

Comparación de Resultados entre Soluciones con y sin Formol como Medios de Fijación y Conservación en Corazones de *Gallus gallus domesticus*

Comparison of Results Between Solutions with and Without Formaldehyde as Means of Fixation and Conservation in *Gallus gallus domesticus* Hearts

Ernesto Hurtado

HURTADO, E. Comparación de resultados entre soluciones con y sin formol como medios de fijación y conservación en corazones de *Gallus gallus domesticus*. *Int. J. Morphol.*, 40(3):566-572, 2022.

RESUMEN: La solución de formol es utilizada en las Escuelas de medicina como medio de fijación y conservación de cadáveres para el estudio de la Anatomía, a la que están expuestos estudiantes, técnicos y personal docente; es alergénica e irritante a las mucosas, y reconocida carcinogénica en humanos por International Agency for Research on Cancer (2006). El objetivo del presente estudio fue comparar resultados cuantitativos y cualitativos entre corazones de *Gallus gallus domesticus*, luego de aplicarles soluciones con y sin formol. Se formaron dos grupos al azar, a uno se le aplicó solución de formol al 10 %, y al otro solución libre de formol. Se realizaron medidas antropométricas, organolépticas, y de fotografía (Pretest, durante y Postest). Se elaboró base datos en Microsoft Excel (2019), y su procesamiento en SPSS Statistics 2017 Versión 25. Para variables cuantitativas se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, y t-Student pareada. Para variables cualitativas el test Alfa de Cronbach, Chi cuadrado (X²) y los correspondientes coeficientes de asociación (D de Somers y Tau b de Kendal). Los resultados obtenidos de las variables peso, largo, y altura presentaron diferencia estadística significativa (p-valor <0,05), siendo diferente para el ancho y grosor de la pared del ventrículo izquierdo. Las variables color y consistencia presentaron diferencias significativa (p-valor <0,05). El olor irritante a las mucosas estuvo presente durante todo el estudio con la solución con formol. A la inspección, ninguno de los dos grupos presentó colonización - descomposición. Se concluye que, los órganos en experimentación que se les aplicó solución libre de formol, presentaron mejores resultados con respecto a los que se les aplicó formol al 10 %.

PALABRAS CLAVE: Formol; Solución de fijación y conservación; Corazón.

INTRODUCCIÓN

La solución de formol es ampliamente utilizada en la industria de la manufactura (Brenner, 2014; Idrobo-Avila *et al.*, 2017), y el sector salud no es la excepción. La exposición al formol sin protección tiene consecuencias en la salud, que van desde leves, como irritación en la piel, conjuntivas oculares y nasofaríngea (Ohmichi *et al.*, 2006), hasta graves, siendo reconocida como sustancia cancerígena en el ser humano por la International Agency for Research on Cancer en 2006 (Whitehead & Savoia, 2008), así también lo afirman en sus sitios web la Administración Estadounidense de Seguridad y Salud Ocupacional del Departamento de Trabajo de EE. UU. (OSHA), y El instituto Nacional para la seguridad y Salud ocupacional (NIOSH); reportan evidencia científica del formaldehído como agente cau-

sal del cáncer ocupacional (Swenberg *et al.*, 2013). El formol presenta otras desventajas, cuando se ha utilizado en piezas anatómicas como, retracción del volumen de los órganos, rigidez y coloración oscura (Bustamante & Prieto, 2007; Wolff *et al.*, 2012).

Otro fundamento, para evitar el riesgo laboral con las sustancias tóxicas como el formaldehído es lo que dictan los Organismos internacionales laborales como el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España (2010) en su Nota Técnica de Prevención NTP 873, existe una tendencia a eliminar su uso, cuando ello es posible, o bien a reducir la exposición al máximo, tomando las correspondientes medidas de corrección.

El presente estudio de investigación surge de la problemática que se tiene frecuentemente en los laboratorios de anatomía humana, donde se encuentran cadáveres que se les ha practicado la técnica de fijación y conservación de tejidos con formol, a la que se encuentran expuestos estudiantes, técnicos, e instructores (Ohmichi *et al.*, 2006).

En las últimas dos décadas se han realizado publicaciones de artículos en revistas especializadas, exponiendo resultados y conclusiones alentadores sobre experimentos con soluciones libre de formol, en baja concentración, con la finalidad de preservar lo más parecido al tejido vivo y minimizando o eliminando la exposición al formol. Así, Walter Thiel (1992) propuso una solución que contiene formol al 2 % (Ottone *et al.*, 2016); Muñetón-Gómez *et al.* (2021) expone su experiencia con la Solución fijadora conservadora Chilena con formol al 5 %; Wolff *et al.* (2012) experimenta con la solución de Montevideo (formol al 15 %); Correa Alarcón (2005) describe sus resultados con el uso de solución de Prives (libre de formol).

Valorando el binomio riesgo – beneficio o ventajas y desventajas que presenta la solución de formol, se justifica experimentar con otras sustancias menos agresivas en el ser humano y al medio ambiente; en este sentido, se elaboró una solución libre de formol, constituida a base de Cloruro de sodio al 0,9 %; Nitrato de potasio al 1,5 %; Timol al 5 %; Ácido acético al 3 %; y Glicerina. La solución y el protocolo de fijación - conservación fueron avalados por juicio de expertos.

MATERIAL Y MÉTODO

Los órganos de experimentación (corazones de aves adultos) se obtuvieron de una Empresa Avícola. Después de ser sacrificadas las aves y haberse extraído los corazones,

inmediatamente los órganos fueron colocados en un recipiente con agua destilada, quedando cubiertos completamente. Se elige corazones de aves adultos por que presentan musculo, arterias, venas, tejido conectivo y grasa; así también en cumplimiento de normas internacionales para experimentación.

Estando los corazones en el laboratorio se procedió a seleccionar los corazones que cumplieran con los criterios de inclusión: que no presentaran desgarros, que tuvieran la aorta, y que estén completos. Seguidamente se procedió a realizar dos grupos al azar, por medio del lanzamiento al aire de una moneda de 25 centavos de dólar americano. Al caer el lado de la moneda con la cara hacia arriba, fue asignado el corazón para el grupo 1 (solución A – con formol al 10 %), y cuando se presentó el sello arriba, el corazón se colocó en el grupo 2 (solución B – sin formol). Al completar un grupo de 24 corazones (n24) se completó el otro grupo con el mismo número de ejemplares. Se asignó un código a cada corazón. Fueron colocados en un recipiente debidamente rotulado, con su respectiva solución, para dar inicio al proceso de fijación y conservación (Fig. 1), que duraría 2 semanas 3 días. A los corazones se les realizó proyección y retiro del tejido excedente o no considerado para la experimentación, se realizó incisión transversal en la pared anterior y lateral del ventrículo izquierdo para medir el grosor de esta.

Luego de haber sido asignados los corazones a su respectivo grupo, por el diseño metodológico experimental se realizaron mediciones antes del proceso de fijación y conservación (Pretest), durante los días 7, 14, y 21, y al final del estudio 28 días (Postest). Los instrumentos de medición que se utilizaron fueron el calibrador de vernier digital marca Stanley (Alemania), y la báscula digital marca OHAUS™ (Alemania).

Las mediciones antropométricas (variables) consistieron en: Peso, reportando en gramos. Los corazones escu-

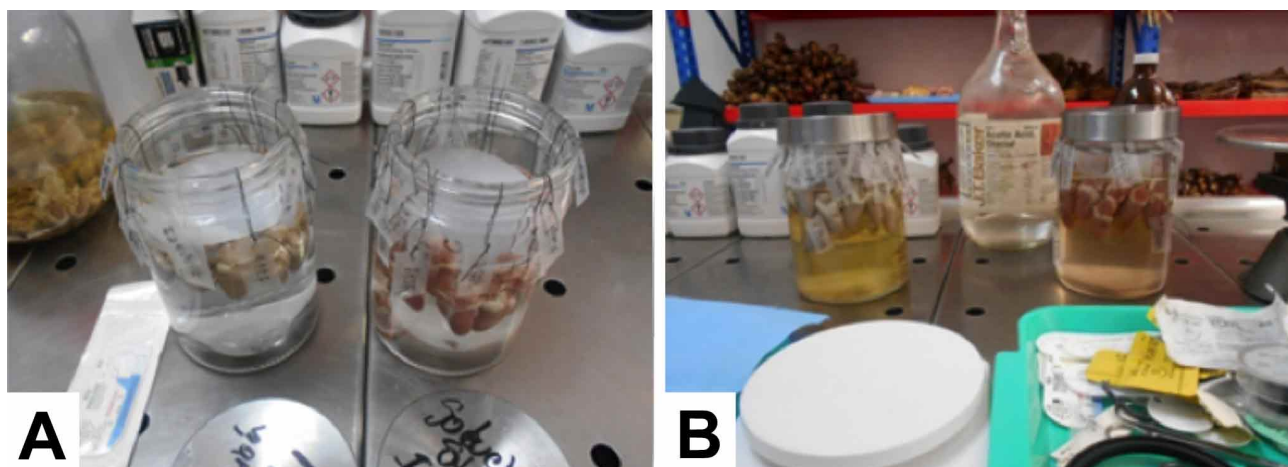


Fig 1. A. Inicio; y B. Final del proceso de fijación y conservación de órganos en experimentación.

rrieron durante diez minutos antes de las mediciones (Fig. 2). Las mediciones con el calibrador de vernier se reportaron en milímetros. El largo, se midió desde el inicio de la aorta hasta el ápex (Fig. 3a); el ancho, se midió de lado a lado (de izquierda a derecha) a nivel de los atrios sobre la superficie anterior (Fig. 3b), la altura, colocado el corazón en posición anatómica normal sobre una superficie plana, se procedió a medir desde el contacto con la superficie, hasta la parte más alta de los atrios (Fig. 3c); y el grosor de la pared del ventrículo izquierdo, desde el endocardio al epicardio (Fig. 3d).

Las mediciones cualitativas (organolépticas) fueron: Color, reportándose por su apariencia en: natural, variación parcial, variación total. Olor: no irritación e irritante a la mucosa (ocular – nasofaríngea). Consistencia: blanda, semisólida, y dura. Los datos se vaciaron en el instrumento de registro (ficha colectora), donde el investigador anotó las mediciones y serie fotográfica. Respecto a la colonización de microorganismos, se realizó por simple inspección, en presencia o ausencia. Los ejemplares en experimentación por grupo, se resguardaron en depósitos por separados y fuera de las soluciones a temperatura ambiente (Fig. 4).

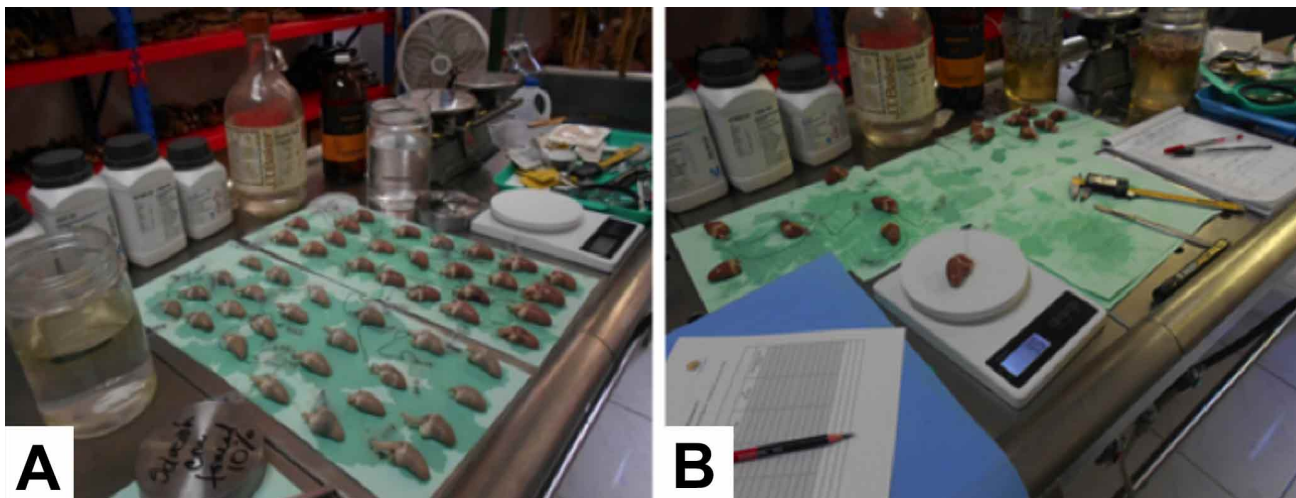


Fig 2. Previo al proceso de medición. A. Ecurrimento de la solución. B. Peso de los corazones.

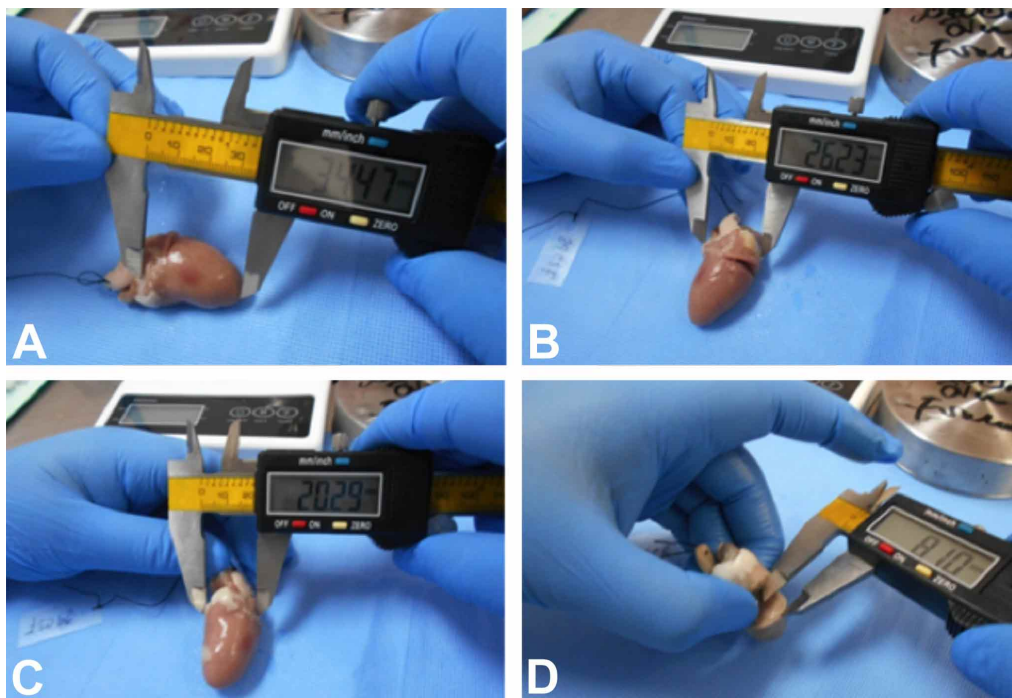


Fig 3. Medición antropométrica. A. Largo; B. ancho; C. alto; D. Grosor de la pared del ventrículo izquierdo.



Fig 4. Periodo de conservación. 45 días pos-fijación.

Se realizaron trámites respectivos con autoridades de la Universidad Evangélica de El Salvador, obteniendo su aprobación para hacer uso de las instalaciones del laboratorio de Anatomía humana, del departamento de Ciencias morfológicas. Los costos de materiales fueron por cuenta del investigador; no habiendo conflicto de interés. En el presente estudio se acataron las recomendaciones de organismos internacionales, como la Guía para el uso y cuidado de los animales en laboratorios de experimentación de la National Institute Health (NIH) de EE. UU, y la Comisión Nacional de investigación científica y tecnológica (CONICYT) Chile – 2009, siendo: a) objetivos racionales en el uso de animales, b) justificación de la especie y número de animales requeridos, c) utilización de otras especies de menor escala evolutiva cuando sea posible.

El anteproyecto del presente estudio fue aprobado por el Comité de ética para la investigación en salud de la Universidad Evangélica de El Salvador (CEIS-UEES), con número de acta 197.

Los datos obtenidos como producto de las mediciones se reportaron en la hoja colectoras; luego se tabularon en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2019. Para el cálculo de estadística descriptiva e inferencial, la información se exportó al programa SPSS Statistics 2017 para Windows, Versión 25.0. Armonk, NY: IBM Corp. En las variables cuantitativas se aplicó la Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, y para determinar si existe diferencia significativa entre los grupos estudiados la t-Student pareada. Para variables cualitativas se aplicó el test Alfa de Cronbach, Chi cuadrado (X^2) y los correspondientes coeficientes de asociación (para datos ordinales D de Somers y Tau b de Kendal).

RESULTADOS

Variables cuantitativas. El resultado del Test de Shapiro Wilk (p -valor $> 0,05$), mostrando que los datos provienen de una distribución normal. Todos los órganos aleatorizados fueron considerados para el estudio (grupo A, n_{24} y grupo B, n_{24}).

En la Tabla I, se detallan los resultados obtenidos de las mediciones y de los modelos estadísticos: valores máximos, mínimos, media muestral y desviación estándar; soluciones A y B, en sus respectivos momentos de medición (pretest y postest).

La Tabla II, muestra los promedios de las variables de interés, con sus respectivas soluciones, y sus comportamientos en el transcurso del experimento. Las mediciones se realizaron al inicio (pretest), a los 7, 14, 21 (durante), y 28 días (postest).

De la variable peso resultó que, los órganos en experimentación que se les aplicó solución A, tiene una media de 7,0 g entre el pretest y postest, con un diferencial de 0,03 g (Tabla I), reflejando disminución de peso en el tiempo (Tabla II). A los que se les aplicó solución B, tiene una media de 8,54 g, no presentando variabilidad intragrupo (Tabla I). Al comparar los dos grupos según el modelo metodológico y estadístico, estos presentan diferencia estadística significativa (p -valor $\leq 0,05$).

Respecto a la variable largo, los órganos a los que se les aplicó solución A, presentan una diferencia en promedio de 29,56 mm entre el pretest y postest, siendo una reducción de longitud en promedio de 0,43 mm (Tabla II); a los que se les aplicó la solución B, presentan una diferencia de media de

30,72 mm entre el pretest y posttest, siendo un promedio de retracción de 0,01 mm (Tabla I); al comparar los resultados entre los grupos, se evidencia que existe diferencia sustancial estadística (p-valor $\leq 0,05$).

En la variable ancho, resultó una disminución en el promedio a los que se les aplicó la solución A, entre el pretest y posttest de 0,05 mm; y a los que se les aplicó la solución B, fue de 0,01 mm (Tablas I y II). Al comparar los promedios iniciales y finales de los dos grupos experimentales, estos no presentaron diferencia estadística significativa, siendo p-valor mayor, para un nivel de significancia de 0,05.

Variable altura, a los órganos que se les aplicó la solución A, presentaron una media de 16,11 mm entre el pretest y posttest, con una diferencia de retracción de 0,47 mm. A los órganos que se les aplicó la solución B mostraron una media de 16,73 mm entre el pretest y posttest, con un diferencial de retracción de 0,01 mm (Tabla I). Es decir que los órganos del grupo A, presentaron mayor retracción que los del grupo B, siendo una diferencia estadística significativa (p-valor $\leq 0,05$).

El grosor de la pared del ventrículo izquierdo, resultó con disminución en la diferencia de medias entre el pre y posttest de 0,03 mm para los órganos a los que se les aplicó la solución A. Para los órganos que se les aplicó la solución B, se mantuvo la medición (Tabla I), no existiendo significancia estadística (p-valor $> 0,05$) entre ambos grupos.

Variables cualitativas. Todos los datos fueron válidos para el procesamiento estadístico (n46), se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach (0,94) para la fiabilidad de las escalas de orden

planteadas en las variables consistencia y color.

Consistencia. Los resultados a la palpación de los órganos en experimentación con solución A, mostraron consistencia semisólida la mayoría (13 corazones), y los restantes consistencia dura (10 corazones); lo contrario a los que se les aplicó solución B, todos los corazones presentaron consistencia blanda. Entonces, la consistencia, de los órganos en experimentación como variable de interés en la evaluación entre grupos posttest, presentaron diferencia estadística significativa (p-valor $\leq 0,05$). El valor crítico calculado de la prueba Chi cuadrado de Pearson (X^2), con 1 grado de libertad y nivel de significancia $\alpha = 0,05$, resultó de 46,00. En este sentido las variables en contraste, tipos de soluciones y consistencia, resulta que estas están asociadas. El coeficiente de D de Somers, resultado -0,89, reflejando una fuerte asociación negativa; así también presenta el mismo resultado el coeficiente Tau b de Kendall.

Color. Al final del estudio se pudo observar que los órganos en experimentación a los que se les aplicó solución A presentaron un cambio de color total, siendo grisáceo - oscuro. En contraste con los corazones a los que se les aplicó solución B, presentaron un color marrón; siendo estas las diferencias. En ninguno de los ejemplares de investigación hubo crecimiento de colonización, esto determinado por observación directa.

Olor. Los corazones que fueron tratados con solución A presentaron olor irritante a las mucosas nasofaríngea y ocular durante todo el periodo que duró el experimento, aunque su intensidad fue progresivamente descendiendo. Los que fueron tratados con la solución B, no presentaron irritación.

Tabla I. Resultados descriptivos analíticos. Variables vs. Momentos de medición con sus respectivas soluciones.

Test	Sol.	Peso (g)			Largo (mm)			Ancho (mm)			Altura (mm)			Grosor de pared del V.I.(mm)		
		\bar{x}	mín - máx	σ	\bar{x}	mín- máx	σ	\bar{x}	mín- máx	σ	\bar{x}	mín- máx	σ	\bar{x}	mín- máx	σ
Pre	A	7.02	5 - 9	1.12	29.78	24.77-33.28	1.79	22.29	18.15-25.89	2.014	16.35	13.38-19.08	1.37	6.17	4.21-8.08	0.91
	B	8.54	6.5 - 13.5	1.58	30.73	25.25-34.44	2.55	23.41	15.13-30.32	3.440	16.74	14.10-18.88	1.27	6.49	5.11-7.82	0.82
Pos	A	6.99	5 - 8	1.12	29.35	24.23-33.22	1.84	22.24	18.05-25.85	2.012	15.88	13.00-18.32	1.43	6.14	4.26-8.03	0.91
	B	8.54	6.5 - 13.5	1.58	30.72	25.24-34.44	2.55	23.40	15.12-30.31	3.440	16.73	14.12-18.85	1.27	6.49	5.11-7.82	0.82

Solución A: base de formol 10%. Solución B: Cloruro de sodio al 0.9%, Nitrato de potasio 1.5%, Ácido acético al 3%, Glicerina al 45%, Etanol al 5%, Timol al 5%, y Agua destilada.

Tabla II. Promedios de variables de interés, con su respectiva solución vs. Tiempo en evolución del experimento.

Variable	Solución	Inicio (pretest)	7 días	14 días	21 días	28 días (posttest)
Peso (g)	A	7.02	7.02	6.99	6.98	6.99
	B	8.54	8.54	8.54	8.54	8.54
Largo (mm)	A	29.78	29.93	29.75	29.75	29.35
	B	30.73	30.77	30.74	30.74	30.72
Ancho (mm)	A	22.29	22.43	22.25	22.24	22.24
	B	23.41	23.42	23.41	23.41	23.41
Altura (mm)	A	16.35	16.51	16.32	16.32	15.88
	B	16.74	16.75	16.75	16.75	16.73
Grosor de la pared del ventrículo izquierdo (mm)	A	6.17	6.30	6.14	6.14	6.14
	B	6.49	6.49	6.48	6.49	6.49

Solución A: base de formol 10%. Solución B: Cloruro de sodio al 0.9%, Nitrato de potasio 1.5%, Ácido acético al 3%, Glicerina al 45%, Etanol al 5%, Timol al 5%, y Agua destilada.

DISCUSIÓN

Investigadores en Ciencias morfológicas, en sus publicaciones mencionan que el uso del formol como medio de fijación en conservación de órganos, presentan desventajas en comparación con otros métodos, técnicas, protocolos o sustancias químicas, como lo afirma Rivera Díaz *et al.* (2014), en este sentido, los órganos fijados con formol presentan mayor rigidez, retracción del volumen y pérdida del color natural, estos resultados están en concordancia con los obtenidos en el presente estudio.

Sin embargo hay otros investigadores que han experimentado con el formol a bajas concentraciones (2 al 4 %) con resultados excelentes (Hachabizwa *et al.*, 2020); así también lo menciona Otonne *et al.*, (2016) en una revisión bibliográfica sistematizada, sobre la solución de Walter Thiel, que preserva el color natural.

Wolff *et al.* (2012), en un estudio comparativo que realizaron entre soluciones con formol y sin formol (solución de Prives), aplicados en placentas humanas, mencionan en sus resultados que los órganos que se les aplicó solución libre de formol presentaron mejor conservación de las características macroscópicas como la textura, color y flexibilidad, sin generar un olor irritante, deteniendo el proceso de descomposición al cabo de un mes, iguales resultados obtuvo Condemayta Cutipa *et al.* (2014), pero haciendo uso de ovinos. Estos resultados son similares a los obtenidos en el presente estudio.

Otro trabajo de investigación y que hace uso de la solución de Prives es el realizado por Correa Alarcón (2005) reportando en sus conclusiones que los órganos de experimentación utilizados presentan conservación de su volumen, peso, y de consistencia blanda; coincidiendo con los reportados en la presente investigación.

Bertone *et al.* (2011) experimentaron con la solución de Walther Thiel, y exponen en sus resultados que los cadáveres mantienen la flexibilidad, textura, color y apariencia; esta solución presenta formol en bajas concentraciones (2 %), entre otros elementos bioquímicos. Estos resultados son similares a los obtenidos con la solución libre de formol del presente estudio.

Muñetón-Gómez *et al.* (2021) menciona en sus resultados que haciendo uso de la Solución Conservadora Chilena en piezas anatómicas veterinarias (baja concentración en formol), presenta mejores resultados que las piezas fijadas con formol en mayor concentración, sin olores desagradables ni irritaciones en las mucosas. Por lo tanto, esta solución puede reemplazar el uso de formol en altas concentraciones, permitiendo un uso eficiente en la conserva-

ción de órganos y no mostrando efectos nocivos para estudiantes, profesores y asistentes de laboratorio. Similar resultado obtenido con la solución empleada en el presente experimento con la solución libre de formol.

Viegas *et al.* (2010), en su artículo publicado, menciona que el olor irritante por el formol a la mucosa ocular, y nasofaríngea estuvo presente durante todo el tiempo que duró el estudio, coincidiendo con nuestros resultados.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones del presente estudio al comparar los resultados de medición en fijación y conservación de corazones de *Gallus gallus domesticus* se concluye que: Los órganos en experimentación que se les aplicó solución libre de formol, presentaron mejores resultados en comparación a los que se les aplicó formol al 10 %.

RECOMENDACIÓN

Es necesario realizar más estudios experimentales con soluciones libres de formol para fijación y conservación de piezas anatómicas, para llegar a obtener un Gold estándar; que no comprometa la salud, el medio ambiente, y mejorando la calidad laboral.

HURTADO, E. Comparison of results between solutions with and without formaldehyde as means of fixation and conservation in *Gallus gallus domesticus* hearts. *Int. J. Morphol.*, 40(3):566-572, 2022.

SUMMARY: The formaldehyde solution is used in medical schools as a means of fixing and preserving corpses for the study of Anatomy, to which students, technicians and teaching personnel are exposed; it is allergenic and irritant to the mucosa, and recognized as a human carcinogen by the International Agency for Research on Cancer (2006). The objective of the present study was to compare quantitative and qualitative results between *Gallus gallus domesticus* hearts, after applying solutions with and without formaldehyde. Two groups were formed at random, to one a 10 % formaldehyde solution was applied, and to the other formaldehyde-free solution. Anthropometric, organoleptic, and photographic measurements were carried out (Pretest, during and Posttest). A database was prepared in Microsoft Excel (2019), and its processing in SPSS Statistics 2017 Version 25. For quantitative variables, the Shapiro-Wilk test and t-Student paired were applied. For qualitative variables the Cronbach's Alpha test, Chi square (X²) and the corresponding association coefficients (Somers D and Kendal's Tau b). The results obtained from the variables weight, length, and height presented a statistically significant difference (p-value <0.05), being

different for the width and thickness of the left ventricular wall. The variables color and consistency showed significant differences (p -value <0.05). The irritating smell to the mucous membranes was present throughout the study with the formaldehyde solution. Upon inspection, neither group showed colonization - decomposition. It is concluded that the organs in experimentation that were applied formaldehyde-free solution presented better results compared to those that were applied 10 % formaldehyde.

KEY WORDS: Formol; Fixing and preservation solution; Formaldehyde free.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertone, V. H.; Blasi, E.; Ottone, N. E. & Dominguez, M. L. Método de Walther Thiel para la preservación de cadáveres con mantenimiento de las principales propiedades físicas del vivo. *Rev. Argent. Anat. Online*, 2(3):89-92, 2011.
- Brenner, E. Human body preservation - old and new techniques. *J. Anat.*, 224(3):316-44, 2014.
- Bustamante, A. M. F. & Prieto, G. R. H. Preservation of human placenta. Anatomical technique. *Int. J. Morphol.*, 25(3):545-8, 2007.
- Condemayta Cutipa, D.; Condemayta Condemayta, Z.; Oros Butron, O. & Medina Rojas, M. Estudio comparativo de técnicas de conservación anatómica de especímenes de cadáveres ovinos en altura, utilizando soluciones de formol y prives. *Rev. Investig. Altoandinas*, 16(1):33-8, 2014.
- Correa Alarcón, A. Conservación de piezas anatómicas en seco mediante el método de Prives. *REDVET*, 6(5), 2005. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617216013.pdf>
- Idrobo-Avila, E. H.; Vasquez-López, J. A. & Vargas-Cañas, R. La exposición ocupacional al formol y la nueva Tabla de enfermedades laborales. *Rev. Salud Pública*, 19(3):382-5, 2017.
- Muñetón-Gómez, C. A.; Molina-Clavijo M. A.; Sarabia-Guerrero, D. & Poveda-Pisco, J. C. Use of Chilean conservative fixative solution in veterinary anatomical parts. *Int. J. Morphol.*, 39(1):164-6, 2021.
- Ohmichi, K.; Komiyama, M.; Matsuno, Y.; Takanashi, Y.; Miyamoto, H.; Kadota, T.; Maekawa, M.; Toyama, Y.; Tatsugi, Y.; Kohno, T.; *et al.* Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory--personal exposure level is higher than indoor concentration. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 13(2):120-4, 2006.
- Ottone, N. E.; Vargas, C. A.; Fuentes, R. & del Sol, M. Walter Thiel's embalming method: review of solutions and applications in different fields of biomedical research. *Int. J. Morphol.*, 34(4):1442-4, 2016.
- Rivera Díaz, M. L.; Suárez Rodríguez, C. J.; Yate Valbuena, A.; Cruz Marroquín, C. E.; Barahona Botache, G. S.; Cortes Neira, A. X. & Arias López, L. A. Comparación de técnicas de conservación morfológica y su posible aplicación para la enseñanza de la anatomía. *Morfología*, 6(3), 2014. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/view/48095/49323>
- Swenberg, J. A.; Moeller, B. C.; Lu, K.; Rager, J. E.; Fry, R. C. & Starr, T. B. Formaldehyde carcinogenicity research: 30 years and counting for mode of action, epidemiology, and cancer risk assessment. *Toxicol. Pathol.*, 41(2):181-9, 2013.
- Viegas, S.; Ladeira, C.; Nunes, C.; Malta-Vacas, J.; Gomes, M.; Brito, M.; Mendonca, P. & Prista, J. Genotoxic effects in occupational exposure to formaldehyde: A study in anatomy and pathology laboratories and formaldehyde-resins production. *J. Occup. Med. Toxicol.*, 5(1):25, 2010.
- Whitehead, M. C. & Savoia, M. C. Evaluation of methods to reduce formaldehyde levels of cadavers in the dissection laboratory. *Clin. Anat.*, 21(1):75-81, 2008.

Wolff, D.; Villa, P.; Neirreitter, A.; Ruibal, C.; Ugon, G. A.; Salgado, G. & Cantín, M. Comparative study between conservative solutions with and without formaldehyde in human placenta. *Int. J. Morphol.*, 30(2):432-8, 2012.

Dirección para correspondencia:

Ernesto Hurtado
Departamento de Ciencias Morfológicas
Facultad de Medicina
Universidad Evangélica de El Salvador
Prolongación avenida Juan Pablo II
Calle el Carmen
EL SALVADOR

E-mail: ernesto.hurtado@uees.edu.sv