

Evaluación de los parámetros seminales en 30 hombres con fertilidad probada y breve revisión de la literatura

Evaluation of semen parameters in 30 men with proven fertility, brief review of the literature

Biol. María Senovia Henao Agudelo, PhD. Walter Cardona Maya

Facultad de Medicina, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

RESUMEN

Introducción: la infertilidad es definida como la incapacidad de completar un embarazo después de 12 meses de sostener relaciones sexuales sin medidas anticonceptivas.

Objetivo: evaluar los parámetros seminales de 30 hombres con fertilidad probada y compararlos con los límites de referencia reportados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2010. Adicionalmente, se realizó una revisión bibliográfica sobre los parámetros seminales en América Latina.

Métodos: se evaluó el pH, el volumen, la concentración, la movilidad, la viabilidad y la morfología espermática de muestras de semen de hombres con fertilidad probada empleando la metodología propuesta por la OMS.

Resultados: el 90 % de las muestras presentaron parámetros seminales por encima del límite inferior de referencia. Los valores de la mediana fueron: pH 8, volumen 2,5 mL, concentración 82,5 millones/mL, movilidad total de espermatozoides progresivos y no progresivos 68,5 %, movilidad progresiva 58 %, viabilidad 76 %, morfología normal 10,5 %.

Conclusión: los parámetros seminales de la población fértil estudiada están por encima del límite inferior de referencia, lo que permite pensar que la nueva clasificación de la OMS 2010 está más acorde con la población fértil que los valores previamente propuestos en otros manuales. Sin embargo se requieren más estudios con un mayor tamaño muestral en los cuales se evalúen además los parámetros seminales en la población general y en individuos infértiles.

Palabras clave: espermograma, fertilidad, parámetros seminales, OMS, límite inferior de referencia, espermatozoide.

ABSTRACT

Introduction: infertility is defined as the inability to complete a pregnancy after 12 months of having sex without contraception.

Objective : to evaluate the seminal parameters of 30 men with proven fertility and compared with lower reference limit reported by the 2010 World Health Organization (WHO) guidelines. Additionally, a literature review was conducted on semen parameters in Latin America.

Methods: pH, volume, concentration, motility, viability and sperm morphology on semen samples were evaluated from men with proven fertility using the WHO proposed methodology.

Results: 90 % of the samples showed seminal parameters above the lower reference limit. The median values were: pH 8, 2.5 mL volume, concentration 82.5×10^6 / mL, total progressive and non-progressive sperm motility 68.5 %, progressive motility 58 %, viability 76 %, and normal morphology 10,5 %.

Conclusions: semen parameters of the fertile population studied are above the lower reference limit, which suggests that the new 2010 WHO classification are more congruent with fertile population than those previously proposed values in other manuals. However, more investigations are needed using more individuals, which also will be evaluated semen parameters in the general population and infertile individuals.

Key words: semen analysis, fertility, seminal parameters, WHO, lower reference limits, spermatozoa.

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX, la población mundial presentó un importante desarrollo social e industrial el cual coincidió con un descenso en la fertilidad, aunque en contraste a lo esperado, el número global de individuos en el mundo continúa en aumento.¹ A pesar de esta superpoblación, más de la mitad de los seres humanos viven en zonas que están por debajo de la tasa de reemplazo generacional, lo que significa que una pareja no alcanza a ser reemplazado por los hijos y esto no permite mantener un número constante de individuos.^{2,3}

La infertilidad es definida como la incapacidad de completar un embarazo después de 12 meses de sostener relaciones sexuales sin medidas anticonceptivas⁴ y es una condición que afecta entre el 15-20 % de las parejas en edad reproductiva e implica una deficiencia que aunque no compromete la integridad física del individuo ni amenaza su vida, tiene un impacto negativo sobre su desarrollo personal.

Los estudios realizados generalmente tratan de dilucidar cómo es la fertilidad de los humanos y cómo ha variado a través del tiempo.^{2,5-22} En estos estudios sin embargo no se establece un rango de referencia que pueda ser utilizado por los centros de fertilidad para clasificar a los individuos, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha publicado periódicamente un manual para el procesamiento del semen humano^{23,24} en el cual se dictan algunos valores de referencia para distintos parámetros evaluados en el eyaculado.

El análisis seminal es el examen paraclínico que brinda la visión más amplia de la capacidad reproductiva del hombre,³ es un examen sencillo, de bajo costo que permite evaluar qué tipo de tratamiento tanto médico como quirúrgico se debe llevar a cabo durante un proceso de infertilidad.²⁵ El análisis seminal incluye: una evaluación macroscópica del eyaculado en la cual se valora el pH, el volumen, la licuefacción y la viscosidad del semen, además de una observación microscópica en la que se evalúa la movilidad, la viabilidad, la concentración y la morfología espermática.

Uno de los parámetros seminales más estudiados es la concentración espermática,²⁶ considerada como uno de los parámetros cuantitativos más importantes que se obtiene durante este análisis^{3,27} y acorde con *Sandler*²⁵ el valor de referencia para este parámetro en el año de 1934 era de 60 millones de espermatozoides por mL de eyaculado para considerar a un hombre fértil. Dos décadas después este valor cambió por 50 millones de espermatozoides por mL. En 1950, un nuevo valor de referencia fue establecido basado en un estudio de 1 000 individuos y fue reportado como 20 millones de espermatozoides por mL debido a que más del 95 % de los hombres fértiles que participaron en ese estudio presentaban valores superiores.^{21,28} Este valor se mantuvo hasta que la OMS en la quinta versión del manual para el procesamiento del semen publicado en el 2010, reportó que el límite inferior de referencia para la concentración es de 15 millones de espermatozoides por mL, basado en un estudio de 4 500 hombres con fertilidad probada, provenientes de 14 países de cuatro continentes.²⁹

En el mundo existen varios estudios sobre la fertilidad humana en los cuales se incluyen estudios demográficos realizados en hombres fértiles de Estados Unidos y Europa, los cuales han mostrado que existen diferencias en los parámetros seminales tanto intrapoblacionales como interpoblacionales.^{7,12} En América Latina existen estudios poblacionales en países como Argentina,^{22,30-40} Bolivia,⁴¹ Brasil,^{5,18,42-50} Chile,^{20,51-55} Colombia,^{2,10,19,27,56-60} Cuba,⁶¹⁻⁶⁶ México,⁶⁷⁻⁷⁵ Perú,⁷⁶⁻⁸¹ Uruguay⁸² y Venezuela.^{8,83-91}

En Colombia, este grupo ha realizado varios estudios intentando evaluar las diferencias en los parámetros seminales,^{2,10,19,27,56} sin embargo no existen investigaciones en las que se empleen los criterios propuestos en el manual de procesamiento de semen de la OMS en 2010.

El objetivo de este estudio es analizar los valores de los parámetros seminales en 30 hombres con fertilidad comprobada de la ciudad de Medellín y compararlos con los actuales límites de referencia propuestos en el manual del procesamiento del semen humano de la OMS 2010. Adicionalmente, se realizó una breve revisión bibliográfica sobre los parámetros seminales en América Latina.

MÉTODOS

Población de estudio

Se recolectaron muestras seminales de 30 hombres fértiles aparentemente sanos, que tuvieran un hijo en el último año o la pareja se encontrara en embarazo a la fecha de la toma de la muestra. El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Sede de Investigación Universitaria de la Universidad de Antioquia y a cada hombre se le explicó el objetivo de la investigación y se le indicaron las condiciones de la toma de la muestra. Se excluyeron del estudio los individuos con enfermedades andrológicas como: varicocele, criptorquidia y orquiepididimitis.

Recolección de las muestras

Las muestras seminales se recolectaron mediante masturbación después de 2 a 7 días de abstinencia sexual y fueron llevadas al laboratorio en un periodo máximo de 60 min para iniciar su análisis.

Análisis de las muestras

Se realizó el análisis macroscópico y microscópico de las muestras según el manual para análisis seminal de la OMS (2010).²⁴ En primer lugar se evaluó la licuefacción, la viscosidad, el pH y el volumen seminal. La movilidad se determinó observando al microscopio 10 μ L de la muestra de semen con el objetivo de 40X clasificando los espermatozoides en tres tipos de movilidad: tipo I aquellos con movimiento progresivo, tipo II con movimiento no progresivos y tipo III los espermatozoides inmóviles. Para la viabilidad se mezclaron 10 μ L de semen y 10 μ L de eosina-Y (Sigma-Aldrich, San Louis, MO, USA) y se contaron como viables los espermatozoides que excluían el colorante al observarlos al microscopio con el objetivo de 40X. La concentración espermática se determinó mediante la cámara de Makler sin diluir la muestra.⁹² La morfología se evaluó mediante dos extendidos que fueron coloreados con Stain kit (Stat III Andrology Stain, Mt Laurel, NJ, USA), posteriormente cada extendido fue evaluado al microscopio con un objetivo de 100X, se contaron 200 espermatozoides por extendido para determinar los espermatozoides normales y los anormales, y clasificar las anomalías según su ubicación en cabeza, pieza media y/o cola y así calcular el índice de teratozoospermia.

De otro lado, se realizó una búsqueda de la literatura publicada sobre los parámetros seminales en América Latina en la base de datos Medline/Pubmed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Scielo (<http://www.scielo.org>) y Google Académico (<http://scholar.google.com>) empleando los términos: parámetros seminales en América Latina, espermograma, infertilidad masculina y semen, así como sus equivalentes en inglés.

Análisis estadístico

Los parámetros seminales del eyaculado se analizaron mediante un análisis descriptivo determinando los valores de la media y la desviación estándar, y la mediana y el rango, además se calculó el percentil 5.

Adicionalmente, se determinó el porcentaje de individuos cuyos parámetros seminales se encontraban por encima del límite inferior de referencia establecido por la OMS en su manual de 2010.²⁴

RESULTADOS

En este estudio se analizaron 30 muestras de semen de hombres con fertilidad comprobada, 19 tenían un hijo nacido en el último año y 11 tenían la pareja embarazada; con un promedio de edad y desviación estándar (DS) de $30 \pm 6,76$, rango entre 18 y 43 años. En la tabla 1 se resumen las características reproductivas de la población estudiada.

Tabla 1. Promedio, desviación estándar (DS) y rango de las variables reproductivas de la población que participó en el estudio

Variable	Promedio ± DS, rango
Número de individuos	30
Edad en años	30 ± 6,76, 18 - 43
Número de hijos	1,13 ± 0,34, 1-2
Tiempo de embarazo, meses	5,7 ± 2,2, 2-8
Días de abstinencia sexual	3,7± 1,02, 3-7

El 90 % de las muestras de semen de los individuos participantes en el presente estudio presentaron parámetros seminales por encima de los límites de referencia del manual de procesamiento del semen humano de la OMS del año 2010.²⁴ Al confrontar los resultados obtenidos con los valores de referencia reportados en el mismo manual en la versión del año 1999 se encontró que el 90 % de las muestras están por encima del valor de referencia para el pH, el volumen y la movilidad; el porcentaje de muestras por encima del valor de referencia para la viabilidad y la morfología fue del 54 % y 33 %, respectivamente (tabla 2).

Tabla 2. Características de los parámetros seminales de 30 hombres fértiles

Parámetros seminales	Media	Mediana	Desviación estándar	Rango		Percentil 5	Límite inferior de referencia OMS 2010 ²⁴	Cumple criterio, %
				Min	Máx			
pH	7,8	8	0,4	7	8,5	7	≥ 7,2	90
Volumen (mL)	2,7	2,5	1,3	1,5	6	1,6	1,5	100
Concentración espermática (10 ⁶ /mL)	80,6	82,5	58,7	26	300	28,8	15	100
Movilidad total (progresivos + no progresivos), %	69,3	68,5	10,0	52	91	52	40	100
Movilidad progresiva, %	61,1	58	12,1	42	90	44,8	32	100
Morfología normal, %	11,2	11	4,6	5	22,5	5 3	4	100
Índice de teratozoospermia, %	1,4	1,4	0,2	1,2	2	1 2	<1 6	100
Viabilidad, %	75,3	76	8,8	60	91	61,7	58	100

Adicionalmente, al revisar la literatura sobre estudios relacionados con los parámetros seminales en América Latina, se encontraron alrededor de 72 artículos de estudios con poblaciones de hombres fértiles, infértiles, con varicocele, consumidores de tabaco y alcohol. Adicionalmente, se encontró un estudio en el que se evaluó el efecto del celular sobre los parámetros seminales, en los cuales se evidenció que portar el celular en la cintura podría afectar la concentración espermática.²²

Se encontraron cuatro artículos^{32,33,35,63} en los cuales se determinan las consecuencias que tienen el consumo de tabaco y el alcohol sobre los parámetros seminales, los cuales muestran que al menos uno de los parámetros analizados en

cada estudio se ve afectado por el consumo de estas sustancias, en comparación con los individuos que no consumen ningún tipo de sustancia.

De los 71 artículos evaluados en esta revisión, en 10 de ellos^{38,44,46,55-57,59,80,81,87} se analizó la relación que tiene la edad sobre la alteración de los parámetros seminales, encontrando que a mayor edad hay una disminución significativa, al menos, uno de los parámetros estudiados comparados con los valores establecidos por la OMS en el manual del procesamiento del semen humano.

Ocho artículos^{48-50,70,84,86,88,93} mostraron la variación de los parámetros seminales en hombres infértiles, con varicocele y sin varicocele. Además, se encontró que los hombres con varicocele no tienen los parámetros alterados comparados con los valores de referencia de la OMS en el manual del procesamiento del semen humano; pero sí muestran una disminución en estos cuando se comparan con hombres fértiles.

Se encontraron 5 estudios^{18,48,60,61,73} sobre el estrés oxidativo del líquido seminal y no se encontró ninguna relación de este con los valores de los parámetros seminales.

El resto de los artículos evaluaron tratamientos hechos a hombres infértiles con antibióticos³⁹ y plantas,⁷⁶ o se compararon los parámetros seminales de hombres infértiles con hombres fértiles, otros estudios evaluaron hombres fértiles de acuerdo a los valores establecidos por la OMS o compararon los parámetros seminales entre hombres de diferentes ciudades.

DISCUSIÓN

Este es uno de los primeros estudios realizados con los límites inferiores de referencia reportados por la OMS en el manual del procesamiento de semen humano en 2010,²⁴ en el cual se analizaron los parámetros seminales de hombres con fertilidad comprobada, residentes en la en área metropolitana de la ciudad de Medellín. El presente estudio muestra que un 90 % de las muestras analizadas estaban por encima del límite inferior de referencia establecido por la OMS²⁴ y solo el 10 % de las muestras examinadas tenían el pH alterado. Un estudio realizado en la ciudad de Medellín con 113 hombres,¹⁰ reportó que el 54,9 % de las muestras evaluadas tenía por lo menos uno de los parámetros seminales analizados alterados respecto a los valores de referencia establecidos por la OMS en 1999.²³

En el presente estudio los valores de los parámetros seminales de las muestras donadas por los voluntarios están por encima de los límites inferiores de referencia establecidos por la OMS-2010 en el manual del procesamiento del semen humano, pero al compararlos con los valores de referencia de la OMS-1999,²³ 5 de los parámetros analizados están por debajo de los valores de referencia. Otro estudio, realizado en Brasil⁴⁴ con una muestra de 500 individuos candidatos a vasectomía, evidenció que un alto porcentaje de los parámetros seminales evaluados: pH 16 %, volumen 32 %, concentración 6 %, movilidad progresiva 29,6 % y morfología 87,2 %, estaban por debajo de los valores de referencia establecidos por la OMS-1992 en el manual de análisis del semen humano, lo que hace pensar que las clasificaciones de la OMS en los años 1992 y 1999 en el manual de análisis seminal eran más estrictas y por esto los parámetros seminales de los hombres fértiles estaban alterados.

De otro lado, en la revisión de la literatura en América Latina varios autores en diferentes investigaciones comparan los parámetros seminales de hombres fértiles, infértiles, hombres sanos, hombres consumidores o expuestos a sustancias que ponen en riesgo la calidad del eyaculado y el efecto que tiene la edad en dichos

parámetros, pero muy pocos de estos estudios emplean las directrices de la OMS. *Espinoza Navarro* y otros²⁰ compararon los parámetros seminales de 109 hombres sanos con los valores de referencia del manual del análisis seminal de la OMS-1999, donde encontraron que al menos uno de los parámetros analizados se encuentra por debajo del valor de referencia establecido. Los otros estudios describen comparaciones de hombres que consumen o se exponen a algún tipo de , con poblaciones sanas, hombres jóvenes con hombres de edad avanzada, hombres con enfermedades andrológicas con hombres sanos.

Cocuzza y otros¹⁸ evaluaron la concentración, la movilidad y la morfología espermática de tres poblaciones de hombres: hombres fértiles con varicocele, hombres fértiles sin varicocele y hombres infértiles con varicocele, encontraron que todos los hombres infértiles con varicocele tenían los parámetros seminales analizados significativamente más bajos que los hombres fértiles con y sin varicocele; *Athayde* y otros,⁴⁵ compararon los parámetros seminales de hombres fértiles e infértiles y encontraron que en los hombres fértiles los parámetros seminales fueron significativamente más altos que lo de los hombres subfértiles; *Berdugo* y otros,² analizaron los parámetros seminales de hombres fértiles de dos poblaciones latinoamericanas Medellín, Colombia y Petrópolis, Brasil, hallaron que los hombres de Medellín presentaron una disminución significativa en el volumen y los individuos de Petrópolis presentaron una disminución significativa en la movilidad progresiva;¹⁹ *Tortolero* y otros,⁸⁶ evaluaron la concentración, la movilidad y la morfología espermática de hombres fértiles, subfértiles y hombres con varicocele, encontraron una disminución en la concentración y la movilidad espermática de hombres subfértiles y hombres con varicocele comparados con hombres fértiles, y en cuanto a la morfología fue menor en hombres subfértiles que en hombres fértiles y hombres con varicocele. Por su parte, *Stutz* y otros,³² evaluaron el consumo de alcohol, tabaco y aspirina sobre la concentración, movilidad, viabilidad y morfología espermática y encontraron disminución en estos parámetros; *Farieelo* y otros⁵⁰ informaron que los hombres con varicocele que consumían 20 o más cigarrillos al día, mostraron una disminución en el volumen, la concentración y la movilidad progresiva comparados con el grupo control. En contraste *Martini* y otros³³ reportaron que el consumo de cigarrillo y alcohol por separado no tiene ningún efecto en los parámetros seminales, pero cuando los dos hábitos coexisten, hay una disminución significativa en el volumen, la concentración y la movilidad espermática.

Mallok y otros⁶⁶ evaluaron los parámetros seminales de hombres infértiles consumidores de fármacos, comparados con un grupo de hombres sanos, donde se encontró una disminución en los parámetros de los hombres infértiles comparados con el grupo control; *Vicenta Paparella* y otros⁴⁰ reportaron que el porcentaje de concentración y morfología espermática fue menor en hombres expuestos a agroquímicos comparados con hombres no expuestos; *Horta* y otros⁵⁵ describen la disminución de la morfología espermática en hombres mayores de 40 años comparados con hombres entre 17 y 35 años.

En el presente estudio se describieron los parámetros seminales de la población fértil de la ciudad de Medellín y se realizó una comparación de estos con los límites de referencia del manual de procesamiento del semen humano de la OMS-2010, ya que estudios realizados anteriormente en la ciudad, fueron hechos con los diferentes valores de referencia publicados en versiones anteriores del manual de la OMS se puede concluir que los parámetros seminales de la población fértil estudiada están dentro de los límites de referencia propuestos por la OMS lo que hace pensar que la nueva clasificación del manual de procesamiento del semen humano es más acorde con la población estudiada, sin embargo, se requieren más estudios preferiblemente con un mayor número de individuos.

Agradecimientos

A la Universidad de Antioquia, Programa de Sostenibilidad 2013-2014.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bryant J. Theories of fertility decline and the evidence from development indicators. *Population and Development Review*. 2007; 33(1):101-27.
2. Berdugo J, Madero JI, Díaz-Yunez I, Restrepo Betancur F, Cardona Maya W. Evaluación de los parámetros seminales en tres ciudades colombianas, diferencias regionales. *Rev Cubana Obstet Ginecol*. 2011; 37(2):288-96.
3. Vásquez RF, Vásquez Echeverri D. Espermograma y su utilidad clínica. *Revista Científica Salud Uninorte*. 2012; 23(2):220-30.
4. Brugo-Olmedo S, Chillik C, Kopelman S. Definición y causas de la infertilidad. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*. 2003; 54:227-48.
5. Bahamondes L, Abdelmassih R, Dachs JN. Survey of 185 sperm analyses of fertile men in an infertility service. *International journal of andrology*. 1979; 2(1 6):526-33.
6. Matheus M, Sala M, Barrionovo N, Franceschini S. Determination of the parameters of human semen in subjects with confirmed fertility. *J Bras Ginecol*. 1986; 96:225-9.
7. Auger J, Jouannet P. Evidence for regional differences of semen quality among fertile French men. *Fédération Francaise des Centres d'Etude et de Conservation des Oeufs et du Sperme humains*. *Human Reproduction*. 1997; 12(4):740-5.
8. Tortolero I, Bellabarba Arata G, Lozano R, Bellabarba C, Cruz I, Osuna JA. Semen analysis in men from Merida, Venezuela, over a 15-year period. *Arch Androl*. 1999 Jan-Feb; 42(1):29-34.
9. Chen Z, Toth T, Godfrey-Bailey L, Mercedat N, Schiff I, Hauser R. Seasonal variation and age-related changes in human semen parameters. *J Androl*. 2003 Mar-Apr; 24(2):226-31.
10. Ríos J, Maya C, Darío W, Correa C, Cadavid Jaramillo AP, Peña RB, et al. Los valores espermáticos de 113 individuos con fertilidad reciente no mostraron correlación con los parámetros establecidos por la OMS. *Archivos españoles de urología*. 2004; 57(2):147-52.
11. Wilson C. Fertility below replacement level. *Science*. 2004 Apr 9; 304(5668):207-9.
12. Iwamoto T, Nozawa S, Yoshiike M, Hoshino T, Baba K, Matsushita T, et al. Semen quality of 324 fertile Japanese men. *Hum Reprod*. 2006 Mar; 21(3):760-5.
13. Haugen TB, Egeland T, Magnus O. Semen parameters in Norwegian fertile men. *J Androl*. 2006 Jan-Feb; 27(1):66-71.

14. Gao J, Gao ES, Yang Q, Walker M, Wu JQ, Zhou WJ, et al. Semen quality in a residential, geographic and age representative sample of healthy Chinese men. *Hum Reprod.* 2007 Feb;22(2):477-84.
15. Crazzolara S, Wunder D, Nageli E, Bodmer C, Graf S, Birkhauser MH. Semen parameters in a fertile Swiss population. *Swiss Med Wkly.* 2007 Mar 24;137(11-12):166-72.
16. Ho LM, Lim AST, Lim TH, Hum SC, Yu SL, Kruger TF. Correlation between semen parameters and the Hamster Egg Penetration Test (HEPT) among fertile and subfertile men in Singapore. *Journal of andrology.* 2007;28(1):158.
17. Jensen TK, Jorgensen N, Asklund C, Carlsen E, Holm M, Skakkebaek NE. Fertility treatment and reproductive health of male offspring: a study of 1,925 young men from the general population. *Am J Epidemiol.* 2007 Mar 1;165(5):583-90.
18. Cocuzza M, Athayde KS, Agarwal A, Pagani R, Sikka SC, Lucon AM, et al. Impact of clinical varicocele and testis size on seminal reactive oxygen species levels in a fertile population: a prospective controlled study. *Fertil Steril.* 2008 Oct;90(4):1103-8.
19. Berdugo J, Andrade-Rocha F, Cardona-Maya W. Parámetros seminales en hombre fértiles de dos poblaciones suramericanas. *Archivos Españoles de Urología (Ed impresa).* 2009;62(8):646-50.
20. Espinoza Navarro O, Cortés AS, Monreal J, Ferreccio C. Análisis de las variables del espermiograma en jóvenes sanos en Arica-Chile. *Revista médica de Chile.* 2010;138(12):1510-6.
21. Cardona Maya W. Manual de procesamiento de semen humano de la Organización Mundial de la Salud-2010. *Actas urológicas españolas.* 2010;34(7):577-8.
22. Larcher JMS, Molina R, Molina G, Metrebian S, Colla R, Sosa A, et al. Efecto del celular sobre los parámetros semifinales y su relación con el índice de masa corporal (IMC) en pacientes que consultan por infertilidad. *Reproducción.* 2011;26:102-7.
23. World Health Organization. WHO laboratory Manual for the Examination of Human Semen and Sperm-Cervical Mucus Interaction. Geneva: WHO; 1999.
24. World Health Organization. WHO laboratory manual for the examination and processing of human semen. Geneva: WHO; 2010.
25. Sandler B. The male factor in human sterility. *J Obstet Gynaecol Br Emp.* 1953 Feb;60(1):67-75.
26. Cardona Maya W. Sperm count. Do we need a new reference value? *Arch Esp Urol.* 2010 Mar;63(2):133-8.
27. Cardona Maya W. Concentración espermática: ¿ Necesitamos un nuevo valor de referencia? *Archivos Españoles de Urología (Ed impresa).* 2010;63(2):133-8.

28. MacLeod J, Gold RZ. The male factor in fertility and infertility. II. Spermatozoon counts in 1000 men of known fertility and in 1000 cases of infertile marriage. *J Urol.* 1951;66(3):436.
29. Cooper TG, Noonan E, Von Eckardstein S, Auger J, Baker HWG, Behre HM, et al. World Health Organization reference values for human semen characteristics. *Human Reproduction Update.* 2010;16(3):231-45.
30. Martini AC, Tissera A, Estofan D, Molina RI, Mangeaud A, de Cuneo MF, et al. Overweight and seminal quality: a study of 794 patients. *Fertil Steril.* 2010 Oct;94(5):1739-43.
31. Solis EA, Bouvet BR, Brufman AS, Feldman R, Gatti VN. The possible macrophage role in seminal fluid. *Actas urológicas españolas.* 2003 Mar;27(3):185-9.
32. Stutz G, Zamudio J, Santillán ME, Vincenti L, De Cuneo MF, Ruiz RD. The effect of alcohol, tobacco, and aspirin consumption on seminal quality among healthy young men. *Archives of Environmental Health: An International Journal.* 2004;59(11):548-52.
33. Martini AC, Molina RI, Estofan D, Senestrari D, Fiol de Cuneo M, Ruiz RD. Effects of alcohol and cigarette consumption on human seminal quality. *Fertil Steril.* 2004 Aug;82(2):374-7.
34. Buffone MG, Calamera JC, Verstraeten SV, Doncel GF. Capacitation-associated protein tyrosine phosphorylation and membrane fluidity changes are impaired in the spermatozoa of asthenozoospermic patients. *Reproduction.* 2005 Jun;129(6):697-705.
35. Reina Bouvet B, Vicenta Paparella C, Nestor Feldman R. Efecto del tabaquismo sobre la espermatogénesis en hombres con infertilidad idiopática. *Archivos Españoles de Urología.* 2007;60(3):273-7.
36. Pustilnik EP. Infecciones seminales y parámetros espermáticos en pacientes infértiles [tesis] Buenos Aires: Universidad Favaloro; 2008.
37. Rodríguez Pena M, Alescio L, Russell A, Lourenco da Cunha J, Alzu G, Bardoneschi E. Predictors of improved seminal parameters and fertility after varicocele repair in young adults. *Andrología.* 2009 Oct;41(5):277-81.
38. Molina RI, Martini AC, Tissera A, Olmedo J, Senestrari D, Fiol de Cuneo M, et al. Envejecimiento y calidad seminal: un análisis de 9.168 casos en Córdoba, Argentina. *Archivos Españoles de Urología.* 2010;63(3):214-22.
39. Terradas C, Rodríguez Peña M, Grasso E, Nagelberg A. Evaluación de la eficacia de la levofloxacin comparando dos esquemas terapéuticos y estudio de la capacidad oxidante del plasma seminal en pacientes con infección del tracto genital. *Revista Argentina de Urología.* 2011;76(1):12-6.
40. Vicenta Paparella C, Pavesi AB, Feldman RN, Bouvet BR. El efecto de los agroquímicos en la espermatogénesis. *Revista Habanera de Ciencias Médicas.* 2011;10(2).
41. Quelca Tancara B, Solares Espinoza M, Cortez J. Efecto de *Lepidium meyenii* (Maca) sobre la espermatogénesis y la calidad espermática en sujetos

diagnosticados con infertilidad: estudio de serie de casos. *BIOFARBO*. 2010;18(2):61-70.

42. Andrade-Rocha FT. Sperm parameters in men with suspected infertility. Sperm characteristics, strict criteria sperm morphology analysis and hypoosmotic swelling test. *J Reprod Med*. 2001 Jun;46(6):577-82.

43. Timm O, Jr., Cedenho AP, Spaine DM, Buttignol MH, Fraietta R, Ortiz V, et al. Search and identification of spermatozoa and spermatids in the ejaculate of non-obstructive azoospermic patients. *Int Braz J Urol*. 2005 Jan-Feb;31(1):42-8.

44. Sobreiro BP, Lucon AM, Pasqualotto FF, Hallak J, Athayde KS, Arap S. Semen analysis in fertile patients undergoing vasectomy: reference values and variations according to age, length of sexual abstinence, seasonality, smoking habits and caffeine intake. *Sao Paulo Med J*. 2005 Jul 7;123(4):161-6.

45. Athayde KS, Cocuzza M, Agarwal A, Krajcir N, Lucon AM, Srougi M, et al. Development of normal reference values for seminal reactive oxygen species and their correlation with leukocytes and semen parameters in a fertile population. *Journal of andrology*. 2007;28(4):613.

46. Cavalcante MB, Rocha M de P, Dias ML, Dias OJ, Souza DO, Roberto IG. Interference of age on semen quality. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2008 Nov;30(11):561-5.

47. Rabelo-Junior CN, Bonfa E, Carvalho JF, Cocuzza M, Saito O, Abdo CH, et al. Penile alterations with severe sperm abnormalities in antiphospholipid syndrome associated with systemic lupus erythematosus. *Clin Rheumatol*; 2012 Sep 11

48. Cocuzza M, Athayde KS, Alvarenga C, Srougi M, Hallak J. Grade 3 varicocele in fertile men: a different entity. *J Urol*. 2012 Apr;187(4):1363-8.

49. Zylbersztejn D, Borsari L, Del Giudice P, Souza G, Spaine D, Fraietta R. Proteomic analysis of seminal plasma in adolescents with and without varicocele. *Fertility and sterility*. 2011;96(3):S87-S.

50. Fariello RM, Pariz JR, Spaine DM, Gozzo FC, Pilau EJ, Fraietta R, et al. Effect of smoking on the functional aspects of sperm and seminal plasma protein profiles in patients with varicocele. *Hum Reprod*. 2012 Nov;27(11):3140-9.

51. Sanchez R, Pena P, Miska W, Henkel R. Chromatin condensation and seminal alpha glucosidase variability and their relationship to spermiogram. *Revista médica de Chile*. 2000;128(5):483-90.

52. Contreras H, Llanos M. Detection of progesterone receptors in human spermatozoa and their correlation with morphological and functional properties. *International journal of andrology*. 2001;24(4):246-52.

53. Donoso PP, Enríquez RR, González SP, Salinas SR, Roblero SL, Carrasco FI, et al. Comparación de los parámetros seminales en la predicción del resultado de la inseminación intrauterina en el factor masculino. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*. 2004;69(1):19-23.

54. Espinoza JA, Schulz MA, Sanchez R, Villegas JV. Integrity of mitochondrial membrane potential reflects human sperm quality. *Andrologia*. 2009 Feb;41(1):51-4.

55. Horta F, Madariaga M, García A, Hartel S, Smith R. Aumento del daño en el ADN espermático en varones mayores de 40 años. *Revista médica de Chile*. 2011;139(3): 306-12.
56. Cardona Maya W, Berdugo J, Cadavid Jaramillo A. The effects of male age on semen parameters: analysis of 1364 men attending an andrology center. *Aging Male*. 2009 Dec; 12(4): 100-3.
57. Fontanilla D, Ramírez J, Dávila A, Rodríguez J, Arenas C, Lucena E. The effect of age on the male factor and its outcome regarding couples' fertility. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*. 2009;60(2): 159-64.
58. Motato Y, Saavedra-Saavedra J, Moyano MN. Relación entre las características espermáticas poscapacitación y la fertilización oocitaria humana en la técnica de fertilización in vitro. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*. 2010; (3): 214-9.
59. Rodríguez E, Gil-Villa AM, Aguirre-Acevedo DC, Cardona-Maya W, Cadavid AP. Evaluación de parámetros semifinales no convencionales en individuos cuyas parejas presentan muerte embrionaria temprana recurrente: en busca de un valor de referencia. *Biomédica*. 2011;31: 100-7.
60. Mayorga-Torres BJ, Cardona-Maya W, Cadavid A, Camargo M. Evaluación de los parámetros funcionales espermáticos en individuos infértiles normozoospermicos. *Actas urológicas españolas*. 2012 Dec 12.
61. Quintero Pérez W, Mallea Sánchez L, Machado Curbelo AJ, Llopiz Janer N, Céspedes Miranda E, Monzón Benítez G, et al. Efecto del estrés oxidativo sobre la calidad del semen de pacientes infértiles con leucocitospermia. *Rev Cubana Invest Biomed*. 2000;19(3): 183-5.
62. Quintero Pérez W, Mallea Sánchez L, Machado AJ, Llopiz N, Céspedes E, Yepes Oliveros S, et al. Relación entre las distintas subpoblaciones celulares, la enzima superóxido dismutasa y la calidad seminal. *Rev Cubana Invest Biomed*. 2002;21(2): 81-5.
63. Gallardo M, Pereira G, Grondona F, Padrón R, Barrios MV, Lantigua A, et al. Relación de la alteración espermática en el líquido seminal con algunos metabolitos del estrés oxidativo. *Rev Cubana Invest Biomed*. 2003;22(2): 90-4.
64. Pereira G, Gallardo M, Padrón R, Barrios MV, Reyes A, Dominguez E, et al. Relación entre indicadores bioquímicos de estrés oxidativo, lípidos y lipoproteínas en pacientes infértiles. *Rev Cubana Invest Biomed*. 2003;22(2): 95-100.
65. Quintero Pérez W, Mallea Sánchez L, Baños Hernández I, Peláez Yáñez LA, Alcalde Pérez JC, Álvarez Macías DI. Caracterización de células mononucleares en semen de hombres infértiles. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*. 2007;11(1): 28-34.
66. Mallok A, Martínez-Sánchez G, Flores-Sánchez RM, Alonso-Rodríguez C. Relación entre indicadores clínicos del espermograma y variables redox en infertilidad masculina. *Rev Cubana Farm*. 2011;45(3): 361-79.

67. Estrada Martínez S, Alvarado ZG, Aldaba MS, Martínez NY. Adicciones y su repercusión en la salud reproductiva del varón. *Salud Dgo.* 2004;5(2):5-10.
68. Tejeda Parra S, Jiménez Juárez L, Viveros Contreras C. Cambios espermáticos en pacientes con hidrocele. *Rev Hosp Jua Mex.* 2005;72(2):65-8.
69. Hernández-Ochoa I, García-Vargas G, López-Carrillo L, Rubio-Andrade M, Morán-Martínez J, Cebrián ME, et al. Low lead environmental exposure alters semen quality and sperm chromatin condensation in northern Mexico. *Reproductive Toxicology.* 2005;20(2):221-8.
70. Castañeda Vega JC, Serrano Brambila EA, Tapia Serrano R, González Díaz MJ, Meza Vasquez HE. Impacto de la varicocelectomía bilateral en el análisis de semen y su efecto en la fertilidad. *Bol Coleg Mex Urol.* 2005;20(2):34-40.
71. Vargas MÁH, González MA, Bueno JCA, Morales HA, Silva RB, Guízar EM, et al. Varicocele e infertilidad, cambios en los parámetros semifinales en el pre y postoperatorio. Revisión de cuatro años en el Hospital General de México, OD. *Rev Mex Urol.* 2005;65(4):240-7.
72. De Jager C, Farias P, Barraza-Villarreal A, Avila MH, Ayotte P, Dewailly E, et al. Reduced seminal parameters associated with environmental DDT exposure and p, p'-DDE concentrations in men in Chiapas, Mexico: a cross-sectional study. *Journal of andrology.* 2006;27(1):16.
73. Gallardo JM. Evaluación del sistema antioxidante en el semen normal. *Revista de investigación clínica.* 2007;59(1):42-7.
74. Juárez-Bengoia A, Guadarrama-García LF, de los Ángeles Díaz-Pérez M. Tratamiento potencial de la infertilidad con segundo eyaculado. *Ginecol Obstet Mex.* 2010;78(1):29-36.
75. Juárez-Bengoia A, Bagnarello-González F, Rodríguez-Perdomo DF, Rodríguez-Yee E. Prevalencia de eyaculación retrógrada en esterilidad asociada con hipospermia. Prevalencia de eyaculación retrógrada en esterilidad asociada con hipospermia. 2011;79(2):61-6.
76. Gonzales GF, Cordova A, Gonzales C, Chung A, Vega K, Villena A. *Lepidium meyenii* (Maca) improved semen parameters in adult men. *Asian J Androl.* 2001 Dec;3(4):301-3.
77. Barja I, Berrios L. Alteraciones de los espermogramas en varones que acudieron por infertilidad de pareja a la unidad de reproducción humana del hospital Edgardo Rebagliati Martins. Enero-Diciembre 2002 [trabajo de posgrado]. Lima: Facultad de Medicina Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.
78. Eibensteiner L, Sanz ADC, Frumkin H, Gonzales C, Gonzales GF. Lead exposure and semen quality among traffic police in Arequipa, Peru. *International journal of occupational and environmental health.* 2005;11(2):161-6.

79. Yucra S, Gasco M, Rubio J, Gonzales GF. Semen quality in Peruvian pesticide applicators: association between urinary organophosphate metabolites and semen parameters. *Environ Health*. 2008; 7:59.
80. Lozada PAM. Análisis del espermatograma según grupo etario en parejas que acuden al servicio de reproducción humana del Hospital Nacional Docente Madre Niño San Bartolomé 2009-2010. Unidad de Post Grado: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2012.
81. Chávez J, Yarlequé J, Avalos E. Relación entre calidad del semen y la edad. *Rev Med Hered*. 2012; 23(3):183-7.
82. Curti G, Cánepa M, Cantú L, Montes J. Diagnóstico de infertilidad masculina: necesidad de valoraciones funcionales y cromatínicas. *Actas urológicas españolas*; 2012.
83. Moreno NG, Bellabarba GA. Parámetros seminales y capacidad fertilizante de los espermatozoides humanos. *Acta Científica Venezolana*. 1988; 39: 447-50.
84. De Bellabarba GA, Tortolero I, Villarroel V, Molina CZ, Bellabarba C, Velazquez E. Nonsperm cells in human semen and their relationship with semen parameters. *Systems Biology in Reproductive Medicine*. 2000; 45(3): 131-6.
85. Segnini A, Camejo MI, Proverbio F. Chlamydia trachomatis and sperm lipid peroxidation in infertile men. *Asian J Androl*. 2003 Mar; 5(1): 47-9.
86. Tortolero I, Arata Bellabarba G, Regadera Sejas J, Alvarez González E, Pamplona Casamayor M, Leiva Galvis O, et al. Efectos de la Leucocistospermia sobre la calidad seminal en varones subfértiles con y sin Varicocele. *Archivos españoles de urología*. 2004; 57(9): 921-8.
87. Colin-Valenzuela A, Gómez-López N, Ávila-Lombardo R, Barroso-Villa G. Impacto del envejecimiento masculino en la capacidad funcional del espermatozoide a través de la expresión de fosfatidil serina y oligonucleomas. *Ginecol Obstet Mex*. 2010; 78(12): 669-76.
88. Vivas-Acevedo G, Lozano JR, Camejo MI. Effect of varicocele grade and age on seminal parameters. *Urol Int*. 2010; 85(2): 194-9.
89. Cruz I, Colmenares M, Berrueta-Carrillo L. Evaluación de la calidad del espermatozoide humano: comparación entre la integridad del ADN espermático y variables del semen. *Invest clín*. 2010; 51(1): 87-99.
90. Camejo MI, Abdala L, Vivas-Acevedo G, Lozano-Hernandez R, Angeli-Greaves M, Greaves ED. Selenium, copper and zinc in seminal plasma of men with varicocele, relationship with seminal parameters. *Biol Trace Elem Res*. 2011 Dec; 143(3): 1247-54.

91. Lozano-Hernández R, Vivas-Acevedo G, Muñoz de Vera MG. Mycoplasmas y anticuerpos anti-Chlamydia en semen de hombres infértiles y su relación con la calidad seminal y los marcadores de glándulas sexuales accesorias masculinas. *Investigación Clínica*. 2012;53(2):138-47.
92. Cardona-Maya W, Berdugo J, Cadavid A. Comparación de la concentración espermática usando la cámara de Makler y la cámara de Neubauer. *Actas urológicas españolas*. 2008;32(4):443-5.
93. Cocuzza M, Athayde KS, Agarwal A, Pagani R, Sikka SC, Lucon AM, et al. Impact of clinical varicocele and testis size on seminal reactive oxygen species levels in a fertile population: a prospective controlled study. *Fertility and sterility*. 2008;90(4):1103-8.

Recibido: 3 de agosto de 2013.

Aprobado: 18 de agosto de 2013.

María Senovia Henao Agudelo. Grupo Reproducción, Facultad de Medicina, Sede de Investigación Universitaria, Laboratorio 34, Universidad de Antioquia, Calle 70 No. 52-21. Medellín, Colombia.

Autor para correspondencia: Walter Cardona Maya. Correo electrónico: wdcmaya@medicina.udea.edu.co; wdcmaya@gmail.com