

Importancia del estudio de diatomeas en el diagnóstico diferencial entre asfixia por sumersión y otras muertes de dudosa etiología médico legal

Importance of the study of diatomeas in the differential diagnosis between asphyxia by submersion and other deaths of dubious medical legal etiology

- ¹ Nathaly Michelle Sánchez Guarnizo  <https://orcid.org/0009-0006-0766-184X>
Lcda. en Ciencias de la Salud en Laboratorio Clínico e Histopatológico, Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).
nmsanchez.fslc@unach.edu.ec
- ² María Eugenia Lucena de Ustariz  <https://orcid.org/0000-0001-9120-345X>
Lcda. en Bioanálisis, Magister Scientiae en Biotecnología de Microorganismos, Diplomado en Estudios avanzados, PhD en Ingeniería de Procesos, Docente de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH).
mlucena@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/03/2023

Revisado: 17/04/2023

Aceptado: 08/05/2023

Publicado: 05/06/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.1.2564>

Cítese:

Sánchez Guarnizo, N. M., & Lucena de Ustariz, M. E. (2023). Importancia del estudio de diatomeas en el diagnóstico diferencial entre asfixia por sumersión y otras muertes de dudosa etiología médico legal. *ConcienciaDigital*, 6(2.1), 41-56.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v6i2.1.2564>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Diatomeas,
asfixia,
sumersión,
ahogamiento

Resumen

Introducción: En el ámbito forense tras el hallazgo de un cadáver en un medio acuático se presenta la interrogante sobre la causa de muerte, pues se debe determinar si se trata de una asfixia por sumersión o si la etiología médico legal es otra y el cuerpo de la víctima fue colocado en este medio post-mortem. Es por esto por lo que surge la necesidad de conocer el valor que tiene el estudio de las diatomeas en cadáveres que han tenido un presuntivo diagnóstico de asfixia por sumersión. **Objetivo:** Establecer mediante revisión bibliográfica como las diatomeas pueden ayudar a determinar la etiología médico legal de asfixia por sumersión. **Metodología:** La presente investigación es descriptiva, cualitativa y teórica con una cronología retrospectiva que nos permite realizar un análisis, síntesis y una organización correcta de la información recolectada para poder otorgar una información verídica sobre el tema en cuestión. **Resultados:** Se realizó un análisis detallado de la relación que hay entre la presencia de diatomeas en muestras obtenidas de cadáveres y su posible diagnóstico de asfixia por sumersión. **Conclusión:** Se pudo determinar que la prueba de diatomeas tiene una importancia auxiliar al momento de dar un diagnóstico médico legal de asfixia por sumersión, además deben ser tomados en cuenta varios factores previos al diagnóstico. Esta prueba no debe ser utilizada como único método para dar un diagnóstico médico legal de asfixia por sumersión pues dependiendo las circunstancias se pueden presentar resultados falsos positivos en la misma. **Área de estudio:** Criminalística/Forense

Keywords:

Diatoms,
suffocation,
submersion,
drowning

Abstract

Introduction: In the forensic field, after the discovery of a corpse in an aquatic environment, the question arises about the cause of death since it must be determined if it is suffocation by submersion or if the medico-legal etiology is another. and the victim's body was placed in this post-mortem environment. This is why the need arises to know the value of the study of Diatoms in corpses that have had a presumptive diagnosis of suffocation by submersion. **Objective:** Establish through bibliographic review how diatoms can help determine the legal medical etiology of asphyxia by submersion. **Methodology:** The present investigation is descriptive, qualitative, and theoretical with a retrospective chronology that allows us to conduct an analysis, synthesis and a correct organization of the

information collected to provide true information on the subject in question. **Results:** A detailed analysis of the relationship between the presence of diatoms in samples obtained from corpses and their diagnosis of suffocation by submersion is conducted. **Conclusion:** It was possible to determine that the diatom test has an auxiliary importance when giving a legal medical diagnosis of suffocation by submersion, in addition, several factors must be considered prior to the diagnosis. This test should not be used as the only method to give a forensic medical diagnosis of suffocation due to submersion, since depending on the circumstances, false positive results may occur.

Introducción

El riesgo de muertes con diagnóstico de asfixia por sumersión es mayor en niños, en adultos, siendo más frecuentemente de sexo masculino y en personas con fácil acceso al agua. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021) constituyen la tercera causa de muerte por traumatismo no intencional en el mundo y suponen un 7% de todas las muertes relacionadas con traumatismos, se calcula que en el mundo mueren cada año 236 000 personas por ahogamiento, aunque es posible que las estimaciones mundiales subestimen notablemente la magnitud real del problema de salud pública que suponen.

Según *World Health Rankings* de acuerdo con los últimos datos de la OMS (2021), publicados de 2020 las muertes causadas por ahogamientos en Ecuador han llegado a 470 (0,66% de todas las muertes). La tasa de mortalidad por edad es de 2,71 por 100 000 de población. Ecuador ocupa el lugar número 80 en el mundo.

En el Centro Forense de Ambato localizado en la región sierra el 5% aproximadamente de muertes al año son consignadas con esta causa, la topografía del país es muy accidentada y difieren las circunstancias de muerte según la región geográfica en que se produzcan, así en la Sierra Ecuatoriana en la cual la actividad agrícola es una de las principales actividades económicas, en torno a ello existen un gran número de reservorios de agua, canales de regadío y acequias distribuidos por toda la región constituyéndose los sitios donde se producen generalmente los decesos, en la región Costa e Insular primordialmente las muertes ocurren en sitios turísticos, como playas a causa de los oleajes, sumado a las nulas medidas preventivas existentes, ríos caudalosos y en menor medida en piscinas, la Amazonia se caracteriza por ríos muy corrientosos y extensos, también el medio de transporte fluvial parece predisponer a la presentación de este tipo de muertes, a ello debemos sumar que en todas las regiones las sumersiones en el ámbito

domiciliario relacionados con niños de corta edad también son frecuentes. (Quintana et. al, 2022, p. 98)

A nivel forense tras el hallazgo de un cadáver en un medio acuático surge la interrogante sobre si la real causa de muerte fue asfixia por sumersión o si talvez la persona estaba viva antes de ser colocada en el agua y lo que en realidad se pretendía era ocultar la verdadera causa de muerte. Es por esto por lo que surge la necesidad de conocer el valor que tiene el estudio de las Diatomeas en los cadáveres que han tenido un diagnóstico de asfixia por sumersión.

“Las diatomeas son algas unicelulares, y cada celda o frústula consta de dos válvulas que están hechas de sílice, un material robusto que favorece su preservación tanto en sedimentos como en escenarios forenses” (Levin et al, 2017, p. 349).

Las diatomeas son conocidas como un bioindicador importante en las ciencias forenses que pueden encontrarse en cualquier medio acuático durante cualquier época del año y al presentarse cubiertas por sílice pueden soportar ambientes ácidos por lo que podemos decir que son microorganismos altamente resistentes.

“El test de Diatomeas está basado en la búsqueda de diatomeas en los órganos vitales de la persona fallecida y se enfatiza la importancia de la toma de muestras de agua donde se encuentra el cuerpo” (Singh et al., 2013, p. 622).

Los cambios bioquímicos en diferentes fluidos corporales han sido analizados en los casos de asfixias por sumersión, sin obtener resultados precisos en el diagnóstico de ahogamiento, asimismo la prueba de diatomeas ha sido ampliamente utilizada como indicador para el diagnóstico de sumersión postmortem, sin embargo, se han encontrado problemas de contaminación cruzada y otras limitantes, aunque aún se considera como evidencia auxiliar importante en estos casos. (Mejía-Dueñas et al, 2018, p.24)

“Para la interpretación de resultados en el test de diatomeas se deben tener en cuenta las circunstancias del deceso, las características del lugar donde fue descubierto el cuerpo, el tiempo transcurrido entre el hallazgo y la desaparición y, además, la flora acuática del lugar” (Maidana, 2013, p. 72).

Las diatomeas a nivel mundial son conocidas como excelentes bioindicadores en el ámbito científico y forense, además han sido tomadas como un recurso al momento de diagnosticar una muerte por ahogamiento. Hoy por hoy, las diatomeas tienen un determinado protocolo para su estudio. En Ecuador sirven como un examen complementario para el diagnóstico de una muerte con etiología médico legal de asfixia por sumersión, en las muestras obtenidas de cadáveres. Por todo lo anteriormente descrito el objetivo de la presente investigación fue establecer mediante revisión bibliográfica

como las diatomeas pueden ayudar a determinar la etiología médico legal de asfixia por sumersión.

Metodología

La presente investigación es descriptiva, cualitativa y teórica con una cronología retrospectiva que nos permite realizar un análisis, síntesis y una organización correcta de la información recolectada para poder otorgar una información verídica sobre la importancia del estudio de diatomeas en el diagnóstico de asfixia por sumersión. La tabla 1 indica el tipo y el nivel de investigación

Tabla 1

Tipo y nivel de investigación

Según su alcance	Retrospectiva	Se focaliza en estudios publicados con anterioridad, en manuales, revistas científicas, documentos, archivos y publicaciones
Según su nivel	Descriptivo	A través del análisis de artículos científicos se obtuvo la información más importante y las diferentes características sobre el estudio de Diatomeas con respecto al diagnóstico de asfixia por sumersión.
Según su método	Teórico	Se realiza un análisis y síntesis de la información encontrada que nos permite describir la relación esencial que tiene el estudio de las Diatomeas con respecto al diagnóstico de asfixia por sumersión.
Según su carácter	Cualitativa	Se apoya en el análisis de distintas fuentes bibliográficas a través de la recolección y organización de datos

La población objeto de estudio son los artículos científicos y fuentes bibliográficas revisadas y analizadas que nos han otorgado datos fidedignos y relevantes para desarrollar la temática en cuestión. Para esto se realizó una recopilación bibliográfica de 16 documentos con las características de inclusión, posteriormente se realizó una lectura del resumen de cada documento para seleccionar los más adecuados para la investigación, de tal forma que se seleccionaron 8 documentos finales.

El tipo de muestreo de la investigación es de tipo bibliográfico, en el cual se tomó información que tenga relación con el estudio de las diatomeas y su importancia en el diagnóstico de asfixia por sumersión. Para la presente investigación se han escogido varios artículos científicos pertenecientes a las plataformas de Scielo y Scopus, además se tomó información de artículos que se encuentran en Google académico. Los criterios de inclusión de esta revisión se basaron en los puntos a continuación detallados.

1. Artículos científicos y de revisión bibliográfica con contenido sobre el estudio de diatomeas que se encuentran en Scopus y Scielo comprendidos en los último 5 años
2. Tesis doctorales
3. Documentos de libre acceso

En esta investigación la técnica utilizada es la de observación directa debido a que el estudio se desarrolló de acuerdo con la revisión bibliográfica y bajo fundamentos teóricos, tomando en cuenta los puntos principales y más relevantes de otras investigaciones similares al tema estudiado.

La investigación es totalmente auténtica, se ha realizado un repositorio con todos los artículos similares que se han requerido para el aporte y desarrollo de esta investigación.

Discusión

En esta investigación se aportan datos para el entendimiento de las diatomeas en el diagnóstico de asfixia por sumersión La tabla 2 presenta la información de los artículos seleccionados para esta revisión.

Tabla 2

Artículos y documentos seleccionados para la revisión

N.	Título	Autor	Conclusión o resultados más relevantes de esa investigación
1	Caracterización del pulmón como órgano diana de la muerte por sumersión: evaluación del estrés oxidativo y concentraciones de elementos traza	Barrera (2022)	Para asegurar el éxito de la investigación con diatomeas se debe seguir una serie de normas básicas: tanto un análisis cuantitativo y cualitativo como uno comparativo de las diatomeas en el líquido de sumersión, la toma de muestras de agua debe llevarse a cabo en el momento de la recuperación del cadáver en un recipiente estéril y manteniendo las muestras a 41°C hasta su manipulación.
2	The role of the diatom test: homicide or suicide?	Perwira & Yudianto (2022)	Existen pruebas adicionales que se pueden hacer para fortalecer el diagnóstico de muerte por ahogamiento como el test de diatomeas. Las diatomeas tienen una pared de sílice, que resiste la digestión ácida, el calor y la putrefacción. La prueba de diatomeas es considerada un estándar para confirmar el ahogamiento como causa de la muerte y localizar el sitio del ahogamiento.

Tabla 2

Artículos y documentos seleccionados para la revisión (continuación)

N.	Título	Autor	Conclusión o resultados más relevantes de esa investigación
3	Diatom-Positive Cadaver: Drowning or Homicide?	Aiman et al. (2021)	Es esencial para todos los casos no naturales (homicidio, suicidio o accidente), inesperados y muertes sospechosas someterse a una investigación medicolegal para descartar juego sucio. Además, la prueba de diatomeas no fue concluyente para confirmar la muerte por ahogamiento. De este modo, otras pruebas como la detección por PCR de algas verdes y cyanobacterias debe realizarse además de la prueba de diatomeas para confirmar un diagnóstico de ahogamiento.
4	Forensic botany: who? how? where? when?	Kasprzyk (2023)	La experiencia del botánico en un tribunal puede ser una herramienta importante al responder preguntas formuladas durante las investigaciones forenses. La evidencia debe leerse en el contexto de todo el proceso de investigación. Durante la última década, los métodos moleculares se han incluido en la gama de técnicas utilizadas en las pruebas de diatomeas para confirmar o negar el ahogamiento
5	Analysis of false-positive results of diatom test in the diagnosis of drowning—would not be an impediment	Shen et al. (2019)	Las diatomeas encontradas en los órganos, especialmente los órganos distantes, se han considerado evidencia de ahogamiento. Las muestras de control sin tejidos fueron todas negativas. Los 32 casos de ahogamiento obtuvieron resultados positivos en los tejidos de pulmón, hígado y riñón simultáneamente. Los tejidos pulmonares tenían el mayor número de diatomeas que los tejidos hepáticos y renales. Entre los 32 casos de ahogamiento, solo hubo 5 casos cuyo espectro de tipos de diatomeas detectados en las muestras de agua y muestras de tejido coincidieron exactamente.

Tabla 2

Artículos y documentos seleccionados para la revisión (continuación)

N.	Título	Autor	Conclusión o resultados más relevantes de esa investigación
6	Palinomorfos acuáticos en casos de muerte por sumersión.	Povilauskas (2020)	En algunos casos de muerte por sumersión, la presencia de fitoplancton no es un indicador suficiente exacto de muerte por sumersión. Un estudio comparativo de las especies de microalgas y del fitoplancton halladas en los tejidos cadavéricos de un cuerpo y en el ambiente acuático donde se recuperó el cadáver, podría determinar el sitio donde ocurrió la sumersión. Sin embargo, la Palinología Forense es una disciplina en crecimiento y desarrollo que estudia los palinomorfos vinculantes a un hecho criminal, tanto en medios acuáticos (marinos y dulceacuícolas) como continentales; y para llegar a su máximo potencial, deberá contar con más especialistas de tiempo completo que se dediquen a esta área, una investigación en mayor detalle sobre todos sus alcances y la aceptación en los juicios orales, para ser aplicada como un estudio pericial fiable.
7	Research advances in forensic diatom testing	Zhou et al. (2020)	La tarea principal de los forenses en los casos que involucran a un cuerpo muerto en el agua es determinar si el individuo murió debido a ahogamiento o si el cuerpo fue arrojado al agua después de la muerte. Los métodos físicos son generalmente difíciles de implementar, además los procesos de tratamiento causan daños severos a las diatomeas, lo que afecta la tasa de detección de diatomeas. Dividir cuerpos de agua en base a la clasificación de especies de diatomeas y establecer la distribución de especies de diatomeas en diferentes cuerpos de agua tiene cierto valor de investigación y perspectivas de aplicación en las pruebas de ahogamiento de diatomeas. También puede proporcionar pistas y evidencias útiles para determinar el sitio de ahogamientos en casos forenses.

Tabla 2
Artículos y documentos seleccionados para la revisión (continuación)

N.	Título	Autor	Conclusión o resultados más relevantes de esa investigación
8	Forensic Diatomological Mapping: A Data Base for Diatom Profiling to Solve Drowning Cases.	Sainé & Rochilla (2020).	El papel y las aplicaciones de la diatomología forense están bien definidos para determinar el sitio del ahogamiento. Las estaciones del año y otros factores ambientales como el pH, la temperatura, salinidad son los factores que gobiernan las distribuciones de diatomeas en cualquier cuerpo de agua. Los estudios que compilan una revisión de casos de ahogamiento y explotan la diatomología no se limitan a la ciencia forense, sino que también son un activo importante para el otro campo científico como estudios médico-legales, botánica, ciencias ambientales y ciencias de la tierra. También proporcionará una pista beneficiosa a los investigadores forenses para futuras expansiones.

En el estudio sobre “Caracterización del pulmón como órgano diana de la muerte por sumersión: evaluación del estrés oxidativo y concentraciones de elementos traza” realizado por Barrera (2022) señala que, en una muerte de asfixia por sumersión los principales órganos involucrados son los pulmones, y el test de diatomeas está basado en que las diatomeas filtran por el pulmón, a través de la circulación sanguínea a diferentes órganos como hígado, bazo, el cerebro y riñón mientras la víctima aún se encuentre viva. Así mismo se debe considerar que las diatomeas también pueden penetrar de forma pasiva a nivel respiratorio, pero al no existir circulación estas no se diseminan al resto de órganos. Para garantizar un resultado correcto es importante tener en cuenta una serie de normas básicas como el análisis cuantitativo, cualitativo y comparativo de las diatomeas encontradas en el medio acuático en donde fue encontrada a la víctima, para esto se debe tomar una muestra en un recipiente estéril en el momento en que el cadáver es recuperado, además se deben tomar muestras de sangre de cavidades ventriculares y vena femoral, hígado, riñón, cerebro y médula ósea para evitar cualquier contaminación.

Por otra parte, en un estudio realizado por Perwira & Yudianto (2021), denominado “*The role of the diatom test: homicide or suicide?*”, encontramos que la muerte por asfixia por sumersión es una de las cosas más difíciles de diagnosticar en la medicina forense, principalmente si se encuentra que la víctima está en estado de descomposición. El

realizar un examen en cadáveres descompuestos no sería de mucha ayuda debido a que a menudo estos no muestran signos típicos, por lo que realizar exámenes de laboratorio usando muestras de médula ósea sería la mejor opción ya que estas prueban la hipótesis del ahogamiento antemortem y son las menos afectadas por contaminación durante la inmersión postmortem. En esta investigación se describe también un caso en donde un cadáver fue encontrado en una zona residencial de la playa, en el pueblo de Tambaksarioso ubicado en Indonesia, el martes 18 de mayo de 2021 a la 13:30 pm., el cuerpo fue identificado en el Hospital General Dr. Soetomo por un perito forense. Se realizaron investigaciones externas, internas y de laboratorio, y se obtuvo un resultado positivo de diatomeas en la prueba de destrucción ácida utilizando el fémur derecho del cadáver. En este caso la prueba de diatomeas fue utilizada como un estándar para confirmar el ahogamiento como causa de muerte y localizar el sitio del ahogamiento. En este estudio el análisis de diatomeas es la única herramienta forense utilizada para determinar si la causa de la muerte es por ahogamiento o no.

En el siguiente artículo titulado “*Diatom-Positive Cadaver: Drowning or Homicide?*”, se explica un caso en donde un cadáver fue recuperado del agua, pero fue enterrado antes de que se pudiera realizar una autopsia. Tras la exhumación del cadáver, se logra evidenciar que el cuerno mayor del hueso hioides se encuentra fracturado y se presenta también una dislocación en el maxilar y mandíbula. El fémur, el esternón y la clavícula fueron enviados para realizar el test de diatomeas. El test de diatomeas resulto positivo en los huesos; sin embargo, la muestra de agua de la canaleta no dio positivo en el test, por lo que las diatomeas de los huesos no se pueden comparar con muestras de aguas sospechosas debido a que las diatomeas en los huesos también pueden surgir como resultado de la contaminación, por esta razón la causa de muerte no puede concluirse por ahogamiento. En este caso un estrangulamiento manual condujo a la fractura del hueso hioides por lo que la asfixia por estrangulamiento fue declarada como causa de muerte. Es por esta razón que, debido a la falta de fiabilidad del test de diatomeas en ciertos casos, se deben realizar otras pruebas auxiliares para diagnosticar una muerte por ahogamiento (Aiman et al., 2021).

Continuando con la revisión de artículos, en el artículo “*Forensic Diatomological Mapping: A Data Base for Diatom Profiling to Solve Drowning Cases.*” realizado por Sainé & Rochilla (2020) indican que, el estudio de Diatomeas en distintos órganos vitales como el hígado, cerebro, corazón, riñón y médula ósea ha permitido en su mayoría dar un diagnóstico verídico de la causa de muerte debido a que el proceso para que estos microorganismos logren llegar a estos lugares debe darse en un estado ante-mortem a través de la circulación tras la ruptura de la red alveolar, además en los casos en que los cadáveres han sido colocados en medios acuáticos en estado post-mortem se han llegado a encontrar diatomeas en los pulmones debido a la ingesta pasiva de agua que tienen el cuerpo. También, como parte de las aplicaciones de la diatomología forense se puede

ubicar el sitio probable o supuesto lugar de ahogamiento al considerar la prueba de diatomeas, sin embargo, se debe tener en cuenta el factor estacional y otros factores ambientales como el pH, la temperatura y la salinidad del agua, pues son los factores que gobiernan las distribuciones de diatomeas en cualquier hábitat acuático.

En el estudio sobre “*Forensic botany: who?, how?, where?, when?*” realizado por Kasprzyk (2023), habla sobre el análisis de diatomeas en tejidos humanos y su utilidad para determinar si una víctima murió por ahogamiento. Las diatomeas durante el ahogamiento ingresan a los pulmones y a través de la barrera alveolo-capilar pasan a los demás órganos y a la medula ósea. Además, indica que no es posible probar el ahogamiento tan solo con la presencia de diatomeas en los pulmones pues, puede deberse a un resultado falso positivo, esto debido a que el cadáver puede ser colocado en el agua post-mortem y las diatomeas pueden ingresar al mismo a través de la penetración pasiva bajo la influencia de la presión hidrostática. Debido a la poca confiabilidad del test de diatomeas, en algunos casos, se debe realizar un análisis de la presencia de diatomeas en muchos órganos y se deben realizar pruebas auxiliares adicionales para confirmar la muerte por ahogamiento. Por otra parte, la ausencia de diatomeas no es suficiente para realizar la exclusión de un diagnóstico de muerte por ahogamiento, pues se han presentado casos en los que se ha dado un ahogamiento seco que sucede cuando se produce un laringoespasma violento y el agua no llega a los pulmones. Por otro lado, en el artículo “Palinomorfos acuáticos en casos de muerte por sumersión” se realizó un estudio en el que nos indica que debe ser tomado en cuenta las circunstancias del deceso, el tiempo entre la desaparición y el hallazgo del cuerpo, también las características y la flora acuática del lugar para poder realizar una correcta interpretación de los resultados. Es necesario realizar un test de diatomeas en el lugar en donde fue recuperado el cuerpo para poder confirmar o descartar un diagnóstico negativo y establecer también si estas eran abundantes. O sea, que dependiendo del momento en que se realiza la toma de agua del lugar en donde se encontró a la víctima, el resultado podría ser o no erróneo, esto a causa de que se debe tener en cuenta los cambios ecológicos que se pueden presentar en los distintos cuerpos de agua como la turbulencia y la cantidad de nutrientes que se encuentran en el medio. Por este motivo es recomendable que la muestra del lugar sea tomada en el mismo momento en el que es recuperado el cuerpo de la víctima. Además, hay que tener en cuenta que las algas pueden ingresar al cuerpo a lo largo de la vida a través de la ingesta o inhalación en actividades como la pesca, deportes acuáticos, deportes náuticos, etc., lo cual está confirmado por varios estudios que revelan la presencia de diatomeas en tejidos cadavéricos de personas que no murieron ahogados. Además, se conoce que a grandes profundidades puede ocurrir una penetración pasiva post-mortem (en cavidad pulmonar) de diatomeas como consecuencia de la elevada presión hidrostática que es ejercida sobre los tejidos. Es por esto por lo que el autor nos indica que, en algunos casos de muerte por sumersión, la presencia de fitoplancton no es un indicador exacto de este diagnóstico. Un estudio comparativo de las especies de

microalgas y del fitoplancton halladas en los tejidos cadavéricos de un cuerpo y en el ambiente acuático donde se recuperó el cadáver, podría determinar el sitio donde ocurrió la sumersión (Povilauskas, 2020).

Por otro lado según Shen et al. (2019), en el artículo “*Analysis of false-positive results of diatom test in the diagnosis of drowning—would not be an impediment*” nos indica que la prueba de diatomeas ha sido una herramienta importante para el diagnóstico de ahogamiento. La confiabilidad de la prueba de diatomeas todavía está en fuerte disputa en el campo de la ciencia forense debido a los resultados falsos positivos. El estudio fue diseñado para comparar cuantitativamente el número de diatomeas en casos falsos positivos y casos verdaderos de ahogamiento. En este estudio se utilizaron muestras de diatomeas de 64 víctimas: 32 casos son víctimas confirmadas de ahogamiento y otros 32 casos tuvieron otras causas de muerte. Las muestras se sometieron a la prueba de diatomeas y se analizaron mediante el método de microscopía electrónica de barrido automatizada con digestión por microondas y filtración al vacío (método MD-VF-Auto SEM). Los resultados mostraron que se detectaron diatomeas falsas positivas en los tejidos hepáticos y renales de cuerpos que no murieron por ahogamiento: 6/20 en tejidos hepáticos y 7/20 en tejidos renales. Sin embargo, los estudios cuantitativos mostraron que existen diferencias estadísticas con el número de diatomeas en los casos de falsos positivos y en los casos de ahogamiento verdadero. Es por esto por lo que se vuelve difícil realizar la prueba de diatomeas en un solo órgano para distinguir las fuentes de las diatomeas detectadas. Por lo tanto, el análisis exhaustivo de múltiples órganos sería más útil para el diagnóstico de ahogamiento.

Concluyendo con la revisión de documentos seleccionados, en la investigación realizada por Zhou et al. (2020), se lleva a cabo un análisis del desarrollo de pruebas de diatomeas, en donde nos explica la prueba de “digestión química tradicional para detección de diatomeas”, la “Digestión por microondas-Filtración al vacío-Microscopía electrónica de barrido automática (MD-VF-Auto SEM)”, las “Pruebas de diatomeas basadas en secuenciación de ADN” y finalmente la “Clasificación de especies de diatomeas” que nos puede servir para establecer la distribución de especies de diatomeas en diferentes ambientes acuáticos y posee cierto valor de investigación y aplicación perspectiva en las pruebas de diatomeas para el diagnóstico de ahogamiento. Los autores hablan de la dificultad para determinar si la causa de muerte de una víctima es por ahogamiento o si el cuerpo fue arrojado al agua post-mortem, pues el test de diatomeas es actualmente un apoyo importante para la determinación de la asfixia por sumersión y del lugar en donde ocurrió el hecho, sin embargo, las diatomeas son extremadamente sensibles a cambios en las condiciones ambientales, como la temperatura y los nutrientes, y por lo tanto la abundancia de las especies de diatomeas varía de un medio acuático a otro, además debido a factores adversos como la descomposición del cadáver, a menudo la víctima carece de los signos característicos de ahogamiento, lo que hace que el diagnóstico de asfixia por

sumersión sea extremadamente difícil. Las diatomeas entran en el cuerpo humano a través de las vías respiratorias durante la asfixia por sumersión y se movilizan a todos los órganos a través de la circulación sanguínea, es por esto por lo que la presencia de diatomeas en tejidos y órganos puede considerarse una reacción vital que prueba indirectamente que la víctima sufrió un proceso de ahogamiento, y puede ser utilizado como evidencia importante para la determinación de muerte por asfixia por sumersión.

Conclusiones

- Existen ciertos casos en los que la presencia de diatomeas en el cuerpo de la víctima no son muestra suficiente para determinar una asfixia por sumersión, pues tras realizar el estudio de varios documentos y artículos tomados de bases de datos como Scopus o Scielo, se pudo evidenciar varias inconsistencias al momento de dar un diagnóstico, se debe tomar en cuenta varios factores como el lugar en que se encuentra el cadáver, el tiempo que el mismo ha permanecido ahí, el factor ambiental, además hay que tomar en cuenta la rutina de la víctima principalmente en los casos en que la misma realizaba algún tipo de deporte acuático para evitar una contaminación cruzada al momento de dar un diagnóstico médico legal.
- En la actualidad el dar un diagnóstico médico legal de asfixia por sumersión únicamente basado en el test de diatomeas sería muy poco confiable, pues tras realizar el análisis del estudio de varios autores podemos evidenciar que esta prueba podría dar resultados falsos positivos o falsos negativos. Por lo tanto, este test debe ser tomado como una prueba auxiliar para realizar un correcto diagnóstico y determinar si en realidad la causa de muerte de una víctima es de muerte por sumersión, o a su vez si esta tiene un diagnóstico médico legal distinto.

Conflicto de intereses

Los autores deben declarar no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Aiman, K., Mir, U., Maman, K., Aruba, S., & Gulzar, A. (2021). Diatom-Positive Cadaver: Drowning or Homicide? *Cureus*, 13(9).
<https://doi.org/10.7759/cureus.18312>

Barrera Pérez, E. (2022). Caracterización del pulmón como órgano diana de la muerte por sumersión: evaluación del estrés oxidativo y concentraciones de elementos traza. [Tesis de Doctorado, Universidad de Murcia]. Digitum: Repositorio

Institucional de la Universidad de Murcia

<https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/124464>

Kasprzyk, I. (2023). Forensic botany: who? how? where? when? *Science & Justice*, 63(2), 258-275. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2023.01.002>

Levin, E., Morgana, R., Scott, K., Jones, V., (2017). The transfer of diatoms from freshwater to footwear materials: An experimental study assessing transfer, persistence, and extraction methods for forensic reconstruction. *Science and Justice*, 57(5), 349-360. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scijus.2017.05.005>

Maidana, Nora I. (2013). El test de diatomeas en el diagnóstico de muerte por sumersión. *Acta Nova*, 6(1-2), 70-81.

http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892013000100007&lng=es&tlng=es

Mejía-Dueñas, C., Díaz, R., Matamoros, M., & Villanueva, S. J. (2018). Utilización de signos inespecíficos en el diagnóstico de asfixia por sumersión. Caso y Revisión Bibliográfica. *Rev. cienc. forenses Honduras*, 4(1), 18-28.

<http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/153/153686004/index.htm>

Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). Ahogamientos.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drowning>

Perwira, S., & Yudianto, A. (2022). The role of the diatom test: homicide or suicide? *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 22(3), 122-123.

<https://doi.org/10.24815/jks.v22i3.26767>

Povilauskas, L. (2020). Palinomorfos acuáticos en casos de muerte por sumersión.

Centro de Estudios Criminológicos Universitarios, 16(2), 61-68.

https://www.academia.edu/44831368/PALI_NOMORFOS_ACU%C3%81TICOS_EN_CASOS_DE_MUERTE_POR_SUMERSI%C3%93N

Quintana Yáñez, J. M., Galarza Pazmiño, M. de los Ángeles, Hinojosa León, A. P., Cáceres Manzano, V. P., & Salazar Yépez, M. A. (2022). Asfixia mecánica por sumersión: prevalencia de signos externos e internos en necropsia. *Anatomía Digital*, 5(2), 96-109. <https://doi.org/10.33262/anatomiadigital.v5i2.2189>

Sainé, E. & Rochilla, P. (2020). Forensic Diatomological Mapping: A Data Base for Diatom Profiling to Solve Drowning Cases. *Revista internacional de investigación y revisión actuales*.

<https://doi.org/10.31782/IJCRR.2020.122405>

Shen, X., Liu, Y., & Xiao, C. (2019). Analysis of false-positive results of diatom test in the diagnosis of drowning—would not be an impediment. *Int J Legal Med* 133, 1819–1824. <https://doi.org/10.1007/s00414-019-02021-4>

Singh, R., Deepa, M. & Kaur, R. (2013). Mapeo diatomológico de cuerpos de agua: una perspectiva future. *Revista de Medicina Legal y Forense* 20: 622-625. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23910847/>

Zhoua, Y., Caoc, Y., Huangd, J., Denga, K., Mae, K., Zhange, T., Chenb, L., Zhanga, J. & Huang, P. (2020). Research advances in forensic diatom testing. *Forensic sciences research*, 5(2), 98-105. <https://doi.org/10.1080/20961790.2020.1718901>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

