del tema	11
5. Discusión	21
6. Conclusiones	24
7. Bibliografía	25
8. Anexos	29

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<i>Figura 1. Primera visualización de espermatozoides al microscopio por Leeuwenhoek</i>	2
<i>Figura 2. Causas de la infertilidad por porcentajes, visión global</i>	3
<i>Figura 3. Distribución de la población española en 2017 según los hábitos de consumo de tabaco (% de población de 15 y más años)</i>	5
<i>Figura 4. Porcentaje de fumadores diarios por grupos de edad y género en España en 2017</i>	6
<i>Figura 5. Diagrama de fuentes encontradas, excluidas e incluidas en la revisión</i>	10
<i>Figura 6. Dibujo realizado por Leeuwenhoek tras su primera visualización de espermatozoides en el microscopio</i>	29
<i>Tabla 1. Descriptores usados para la búsqueda de información</i>	9
<i>Tabla 2. Parámetros en los que se va a centrar la revisión, LRI establecidos</i> ...12	
<i>Tabla 3. Desarrollo del tema resumido en función de los artículos seleccionados y datos obtenidos</i>	19
<i>Tabla 4. Límites de referencia bajos (percentil 5 y con intervalos de confianza del 95%) para las características del semen</i>	30

Índice de abreviaturas y siglas

A	Astenozoospermia
DeCS	Descriptores en Ciencias de la Salud
EBE	Enfermería Basada en la Evidencia
INE	Instituto Nacional de Estadística
ITS	Infecciones de Transmisión Sexual
Lilacs	Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud
LRI	Límites de referencia inferior
MeSH	Medical Subject Headings
N	Normozoospermia
O	Oligozoospermia
OAT	Oligoastenoteratozoospermia
OMS	Organización Mundial de la Salud
SaCyL	Salud Castilla y León
Scielo	Scientific Electronic Library Online
SEF	Sociedad Española de Fertilidad
SNS	Servicio Nacional de Salud
T	Teratozoospermia

1. Introducción y justificación

La reproducción es un proceso biológico que corresponde a una etapa vital de las personas, en la que a través de la fecundación se genera un nuevo individuo. Supone una gran frustración no poder conseguir el objetivo común de tener un hijo, lo que puede disminuir la autoestima de quienes lo sufren (1, 2).

Según la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, la infertilidad es una enfermedad del aparato reproductor definida como “la imposibilidad de lograr un embarazo clínico después de mantener relaciones sexuales sin protección durante 12 meses o más”. Más concretamente, la infertilidad en el hombre es la incapacidad de fecundar con éxito el óvulo de una mujer debido a problemas relacionados con los órganos reproductores masculinos, con los espermatozoides o con el líquido seminal. Según estudios realizados se calcula que este fenómeno repercute a 50 millones de parejas infértiles en el mundo (2).

Los profesionales de Enfermería y otros profesionales de la salud se enfrentan a numerosas situaciones en las que hay una imposibilidad para procrear. Los enfermeros, como parte del equipo de atención sanitaria, pueden observar, evaluar, corregir hábitos y ofrecer recomendaciones en estos casos. Por eso se ha considerado necesario llevar a cabo esta revisión bibliográfica, que es un abordaje metodológico a través del cual se obtienen datos con evidencia científica, con el objetivo de ofrecer información para el proceso de toma de decisiones. Siendo además una parte esencial de la *Enfermería Basada en la Evidencia (EBE)* (3).

Antecedentes, marco histórico

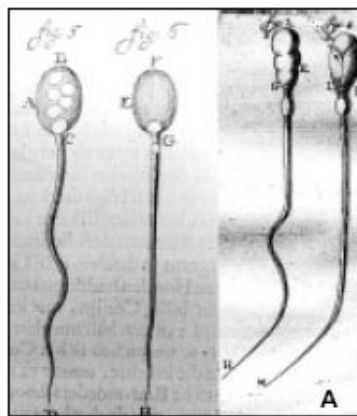
A lo largo de la historia se ha intentado dar una explicación al mecanismo de procreación a través de diversas teorías, mitos y leyendas.

Fue en el Imperio Romano, *Galeno*, el médico y cirujano griego quién describió por primera vez la función endocrina y procreadora de los testículos, afirmando que un hombre podía eyacular sin ser fértil. La infertilidad se relacionaba con la ausencia de testículos y con la figura de los eunucos (4).

Por otra parte, *Hipócrates*, médico de la Antigua Grecia, describió que ambas partes de la pareja con una semilla diferente participan en la creación de una única “semilla” (4).

Estas teorías se aceptaron durante muchos siglos y no se abrieron líneas de investigación por oposición de la Iglesia. Sin embargo, es en el siglo XVII cuando se generan dos corrientes en las que unos creen que hace falta una semilla y otros que se necesitan dos semillas para generar un nuevo individuo. El autor que impulsó la teoría de las semillas fue *Descartes* respaldado por otros pensadores (4).

Tras la invención del microscopio aparecen investigadores que realizan diferentes pruebas científicas descubriendo la existencia del óvulo y del espermatozoide (*Anexo I*). *Leeuwenhoek* en el siglo de oro holandés denominó al espermatozoide primeramente como “animáculo” serpenteante y con movimientos parecidos a los de una anguila. Posteriormente, se amplía este descubrimiento a través de experimentos de fecundación conociendo de dónde proceden los espermatozoides y qué función tienen, pudiendo centrar las investigaciones futuras en las características que presentan los espermatozoides (5).

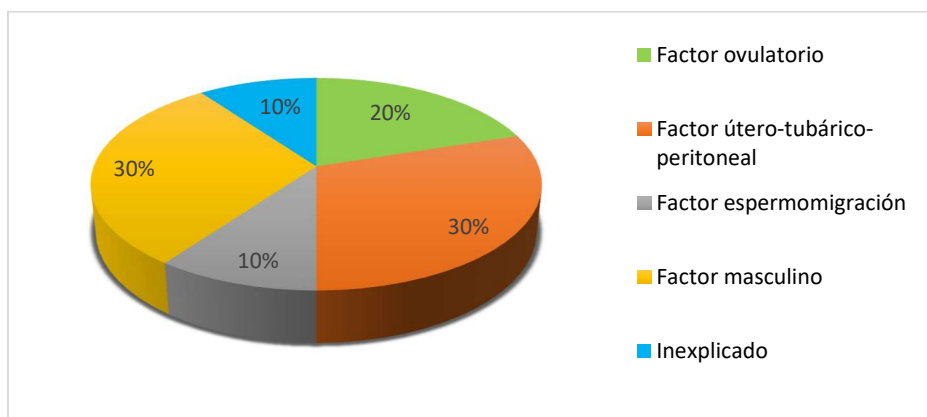


*Figura 1. Primera visualización de espermatozoides al microscopio por
Leeuwenhoek – Fuente: (5).*

Causas y evolución de la infertilidad

Son muchas las causas que se atribuyen a la infertilidad en una pareja y en un alto porcentaje es por causas de ambos componentes de la pareja y no solo de uno de ellos.

La valoración de la globalidad de la infertilidad se resume en la siguiente figura donde se pueden observar las causas que lo producen por porcentajes. El factor de espermomigración (10%), es decir, la relación entre el moco cervical y los espermatozoides, y el factor masculino (30%) que también incluye el estudio de los espermatozoides pero por otras afecciones (como cirugías, infecciones genitales, disfunciones genéticas, sustancias tóxicas...) componen un total del 40% de la infertilidad general (6) y supone un alto porcentaje en la sociedad, de ahí radica la importancia de investigar sobre este tema (*Figura 2*).



*Figura 2. Causas de la infertilidad por porcentajes, visión global. –
Elaboración propia a partir de (6).*

En las últimas décadas, sobre todo en los países desarrollados, se ha observado un aumento de casos de infertilidad debido a varios factores. Entre las causas generales más importantes destacan: (6)

- La inclusión de la mujer en la vida laboral ha prolongado la edad promedio en la que las parejas deciden comenzar a procrear, siendo alrededor de los 35 años, momento en el que la fertilidad femenina empieza a declinar.

- Los hábitos tóxicos como alcohol o tabaco se ha constatado que reducen la calidad seminal y por lo tanto empeoran la fertilidad masculina.
- El mayor número de relaciones sexuales con diferentes parejas ha favorecido el aumento de *Infecciones de Transmisión Sexual (ITS)* con consecuencias sobre la fertilidad.
- El medio ambiente está más contaminado y afecta directamente sobre la salud reproductiva.

Los datos recogidos demuestran una mayor incidencia de infertilidad en la población, es decir, la infertilidad ha aumentado en estos últimos años. Según algunas publicaciones se considera que la calidad del espermatozoides de los occidentales ha disminuido un 40% y en España 800.000 parejas sufren infertilidad, esto implica que alrededor de un 15% de las parejas españolas en edad fértil tienen problemas para concebir un hijo (7).

Factores externos e infertilidad masculina

Cada vez se evidencian más casos en los que se relaciona la influencia de factores externos con la infertilidad. Un factor importante a tener en cuenta son los empleos de los hombres, especialmente aquellos en los que están expuestos a ambientes que pueden afectar a la calidad seminal (8).

En varios estudios epidemiológicos se destaca que el calor es uno de los principales factores que afectan, por lo tanto, cualquier trabajo que suponga este tipo de exposición implica un riesgo reproductivo (9).

La exposición o intoxicación por metales, como el plomo o el mercurio, y éteres de glicol es común en industrias diversas, astilleros o trabajadores de fundiciones, siendo una amenaza para la salud reproductiva del hombre. También hay una alta incidencia por aparición de este tipo de componentes en pinturas, disolventes o detergentes, y por lo tanto en empleos que estén en contacto con estos productos (10).

Un estudio llevado a cabo en Cuba, en 2005, constató que los hombres en cuyo empleo había exposición a radiaciones electromagnéticas tenían más

probabilidad de presentar alteraciones en el espermiograma. Se da en trabajos como radiólogos, medicina nuclear, auxiliares de odontología... (11)

Con respecto al tema que se quiere exponer en esta revisión, el tabaquismo es un hábito dañino que afecta directamente sobre el esperma, produciendo complicaciones en la fecundación y por lo tanto, reduciendo la tasa de embarazo deseado en la mujer, así lo refiere la *Sociedad Española de Fertilidad (SEF)* (12).

El último análisis realizado, en 2017, por el *Instituto Nacional de Estadística (INE)* en España refleja el resultado de una encuesta realizada a la población española de 15 y más años sobre el consumo de tabaco, con el fin de valorar el estado de salud general. En la tabla a continuación se muestra una gráfica en la que se puede observar que el porcentaje de hombres fumadores supera al de mujeres en las 4 categorías planteadas. Destaca el porcentaje de hombres que fuman a diario que es de un 25,6% (13).

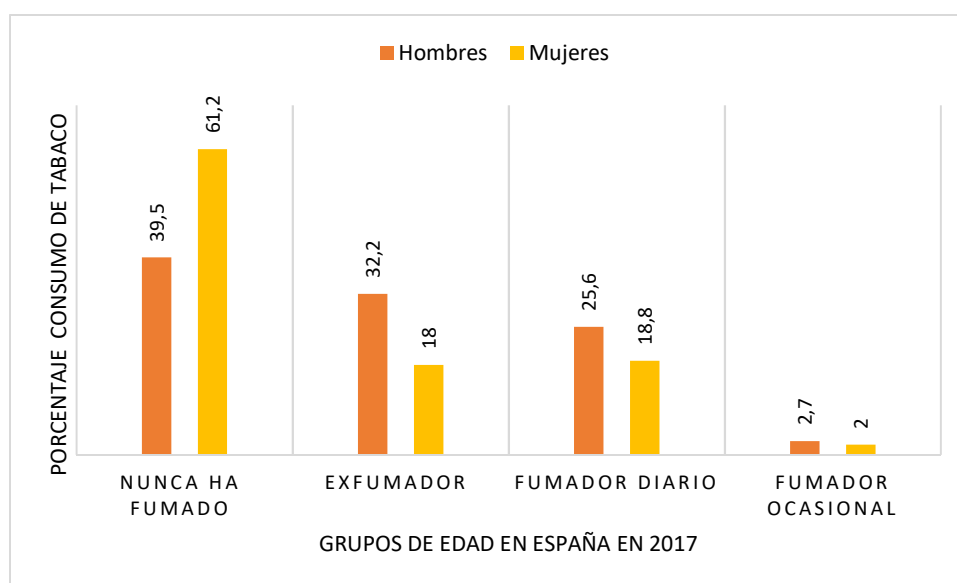


Figura 3. Distribución de la población española en 2017 según los hábitos de consumo de tabaco (% de población de 15 y más años). – Elaboración propia a partir de (13).

Otra estadística realizada a la población española en 2017, presentó una comparación del consumo de tabaco entre hombres y mujeres por grupo de edad. Se muestra la mayor elevación del porcentaje en los hombres con edades

comprendidas entre 25 y 34 años, siendo este rango de edad el más influyente en motivos de reproducción (14).

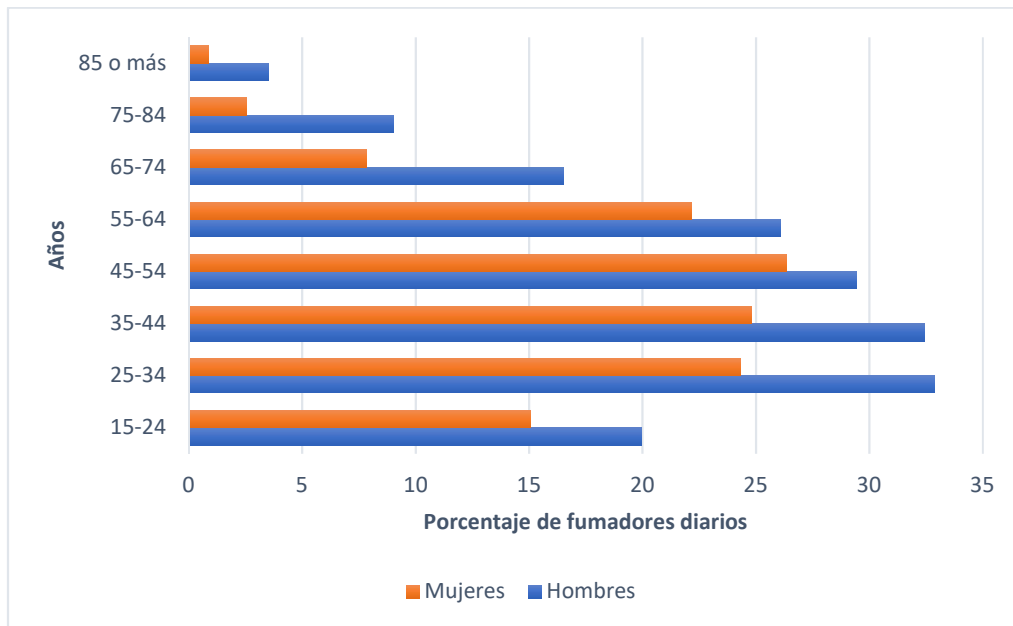


Figura 4. Porcentaje de fumadores diarios por grupos de edad y género en España en 2017. – Elaboración propia a partir de (14).

Con los datos obtenidos de esta encuesta se observa que en España un porcentaje alto de hombres fuma o ha fumado en la población general, y destaca el grupo de edad de 25 a 34 años que representa el mayor número de fumadores.

El papel de la enfermería

Como se muestra en el apartado anterior en España hay un porcentaje elevado de hombres que fuman diariamente, por lo que cobra importancia estudiar el impacto del consumo de tabaco sobre la infertilidad masculina.

He decidido buscar información científica relacionada con este tema, pues me resulta interesante para la práctica enfermera, por ejemplo, en las consultas de reproducción asistida.

Desde enfermería una de las funciones principales que se desarrollan es la de dar apoyo emocional, informar durante el proceso y educar en salud; por ello es importante conocer los riesgos que supone el consumo de tabaco en la

fertilidad masculina. De esta manera, se puede facilitar información o aconsejar a los hombres en edad reproductiva o con intención de tener hijos de abandonar su hábito tóxico.

Hay una falta de información en la población general, sobre los factores de riesgo y de la posibilidad que puede tener el paciente de detectarlos y modificarlos en la medida de lo posible. Los hombres deben ser informados acerca de su salud reproductiva, para ello es necesaria la labor de enfermería aportando datos basados en la evidencia científica.

2. Objetivos

En este trabajo se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Agrupar toda la información existente sobre la relación del consumo de tabaco con la infertilidad masculina.

Objetivos específicos:

- Revisar los métodos diagnósticos de la infertilidad masculina.
- Conocer la relación entre el consumo de tabaco y la infertilidad masculina.
- Analizar los datos científicos expuestos por diferentes autores en estudios realizados con respecto al tema en desarrollo.

3. Material y métodos

Este trabajo consiste en una revisión sobre el tema expuesto, donde se han recogido los datos de la bibliografía especificada al final del trabajo. Las fuentes bibliográficas se han obtenido a través de la búsqueda de documentos científicos: investigaciones, ensayos clínicos, trabajos de fin de grado o fin de máster, estudios y conclusiones sobre el tabaco y su relación con la infertilidad masculina.

Se ha planteado una pregunta para llevar a cabo el desarrollo del trabajo, y es la siguiente: ¿Qué evidencia existe entre el consumo de tabaco y la incidencia de infertilidad masculina?

Se ha recurrido a diversas bases de datos para la obtención de la información deseada, entre ellas destacan: Scielo (Scientific Electronic Library Online), Lilacs (Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud) o Pubmed (Biblioteca Nacional de Medicina de EE.UU.), así como el uso Google Scholar/Académico para búsqueda de artículos académicos. Además, se hicieron búsquedas adicionales sin resultado relacionado con los objetivos del trabajo en Cochrane Plus, la Guía de Salud del Servicio Nacional de Salud (SNS) o el Banco de evidencias de Salud Castilla y León (SaCyL).

El uso de descriptores específicos en ciencias de la salud ha sido necesario para seleccionar los documentos que fueran relevantes para el trabajo, empleando *Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS)* o *Medical Subject Headings (MeSH)*. En la siguiente tabla expongo los descriptores y palabras clave más usadas en la búsqueda de información para el tema en estudio. Se utilizaron los operadores booleanos AND y OR y el truncador '*'.

Tabla 1. Descriptores usados para la búsqueda de información. –
Elaboración propia.

DeCS	MeSH
Infertilidad masculina	Male infertility
Tabaco	Tobacco
Fumar cigarrillos	Cigarette smoking
Espermatozoides	Sperm
Calidad seminal	Seminal quality

La búsqueda y recogida de datos ha quedado acotada a información publicada en los últimos 20 años (1999-2019) cuya evidencia fuera científica y contuviera resultados relevantes para el tema en estudio. He elegido ese rango de años para poder valorar una evolución en la información científica obtenida en las dos últimas décadas, analizando evidencias anteriores con evidencias más actuales. La búsqueda no ha quedado limitada por el idioma en el que los documentos estaban expuestos ni por el lugar de publicación.

Para seleccionar las fuentes se ha tenido en cuenta que respondieran a los objetivos propuestos para el trabajo y a la pregunta formulada. En todo caso se han excluido todos los documentos que no estén en el rango de los 20 últimos años de publicación, cuya información no sea relevante para el trabajo o la fuente sea de fiabilidad dudosa. Una limitación importante ha sido encontrar artículos de pago o no tener el acceso al resumen de algún artículo.

La búsqueda se ha llevado a cabo entre los meses de diciembre del año 2018 y mayo del año 2019. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión especificados anteriormente se cuenta con un total de 30 fuentes seleccionadas para esta revisión, siendo la mayoría artículos y otros documentos publicados en los últimos 20 años.

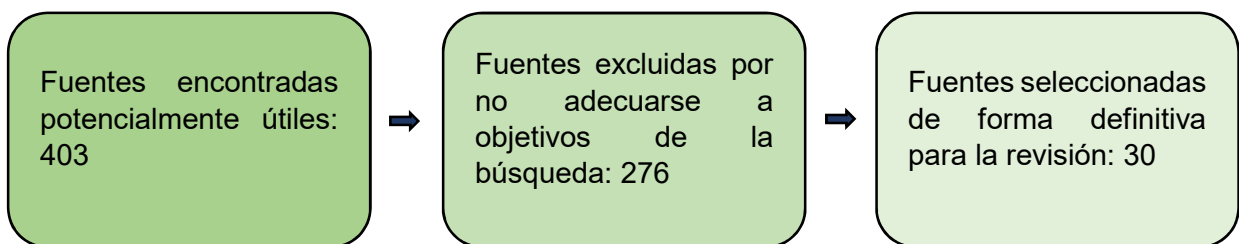


Figura 5. Diagrama de fuentes encontradas, excluidas e incluidas en la revisión. – Elaboración propia.

4. Desarrollo del tema

Con la recopilación de todos los documentos implicados en el tema a desarrollar, y tras una lectura detenida de ellos se expone su información en este apartado con el fin de dar una visión y una evidencia clara sobre el consumo de tabaco y su relación con la infertilidad masculina. Una vez determinados los criterios de inclusión y exclusión en el apartado anterior, a continuación se describe toda la información encontrada con el fin de cumplir los objetivos planteados y responder a la pregunta que vertebra el trabajo.

Calidad seminal

Un dato clave a tener en cuenta para valorar la infertilidad masculina en la actualidad es la calidad seminal, además es el primer método diagnóstico utilizado (15). Se recoge una muestra de semen y se estudian las características del mismo en cuanto a cantidad y calidad. Se determinan parámetros espermáticos fundamentales como concentración espermática, motilidad y morfología.

La OMS ha publicado en 2010 la última versión para valorar la calidad seminal según se señala en el *Manual de Laboratorio*, considerándose como una guía para enfermeras en clínicas de reproducción asistida. Para realizar este manual se tomaron como muestra los varones de parejas que habían conseguido un embarazo en un periodo de un año (16).

En este caso desde la última versión se modifican los “valores de referencia” que se tenían en cuenta en el manual publicado por la OMS en 1999 por “límites de referencia inferior” (LRI) publicados en el manual de la OMS en 2010 (*Anexo II*). Los valores del espermatozoides del individuo a estudiar que se encuentren por debajo de los límites de referencia bajos implican un individuo infértil o con dificultades para garantizar la fecundidad y posterior embarazo. Se deben hacer al menos dos seminogramas para diagnosticar (norma OMS) (17).

La calidad seminal se valora según los criterios expuestos por la OMS en su última versión en la quinta edición del manual en 2010 a excepción de la

morfología de los espermatozoides que sigue los *criterios de Krüger*. Se deben hacer al menos dos seminogramas para diagnosticar una infertilidad masculina (norma OMS) (17,18).

Tabla 2. *Parámetros en los que se va a centrar la revisión, LRI establecidos.*
– *Elaboración propia a partir de (18).*

Concentración espermática	<i>15x10⁶ espermatozoides/mL</i>
Motilidad total	<i>40% espermatozoides progresivos y no progresivos</i>
Morfología	<i>Criterios de la OMS: 4% espermatozoides con formas normales</i> <i>Criterios estrictos de Krüger: ≥ 30% espermatozoides con formas normales</i>

Se deben conocer las nomenclaturas necesarias para interpretar un espermiograma, según el *Manual de Laboratorio* de la OMS de 2010 (18), son:

- Normozoospermia (N): las características seminales cumplen los criterios de normalidad, se trata de un eyaculado normal.
- Oligozoospermia (O): disminución del número de espermatozoides en el examen seminal. El valor de referencia para determinar oligozoospermia es de una concentración < 15x10⁶ espermatozoides/mL.
- Astenozoospermia (A): aparición de espermatozoides inmóviles en el examen seminal, para determinarlo se observa en el seminograma < 40% de espermatozoides progresivos y no progresivos.
- Teratozoospermia (T): aparición de espermatozoides con morfología anormal en el examen seminal. Los valores de referencia para la teratozoospermia son según los criterios de la OMS < 4% espermatozoides con formas normales y según los criterios de Krüger < 30% espermatozoides con formas normales.
- Azoospermia: no hay presencia de espermatozoides en el eyaculado.
- Oligoastenoteratozoospermia (OAT): aparición de O, A y T conjuntamente en el examen seminal, alteración de las tres variables.

Consumo de tabaco en relación con la infertilidad masculina

En cuanto al tema expuesto en este trabajo se recogen diferentes publicaciones y se obtienen datos en los que destaca el consumo de tabaco como factor influyente en la infertilidad masculina, tras comparar un grupo de hombres fumadores y otro que no para consolidar una conclusión y observar una diferencia importante entre la calidad seminal de unos y otros. Dentro de los hábitos tóxicos (tabaco, alcohol o consumo de cafeína) destaca el consumo de tabaco como el factor más influyente en la infertilidad masculina. (12)

Voy a presentar a continuación artículos encontrados con respecto a este tema en estudio, 8 demuestran la influencia del consumo de tabaco sobre la calidad seminal, 2 no destacan la relación del consumo de tabaco con una afectación de la calidad seminal y 2 explican la reversibilidad de la calidad seminal una vez afectada por el consumo de tabaco. He decidido hacer una exposición de los mismos en orden cronológico, de esta manera se pueden contrastar datos científicos anteriores con estudios actuales y observar una evolución de lo obtenido. Los parámetros seminales en los que me he fijado para analizar la información contenida en las diferentes publicaciones han sido la concentración, la motilidad y la morfología, cuyos límites de referencia inferior (LRI) se han especificado anteriormente en la *Tabla 2*.

Influencia del consumo de tabaco en la calidad seminal

La Universidad de Berna y los laboratorios MCL, Künzle et al. (19) publicaron en *American Society for Reproductive Medicine* en 2003 un artículo en el que expusieron los resultados obtenidos en un estudio de cohortes tras comparar la calidad seminal de hombres fumadores habituales (a diario) con otros que no lo eran. Los individuos seleccionados inicialmente tenían un estilo de vida y antecedentes personales similares. Se excluyeron a todos aquellos que habían sufrido alguna *ITS*, consumían alcohol a diario o no contestaron a la pregunta sobre el consumo de alcohol. Conformando finalmente un total de 1786 individuos, con una muestra de 655 (36.7%) fumadores y 1131 (63.3%) no fumadores. En este caso se realizó la investigación con una muestra grande

aportando mayor fiabilidad, además permite resaltar los diferentes resultados obtenidos entre un grupo y otro. Con los criterios establecidos y explicados anteriormente se asoció el consumo de tabaco con una reducción de la calidad seminal, aumentando la morfología anormal y disminuyendo enormemente la concentración y la motilidad de los espermatozoides en el semen de los fumadores con respecto al de los no fumadores. Destaca que los individuos del grupo de fumadores eran más jóvenes que los del grupo de no fumadores, sin embargo, su calidad seminal se ve más afectada debido al consumo de tabaco. Además, fumar no solo afecta a los espermatozoides de manera directa sino a los órganos del aparato reproductor masculino, por lo que si el efecto del tabaco es sobre los testículos, no se formarán espermatozoides con características que cumplan los LRI (especificados anteriormente) para la fecundación, produciéndose problemas en la espermatogénesis y por lo tanto en la calidad seminal.

A esta información se añadió en el año 2012 que “los parámetros seminales y los resultados de análisis seminales realizados son un 22% más pobres en fumadores que en los no fumadores y que los efectos son dosis-dependientes” en la *American Society of Reproductive Medicine* (20, 25).

Para comprobar si el consumo de tabaco tiene relación con la infertilidad masculina Jain R. et al. (21), en 2015, evalúan los efectos de fumar cigarrillos sobre el líquido seminal en hombres adultos infértiles. El estudio incluye un total de 329 individuos en dos grupos de hombres infértiles: un grupo de fumadores durante al menos 6 meses integrado por 211 individuos (grupo I) y otro grupo de fumadores durante más de 6 meses integrado por 118 individuos (grupo II). Tras realizar un análisis seminal a todos los hombres y comparar ambos grupos destacó la aparición de morfología anormal en los espermatozoides de ambos grupos, pero de manera más acusada en el grupo II. También había una mayor disminución de la motilidad en el grupo II, pero lo que más destacó fue la disminución de la concentración de los espermatozoides con respecto al grupo I. Considerando estos resultados se deduce que el consumo de tabaco tiene un efecto negativo sobre el líquido seminal, y que es conveniente una reducción del consumo de cigarrillos o la retirada del hábito tabáquico si se quiere procrear.

En 2016 se evaluó, mediante un meta-análisis realizado por Sharma R. et al. (22), la relación entre el consumo de tabaco y la calidad seminal examinando el semen según los métodos de laboratorio propuestos por la OMS en 2010. Se recogieron 20 estudios que contaban con un total de 5865 participantes en el meta-análisis. En la recogida de datos se observó que la concentración espermática era el parámetro más afectado, después la motilidad y menos afectada la morfología, estos datos se veían más afectados en hombres infértiles y en grandes fumadores que en la población general.

Los hombres fumadores tienen un mayor riesgo de sufrir alteraciones en los parámetros seminales que los no fumadores, así lo demuestra Asare-Anane H. et al. (23) en 2016. Realizaron un estudio estadístico y demográfico transversal, que medía la prevalencia de una muestra poblacional. En este caso se tomaron 140 sujetos, de los cuales 95 eran fumadores y 45 no fumadores. Observaron tras el análisis de los resultados que la concentración y motilidad seminal estaban disminuidas, y establecieron que la reducción de la calidad seminal en los fumadores fue proporcional al número de cigarrillos consumidos al día.

En 2018 se llevó a cabo un estudio por Mostafa R.M. et al. (24) en el que estudiaron los parámetros seminales en 95 hombres infértiles, comparando por un estudio de cohortes a un grupo de 45 no fumadores con un grupo de 50 fumadores. No se tomó una muestra muy grande pero se hicieron análisis seminales extensos, en los que se comprobó que el parámetro más afectado con relación al consumo de tabaco era la concentración de espermatozoides en los fumadores siendo inferior al grupo de no fumadores. Además, en este estudio se demostró que hay una correlación entre el número de cigarrillos consumidos al día y los efectos negativos sobre los parámetros seminales, donde aquellos hombres que son grandes fumadores o fumadores por un largo periodo de tiempo se ven más afectados, tal y como también afirmó la *American Society of Reproductive Medicine* (20) en 2012 y Asare-Anane H. et al. (23) en 2016.

Es cierto que se conocen los efectos negativos del tabaco en la salud humana, considerando entre ellos los problemas de salud reproductiva. Incrementar la fertilidad humana ha preocupado cada vez más a la sociedad y ha impulsado el desarrollo de intervenciones de prevención, conociendo las causas que lo

producen. Sansone et al. (25) describe a través de un meta-análisis y revisando tres hábitos tóxicos (alcohol, tabaco y adicción a drogas) que los tres afectan en la calidad seminal. En cuanto al tabaco, refiere que más de un tercio de los hombres en el mundo consumen tabaco, siendo Europa el continente donde más se consume. En la actualidad se han descubierto más de 4700 químicos presentes en el tabaco, lo que relaciona que compongan una de las causas de la infertilidad masculina y afecte al espermatozoide. Los efectos del tabaco sobre la espermatogénesis y los parámetros espermáticos se ven reflejados en la alteración morfológica, la disminución de la motilidad y sobre todo la concentración espermática.

Este año 2019 se ha publicado un estudio en *BMC Public Health* por Bundgun et al. (26) a través del cual se analizan diferentes trabajos en los que investigaron el impacto del consumo de tabaco relacionado con la calidad seminal de hombres infértiles. Se incluyeron 6 estudios con un total de 10823 hombres infértiles, de los cuales 5257 eran fumadores y 5566 eran no fumadores. Concluyeron que el tabaco tiene un impacto significativo en la morfología del espermatozoide. También se observó la aparición de oligozoospermia, es decir, disminución del número de espermatozoides en el examen seminal. Sin embargo, fumar no lo relacionaron con una disminución de la motilidad, a diferencia de estudios anteriores.

Baja influencia del consumo de tabaco en la calidad seminal

En 2002 Trummer H. et al (27) publicaron un estudio observacional prospectivo, es decir, cuyo inicio es anterior a los hechos estudiados. En este caso se decidió comparar los parámetros seminales de 1104 hombres infértiles desde hace al menos un año y se establecieron 3 grupos: uno de 517 no fumadores, otro de 109 exfumadores y otro de 478 fumadores, agrupando a una cantidad extensa de individuos. De todos los participantes se recogieron dos muestras seminales en diferentes días; después, con los datos de los análisis seminales, se demuestra que no hay diferencias entre ambos análisis seminales de cada individuo. Tampoco hay diferencias importantes entre el grupo de

fumadores y el de exfumadores y no fumadores en cuanto a los parámetros seminales. Destaca que en el caso de exfumadores hay una prevalencia mayor de azoospermia (ausencia de espermatozoides en el eyaculado), sin embargo, no destaca una disminución de la calidad seminal en fumadores, constatando que el tabaco no tiene relación con la infertilidad masculina.

Martini et al. (28), expusieron en *American Society for Reproductive Medicine* en 2004 los efectos del consumo de tabaco y alcohol en la calidad seminal humana. Se realizó un estudio de cohortes en el que se tomó una muestra de hombres fumadores y otra de no fumadores, una muestra de hombres que consumían alcohol y otra de no bebedores. Para incluirles en el estudio facilitaron información con respecto al consumo de tabaco y alcohol, y la duración del consumo no fue superior a 6 meses antes del análisis seminal. Con una muestra total de 3976 individuos, se recogieron los resultados del examen espermático y se compararon todos los análisis. Se constató que no hay diferencia entre la calidad seminal de los hombres que fumaban o consumían alcohol y los que no. Destacan alteraciones en aquellos hombres que consumen ambas sustancias tóxicas con respecto al resto. Según este estudio la causa de infertilidad masculina viene dada por una variedad de factores y no solo por uno, como se quería conocer en este caso con el consumo de tabaco.

Reversibilidad de la calidad seminal

A través de un estudio retrospectivo Meri Z.B. et al. (29) en 2013 quiso determinar el efecto del consumo de cigarrillos en el líquido seminal. En este estudio se hicieron análisis seminales en un periodo de un año (entre agosto del 2010 y julio del 2011) en el que se contó con 1438 hombres de parejas infértiles. Una vez establecidos los criterios de exclusión se incluyeron 960 participantes y se separaron en dos grupos: un grupo control de 564 hombres no fumadores y otro grupo en estudio de 396 hombres fumadores. Al mismo tiempo el grupo de los fumadores fue dividido en 266 grandes fumadores (si consumían más de 20 cigarrillos al día) y 130 fumadores moderados (si consumían menos de 20 cigarrillos al día). Tras la toma de semen y su correspondiente análisis según los

criterios de la OMS se compararon ambos grupos y se observó que la morfología estaba afectada significativamente en el grupo de fumadores. En el caso de los grandes fumadores se notificó una disminución en la concentración del espermatozoides y aumento de formas anormales en el espermatozoides con respecto al grupo de fumadores moderados. Con este estudio recomiendan retirar el hábito tabáquico, pero refieren no conocer evidencia sobre si la retirada de este hábito mejora la fertilidad masculina, es decir, si la calidad seminal pudiera mejorar y revertir la situación.

Una investigación llevada a cabo por Phatale S.R. y Boramma S. (30) en 2014 quiso demostrar el efecto del tabaco en hombres fumadores. Se trató de un estudio experimental en el que se seleccionaron 75 individuos aleatoriamente y se estableció un grupo control de hombres no fumadores o grupo de hombres fértiles y se comparó, entre otros, con un grupo de hombres que había sido fumadores durante 10 años. El impacto del tabaco afecta en la concentración y motilidad seminal, pero explica que la reducción de la concentración seminal es reversible. De esta manera se aporta evidencia con respecto a que la fertilidad masculina se puede recuperar, dando datos científicos que no habían aportado Meri Z.B. et al. (29) en 2013 a este respecto.

*Tabla 3. Desarrollo del tema resumido en función de los artículos
seleccionados y datos obtenidos. – Elaboración propia a partir de (19-30)*

Autores	Año	Número de pacientes	Tipo de estudio	Efectos del tabaco
<i>Künzle et al. (19)</i>	2003	1786 individuos ✓ 1131 (63.3%) no fumadores ✓ 655 (36.7%) fumadores	Cohortes	Menor concentración y motilidad espermática. Formas seminales anormales. Órganos del aparato reproductor masculino y espermatogénesis afectados.
<i>American Society of Reproductive Medicine (20)</i>	2012	-	-	Dosis-dependencia sobre la calidad seminal.
<i>Jain R. et al. (21)</i>	2015	329 hombres infértiles ✓ 211 fumadores durante al menos 6m (GI) ✓ 118 fumadores durante más de 6m (GII)	Cohortes	Acusada disminución de la concentración espermática en GII. Menor motilidad y mayor morfología anormal en GII.
<i>Sharma R. et al. (22)</i>	2016	5865 participantes de un total de 20 estudios	Meta-análisis	Concentración espermática parámetro más afectado. Motilidad afectada en menor medida. Morfología alterada menos que los parámetros anteriores.
<i>Asare-Anane H. et al. (23)</i>	2016	140 sujetos ✓ 45 no fumadores ✓ 95 fumadores	Transversal	Menor concentración y motilidad. Dosis-dependencia sobre la calidad seminal.
<i>Mostafa R.M. et al. (24)</i>	2018	95 hombres infértiles ✓ 45 no fumadores ✓ 50 fumadores	Cohortes	Concentración espermática muy afectada. Dosis-dependencia sobre la calidad seminal.

<i>Sansone et al.</i> (25)	2018	-	Meta-análisis	Menor concentración espermática (mayor evidencia). Menor motilidad. Alteración morfología.
<i>Bundgun et al.</i> (26)	2019	10823 de un total de 6 estudios ✓ 5566 no fumadores ✓ 5257 fumadores	Meta-análisis	Menor concentración espermática. (oligozoospermia). No afección motilidad. Morfología alterada.
<i>Trummer H. et al</i> (27)	2002	1104 hombres infértiles ✓ 517 no fumadores ✓ 109 exfumadores ✓ 478 fumadores	Observacional prospectivo	Resultados seminales similares en todos los grupos. Mayor azoospermia en exfumadores.
<i>Martini et al. (28)</i>	2004	3976 individuos	Cohortes	Resultados seminales similares en todos los grupos. Causa infertilidad masculina: variedad de factores.
<i>Meri Z.B. et al.</i> (29)	2013	960 participantes ✓ 564 no fumadores ✓ 396 fumadores	Retrospectivo	Menor concentración espermática. Anormalidad morfológica de los espermatozoides. No evidencia de si reversibilidad.
<i>Phatale S.R. y Boramma S. (30)</i>	2014	75 individuos aleatorios	Estudio experimental	Menor concentración y motilidad seminal. Reversibilidad de la concentración espermática.

5. Discusión

Desde hace años se considera que es necesario realizar estudios que reflejen resultados sobre el consumo de tabaco y su relación con la infertilidad masculina. Con respecto a los ensayos encontrados todos tienen relación entre sí, pero no todos tienen el mismo enfoque ni demuestran los mismos resultados.

Conocer la calidad seminal es útil y es el primer paso para llevar a cabo un estudio más extenso de infertilidad en el hombre (15), pues es indicador de disminución de la fertilidad.

Destacan los trabajos que estudian el mismo parámetro en grupos con distintas características, es decir, estudios de cohortes, ya que permiten resaltar las diferencias entre el grupo control y el grupo en estudio. Al igual que en estudios en los que se cuenta con una muestra grande de individuos a examinar, pues se obtienen los resultados de mayor fiabilidad.

Como fortalezas en la obtención de información para este tema predomina un número elevado de estudios efectuados con respecto a la infertilidad masculina y los hábitos tóxicos. Permite la comparativa entre un grupo de tóxicos y otros, pudiendo resaltar cuál es el más influyente, y encontrando que el tabaco es el más estudiado hasta la fecha por su alta repercusión en la infertilidad masculina. Además se han recogido una variedad de estudios (experimentales, observacionales...) que permiten una visión más amplia del tema expuesto.

Todos los datos agrupados sirven para el uso diario en la práctica clínica por parte del personal sanitario. Desde enfermería se puede evaluar, a través de una entrevista personal con el paciente, el consumo de tabaco como factor de riesgo importante en problemas de concepción y dar recomendaciones de salud; así como hacer una correcta anamnesis, pruebas complementarias e interpretar resultados de los análisis solicitados (calidad seminal entre otros) en caso de ser necesario.

Se considera que a pesar de haber estudios con respecto a este tema, todavía no hay suficientes datos científicos que avalen que el consumo de tabaco afecte a la calidad seminal de manera característica, o que sus efectos sean mayores

y se desconocen. Por ello se trata de un tema con líneas futuras de investigación para consolidar una base científica al respecto.

Intervención de enfermería

En mi caso como enfermera, si se me presentara una situación en la que acude una pareja, cuyo motivo de consulta es la imposibilidad de que la mujer consiga con éxito un embarazo tras 12 meses o más manteniendo relaciones sexuales, haría primeramente una entrevista personal y una anamnesis de ambos miembros de la pareja.

Después se podría observar y evaluar si presentan alguna enfermedad importante, antecedentes médicos, quirúrgicos y personales, y donde quiero centrar mi atención que es en valorar sus hábitos tóxicos. A partir de ahí me podría pronunciar y aplicar educación para la salud en función de la situación en la que se encuentre:

- Si el hombre refiere ser fumador daría recomendaciones basadas en evidencia científica y me podría valer de los datos recogidos en este trabajo para argumentar mis consejos en salud. Es importante abandonar el hábito tabáquico si se quiere obtener descendencia pues su retirada facilita que la calidad seminal sea óptima para fecundar un óvulo, y no se vea afectada en concentración, motilidad y morfología entre otros. Explicar el efecto de dosis-dependencia sobre la calidad seminal (19-26).
- Si además de consumir tabaco consume otras sustancias tóxicas, es evidente que la calidad seminal está más afectada y por lo tanto, será más difícil la procreación; ya que como destacan varios autores la causa de la infertilidad masculina es debida a una variedad de factores, o a un conjunto de hábitos tóxicos combinados (28). Sería recomendable facilitarle la retirada de estos hábitos acudiendo a la consulta de enfermería y pautando una serie de rutinas para la desintoxicación y deshabitación.
- Si el hombre refiere ser exfumador, es preciso preguntar hace cuánto tiempo abandonó el hábito tabáquico y cuánto tiempo ha fumado

anteriormente para saber si la calidad seminal se ha podido recuperar (30) o si ya está gravemente afectada por el consumo de tabaco prolongado. Aun así, sería preciso hacer un análisis seminal para valorar los parámetros y la calidad seminal. Hay que recordar que la azoospermia es más frecuente en exfumadores (27).

- Si el hombre refiere no ser fumador, se podría aconsejar que continúe con hábitos saludables de vida y se podría realizar un análisis seminal para comprobar que la calidad de su semen es la óptima o si la infertilidad está afectada por otros motivos (cirugías, infecciones...).

6. Conclusiones

En este trabajo se recoge información de estudios publicados en fuentes contrastadas sobre la infertilidad masculina influenciada por el consumo de tabaco. Se han encontrado muchos datos científicos aunque no todos han sido usados ya que sólo se han incluido aquellos que cumplieran los criterios establecidos para la realización de la revisión del tema a estudiar.

La determinación de la calidad seminal es el primer método diagnóstico utilizado y es fundamental para valorar la infertilidad masculina. Después se complementará con estudios más amplios, si es preciso. Se debe conocer la nomenclatura específica y conceptos básicos del *Manual de Laboratorio* publicado por la OMS en 2010 (15-18).

El consumo de tabaco afecta principalmente a la concentración, la motilidad y la morfología de los espermatozoides (19, 21-26). Además, se ha demostrado una relación proporcional entre consumo de cigarrillos y los efectos perjudiciales en la fertilidad masculina (20, 23, 24).

Hay estudios que no demuestran que el impacto del consumo de tabaco sobre la infertilidad masculina sea significativo (27, 28). Así mismo hay trabajos que demuestran la reversibilidad de la calidad seminal una vez afectada por el consumo de tabaco (30).

Es conveniente que la investigación sobre el efecto del consumo de tabaco en la infertilidad masculina continúe y seguir actualizando la evidencia.

7. Bibliografía (tipo Vancouver)

1. Rojas Quintana P., Medina Tío D. M., Torres Ajá L. Infertilidad. Medisur. 2011. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2011000400012
2. Villalobos Castro D. Infertilidad: Consideraciones Generales. 2012. Disponible en: <http://infertilidadcr.com/publicaciones/infertilidad-publi.html>
3. Eterovic Díaz C., Stiepovich Bertoni J. Enfermería basada en la evidencia y formación profesional. Ciencia y enfermería. 2010. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-95532010000300002&script=sci_arttext
4. García Navas R., Maganto Pavón E., García-Ortells D., Gómez García I., Sanz Mayayo E., Escudero Barrilero A. La infertilidad y el varicocele a través de la historia. Monográfico: varicocele e infertilidad masculina. 2004. Disponible en: [http://historia.aeu.es/archespurol/lvii\(9\)876-882.pdf](http://historia.aeu.es/archespurol/lvii(9)876-882.pdf)
5. Miranda. M. Johannes Vermeer y Anthon van Leeuwenhoek: El arte y la ciencia de Delft unidos en su máxima expresión en el siglo de oro holandés. Revista médica de Chile. 2009. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0034-98872009000400017&script=sci_arttext&tlng=en
6. Brugo-Olmedo S., Chillik C., Kopelman S. Definición y causas de la infertilidad. Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología. 2003. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcog/v54n4/v54n4a03.pdf>
7. Criado M.A. La calidad del esperma de los occidentales ha bajado a la mitad en 40 años. El País. 2017. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2017/07/25/ciencia/1500998045_683452.html
8. Schmitz-Felten E., Kuhl K., Hougaard K.S., Miranowicz-Dzierżawska K. Informe relevante sobre los agentes tóxicos para la reproducción. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. 2016. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/summary-state-art-report-reproductive-toxicants>
9. Figa I. Riesgos en salud ocupacional y la salud reproductiva de mujeres y hombres. Disponible en: http://caps.cat/images/stories/Irene_Figa.pdf

10. Ferrer A. Intoxicación por metales. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. 2003. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272003000200008
11. Pérez Alejo J.L., Somonte Ríos R., Piñón Montano A.G., Hernández Rodríguez H., Acosta Quintana V.K. Espermatogénesis en personal profesional expuestos a las radiaciones electromagnéticas. Revista Cubana de Medicina Militar. 2005. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572005000400002
12. Estudio y tratamiento de la pareja estéril: Recomendaciones de la Sociedad Española de Fertilidad, con la colaboración de la Asociación Española para el Estudio de la Biología de la Reproducción, de la Asociación Española de Andrología y de la Sociedad Española de Contracepción. 2007. Disponible en: <https://www.sefertilidad.net/docs/biblioteca/recomendaciones/completo.pdf>
13. Determinantes de la salud (consumo de tabaco, exposición pasiva al humo de tabaco, alcohol, problemas medioambientales en la vivienda). Instituto Nacional de Estadística. 2017. Disponible en: http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INESeccion_C&cid=1259926698156&p=1254735110672&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout
14. Porcentaje de fumadores diarios por género y edad en España en 2017. Statista. 2019. Disponible en: <https://es.statista.com/estadisticas/535743/porcentaje-de-fumadores-diarios-por-genero-y-edad-en-espana/>
15. Tapia Serrano R. Una visión actual de la infertilidad masculina. Revista Mexicana de Reproducción. 2012. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/reproduccion/mr-2012/mr123b.pdf>
16. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. World Health Organization. 2010. Disponible en:

- https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44261/9789241547789_eng.pdf?sequence=1
17. Sarabia L., Munuce M.J. Nuevos valores para el espermograma OMS 2010. Revista médica de Chile. 2011. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0034-98872011000400020&script=sci_arttext
 18. Espinoza-Navarro O., Sarabia L. Evaluación y estandarización de la calidad del espermograma: nuevos límites inferiores de referencia. International Journal of Morphology. 2011. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v29n3/art36.pdf>
 19. Künzle R., Mueller M.D., Hänggi W., Birkhäuser M.H., Drescher H., Bersinger N.A. Semen quality of male smokers and nonsmokers in infertile couples. American Society for Reproductive Medicine. 2003. Disponible en: [https://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(02\)04664-2/pdf](https://www.fertstert.org/article/S0015-0282(02)04664-2/pdf)
 20. Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Smoking and infertility: a committee opinion. Fertil Steril. 2012. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30196946>
 21. Jain R., Jain V., Awasthi S., Dutta S., Jain S.K. Effects of Cigarette Smoking on Adult Male Seminal Fluid: A Retrospective Study. International Journal of Scientific Study. 2015. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/7b44/157b1d3b9ba12c5004b23cd90810f24ae2fa.pdf>
 22. Sharma R., Harlev A., Agarwal A., Esteves S.C. Cigarette Smoking and Semen Quality: A New Meta-analysis Examining the Effect of the 2010 World Health Organization Laboratory Methods for the Examination of Human Semen. European Association of Urology. 2016. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27113031>
 23. Asare-Anane H., Bannison S.B., Ofori E.K., Ateko R. O., Bawah A. T., Amanquah S. D. et al. Tobacco smoking is associated with decreased semen quality. Reproductive Health. 2016. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4974764/pdf/12978_2016_Article_207.pdf

24. Mostafa R.M., Nasrallah Y.S., Hassan M.M., Farrag A.F., Majzoub A., Agarwal A. The effect of cigarette smoking on human seminal parameters, sperm chromatin structure and condensation. *Wiley Andrología*. 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29124782>
25. Sansone A., Di Dato C., De Angelis C., Menafrà D., Pozza C., Pivonello R. et al. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2018. Disponible en: <https://rbej.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/s12958-018-0320-7>
26. Bundhun P.K., Janoo G., Bhurtu A., Teeluck A.R., Sani Soogund M.F., Pursun M. et al. Tobacco smoking and semen quality in infertile males: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2019. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6325781/pdf/12889_2018_Article_6319.pdf
27. Trummer H., Habermann H., Haas J., Pummer K. The impact of cigarette smoking on human semen parameters and hormones. *Humos Reproduction*. 2002. Disponible en: <https://academic.oup.com/humrep/article/17/6/1554/2919215>
28. Martini A.C., Molina R.I., Estofán D., Senestrari D., Fiol de Cuneo M., Ruiz R.D. Effects of alcohol and cigarette consumption on human seminal quality. *American Society for Reproductive Medicine*. 2004. Disponible en: [https://www.fertstert.org/article/S0015-0282\(04\)00737-X/pdf](https://www.fertstert.org/article/S0015-0282(04)00737-X/pdf)
29. Meri Z.B., Irshid I.B., Migdadi M., Irshid A.B., Mhanna S.A. Does Cigarette Smoking Affect Seminal Fluid Parameters? A Comparative Study. *Oman Medical Journal*. 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3562984/pdf/OMJ-D-12-00311.pdf>
30. Phatale S.R., Boramma S. Effect of Tobacco Chewing and Smoking on Male Infertility. *International Journal of Recent Trends in Science And Technology*. 2014. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/50e2/39470cf5bf9cd9f2f8e2bf6762d3856c76bc.pdf>

8. Anexos

Anexo I

En el siglo XVII *Leeuwenhoek* descubrió el microscopio y describió los espermatozoides como “una multitud de pequeños animales vivientes, más de mil en el espacio de un grano de arena...más pequeños que los glóbulos rojos sanguíneos. Tienen el cuerpo redondeado, acabado en punta, y tienen una cola cinco o seis veces más larga que su cuerpo”. Después progresó su definición y lo llamó “animáculo”, que se mueve de manera serpenteante más parecido al concepto conocido actualmente (4).

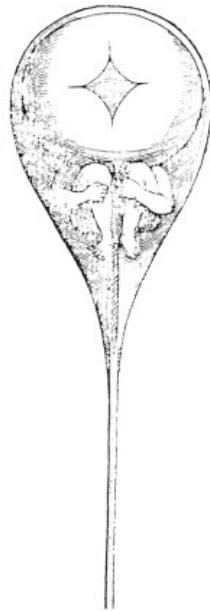


Figura 6. Dibujo realizado por Leeuwenhoek tras su primera visualización de espermatozoides en el microscopio (4).

Anexo II

Tabla contenida en el *Manual de Laboratorio* para valorar calidad seminal según límites de referencia inferior publicado por la OMS en su última versión en 2010.

Tabla 4. Límites de referencia bajos (percentil 5 y con intervalos de confianza del 95%) para las características del semen (16).

<i>Parámetros</i>	<i>Límites de referencia bajos</i>
Volumen del semen (ml)	1.5 (1.4 – 1.7)
Concentración total de espermatozoides (10 ⁶ / eyaculado)	39 (33 – 46)
Concentración de espermatozoides (10 ⁶ / ml.	15 (12 – 16)
Motilidad total (PR + NP, %)	40 (38 – 42)
Motilidad Progresiva (PR %)	32 (31 - 34)
Vitalidad (espermatozoides vivos %)	58 (55 - 63)
Morfología espermática (formas normales %)	4 (3.0 – 4.0)
pH	≥7.2
Consenso de otro valores límites	
Peroxidasa-positiva para leucocitos (10 ⁶ / ml)	<1.0
MAR test (espermatozoides móviles con partículas unidas %)	<50
Inmunobead test (espermatozoides móviles con bead unidos %)	<50
Zinc seminal (mol/eyaculado)	≥2.4
Fructosa seminal (mol/eyaculado)	≥13
Glucosidasa neutral seminal (mU/eyaculado)	≥20