

Implementación de la Técnica de Alcohol-Propilenglicol para la Conservación de Órganos Animales de Forma Inocua

Implementation of the Alcohol-Propylene Glycol Technique for the Safe Preservation of Animal Organs

María Revelo-Cueva¹; César Guanoluisa²; David Andrade¹; Nicolás E. Ottone^{3,2,5} & Ana Belén Toaquiza⁶

REVELO-CUEVA, M.; GUANOLUISA, C.; ANDRADE, D.; OTTONE, N. E. & TOAQUIZA, A. B. Implementación de la técnica de alcohol-propilenglicol para la conservación de órganos animales de forma inocua. *Int. J. Morphol.*, 44(3):1076-1083, 2026.

RESUMEN: La conservación de órganos animales para fines educativos y de investigación en anatomía ha dependido históricamente del uso de formaldehído, un compuesto eficaz pero altamente tóxico. En el estudio realizado en el Laboratorio de Anatomía Animal de la Universidad Central del Ecuador se implementó una técnica alternativa basada en soluciones que contienen alcohol etílico, ácido acético, cloruro de sodio, ácido sórbico y propilenglicol, con el objetivo de contar con una técnica inocua y efectiva. Se utilizaron órganos de origen bovino, canino, porcino y aviar. Durante los 6 y 18 meses de observación, no se detectó contaminación microbiológica, especialmente por hongos, en los órganos bovinos (corazón y riñones) y caninos (corazón con tráquea y pulmones). La combinación de alcohol etílico, como agente deshidratante, de propilenglicol, como humectante, y ácido acético, como conservante, redujo los riesgos en la salud de los operadores y el impacto ambiental. Sin embargo, la técnica no tuvo buenos resultados con órganos aviares y de porcinos; atribuyéndose la contaminación microbiana a la adquisición de los órganos en centros de abasto minoristas. Por lo tanto, se concluyó que la técnica de alcohol-propilenglicol es una opción viable para la conservación de órganos animales, recomendándose ciertas medidas que garanticen su eficiencia, como el control ambiental microbiológico periódico y la obtención de órganos a partir de centros de faenamiento certificados que conserven cadena de frío y rastreabilidad.

PALABRAS CLAVE: Ácido acético; Alternativa; Control microbiológico; Formaldehído.

INTRODUCCIÓN

Históricamente, la enseñanza de las ciencias morfofuncionales ha dependido de la utilización de cadáveres y/o partes corporales (Montemayor Flores, 2006; Duque Parra *et al.*, 2014). La conservación anatómica es una práctica antigua, de hecho, las culturas egipcia, persa, babilónica, griega, china, israelí, australiana, Chinchorro e Inca preservaban cadáveres (García *et al.*, 2022; Ottone, 2023). Sin embargo, solo con el pasar de los años, en el siglo XIX, se incorporó el uso de sustancias químicas para la preservación de los especímenes anatómicos con fines de estudio e investigación (Muñetón & Ortiz, 2013; Ottone, 2023). Entre las sustancias que se utilizaban están: alcohol etílico, ácido tánico, bicloruro de mercurio, arsénico, cloruro de zinc, glicerina, entre otras (Muñetón & Ortiz, 2013; García *et al.*, 2022). No obstante, solo con la introducción del

formaldehído se logró preservar eficientemente material biológico (García *et al.*, 2022; Ottone, 2023). El problema surgió cuando se descubrió que el formaldehído es una sustancia química con potencial carcinógeno (Nápoles Vega *et al.*, 2023). A pesar de su impacto en la salud, algunos laboratorios de anatomía en diversas instituciones educativas continúan empleándolo (Sarmiento *et al.*, 2014).

El reto para los laboratorios de anatomía de los centros de formación profesional es impulsar el uso de técnicas de conservación anatómicas libres de formaldehído. De forma que el manejo de los cuerpos cadavéricos y/o sus órganos sea seguro para profesores y alumnos (Rivera *et al.*, 2014). Dentro de estas técnicas de conservación destacan el método Thiel, que ofrece una reproducción fiel de las

¹ Laboratorio de Anatomía Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

³ Laboratorio de Platinación y Técnicas Anatómicas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

⁴ Departamento de Odontología Integral del Adulto, Centro de Investigación en Ciencias Odontológicas (CICO), Facultad de Odontología, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

⁵ Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Universidad de La Frontera (UFRO), Temuco, Chile.

⁶ Carrera de Imagenología y Radiología de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

características naturales, y la plastinación, que permite la preservación duradera, segura y seca de piezas anatómicas (Rivera *et al.*, 2014; Ottone, 2023).

Por otro lado, las instituciones de educación superior con carreras médicas y biológicas deben contar con métodos de conservación anatómicos eficientes, pero que sean compatibles con requerimientos educativos y que también cumplan con las normativas legales (Suárez-Escudero *et al.*, 2020; Ottone, 2023). Con relación a este último aspecto, Ecuador contempla en el Reglamento para la conformación, aprobación y seguimiento de comités de ética que el uso de animales para enseñanza debe seguir el principio de bienestar animal de las 3Rs (reemplazo, reducción y refinamiento) (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario - AGROCALIDAD, 2021). Adaptar y emplear técnicas para la conservación anatómica contribuirá significativamente a disminuir y sustituir el número de especímenes utilizados en el estudio anatómico veterinario.

Por lo expuesto, para el laboratorio de Anatomía Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la Universidad Central del Ecuador (UCE) resultaba indispensable probar técnicas de conservación que empleen reactivos inocuos, efectivos y accesibles. En la investigación realizada se probó la técnica de alcohol-propilenglicol desarrollada por Pichardo-Molinero *et al.* (2024), para fines de conservación de órganos animales.

MATERIAL Y MÉTODO

Para probar la técnica de alcohol-propilenglicol en el laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ de la UCE se utilizaron órganos de bovino (corazón y riñones), de canino (pulmones y corazón), de porcino (riñones), y de gallina doméstica (mollejas, proventrículos y corazones). Se trabajó con estas especies y órganos porque se obtuvieron en buenas condiciones anatomo-patológicas a partir de tiendas de abasto del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador, o a partir de pacientes cadavéricos donados a través de convenios con fundaciones de protección animal. De esta manera, no se requirió la aprobación del Comité de Ética en Investigación con Animales (CEIA), ya que se emplearon órganos de animales previamente faenados o eutanasiados, y la aprobación ética solo se realiza para investigaciones con animales vertebrados vivos.

Debe mencionarse que, en primera instancia, se probó la técnica con 1 corazón bovino y 1 corazón canino acompañado de la tráquea y los pulmones; luego de un año de esta prueba inicial, se procesaron 2 riñones bovinos. Los órganos frescos obtenidos de tiendas de abasto o recibidos como donación se mantuvieron en cadena de frío hasta su

llegada al laboratorio. En el laboratorio, los órganos fueron lavados con agua corriente para eliminar los restos de sangre y posteriormente se diseccionaron las estructuras que componen su anatomía externa. Luego, los órganos se pesaron y la información se registró en un archivo en formato Excel.

El protocolo utilizado fue el propuesto por Pichardo-Molinero *et al.* (2024), que consta de dos fases, fijación y conservación. Sin embargo, para la implementación en el laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ se realizaron modificaciones en cuanto a la concentración de los reactivos, dada la disponibilidad en el mercado nacional. En la fase de fijación en la solución se incorporaron 1600 mL de alcohol etílico al 96 %, más 400 mL de ácido acético al 10 % y 5 g de cloruro de sodio (NaCl). Los órganos se sumergieron a razón de 3:1 en la solución por 15 días a temperatura ambiente (TA). Luego de este tiempo se eliminó el exceso de solución utilizando paños de algodón y los órganos se sumergieron a razón de 3:1 en la solución de conservación de la fase 2; solución que constaba de 1150 mL de propilenglicol al 99 % y 250 mL de ácido acético al 10 %. Después de 15 días en la solución de conservación a TA, las piezas anatómicas se escurrieron y se secaron con paños de algodón, para su posterior almacenamiento dentro de bolsas con cierre hermético o tipo Ziploc®.

El mismo protocolo se aplicó con órganos de aves y porcinos, pero se realizó un diseño experimental donde se comparó la técnica de alcohol-propilenglicol, previamente descrita, *versus* la incorporación de 2 % de formaldehído en la solución de fijación y 0,3 % de ácido bórico en la solución de conservación. Se ensayaron 3 réplicas con 3 repeticiones: 18 riñones de porcino, 18 mollejas con proventrículos y 18 corazones de gallina doméstica, *Gallus gallus domesticus*.

La eficiencia de la técnica de alcohol-propilenglicol para la conservación anatómica de órganos de gallinas domésticas y porcinos se valoró con base en parámetros cualitativos y cuantitativos. Por lo que, antes de empezar la conservación y a los 6 meses de terminado el proceso se registraron: la consistencia, el color, el olor, el peso, la longitud, el ancho y la profundidad de los órganos. La longitud, el ancho y la profundidad se tomaron para poder realizar el cálculo de volumen, considerando los corazones como una pirámide y los riñones como un elipsoide. Adicionalmente, se evaluó el crecimiento de mesófilos, coliformes y hongos, tomando un pool de muestras por cada réplica. El mismo proceso de toma de peso, registro de características cualitativas y muestreo microbiológico, se realizó para el corazón bovino, los riñones bovinos y el corazón canino acompañado de tráquea y pulmones, pero a los 18 o 6 meses según correspondía.

A los parámetros cualitativos (consistencia, olor y color) empleados para evaluar la técnica de alcohol-propilenglicol se les asignaron 3 posibilidades con un valor numérico: 1, 2 o 3 (Tabla I). Con estas asignaciones numéricas se establecieron requerimientos para considerar que la técnica era eficiente para la conservación de los órganos: consistencia y olor con valores de 2 o 3, color y crecimiento a microorganismos con un valor de 3. Dando una sumativa mínima de 16/18 y una ideal de 18/18, para estimar que un órgano estaba conservado de forma adecuada (Tabla II). Con relación a las variables cuantitativas, para los órganos de bovino y canino solo se consideró la disminución de peso; mientras que la retracción volumétrica se incorporó para los órganos de aves y porcinos. Tanto para la disminución de peso, como para la retracción volumétrica se realizó una comparación entre los valores iniciales y los obtenidos a los 6 o 18 meses. Particularmente, con los datos obtenidos para los órganos de *Gallus gallus domesticus* se realizó una prueba *t student* para comparar las diferentes soluciones empleadas.

Tabla I. Parámetros cualitativos empleados para evaluar la técnica de alcohol-propilenglicol con posibilidades numéricas.

Característica Cualitativa	Posibilidades		
	1	2	3
Consistencia	Dura	Levemente dura	Normal
Olor	Irritante	Leve	Sin olor
Color	Verduzco	Blanquecino	Normal (amarillento)

Tabla II. Requerimientos establecidos en base a parámetros cualitativos y crecimiento microbiológico para considerar a la técnica de alcohol-propilenglicol eficiente en la conservación de los órganos.

Característica Evaluada	Asignación numérica	
	Mínima	Ideal
Consistencia	2	3
Olor	2	3
Color	3	3
Crecimiento mesófilos	3	3
Crecimiento coliformes	3	3
Crecimiento hongos	3	3
Sumatoria	16	18

RESULTADOS

Con la técnica de alcohol-propilenglicol propuesta por Pichardo-Molinero *et al.* (2024), se ha logrado conservar por 18 meses un corazón bovino y un corazón canino acompañado de tráquea y pulmones. Luego de este tiempo, estos órganos han mantenido una puntuación de 18/18 de acuerdo con lo fijado dentro de la investigación para las características cualitativas y el crecimiento microbiológico. Resumiendo, los órganos han permanecido con: consistencia levemente dura, color natural para la técnica (Figs. 1 y 2), sin olor y sin crecimiento microbiológico. Igualmente, los 2 riñones de bovino se han conservado con la misma puntuación y por ende características, pero por 6 meses (Fig. 3). Con relación a la disminución de peso, el mayor valor se presentó para el corazón bovino con 111 g (Tabla III).



Fig. 1. Corazón de bovino en corte sagital conservado con la técnica de alcohol-propilenglicol luego de 18 meses de su procesamiento.



Fig. 2. Corazón, tráquea y pulmones de canino conservados con la técnica de alcohol-propilenglicol luego de 18 meses de su procesamiento.



Fig. 3. Riñones de bovino conservados con la técnica de alcohol-propilenglicol luego de 6 meses de su procesamiento.

Tabla III. Disminución de peso para órganos de bovino y canino procesados con la técnica de alcohol-propilenglicol luego 18 meses de conservación.

Órgano	Especie	Peso (g)		
		Inicial	Final	Disminución
Corazón	Bovina	856	745	111
Corazón, tráquea y pulmones	Canina	23	17	6
Riñón	Bovina	360	329	37
Riñón	Bovina	350	323	27

Tabla IV. *t student* realizado para la disminución de peso y retracción volumétrica de corazones de gallinas domésticas.

	Disminución de peso		Retracción Volumétrica	
	Soluciones con formol y ácido bórico	Soluciones sin formol y ácido bórico	Soluciones con formol y ácido bórico	Soluciones sin formol y ácido bórico
Media	2,57	2,18	35,82	36,54
Varianza	1,44	0,47	12,89	31,79
Observaciones	9	9	9	9
P(T<=t)	0,41 > 0,05		0,75 > 0,05	

Tabla V. *t student* realizado para la disminución de peso de mollejas y proventrículos de gallinas domésticas.

	Disminución de peso	
	Soluciones con formol y ácido bórico	Soluciones sin formol y ácido bórico
Media	3,65	3,31
Varianza	3,46	2,22
Observaciones	9	9
P(T<=t)	0,67 > 0,05	

Por otro lado, dentro del experimento realizado con órganos de gallinas domésticas se obtuvieron resultados diversos. En primera instancia, tanto los corazones (Tabla IV) como las mollejas y proventrículos (Tablas V y VI) tratados con las soluciones con formol y ácido sórbico versus los trabajados con soluciones sin formol ni ácido sórbico no se presentaron diferencias estadísticamente significativas con relación a las variables cuantitativas de disminución de peso y retracción volumétrica. Con relación a las variables cualitativas, la consistencia de los órganos de *Gallus gallus domesticus* tratados con la solución de fijación con formalina al 2 % fueron sólidos y los órganos procesados sin inclusión de formalina fueron levemente sólidos (Tablas VII y VIII). En cuanto al olor, se encontró que todos los órganos, independientemente de las soluciones utilizadas, tenían un olor leve. Finalmente, las diferencias en el color de los órganos de gallina doméstica se relacionaron

parcialmente con las soluciones empleadas. Todas las mollejas y proventrículos, así como los corazones que se trabajaron con soluciones que incluían formol y ácido sórbico, presentaron un color considerado como normal (amarillento) para la técnica (Tablas VII y VIII). No obstante, el 66 % de los corazones de ave procesados con las soluciones que no incluyeron formol y ácido sórbico tuvieron un color verduzco (Tabla VII).

Finalmente, en los riñones de porcino se observó un cambio de coloración a verduzca a los 4 meses de conservación. Por lo cual, se tuvo que adelantar el control microbiológico de hongos. En los resultados se detectó contaminación por *Trichophyton* spp. y *Penicillium* spp. y se procedió a descartar los órganos. Por esta razón, no se pudo efectuar el análisis para características cualitativas y cuantitativas entre las soluciones empleadas. Sin embargo, a partir de esta contaminación fúngica se realizó un ensayo para buscar el posible origen, particularmente, el control ambiental y la proveniencia de los órganos. En tal virtud, se realizaron pruebas microbiológicas para control ambiental y de superficies. Del mismo modo, se utilizaron órganos de distinto lugar de adquisición con el objetivo de efectuar una comparación. Se emplearon 2 riñones de

Tabla VI. *t student* realizado para la retracción volumétrica de mollejas y proventrículos de gallinas domésticas.

	Retracción volumétrica mollejas		Retracción volumétrica proventrículos	
	Soluciones con fomol y ácido bórico	Soluciones sin fomol y ácido bórico	Soluciones con fomol y ácido bórico	Soluciones sin fomol y ácido bórico
Media	25,69	25,79	22,49	25,91
Varianza	41,29	138,27	46,57	31,97
Observaciones	9	9	9	9
P(T<=t)	0,98 > 0,05		0,26 > 0,05	

Tabla VII. Registro para corazones de gallinas domésticas relacionado con la asignación numérica para características cualitativas y crecimiento de microorganismos.

Soluciones	Réplica	Repetición	Consistencia	Color	Olor	Mesófilos	Coliformes	Hongos	Sumatoria
Con fomol y ácido sórbico	1	1	1	3	2	1	3	1	12
		2	1	3	2	1	3	3	15
		3	1	3	2	1	3	3	16
	2	1	1	3	2	1	3	3	14
		2	1	3	2	1	3	3	15
		3	1	3	2	1	3	3	16
	3	1	1	3	2	1	3	3	14
		2	1	3	2	1	3	3	15
		3	1	3	2	1	3	3	16
	1	1	2	3	2	1	1	1	11
		2	2	1	2	1	1	3	12
		3	2	1	2	1	1	3	13
Sin fomol y ácido sórbico	1	1	2	1	2	1	3	3	13
		2	2	1	2	1	3	3	14
		3	2	1	2	1	3	3	15
	2	1	2	1	2	1	1	3	11
		2	2	3	2	1	1	3	14
		3	2	3	2	1	1	3	15
	3	1	2	3	2	1	1	3	14
		2	2	3	2	1	1	3	15
		3	2	3	2	1	1	3	15

Consistencia: 1= sólida; 2=levemente sólida; 3=normal; Color: 1 =verduzco; 2=blanquecino; 3=natural; Olor: 1=irritante; 2=leve;3=sin olor; Crecimiento microorganismos: 1=positivo; 3=negativo

Tabla VIII. Registro para mollejas y proventrículos de gallinas domésticas relacionado con la asignación numérica para características cualitativas y crecimiento de microorganismos.

Soluciones	Réplica	Repetición	Consistencia	Color	Olor	Mesófilos	Coliformes	Hongos	Sumatoria
Con fomol y ácido sórbico	1	1	1	3	2	1	3	1	12
		2	1	3	2	1	3	3	15
		3	1	3	2	1	3	3	16
	2	1	1	3	2	1	3	1	12
		2	1	3	2	1	3	1	13
		3	1	3	2	1	3	1	14
	3	1	1	3	2	1	3	1	12
		2	1	3	2	1	3	1	13
		3	1	3	2	1	3	1	14
	1	1	2	3	2	1	1	1	11
		2	2	3	2	1	3	3	16
		3	2	3	2	1	3	3	17
Sin fomol y ácido sórbico	1	1	2	3	2	1	3	3	15
		2	2	3	2	1	3	3	16
		3	2	3	2	1	3	3	17
	2	1	2	3	2	1	3	3	15
		2	2	3	2	1	3	3	16
		3	2	3	2	1	3	3	17
	3	1	2	3	2	1	3	3	15
		2	2	3	2	1	3	3	16
		3	2	3	2	1	3	3	17

Consistencia: 1= sólida; 2=levemente sólida; 3=normal; Color: 1 =verduzco; 2=blanquecino; 3=natural; Olor: 1=irritante; 2=leve;3=sin olor ; Crecimiento microorganismos: 1=positivo; 3=negativo.

porcino que fueron obtenidos de centrales de abasto popular y 2 riñones bovinos adquiridos en un supermercado. Como resultado de este experimento en los riñones de porcino que provenían de centros de abasto minoristas o mercados se aislaron mesófilos, coliformes y hongos. Coincidentemente, los órganos de aves donde se aislaron también microorganismos provenían de mercados minoristas. Mientras que en los riñones de bovino adquiridos en cadenas comerciales grandes y certificadas, supermercados, no se presentó crecimiento de microorganismos. Bajo este particular, los riñones de porcino se observaron verduzcos y los de bovino amarillentos (Fig. 4).

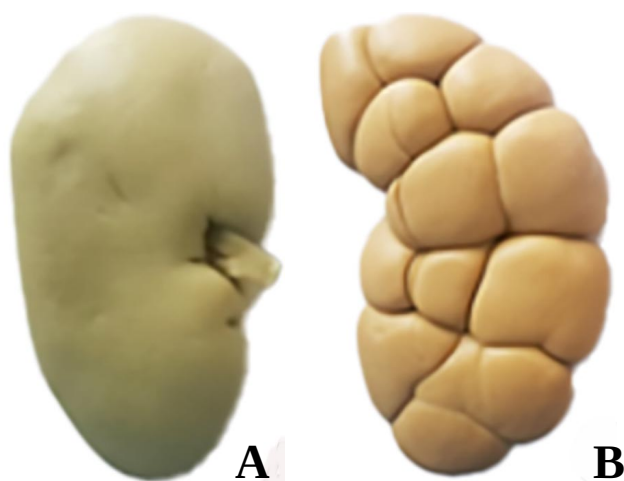


Fig. 4. Comparación de color entre un riñón porcino con contaminación micótica (A) y un riñón bovino negativo a crecimiento de hongos

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos para la disminución de peso y retracción volumétrica de los órganos de gallinas domésticas plantean como posibilidad que la técnica de alcohol-propilenglicol sin la adición de formaldehído podría ser igual de efectiva que aquella formulación que sí lo incluye. No obstante, los resultados derivados del análisis cualitativo y de las pruebas microbiológicas sugieren que la técnica sería viable como alternativa solo con actividades previas y de manejo estrictas.

En otras palabras, la implementación de la técnica de alcohol-propilenglicol propuesta por Pichardo-Molinero *et al.* (2024), en el Laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ de la UCE demostró ser parcialmente eficiente bajo las condiciones en las que fue realizada. Por una parte, se logró conservar por 18 meses un corazón bovino y un corazón canino con tráquea y pulmones, además de 2 riñones de bovino por 6 meses. Todos estos órganos tenían una apariencia evaluada como idónea por encontrarse dentro de los parámetros

establecidos en la investigación y destaca la ausencia de contaminación microbiológica. Pero, por otro lado, los órganos de porcino y *Gallus gallus domesticus*, además de no encajar en lo esperado cualitativamente, presentaron contaminación microbio-lógica.

En lo que concierne a las características cualitativas, el análisis del color resultó importante debido a que, según Condemayta *et al.* (2014) la coloración verduzca de órganos tratados con una solución de conservación se debe a la proliferación de hongos pluricelulares filamentosos como el *Penicilium* spp. Este hecho coincide parcialmente con lo encontrado en el trabajo realizado dado que, si bien se aislaron hongos en los órganos de porcino contaminados, tanto en los corazones de gallinas domésticas con coloración verduzca, como en los que presentaron un color normal hubo crecimiento de hongos.

En cuanto a los resultados microbiológicos, 2 aspectos se consideraron. En primer lugar, Kwizera & Naluzze (2024), señalan que una de las principales limitaciones, especialmente en los laboratorios de anatomía veterinaria, es la falta o escasa disponibilidad de información en lo que respecta a reportes microbiológicos. De hecho, en el laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ no se habían realizado pruebas microbiológicas ambientales de control hasta la contaminación ocurrida con los órganos de porcino. De manera similar, Seçgin *et al.* (2024) llevaron a cabo una investigación en el laboratorio de anatomía de la Facultad de Medicina de Karabük University, en Turquía, con el propósito de proporcionar orientación a otros laboratorios en cuanto a las medidas preventivas y el manejo frente a la contaminación microbiológica. Basados en esto, una de las consideraciones que se implementaron en el laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ para que la técnica de alcohol-propilenglicol sea eficiente fue el control ambiental y de superficie cada 6 meses.

El segundo aspecto vinculado a los resultados microbiológicos del estudio consistió en realizar un análisis preliminar sobre el origen de las piezas anatómicas, considerando su propia naturaleza como posible fuente primaria de contaminación. Kebede & Getu (2023) desarrollaron un estudio donde encontraron que las piezas anatómicas provenientes de mataderos y puntos de venta minoristas presentaban elevados niveles de contaminación microbiológica, incluyendo bacterias mesófilas. Tal y como sucedió con los riñones de porcino y órganos de gallinas domésticas utilizados en el trabajo aquí descrito y que provenían de mercados minoristas. En el mismo estudio realizado por Kebede & Getu (2023), se reportó que los órganos provenientes de cadenas comerciales certificadas presentaban niveles significativamente menores de

contaminación microbiológica. Esta disminución fue atribuida a la implementación de prácticas higiénicas y protocolos de bioseguridad más estrictos durante el proceso de faenado, manipulación y almacenamiento. En concordancia con estos hallazgos, en el estudio realizado se observó que los riñones bovinos adquiridos en supermercados pertenecientes a cadenas comerciales certificadas no mostraron crecimiento de agentes microbiológicos. En consecuencia, se estableció como actividad previa para la realización de la técnica de alcohol-propilenglicol, la obtención de órganos en centros de faenamiento certificados que conserven cadena de frío y rastreabilidad.

En este punto debe señalarse que, a pesar de lo expuesto, la técnica de alcohol-propilenglicol sí es una alternativa inocua, tomando en cuenta que no es necesario emplear formaldehído. El formaldehído está asociado con efectos adversos a nivel respiratorio, dermatológico y neurológico (Nápoles Vega *et al.*, 2023). En contraste, el uso de alcohol etílico y propilenglicol reduce la exposición a vapores tóxicos, mejorando la seguridad en laboratorios docentes (Brenner *et al.*, 2014). Desde el punto de vista ambiental, el formaldehído requiere un manejo especializado de residuos y presenta riesgos de contaminación del agua y del suelo (Morales-Bautista *et al.*, 2022). El propilenglicol, por su parte, es biodegradable y presenta baja toxicidad ambiental, lo que facilita su disposición y reduce el impacto ecológico del proceso de conservación (Pichardo-Molinero *et al.*, 2024). Además, este particular combinado con la capacidad del alcohol etílico para deshidratar tejidos sin comprometer su estructura permite una conservación prolongada sin necesidad de refrigeración, lo que representa una ventaja logística (Pichardo-Molinero *et al.*, 2024).

Considerando que ni en el trabajo donde se describe originalmente la técnica de alcohol-propilenglicol (Pichardo-Molinero *et al.*, 2024) ni en otros estudios donde se utilizó la técnica (Reyes-Pichardo-Molinero *et al.*, 2025) se reportan pruebas microbiológicas efectuadas con los órganos y más bien, se destaca que los órganos se preservaron adecuadamente, sin mostrar signos de descomposición. Como conclusión del estudio realizado, se tiene que la técnica de alcohol-propilenglicol representa una opción inocua, pero eficiente en el laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ solo cuando se aplican estrictas normas de desinfección, control ambiental y verificación de la procedencia de las piezas anatómicas. Futuros estudios podrían enfocarse en la comparación de la técnica con otras técnicas alternativas modernas.

AGRADECIMIENTOS. A los docentes y voluntarios del Laboratorio de Anatomía Animal de la FMVZ de la UCE.

REVELO-CUEVA, M.; GUANOLUISA, C.; ANDRADE, D.; OTTONE, N.E. & TOAQUIZA, A. B. Implementation of the alcohol-propylene glycol technique for the safe preservation of animal organs. *Int. J. Morphol.*, 44(3):1076-1083, 2026.

SUMMARY: The preservation of animal organs for educational and anatomical research purposes has traditionally relied on formaldehyde, a compound known for its effectiveness but also for its high toxicity. In the study conducted at the Animal Anatomy Laboratory of the Central University of Ecuador, an alternative technique was implemented using solutions composed of ethyl alcohol, acetic acid, sodium chloride, sorbic acid, and propylene glycol, aiming to develop a safe and effective preservation method. Organs from bovine, canine, porcine, and avian sources were used. Throughout the 6- and 18-month observation periods, no microbiological contamination, particularly fungal growth, was detected in bovine (heart and kidneys) and canine (heart with trachea and lungs) specimens. The combination of ethyl alcohol as a dehydrating agent, propylene glycol as a humectant, and acetic acid as a preservative contributed to reducing health risks for laboratory personnel and minimizing environmental impact. However, the technique yielded suboptimal results with avian and porcine organs, with microbial contamination linked to sourcing from small-scale retail markets. Consequently, the alcohol-propylene glycol method is considered a viable option for animal organ preservation, provided that certain measures are adopted to ensure its effectiveness, such as regular microbiological environmental monitoring and sourcing organs from certified slaughterhouses that maintain cold chain and traceability standards.

KEY WORDS: Acetic acid; Alternative; Microbiological control; Formaldehyde.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario - AGROCALIDAD. *Reglamento para la conformación, aprobación y el seguimiento de comités de ética. Resolución 0227, 2021.* Disponible en: <https://vlex.ec/vid/0227-establecese-reglamento-conformacion-878517431>
- Brenner, E. Human body preservation - old and new techniques. *J. Anat.*, 224(3):316-44, 2014.
- Condemayta, D.; Condemayta, Z.; Butrón, O. & Rojas, M. Estudio comparativo de técnicas de conservación anatómica de especímenes de cadáveres ovinos en altura, utilizando soluciones de formol y Privés. *Rev. Investig. Altoandín.*, 16:33-8, 2014.
- Duque Parra, J. E.; Barco Ríos, J. & Morales Parra, G. La disección in vivo (vivisección): una visión histórica. *Int. J. Morphol.*, 32(1):101-5, 2014.
- García, R.; Rodríguez, E. M.; Barajas, A.; Ortiz, Y. & Dávila, R. *Técnicas para la Preparación y Preservación de Piezas Anatómicas y Cadáveres Completos.* Jalisco, Centro Universitario del Sur, 2022.
- Kebede, M. T. & Getu, A. A. Assessment of bacteriological quality and safety of raw meat at slaughterhouse and butchers' shop (retail outlets) in Assosa Town, Beneshangul Gumuz Regional State, Western Ethiopia. *BMC Microbiol.*, 23:403, 2023.
- Kwizera, R. & Naluzze, J. A systematic review of fungi isolated from formalin-preserved human and animal cadavers: a potential health concern to exposed students and technicians. *IJID One Health*, 4:100037, 2024.
- Montemayor Flores, B. G. What the dissection meaning for medical students. *Int. J. Morphol.*, 24(4):575-80, 2006.

- Morales-Bautista, C.; Torres-Suret, Q.; Ojeda-Morales, M.; López-Martínez, S.; Álvarez-Ramírez, J.; Laines-Canepa, J. & Lobato-García, C. Manejo integral del formaldehído como residuo peligroso generado en petroquímica: un caso práctico. *Av. Quím.*, 17(2):45-53, 2022.
- Muñetón, C. & Ortiz, J. Preparación en glicerina: una técnica para la conservación prolongada de cuerpos en anatomía veterinaria. *Rev. Med. Vet.*, 26:115-22, 2013.
- Nápoles Vega, D.; Sebasco Rodríguez, K.; Rubal Lorenzo, N.; Alonso Pupo, N. & Gonzáles Jardinez, M. Conservación de piezas anatómicas sin alto riesgo para la salud y el medioambiente. *Panorama Cuba Salud*, 18(2):145-52, 2023.
- Ottone, N. E. *Advances in Plastination Techniques*. Cham, Springer Nature, 2023.
- Pichardo-Molinero, M. R.; Jardon-Xicotencatl, S.; Oliver, M. R. & García, C. G. Implementation of a new solution for the preservation of anatomical specimens made of non-toxic substances. *Open J. Vet. Med.*, 14:56-67, 2024.
- Reyes-Pichardo-Molinero, M.; Jardon-Xicotencatl, S.; Oliver-González, M. R. & García-Tovar, C. G. Evaluation of four techniques for the preservation of the porcine stomach. *Int. J. Morphol.*, 43(2):436-41, 2025.
- Rivera, M. L.; Suárez, C. J.; Valbuena, A.; Cruz, C. E.; Barahona, G.; Cortés, A. & Arias, L. A. Comparación de técnicas de conservación morfológica y su posible aplicación para la enseñanza de la anatomía. *Morfología*, 6(3):1-14, 2014.
- Sarmiento, A.; Peinado, J. & Cadena, L. P. Sintomatología causada por la exposición al formaldehído en estudiantes de medicina y sus posibles mecanismos fisiopatológicos. *Iatreia*, 27(4):428-38, 2014.
- Seçgin, Y.; Toy, S.; Solmaz, H. & Basar, E. Analysis of an anatomy laboratory for microbiological contamination. *Northwest. Med. J.*, 4(2):106-12, 2024.
- Suárez-Escudero, J. C.; Posada-Jurado, M. A.; Bedoya-Muñoz, L. J.; Urbina-Sánchez, A. J.; Ferreira-Morales, J. L. & Bohórquez-Gutiérrez, C. A. Enseñar y aprender anatomía: modelos pedagógicos, historia, presente y tendencias. *Acta Med. Colomb.*, 45(4):1-8, 2020.

Autor de correspondencia:

María Revelo-Cueva
Laboratorio de Anatomía Animal
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Central del Ecuador
Jerónimo Leyton S/N y Gatto Sobral
Quito
ECUADOR

Email: mcrevelo@uce.edu.ec
maerevelo1983@gmail.com