



Editorial de la Sociedad
Mexicana de Anatomía A.C.

Re vis ta

Panamericana
de Morfología

Vol 2. Número 6 | 2024

Mesa Directiva 2023-24 · Año académico Dr. Miguel Ángel Herrera Enríquez

Editorial Archivos Mexicanos de Anatomía desde 1960

Nueva fórmula DPineda: usada en la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad de Costa Rica, para la preservación de cadáveres

Diego Pineda Martínez^{1*}, Lorena Valencia Caballero¹, Jessica González Fernández²

1. Departamento de Anatomía, Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México.
2. Departamento de Anatomía, Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

***Autor de correspondencia:**

Diego Pineda Martínez

drpineda@unam.mx

Teléfono: +525623822737

RESUMEN

Se desarrolló una fórmula de preservación en el Departamento de Innovación en Material Biológico Humano de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), que posteriormente se implementó en la Universidad de Costa Rica (UCR), denominada "fórmula DPineda" basado en la fórmula de Carbowax. El objetivo de este trabajo fue encontrar una fórmula alternativa y económica que permitiera eliminar la necesidad de inmersión en piletas, reducir la concentración de sustancias nocivas para la salud como el formaldehído, minimizar el olor irritante y penetrante resultante de la combinación de químicos, mejorar la disección y la identificación de estructuras anatómicas, y reducir el tiempo necesario en el proceso de preparación. Desde 2016 hasta 2022, se aplicó esta fórmula a 350 cadáveres en la Facultad de Medicina de la UNAM y 145 cadáveres, desde 2017 hasta 2024, en la Escuela de Medicina de la UCR. Los resultados obtenidos incluyen la eliminación del uso de piletas de inmersión tanto para la preparación inicial como para la conservación a largo plazo. La fórmula permitió que los cuerpos preservados se mantuvieran en congelación, refrigeración o a temperatura ambiente. El tiempo de preparación se redujo de 3 meses a 15 días. Además, se disminuyó la concentración de formaldehído del 20% al 6%, se redujeron el olor y la irritación provocados por el formaldehído, y se mejoró la coloración y la flexibilidad de los cuerpos, lo que facilita una mejor disección e identificación de estructuras anatómicas. La eliminación de las piletas de inmersión y la posibilidad de mantener los cuerpos en diferentes condiciones de almacenamiento ofrecieron una flexibilidad adicional. Esto es especialmente

beneficioso para muchas instituciones educativas en América Latina, donde aún se utilizan técnicas tradicionales y peligrosas. La fórmula representa un buen avance, proporcionando una solución moderna y segura que puede ser adoptada ampliamente para mejorar las prácticas de conservación anatómica en muchas Universidades.

Palabras clave: preservación de cadáveres, embalsamado, enseñanza de anatomía, Innovación en preservación.

ABSTRACT

A preservation formula was developed at the Department of Innovation in Human Biological Material of the Faculty of Medicine of the National Autonomous University of Mexico (UNAM), which was later implemented at the University of Costa Rica (UCR), called the "DPineda formula" based on the Carbowax formula. The objective of this work was to find an alternative and economical formula that would eliminate the need for immersion in pools, reduce the concentration of substances harmful to health such as formaldehyde, minimize the irritating and penetrating odor resulting from the combination of chemicals, improve dissection and identification of anatomical structures, and reduce the time required in the preparation process. From 2016 to 2022, this formula was applied to 350 cadavers at the UNAM School of Medicine and 145 cadavers, from 2017 to 2024, at the UCR School of Medicine. The results obtained include the elimination of the use of immersion pools for both initial preparation and long-term preservation, allowed preserved bodies to be kept frozen, refrigerated or at room temperature. Preparation time was reduced from 3 months to only 15 days. In addition, the concentration of formaldehyde was decreased from 20% to 6%, the pungent odor from the combination of chemicals and the irritation caused by formaldehyde were reduced, the coloration and flexibility of the bodies were improved, which facilitated the identification and dissection of anatomical structures. The elimination of the immersion basins and the possibility of keeping the carcasses in different storage conditions offered additional flexibility. This is especially beneficial for many educational institutions in Latin America, where traditional and dangerous techniques are still used. The formula represents a good advance, providing a modern and safe solution that can be widely adopted to improve anatomical preservation practices in many universities.

Keywords: cadaver preservation, embalming, anatomy teaching, preservation innovation.

INTRODUCCIÓN

En la educación médica de pregrado y posgrado, los cadáveres humanos se utilizan como herramientas esenciales para la enseñanza, ya sea a través de proyecciones o mediante la disección realizada por los propios estudiantes. Los cadáveres humanos deben considerarse como herramientas educativas únicas, no simplemente como "primeros pacientes" o modelos biológicos. Representan individuos no vitales, variables y tridimensionales que ofrecen un bajo riesgo para la salud y una experiencia háptica de alta calidad¹. Además, la disección cadavérica se ha consolidado como un método fundamental para la enseñanza de la anatomía, ya que permite a los estudiantes reflexionar sobre la vida y la muerte, fomenta el desarrollo de valores humanos, la ética, y habilidades interpersonales y académicas, al ser una actividad colaborativa que promueve el trabajo en equipo².

La disección de cadáveres ha sido la base de la enseñanza de la anatomía en las carreras médicas durante más de 400 años³. Los méritos pedagógicos de la disección han sido probados a lo largo del tiempo, y su impacto como herramienta de enseñanza es evidente en la actitud de los anatomistas que todavía consideran la disección cadavérica como central para el aprendizaje de la anatomía macroscópica^{4,5}. A pesar del advenimiento de la tecnología moderna, los nuevos planes de estudio y los métodos de enseñanza innovadores, la disección cadavérica sigue siendo la piedra angular de la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía macroscópica y constituye un componente integral de la educación médica⁶.

Las universidades recibían mayormente cadáveres de individuos no reclamados; sin embargo, hubo instancias, como en el campo de concentración Auschwitz-Birkenau durante la Segunda Guerra Mundial, donde se realizaron innumerables experimentos en los prisioneros, en quienes se realizaban vivisecciones o disecciones post mortem de manera indiscriminada y sin ningún tipo de regulación, lo que dio múltiples y diversos avances en la medicina, tanto en su enseñanza como su ejercicio, a costa de prácticas poco éticas⁷. Afortunadamente, una vez finalizado el conflicto bélico, declaraciones como la del Código de Nuremberg, Helsinki o Ginebra, regulan las investigaciones científicas y el uso de material biológico, para que situaciones de este tipo no vuelvan a suceder^{7,8}.

Lo anterior implicó que se le diera un mayor valor al material anatómico humano disponible, y así, se buscaron formas de proteger los tejidos de su proceso natural de putrefacción, y conservar, dentro de lo posible, el estado natural de los tejidos.

Para una adecuada preservación del cadáver, es crucial seleccionar el método que mejor se adapte a los objetivos educativos y de investigación, teniendo en cuenta factores como la preservación de colores naturales, la flexibilidad de los tejidos y la seguridad de los estudiantes y el personal⁹. La preservación se considera adecuada cuando el cadáver se mantiene libre de destrucción o descomposición y esto se logra

tratando el cadáver con una combinación de productos químicos que se introducen al cuerpo en un proceso llamado embalsamamiento^{10,11}.

El objetivo de este trabajo fue encontrar una fórmula alternativa y económica que permitiera eliminar la necesidad de inmersión en piletas, reducir la concentración de sustancias nocivas para la salud como el formaldehído, minimizar el olor irritante y penetrante resultante de la combinación de químicos, mejorar la disección y la identificación de estructuras anatómicas, y reducir el tiempo necesario en el proceso de preparación.

Las técnicas de preservación y conservación anatómica buscan protegerlos también del crecimiento de bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, y *Proteus vulgaris*. así garantiza un medio seguro de trabajo, además de hacer estable el material evitando la putrefacción, convirtiéndola en una etapa fundamental en el estudio de la anatomía tanto humana como animal¹²⁻¹⁴.

A lo largo del tiempo, distintos pueblos y culturas han realizado procesos de embalsamado de cuerpos humanos, reflejando ideas relacionadas a su concepción de la conciencia, el alma y la vida después de la muerte. Un ejemplo de ello son los egipcios, quienes realizaban momificaciones a personas y animales desde aproximadamente 3000 años antes de Cristo (a.C.)¹⁵⁻¹⁷.

Los babilonios, los persas y los sirios conservaban sus muertos separándolos del ambiente, Los colocaban en recipientes con miel o cera, evitaban que se diera el proceso de descomposición^{17,18}. En China se han encontrado cuerpos humanos embalsamados que datan de entre 187 y 145 a.C., perfectamente conservados, inmersos en un líquido de composición desconocida¹⁷.

En América se han encontrado momias que entre el 2000 y el 600 antes a.C., algunas pertenecen la cultura Chinchorro, una de las más antiguas culturas preincaicas, localizadas en la costa norte de Chile, donde se han descubierto momias que solo conservan la piel y estaban rellenas de arcilla y totora "*Schoenoplectus californicus*, es una planta acuática similar a una caña, que crece en los humedales y en las orillas de lagos y ríos"^{15,18}.

La inyección de fluidos en vasos sanguíneos, utilizada actualmente para embalsamar, se ideó en el siglo XVII, con la descripción de la circulación sanguínea por el anatomista William Harvey^{12,19}. El primer anatomista en utilizar esta técnica fue Jan Swammerdam, quien inyectaba cera y trementina para la preservación de vísceras alrededor del año 1672²⁰. Pero es en 1893 que se utiliza el formaldehído para la fijación de tejidos histológicos y material cadavérico²¹.

A lo largo del tiempo distintos anatomistas han buscado la combinación de químicos que logren un proceso de fijación adecuado para conservar las características de material biológico fresco (**Ver Tabla I**), donde se resumen algunas de las fórmulas más utilizadas.

Tabla 1. Fórmulas con soluciones preservadoras.		
Nombre	Fórmula	Características
Carbowax	Glicerina 2.5 L. Isopropanol 1.5 L. Formol 1.5 L. Benzal 0.5 L. Ácido fénico 1.5 L. Agua 42.5 L. Subtota 50 L.	Por inyección vascular y posterior inmersión en piletas. Tiempo de preparación 3 meses.
Método tradicional más utilizado en el resto de las universidades (20)	Formol al 20% Cloruro de sodio 250gr/litro	Por inyección y posterior inmersión en piletas.
Glicerinado (21)	La pieza debe estar previamente fijada en formol. se sumerge la pieza en una mezcla 1:1 alcohol y glicerina por 1 semana. luego es pasada a una solución de glicerina pura, por 15 días. finalmente se deja destilar el exceso de glicerina	Por inmersión
Solución Fijadora Conservadora Chilena (22)	Cloruro de sodio 1,5 kg / 6 litros de agua. Nitrate de sodio o potasio 1,2 kg / 6 litros de agua. Glicerina 4 L. Alcohol etílico 6 L. Cloruro de benzalconio 2 L. concentrado. Formaldehído 0,5 L. Esencia de eucalipto 0,5 L.	Por inyección vascular

<p>Thiel (23)</p>	<p>Solución A (total 14.3 L)</p> <p>Ac.bórico 3% etilenglicol 30% nitrato de amonio 20% agua 42%</p> <p>Solución B (total 0.5 L)</p> <p>etilenglicol 10% 4-cloro-3-metilfenol 1%</p> <p>Solución de inyección (total 15.8 L)</p> <p>Solución A 14.3 L Solución B 0.5 L Formol 0.3 L Sulfito de sodio 0.7 kg</p>	<p>Solución de Inmersión</p> <p>Etilenglicol 10% Formol 2% Solución B 2% Ac. Bórico 3% Nitrato de armonio 10% Nitrato de potasio 5% Sulfito de sodio 7% Agua 65%</p>
<p>Coleman y Kogan en 1998 en la División de Ciencias Morfológicas, Bruce Rappaport de la Facultad de Medicina de Technion-Israel Institute of Technology. (24)</p>	<p>Se embalsama en las primeras 24 h post mortem. Previamente refrigerado a 4 grados centígrados (°C). La mezcla para embalsamar contiene: 500 mL de formaldehído al 37 - 40%. 200 mL de fenol. 500 mL de glicerina. 4 L de alcohol isopropílico. 20 Kg de cloruro de sodio (sal de mesa) con un volumen final aproximado de 35 L con agua del grifo.</p>	<p>Se almacenan el cuerpo además en esta solución de embalsamamiento a 18 °C durante al menos 3 meses, aunque recomiendan hasta un año o más, antes de que se realice la disección.</p>
<p>Kalanjati, Prasetiowati y Alimsardjono en 2012 en el Departamento de Anatomía e Histología de la Facultad de Medicina de la Universidad Airlangga, en Indonesia (25)</p>	<p>500 mL de glicerina. 500 gr de fenol en 500 mL de agua de grifo. 3 L de formaldehído al 37%. 12 L de agua de grifo.</p>	<p>Posterior al embalsamado se almacena el cuerpo a 4°C por un período de 6 meses dentro de un tanque lleno de una solución de formalina y glicerina, ambas al 5%.</p>

<p>Muñetón y Ortiz en el 2013 (26)</p>	<p>Mezcla de: 10 L de formol, 10 L de etanol diluidos en 80 L de agua. Se infunde vía arteria carótida común, luego de un lavado capilar en dichas piezas a base de agua y heparina. Las piezas pueden ser utilizadas hasta 7 días posterior al proceso de embalsamado. Además, mientras la pieza es disecada se conservaron en recipientes que contenían la mezcla antes descrita.</p>	<p>Luego son deshidratarlas con isopropanol y posteriormente se sumergieron en 400 litros de glicerina por un período de 70 días. Por último, los cuerpos se sacaron de la glicerina y se llevó a cabo un proceso de curado por medio de aire circundante, evitando rayos solares y humedad por 30 días</p>
--	---	---

MATERIAL Y MÉTODOS

Se estudiaron 350 cadáveres en el Departamento de Innovación en Material Biológico Humano de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) entre 2016 y noviembre de 2022. Los cadáveres procedían de diversas fuentes, incluyendo el Instituto de Ciencias Forenses, hospitales de la Ciudad de México con los cuales la universidad mantiene convenios de colaboración a través del Tribunal Superior de Justicia, y el Programa de Donación de Cuerpos de la Facultad de Medicina de la UNAM. Los cuerpos eran de personas de ambos sexos, con edades que oscilaban entre los 32 y 91 años (promedio: 67.63 años). Los cuerpos fueron embalsamados entre 24 y 72 horas posteriores a su defunción.

Adicionalmente, se incluyeron 145 cadáveres entre el 2017 y el 2024 de la Escuela de Medicina de la Universidad de Costa Rica, gestionados a través del Laboratorio de Morgue y Neurobiología (LaMoNec). Estos cuerpos provenían de hospitales regionales y del Programa de Donación de Cuerpos de la Universidad de Costa Rica, con una edad promedio de 61 años. Fueron embalsamados entre 24 y 72 horas post-mortem.

Las causas de muerte fueron variadas en ambas instituciones. Sin embargo, no se aceptaron cadáveres con infecciones por VIH, Hepatitis C, tuberculosis o COVID-19 para evitar riesgos de contagio.

Para la preservación de los cadáveres, se utilizó la fórmula “DPineda”, que consiste en la combinación de sustancias conocidas en el ámbito de la preservación y el cual se detallada en la (Tabla II). El procedimiento de embalsamado comenzó con la canulación de las arterias carótida y femoral. A continuación, se introdujo la fórmula descrita en la (Tabla II), a través de una bomba de perfusión, inicialmente con flujo pulsátil de 3 minutos y después con flujo continuo. Dependiendo de las características morfológicas y la masa corporal del cadáver, se introdujeron entre 35 y 45 litros de la fórmula.

Posteriormente, los cadáveres se dejaron escurrir a temperatura ambiente durante un día. A partir del segundo día, los cuerpos se envolvieron en bolsas plásticas y se almacenaron durante 14 días en una cámara de congelación a -18 grados centígrados, en cámara de refrigeración de entre 0 y 4 grados centígrados y se mantuvieron a temperatura ambiente.

Pasados 15 días, los cadáveres se utilizaron en las disecciones en los niveles de pregrado y posgrado. Para su mantenimiento posterior, se recomendó volver a colocar los cuerpos en bolsas plásticas y, al menos una vez al mes, rociar las zonas trabajadas con una solución atomizada de la fórmula descrita en la (Tabla II).

Tabla 2. Componentes de la fórmula DPineda para un volumen de total de 40 L.		
Componentes	Cantidad	Porcentaje
• Isopropanol:	• 6.0 L.	15%
• Propilenglicol:	• 31.6 L.	79%
• Formaldehído:	• 2.4 L.	6%

RESULTADOS

Los resultados obtenidos incluyeron la eliminación del uso de piletas de inmersión tanto para la preparación inicial como para la conservación a largo plazo.

La fórmula permitió que los cuerpos preservados se mantuvieran en condiciones de congelación, refrigeración y temperatura ambiente, sin observarse diferencias significativas entre estas condiciones.

El tiempo necesario para que un cadáver humano embalsamado pudiera ser utilizado en prácticas de disección se redujo de 3 meses a solo 15 días.

Se disminuyó la concentración de formaldehído del 20% al 6%, lo que permitió minimizar el olor irritante y penetrante derivado de la combinación de productos químicos.

En cuanto a la piel y los tejidos, se observó una mejora en la coloración, presentando un tono más claro y natural. El tejido celular subcutáneo mostró una coloración más amarillenta, lo que permitió una clara distinción respecto al plano muscular. Esta diferenciación facilitó la identificación de los músculos y la dirección de sus fibras. Durante las disecciones, se logró una mayor facilidad en la disección por planos anatómicos, tal como se ilustra en la (Figura 1) y se evidencia en el (Video 1).

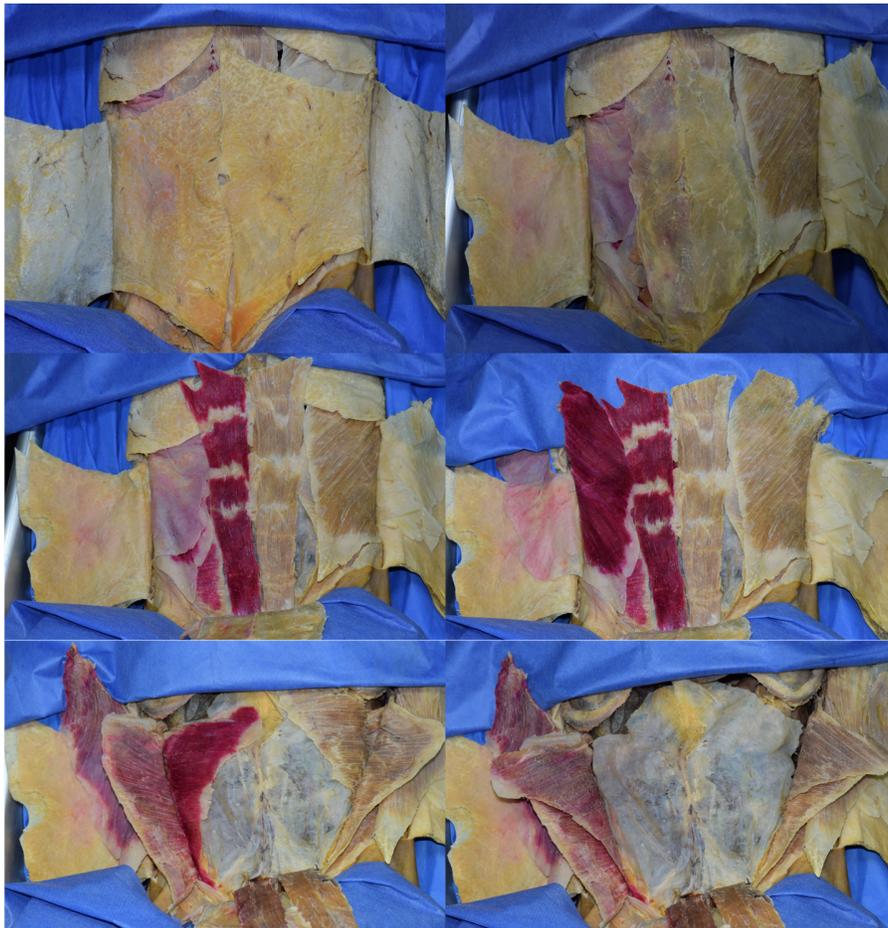


Figura 1. Muestra un cuerpo preservado con la fórmula Dpineda, donde se puede apreciar una mejor coloración y una disección por planos más precisa. En esta figura, se observa la disección del abdomen desde la piel hasta el peritoneo.



Video 1. Muestra la coloración de los tejidos y la disección por planos que se logra con la fórmula DPineda. La mitad está pigmentada y la otra mitad muestra el color natural.

Los órganos mantuvieron su color, flexibilidad y plasticidad. El relleno vascular con látex se realizó sin dificultad, llegando hasta los vasos más pequeños como se aprecia en las **(Figuras 2-4)**.



Figura 2. Muestra el intestino delgado con la fórmula DPineda, se aprecia una buena coloración y la capacidad de repletar arterias y venas con látex.

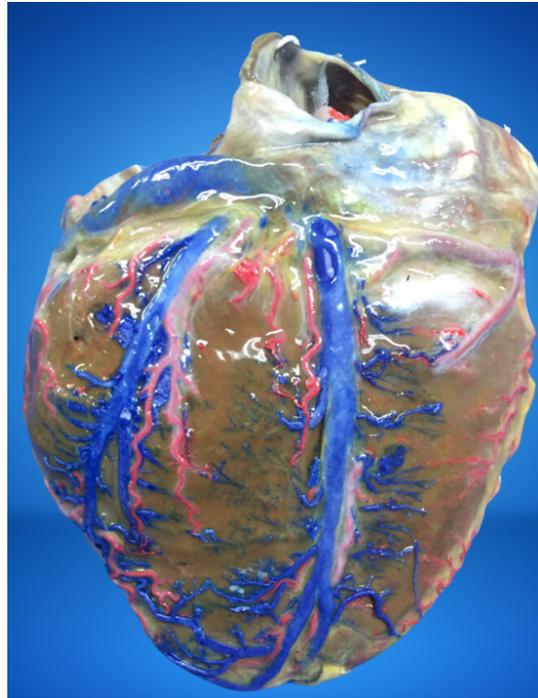


Figura 3. Muestra el corazón con la fórmula DPineda, se aprecia una coloración natural y la capacidad de repletar arterias y venas con látex.



Figura 4. Muestra un bloque de vísceras preservadas con la fórmula DPineda y repletadas con látex en arterias de pequeño calibre.

Finalmente, probamos el comportamiento de la fórmula en la técnica anatómica denominada insuflación, la cual fue aplicada a 5 bloques de vísceras toracoabdominales. Esto resultó en una flexibilidad que permite que el modelo se pueda usar como un simulador híbrido tanto para broncoscopia como para cirugía laparoscópica como se puede apreciar en el [\(video 2\)](#).



Video 2. Muestra los resultados de aplicar la fórmula DPineda a bloques de vísceras para su posterior uso en la técnica anatómica conocida como insuflación. Estas vísceras son usadas como modelos de simulación híbrida en posgrado.

DISCUSIÓN

El uso del formaldehído ha sido controvertido en el embalsamado de cuerpos humanos, principalmente porque es un excelente fijador²⁹ y, por lo tanto, difícil de sustituir en fórmulas de preservación. Por otro lado, existe evidencia del daño ocasionado por la exposición prolongada a esta sustancia, lo que ha llevado a su clasificación como agente cancerígeno del grupo 1, asociado con cáncer nasofaríngeo y leucemia³⁰. Estudios epidemiológicos demostraron que los embalsamadores y los trabajadores de la industria funeraria tienen un mayor riesgo de desarrollar cánceres del tracto respiratorio superior debido a la exposición ocupacional al formaldehído³¹.

Por lo tanto, y debido a los datos mencionados anteriormente, la reducción de la concentración de formaldehído del 20% al 6% que se logró en esta nueva fórmula es importante para reducir el riesgo de exposición a los profesores, alumnos y técnicos que realizan el embalsamado de los cuerpos. Esto también favorece a muchas universidades que continúan utilizando fórmulas para la preservación de cadáveres humanos con altas concentraciones de formaldehído.

El tiempo necesario para que un cadáver humano embalsamado pudiera ser utilizado se redujo de 3 meses a 15 días, lo cual resultó crucial para ambas instituciones. En el caso de la UNAM, en ese momento, trabajábamos con cuerpos no reclamados, que solo teníamos en préstamo por un año. Dado que el proceso de preparación era de 3 meses, sumado a los períodos de vacaciones y días de asueto, reducía el tiempo útil para las prácticas de disección. Esta mejora tuvo un impacto positivo en nuestras actividades académicas. Esta situación es común en muchas universidades, donde la eficiencia en la preparación de los cuerpos es esencial para maximizar el tiempo dedicado a la enseñanza práctica.

La eliminación del uso de piletas de inmersión tanto para la preparación inicial como para la conservación a largo plazo de los cadáveres humanos es crucial, ya que reduce la contaminación ambiental al evitar el empleo de miles de litros de sustancias contaminantes como el formaldehído en altas concentraciones presentes en las piletas tradicionales³².

Como podemos observar en la (Tabla I), la mayor parte de las fórmulas usan inmersión, por lo tanto, es muy frecuente el uso de piletas en instituciones educativas que realizan prácticas de disección.

Existe una fórmula de preservación que mejora el color de los tejidos, manteniendo la flexibilidad y la textura, y fue descrita por Walter Thiel. Es usada en diferentes campos de investigación biomédica³³. Tiene buenos resultados, pero algunas limitantes en comparación con la fórmula DPineda. La primera es que el costo es muy elevado, los componentes son difíciles de conseguir en comparación con la fórmula DPineda que es económica y las soluciones empleadas son muy comunes, por lo tanto, fáciles de conseguir en la mayor parte de los países.

Las fórmulas tradicionales, como la que usamos en la UNAM y UCR durante más de 60 años, se caracterizan por deshidratar los tejidos y volverlos más rígidos debido a las altas concentraciones de formaldehído, presentando también una coloración marrón/café debido a la oxidación del ácido fénico que provoca formación de quinonas³⁴. La combinación de estos fenómenos, especialmente la deshidratación, resulta en poca flexibilidad, dificultando la adecuada identificación de estructuras anatómicas y complica la disección por planos anatómicos, como se puede observar en la (Figura 5).



Figura 5 Muestra un cuerpo preservado con la técnica tradicional, donde se puede apreciar que los tejidos tienden a tener un aspecto acartonado debido al formaldehído y el característico color café causado por la oxidación del ácido fénico presente en esa fórmula.

Además, comparamos la flexibilidad de la fórmula DPineda, frente a la rigidez de la fórmula tradicional, como se puede evidenciar en el [\(video 3\)](#).



Video 3. Muestra la mejora en la coloración y en la flexibilidad que brinda el método DPineda comparado con la fórmula tradicional.

CONCLUSIONES

La fórmula propuesta mejoró la calidad de la preservación al reducir el uso de formaldehído y sus efectos adversos. Su aplicación en dos importantes universidades de América Latina subrayó su potencial para ser adoptada ampliamente en otras instituciones educativas, proporcionando una alternativa segura para los profesores, alumnos y técnicos de laboratorio.

La nueva fórmula DPineda, al reducir la concentración de formaldehído, fue crucial para disminuir el riesgo de exposición a esta sustancia, clasificada como agente cancerígeno. Permitió que los cuerpos embalsamados estuvieran listos para su uso en prácticas de disección en solo 15 días, en comparación con los 3 meses necesarios con métodos tradicionales. Esto mejoró la eficiencia y el tiempo disponible para la enseñanza práctica, beneficiando a las instituciones que trabajan con cuerpos no reclamados en préstamo por períodos limitados.

La eliminación de piletas de inmersión puede reducir la contaminación ambiental, evitando el uso de miles de litros de sustancias contaminantes, como el formaldehído en altas concentraciones, comúnmente presente en las piletas tradicionales. Comparada con otras fórmulas como Thiel, la fórmula DPineda fue más económica y utilizó componentes más fáciles de conseguir, lo que la hizo una opción viable para muchas instituciones educativas en América Latina y otros lugares.

La fórmula permitió el uso de técnicas anatómicas como la insuflación, proporcionando modelos flexibles que pudieron utilizarse como simuladores híbridos para procedimientos como broncoscopias y cirugías laparoscópicas. Además, mostró potencial para aplicarse en museografía, ampliando su impacto y utilidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan su agradecimiento a los auxiliares forense de ambas instituciones que nos han ayudado mucho en la implementación y los resultados obtenidos hasta el momento, en especial agradecemos a Gonzalo Mejida Mediana, quien por sus años de experiencia y su tradición familiar nos ha brindado información esencial para poder lograr mejores resultados.

REFERENCIAS

1. Brenner E. Human body preservation – old and new techniques. *J Anat.* 2014;224(3):316-344. Available from: <https://doi.org/10.1111/joa.12160>
2. Enrique R, Omaña E, Ángeles MDL, Rodríguez G, Morales JA. Ética, filosofía e historia de la medicina El arte de la disección a través del tiempo. 2006;8(33):254–8.
3. Aziz MA, McKenzie JC, Wilson JS, Cowie RJ, Ayeni SA, Dunn BK. The human cadaver in the age of biomedical informatics. *Anat Rec.* 2002;269(1):20-32.
4. Elizondo-Omaña RE, Guzman-López S, Garcia-Rodriguez De L. Dissection as a teaching tool: Past, present and future. *Anat Rec.* 2005;285B:11–15.
5. Ghosh SK. Human cadaveric dissection: A historical account from ancient Greece to the modern era. *Anat Cell Biol.* 2015;48:153–169.
6. Rizzolo LJ, Stewart WB. Should we continue teaching anatomy by dissection when...? *Anat Rec B New Anat.* 2006;289(6):215-218.
7. Strzelecka, I. (2008). *Voices of Memory 2. Medical Crimes. The Experiments in Auschwitz.* Auschwitz-Birkenau State Museum. ISBN 978-83-7704-095-9. Retrieved from <https://books.auschwitz.org>
8. Duque JE, Barco J, Morales G. La Disección In vivo (Vivisección): Una Visión Histórica. *Int J Morphol.* 2014;32(1):101–105. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022014000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=en
9. Rakusa, D., Kaloh, M., & Milisav, I. (2021). Preservation of cadavers for anatomical dissection using different embalming methods. *Folia Morphologica*, 80(3), 733-741. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s00418-021-01957-1>
10. Brenner E. Human body preservation – old and new techniques. *J Anat.* 2014;224:316-344.
11. Fitzharris L. *The Butchering Art: Joseph Lister's Quest to Transform the Grisly World of Victorian Medicine.* New York: Scientific American/Farrar, Straus and Giroux; 2017.

12. Balta JY, Cronin M, Cryan JF, O'Mahony SM. Human preservation techniques in anatomy: A 21st century medical education perspective. *Clin Anat.* 2015;28(6):725–734. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/ca.22585>
13. Balta JY, Cryan JF, O'Mahony SM. The Antimicrobial Capacity of Embalming Solutions: A Comparative Study. *J Appl Microbiol.* 2018;0–3. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/jam.14191>
14. Wolff D, Villa P, Neirreitter A, Ruibal C, Ugon GA, Salgado G, et al. Estudio Comparativo entre Soluciones Conservadoras con y sin Formol en Placenta Humana Comparative Study between Conservative Solutions with and without Formaldehyde in Human Placenta. *Int J Morphol.* 2012;30(2):432–438.
15. Beltrán JA. Historia de la preservación de cadáveres humanos. *Morfología.* 2009;3:5–10.
16. Saeed M, Rufai AA, Elsayed SE. Mummification to plastination. *Saudi Med J.* 2001;22(11):956–959.
17. Blessing A, Olubunmi E, Abidemi O. Human Embalming Techniques: A Review. *Am J Biomed Sci.* 2018;10(2):82–95.
18. Brenner E. Human body preservation - old and new techniques. *J Anat.* 2014;224(3):316–344.
19. Wilcox RR, Muska J. Comparing Correlation Coefficients. *Commun Stat - Simul Comput.* 2002;31(1):49–59. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/SAC-9687281>
20. Saeed M, Rufai AA, Elsayed SE. Mummification to plastination. *Saudi Med J.* 2001;22(11):956–959.
21. Sánchez Carpio C, Andromaco M, Páez R, Barello M del R, Pedernera G. Estudio de nuevas técnicas para conservación de piezas anatómicas, Plastinación. *Rev Salud Publica.* 2012;3(XVI):27–32.
22. Moscol GJ, Castro Ch I. Técnicas de conservación anatómicas, Lima 1977.
23. Muñetón Gómez CA, Ortiz JA. Preparación en glicerina: una técnica para la conservación prolongada de cuerpos en anatomía veterinaria. *Rev Med Vet.* 2013;1(26):91-99.
24. Guillén JF, Aponte MA, Bernal YV, Díaz YN, Leguizamón CS, Peña JD, Romero DP. Método de conservación de cadáveres adaptado de solución fijadora conservadora chilena, basado en procedimientos de ensayo y error. *Semilleros Med Revista.* 15.
25. Thiel W. Ergänzung für die Konservierung ganzer Leichen nach W. Thiel. *Ann Anat.* 2002;184(3):267-269. doi: 10.1016/S0940-9602(02)80121-2.
26. Coleman R, Kogan I. An improved low-formaldehyde embalming fluid to preserve cadavers for anatomy teaching. *J Anat.* 1998;192(3):443–446.
27. Kalanjati V, Prasetiowati L, Alimsardjono H. The use of lower formalin-containing embalming solution for anatomy cadaver preparation. *Med J Indones.* 2012;21:203–207.

28. Muñetón Gómez CA, Ortiz JA. Preparation in Glycerin: A Technique for Prolonged Preservation of Bodies in Veterinary Anatomy. *Rev Med Vet (Bogota)*. 2013;(26):115–122.
29. Thavarajah R, Mudimbaimannar VK, Elizabeth J, Rao UK, Ranganathan K. Chemical and physical basics of routine formaldehyde fixation. *J Oral Maxillofac Pathol*. 2012;16(3):400-5.
30. International Agency for Research on Cancer (IARC). Formaldehyde, 2-Butoxyethanol and 1-tert-Butoxypropan-2-ol. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 2006;88.
31. Hauptmann M, Lubin JH, Stewart PA, Hayes RB, Blair A. Mortality from lymphohematopoietic malignancies among workers in formaldehyde industries. *J Natl Cancer Inst*. 2003;95(21):1615-23.
32. Salthammer T, Mentese S, Marutzky R. Formaldehyde in the indoor environment. *Chem Rev*. 2010;110(4):2536-72.
33. Ottone NE, Vargas CA, Fuentes R, del Sol M. Walter Thiel's Embalming Method: Review of Solutions and Applications in Different Fields of Biomedical Research. *Int J Morphol [Internet]*. 2016 Dec [cited 2024 Jul 01];34(4):1442-54. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022016000400044.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022016000400044>.
34. D'Andrade, B. W., & Forrest, S. R. (2004). White organic light-emitting devices for solid-state lighting. *Advanced Materials*, 16(18), 1585-159