



PERSISTENCIA DE ESPERMATOZOIDES EN PRENDAS DE ALGODÓN CON FINES DE INTERÉS FORENSE

SPERM PERSISTENCE IN COTTON GARMENTS FOR FORENSIC PURPOSES

Carlos Eduardo Chamochumbi-Rodríguez¹; Jaime Gustavo Espinoza-Carbajal¹; César Narcés Díaz-Sánchez¹; Berenice Francisca Reyes-Morales¹; Arissa Milagros Solar-Morales¹; Dulcemaría Janina Arévalo-Ramírez¹; Christian Heider Escalante-Neyra¹; Gean Carlos Medina-Carrasco¹.

¹Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú

Carlos E. Chamochumbi Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0001-5724-4098>
Jaime Gustavo Espinoza Carbajal  <https://orcid.org/0000-0003-1656-409X>
César Narcés Díaz Sánchez  <https://orcid.org/0000-0001-7645-2300>
Berenice Francisca Reyes-Morales  <https://orcid.org/0009-0002-6782-7881>
Arissa Milagros Solar-Morales  <https://orcid.org/0009-0004-1289-4782>
Dulcemaría Janina Arévalo-Ramírez  <https://orcid.org/0009-0009-1939-1172>
Christian Heider Escalante-Neyra  <https://orcid.org/0009-0007-8826-2126>
Gean Carlos Medina-Carrasco  <https://orcid.org/0000-0003-1076-0751>

Artículo Original

Recibido: 20 de junio de 2023
Aceptado: 01 de noviembre de 2023

Resumen

Los delitos sexuales representan una categoría de crímenes extremadamente difíciles de probar, por lo cual cobra gran importancia el procesamiento de las evidencias, y los procedimientos vigentes permiten evidenciar de forma sólida la participación de una persona específica. Teniendo como objetivo determinar la persistencia de espermatozoides en soportes de algodón remojados con tres detergentes (Ariel, Bolívar y Marsella) en intervalos de 24, 48 y 72 horas. Se utilizaron prendas de 95% de algodón impregnadas con semen humano y dejadas a secar a temperatura ambiente para su posterior sumersión en recipientes con agua sin cloro, con 50 g de detergente por los diferentes intervalos de tiempo; luego se dejaron secar 48 horas al ambiente sin exposición al sol, y se realizaron cinco cortes de 5 x 5 cm en la zona del fundillo, los cuales fueron colocados en tubos de ensayo con solución salina estéril y centrifugados, finalmente se realizaron extensiones del precipitado en láminas portaobjeto y teñidas con cristal violeta; la observación se realizó empleando un microscopio. La totalidad de las muestras, independiente del detergente usado y del tiempo de remojo, presentaron formas espermáticas.

Palabras clave: Espermología forense; espermatozoide; delitos sexuales.

Abstract

Sexual offenses represent a category of crimes that are extremely difficult to prove, which is why the processing of evidence becomes of paramount importance, and current procedures allow solid evidence of the participation of a specific person. Aiming to determine the persistence of spermatozoa on cotton supports soaked with three detergents (Ariel, Bolívar, and Marsella) at intervals of 24, 48, and 72 hours. Garments made of 95% cotton impregnated with human semen were used and left to air dry at room temperature before being submerged in containers with chlorine-free water, along with 50 grams of detergent, for the different time intervals. They were then left to air dry for 48 hours without exposure to sunlight, and five cuts measuring 5 x 5 cm each were made in the buttock area. These cuts were placed in test tubes with sterile saline solution and centrifuged. Finally, extensions of the precipitate were made on glass slides and stained with crystal violet. Observation was carried out using a microscope. All the samples, regardless of the detergent used and the soaking time, showed spermatic forms.

Keywords: forensic spermatology; spermatozoon; sexual offenses

*Autor para correspondencia: E. mail: carloschamochumbi@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2023.43.02.08>

Citar como:

Chamochumbi-Rodríguez, C., Espinoza-Carbajal, J., Díaz-Sánchez, C., Reyes-Morales, B., Solar-Morales, A., Arévalo-Ramírez, D., Escalante-Neyra, C., Medina-Carrasco, G. (2023). PERSISTENCIA DE ESPERMATOZOIDES EN PRENDAS DE ALGODÓN CON FINES DE INTERÉS FORENSE. *REBIOL*, 43(2), 59-65



1. Introducción

Los delitos de agresión sexual actualmente están en aumento, tan solo en el transcurso del año 2020, en Perú se registraron un total de 5985 incidentes de agresiones sexuales, de los cuales 3928 correspondieron a víctimas menores de edad (Gutiérrez, 2021).

Es crucial realizar las pericias pertinentes en este tipo de delitos, aunque la normativa vigente no establece un período específico para la observación y persistencia de espermatozoides en evidencias forenses. Por tal motivo, se hace necesario contar con referencias sólidas que respalden una defensa adecuada ante estos escenarios, tal como la investigación realizada por López (2013), en el cual las muestras obtenidas de las telas de algodón impregnadas con semen fueron teñidas con coloración de Gram y cristal violeta, lo que permitió observar una mayor cantidad de espermatozoides, tanto en forma completa (con cabeza y cola) como en forma incompleta (solo cabezas). Este tipo de soportes son ampliamente utilizados debido a sus propiedades absorbentes y suavidad al tacto, están compuestos principalmente de fibras naturales de algodón, lo que les confiere una alta capacidad de absorción y retención de líquidos, como agua, soluciones químicas y fluidos biológicos.

Tineo et al. (2017) llevaron a cabo un estudio en el Instituto de Medicina Legal de Lima centro, identificando 49 muestras de fluidos seminales relacionadas en casos de delitos contra la libertad sexual. Para lograrlo, se emplearon diversas pruebas inmunocromatográficas, como la detección del antígeno prostático específico (PSA), la fosfatasa ácida (FA) y se utilizó la microscopía. Las muestras analizadas incluían ropa interior, papel higiénico, hisopos vaginales y anales y se dividieron en dos grupos de estudio; como resultado, se obtuvo que el reactivo FA fue más eficaz en la detección de fluidos seminales en soportes como los hisopos vaginales, mientras que el PSA fue más efectivo para la detección en prendas de vestir guardadas o en papel higiénico.

El objetivo de Esquivias (2018) fue dar a conocer variaciones estructurales y el tiempo de supervivencia de los espermatozoides en dos tipos de superficies expuestas a *Escherichia coli*, dado que esta bacteria puede encontrarse con frecuencia formando parte de la microbiota vaginal y un aumento de su población puede producir una infección en el tracto genital que provoca la degradación de espermatozoides, modificando su morfología.

Las investigaciones se centran en la ubicación microscópica de espermatozoides utilizando la técnica

de tinción Cristal violeta; en caso de obtener un resultado positivo, dicha evidencia debe ser remitida al área pertinente para su análisis de ADN.

Los delitos sexuales representan una categoría de crímenes extremadamente difíciles de probar, por lo cual cobra gran importancia el procesamiento de las evidencias, y los procedimientos vigentes permiten evidenciar de manera sólida la participación de una persona específica. Para lo cual, el objetivo del presente trabajo es determinar la persistencia de espermatozoides en soportes de algodón expuestos a tres detergentes (Ariel, Bolívar y Marsella) con intervalos de tiempos de remojo de 24, 48 y 72 horas.

2. Material y Métodos

Selección de soporte y detergentes:

Se utilizaron prendas íntimas nuevas compuestas de 95 % algodón y 5% spandex, adquiridas en una tienda local. Los detergentes fueron elegidos con base en el estudio de Acha et al. (2016) donde se detalla a Ariel, Bolívar y Marsella como los productos más usados.

Control de calidad de la muestra de semen:

Las muestras de semen fueron obtenidas de donantes humanos voluntarios mediante el método de masturbación y colectadas en frascos estériles; a estas se les realizó un análisis de espermograma según el manual de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 2010, en el Laboratorio Clínico HSLAB para descartar patologías.

Controles positivos y negativos:

Los controles positivos estuvieron constituidos por las prendas impregnadas con muestras seminales, mientras que el control negativo estuvo constituido solo por la prenda sin ningún tipo de muestra.

Procedimiento:

Se establecieron tres grupos experimentales de acuerdo a los tiempos de remojo, así pues el grupo G1 tuvo un tiempo de remojo de 24 h, el grupo G2 de 48 h y el grupo G3 de 72 h, con tres prendas para cada grupo: la prenda P1 estuvo en contacto con el detergente Ariel, la

prenda P2 con Bolívar y la prenda P3 con Marsella; se vertieron 2.5 l de agua en 10 recipientes, dejándolos reposar a temperatura ambiente por 72 horas, de acuerdo con Salcedo (2015) para la eliminación total del cloro; luego, en el fundillo de cada una de las prendas se delimitó un área de 4 x 4 cm que se impregnó con 1 ml de semen, se dejaron secar a temperatura ambiente y fueron sumergidas en el agua reposada con 50 g de cada uno de los detergentes, obteniéndose así nueve muestras: G1P1, G1P2, G1P3, G2P1, G2P2, G2P3, G3P1, G3P2 y G3P3. La ficha técnica del fabricante indica que 50 g de detergente son necesarios para un rango de 2 l a 2.5 l de agua.

Secado de prendas íntimas:

Una vez remojadas durante los tiempos establecidos, las prendas se secaron a temperatura ambiente (25°C durante el día y 22°C en la noche) con una humedad relativa promedio de 81%, durante 24 horas sin exposición directa al sol.

Procesamiento de las prendas íntimas:

a. Uso de luces forense como prueba orientativa:

Se empleó el kit de luces forenses OPTIMAX™ 450 como prueba orientativa para la identificación de las zonas con posible presencia de líquido seminal siguiendo los procedimientos estandarizados del "Manual de Procedimientos Técnicos de Biología Forense del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses del 2022". La prueba se realizó en un ambiente oscuro; las prendas fueron distribuidas por los grupos experimentales y analizadas con las luces. Finalizada la prueba, se hicieron cinco recortes de 5 x 5 cm en los puntos donde se visualizó la luminiscencia indicativa de líquido seminal, para ser tratados posteriormente (PNP Manual de procedimientos periciales criminalísticos, 2013).

Fig. 1. Utilización de luces forenses de luz ultravioleta (UV) como prueba orientativa en la detección de rastros de espermias en prendas.



b. Tratamiento previo de las muestras:

Los recortes de las prendas fueron introducidos en sendos tubos de ensayo con 2 a 3 ml de suero fisiológico estéril (NaCl al 0.8%) y dejados en suspensión por 24 horas (Procedimiento Técnicos de Biología Forense: Espermatología Forense, IML 2022). Pasado este tiempo, se retiraron los recortes de los tubos de ensayo, y el líquido en suspensión fue centrifugado a 3500 RPM durante 3 minutos para separar el sobrenadante, que fue eliminado, y con la ayuda de un hisopo se tomó una muestra de cada tubo para realizar los extendidos en láminas portaobjeto, luego se fijaron con ayuda de un mechero y fueron teñidos con cristal violeta.

Tabla 1. Diseño experimental de impregnación con muestras de semen humano y remojo de las prendas con los diferentes detergentes durante 24, 48 y 72 horas.

Tiempo	Detergentes	Prenda	Prenda	Prenda
		1 (P1)	2 (P2)	3 (P3)
	Ariel	x		

24	Bolivar	x	
HORAS	Marsella		x
G1			
48	Ariel	x	
HORAS	Bolivar		x
G2	Marsella		x
72	Ariel	x	
HORAS	Bolivar		x
G3	Marsella		x

Determinación de la presencia de estructuras espermáticas en soportes:

Las muestras en las láminas portaobjetos se visualizaron mediante microscopía óptica con objetivo de 100 X de inmersión, empleando el microscopio trinocular con cámara digital marca Carl Zeiss, modelo PRIMOSTAR.

3. Resultados

Tabla 2. Presencia de espermatozoides humanos en prendas (P1, P2 y P3) sometidas a remojo en tres grupos experimentales (G1, G2 y G3), durante tres intervalos de tiempo (24, 48 y 73 horas).

Grupos Experimentales	Detergente	Tiempo			Luz UV
		Remojo 24 hrs	Remojo 48 hrs	Remojo 72 hrs	
		(G1)	(G2)	(G3)	
Prenda control positivo	No	+	+	+	+
Prenda P1	Ariel	+	+	+	+
Prenda P2	Bolívar	+	+	+	+
Prenda P3	Marsella	+	+	+	+

En la tabla 02 se evidenciaron la persistencia de estructuras espermáticas en todos los tiempos de remojo y con todos los detergentes empleados, además de dar positivo en la prueba de orientación con las luces forenses.

Figura 2. Identificación microscópica de cabezas de espermatozoides a 100x, en el tratamiento de 24 h de remojo. A. Grupo experimental 1 - prenda 1 (G1P1), B. Grupo experimental 1 - prenda 2 (G1P2) y C. Grupo experimental 1 - prenda 3 (G1P3).

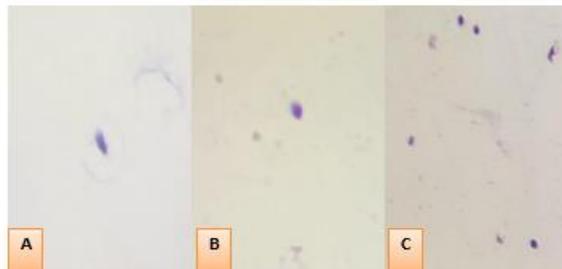


Figura 3. Identificación microscópica de cabezas de espermatozoides a 100x, en el tratamiento de 48 h de remojo. A. Grupo experimental 2 - prenda 1 (G2P1), B. Grupo experimental 2 - prenda 2 (G2P2) y C. Grupo experimental 2 - prenda 3 (G2P3).

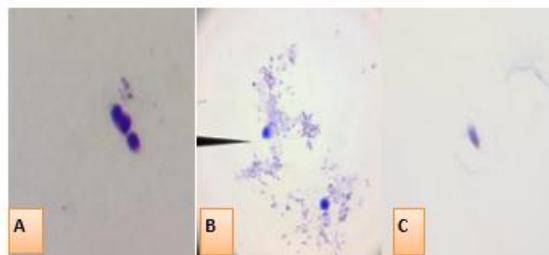
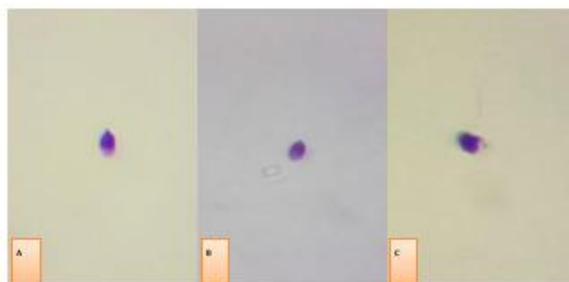


Figura 4. Identificación microscópica de cabezas de espermatozoides a 100x, en el tratamiento de 72 h de remojo. A. Grupo experimental 3 - prenda 1 (G3P1), B. Grupo experimental 3 - prenda 2 (G3P2) y C. Grupo experimental 3 - prenda 3 (G3P3).



En todos los resultados positivos (Figura 2, 3 y 4) solo se evidenciaron cabezas de espermatozoides, esto se debe a la centrifugación realizada en la metodología de la investigación; la observación de formas incompletas

concuera con Cuiza (2016), que indica que, por la naturaleza de la muestra, los soportes, la preparación y el tratamiento de las mismas, es posible identificar morfologías inusuales, como la falta de cola. Por lo tanto, es esencial que los peritos estén debidamente capacitados y cuente con experiencia para llevar a cabo este tipo de evaluaciones.

4. Discusión

Estos resultados se relacionan con lo que sostiene López (2013) quien señala la identificación y concordancia de salpicadura de semen en variados soportes de índole forense es primordial para la indagación de espermatozoides, verificando la significativa relevancia de su análisis en el ámbito de la ciencia forense, ya que representa una evidencia precisa y valiosa en una adecuada pesquisa pericial, a través de la aplicación de normativas o pautas establecidas, especialmente cuando está vinculada directamente a delitos de carácter sexual.

Se identificó que el componente biológico clave es el fluido seminal que contiene una combinación de diversas sustancias tales como fosfatasa ácida y antígeno prostático específico. Algunas de estas se utilizan para llevar a cabo diversos análisis bioquímicos (Quispe et al., 2009) tales como las luces forenses, que pueden indicar una posible presencia de semen en prendas de algodón incluso cuando no son detectables a simple vista (Lozano et al., 2020). Debido a que los espermatozoides contienen componentes fluorescentes que emiten una luz característica bajo la exposición a esta, permite a los investigadores identificar áreas donde haya habido contacto de fluidos corporales, incluso en casos en los que la evidencia haya sido parcialmente eliminada o disimulada.

La conexión que se establece al utilizar la tinción cristal violeta y el estudio morfológico de los espermatozoides mediante microscopía, concuerda con López (2013), quien obtuvo como resultado de la aplicación de esta

tinción, la observación de una mayor cantidad de espermatozoides, tanto en forma completa como en forma incompleta, demostrando así que la impregnación de este colorante a la cabeza del espermatozoide es crucial para su detección y permite confirmar su presencia en una muestra, ya que este se adhiere a las estructuras espermáticas y proporciona contraste, facilitando la visualización, análisis, identificación y conteo de espermatozoides (Delgado, 2021; Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2021).

El tiempo de detección de espermatozoides concuerda con Chávez y Moscoso (2018), quienes indican que incluso después de 5 años, el descubrimiento de un espermatozoide se considera un punto de referencia inigualable en el campo de las ciencias forenses., a pesar de no ser algo común debido a la sensibilidad de estos elementos ante fluctuaciones en la presión osmótica y la pérdida de agua, esto conlleva a la observación limitada únicamente de cabezas de los mismos (Khalidi et al., 2004). También se ha demostrado que los espermatozoides pueden permanecer en prendas de diversos materiales durante cierto período de tiempo después de un contacto sexual.

La capacidad de los espermatozoides para persistir en prendas como las de algodón depende de varios factores, como las condiciones ambientales, la cantidad de fluidos corporales presentes y el tiempo transcurrido desde su emisión (Martínez, 2018).

5. Conclusiones

Se determinó la persistencia de espermatozoides mediante la identificación morfológica (cabezas) por microscopía óptica y tinción con cristal violeta, en soportes de algodón previamente impregnados de semen y remojados en tres detergentes (Ariel, Bolívar y Marsella) con intervalos de tiempos de 24, 48 y 72 horas.

Se recomienda replicar esta investigación en diferentes soportes, incrementando los tiempos de

remojos y la cuantificación de espermatozoides en cada uno de los diseños experimentales con fines de obtención de muestras para pruebas de ADN.

6. Agradecimientos

A los docentes de la Universidad Nacional de Trujillo por su constante apoyo y a la Unidad Médico Legal II Santa.

7. Contribución de los autores

CECHR, JGEC y CNDS: En la concepción, estructura y el diseño del estudio; BFRM, AMSM, DJAR, CHEN y GCMC: adquisición de datos, toma de muestra, análisis, procesamiento e interpretación de los datos, CECHR, JGEC y CNDS: La aprobación definitiva de la versión que se presenta.

8. Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

9. Referencias Bibliográficas

Acha, H., Aguado, N., Ala, A., Alarcón J., Alberco, W., Aponte, P. & Arce, J. (2016). Detergente Bolívar. Análisis descriptivo y de mercado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Chávez, L. & Moscoso, N. (2018). *Evaluación de técnicas dependientes para el análisis forense en soportes sólidos en la validación de delitos sexuales*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo].

Cuiza, C. (2016). Labor de la Sección de Biología Forense en la investigación de delitos sexuales en el Instituto de Investigaciones Forenses IDIF Sucre. *Archivos Bolivianos de Medicina* 16(84), 13-16.

Delgado, D. (2021). *El tiempo como factor determinante para establecer la presencia de restos de espermatozoides humanos en muestras biológicas en la Dirección de Criminalística PNP Lima 2017-2020*. [Tesis de maestría, Universidad Privada Norbert Wiener].

Esquivias, W. (2018). *Estudio de las variaciones morfológicas y tiempo de permanencia de los espermatozoides impregnados en dos tipos de soporte sometidos al efecto de Escherichia coli, con fines en la investigación forense*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

Gutiérrez, M. (2021). La violencia sexual en el Perú. *Revista Peruana de Ginecología y Obstetricia*, 67(3). Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2022). *Procedimientos Técnicos de Biología Forense: Espermatología Forense en Personas y Cadáveres*. 1era. Versión, MPFN-Perú.

Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2021, 17 de diciembre). R.J. N° 000190-2021-MP-FN-JN-IMLCF. Guía Médico Legal de "Evaluación Física en Presuntos Agresores Sexuales". Manuales y Guías de Procedimientos Médicos Legales del MPFN.

Khaldi, N., Miras, A., Botti, K., Benali, L. & Gromb, S. (2004). Evaluation of three rapid detection methods for the forensic identification of seminal fluid in rape cases. *Journal of Forensic Science*. 49(4), 1-5.

López, K. (2013). *Reconocimiento e identificación de manchas de semen en diferentes soportes de interés forense*. Universidad Nacional Federico Villareal.

Lozano, R., López, E. & Castro, Y. (2020). Análisis de la estabilidad de manchas de semen en telas comunes de vestir. *Revista Skopein*, 0(21).

PNP (Policía Nacional del Perú). (2012). Manual de procedimientos periciales de criminalística.

Quispe, S., Tarifa, S. & Solíz, R. (2009). Pesquisa del fluido seminal en víctimas de violencia sexual por el laboratorio forense. *Revista Médica La Paz*, 15(1), 11-18.

Salcedo, M. (2015). Evaluación de la persistencia de espermatozoides humanos en la vagina. *Medicina y Laboratorio*, 21(1), 150-152.

Tineo, H., Jaime, C. & Rosas, I. (2017). *Investigación de fluidos seminales con pruebas rápidas de antígeno prostático específico (PSA), fosfatasa ácida*

prostática (FAP) y microscopía, en muestras relacionadas con delitos sexuales. Instituto de Medicina Legal del Ministerio Público del Perú, Sub Gerencia de la Unidad de Toxicología y Químico Legal.