

Conservación Cadavérica Por Formolización Y Sal De Cura Con Alcohol Glicerinado Y Etílico, Con Fines Académicos

Anthony Jair Ostaiza Peñarrieta^{1*}, Beatriz Andrea Moreira Mendoza², Vicente Alejandro Intriago Muñoz³

¹anthony.ostaiza.41@espm.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0006-3239-4931>

²beatriz.moreira.41@espm.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0005-1607-1000>

³vicente.intriago@espm.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5583-0672>

RESUMEN

La conservación de cadáveres es una práctica fundamental en la investigación y docencia ya que permite el reconocimiento de huesos, cavidades y órganos. Uno de los métodos más comunes es el uso del formaldehído, pero implica riesgos para la salud y el ambiente. Métodos alternativos como el uso de alcohol glicerinado y etílico, así como sal de cura, han demostrado ser más seguros y efectivos. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad del método de formolización frente a sal de cura combinada con alcohol glicerinado y alcohol etílico. La muestra estuvo constituida por 2 especímenes, donde se utilizó un perro macho y una hembra, en el que cada uno fue sometido a un método de conservación distinto. El estudio se desarrolló mediante un análisis comparativo cualitativo y el análisis de datos como prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Los resultados mostraron que en la textura y el color no se observaron diferencias significativas entre los métodos, respecto al olor, sí se registraron diferencias, demostrando que la formolización mantuvo una intensidad menor. La formolización produjo tejidos más rígidos y menos funcionales, mientras que la sal de cura permitió conservar de manera más cercana las características propias del tejido. En base a los resultados obtenidos se concluye que la formolización destacó por su mayor eficacia en el control de olor, mientras que, el método con sal de cura permitió conservar de manera más favorable las propiedades mecánicas del tejido, proporcionando mayor flexibilidad, elasticidad y una mejor textura.

Palabras clave: Cadáveres; Perros; Alcoholes; Glicerina; Formolización

ABSTRACT

Cadaver preservation is an essential practice in biomedical research and academic instruction, as it enables the examination and identification of bones, cavities, and internal organs. Formaldehyde-based preservation is one of the most frequently used methods; however, its application poses significant health and environmental risks. Alternative approaches, including the use of glycerinated and ethyl alcohols, as well as curing salt, have demonstrated improved safety profiles and satisfactory preservation performance. The objective of this study was to compare the effectiveness of the formalization method with that of curing salt combined with glycerinated alcohol and ethyl alcohol. The sample consisted of two canine specimens, one male and one female, each subjected to a distinct preservation technique. A qualitative comparative assessment was carried out, supplemented with data analysis using the nonparametric Mann-Whitney U test. The results indicated no significant differences between methods regarding texture and color. However, differences were observed in odor intensity, with formalization exhibiting lower odor levels. Formalization resulted in tissues that were more rigid and less functional, whereas the curing salt method preserved tissue characteristics more closely aligned with their natural properties. Based on the findings, formalization demonstrated superior effectiveness in odor control, while the curing salt method more favorably conserved the mechanical properties of the tissue, providing enhanced flexibility, elasticity, and overall texture.

Keywords: Cadavers; Dogs; Alcohols; Glycerin; Formalization

RESUMO

A conservação de cadáveres é uma prática essencial na pesquisa biomédica e no ensino acadêmico, pois possibilita a análise e identificação de ossos, cavidades e órgãos internos. A preservação à base de formaldeído é um dos métodos mais utilizados; no entanto, seu uso apresenta riscos significativos à saúde e ao meio ambiente. Métodos alternativos, como o emprego de álcool glicerinado, álcool etílico e sal de cura, têm demonstrado maior segurança e desempenho satisfatório na conservação. O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia do método de formalização com a do sal de cura combinado com álcool glicerinado e álcool etílico. A amostra foi composta por dois espécimes caninos, um macho e uma fêmea, cada um submetido a um método de preservação distinto. Foi realizada uma avaliação comparativa qualitativa, complementada pela análise de dados por meio do teste não paramétrico U de Mann-Whitney. Os resultados indicaram ausência de diferenças significativas entre os métodos quanto à textura e à cor. Entretanto, observaram-se diferenças na intensidade do odor, sendo a formalização associada a níveis menores. A formalização resultou em tecidos mais rígidos e menos funcionais, enquanto o método com sal de cura preservou de forma mais fiel as características naturais do tecido.

Com base nos achados, conclui-se que a formalização apresentou maior eficácia no controle do odor, ao passo que o método com sal de cura conservou de maneira mais favorável as propriedades mecânicas do tecido, proporcionando maior flexibilidade, elasticidade e melhor textura.

Palavras-chave: Cadáveres; Cães; Álcoois; Glicerina; Formalização

INTRODUCCIÓN

La conservación de cadáveres es una práctica fundamental en la enseñanza de la anatomía, la investigación científica y la formación de profesionales de la salud. Una herramienta central, utilizada para enseñar anatomía; es la disección de cadáveres para la preparación de piezas anatómicas, materiales esenciales con las cuales los estudiantes aprenden los conceptos básicos de anatomía; por ejemplo, el reconocimiento de huesos, de articulaciones, cavidades anatómicas, órganos y estructuras tróficas (1). Conforme a ello, Rodríguez et al, (2) indican que, no es sencillo para el estudiante identificar y describir las estructuras, así como comprender y explicar los conceptos morfológicos, necesitan desarrollar un lenguaje descriptivo y específico.

Debido a esto, la formalización ha sido el método más utilizado, de tal manera que, el desconocimiento en el manejo y regulaciones de esta sustancia química la vuelve un factor de riesgo potencial no solo para el personal de los laboratorios, sino también, para el medio ambiente (3). En 2006, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó el formaldehído como cancerígeno y teratogénico (4). De tal manera que, la glicerina es un conservante con propiedades deshidratantes y antisépticas, previene el crecimiento de hongos y bacterias, no tiene humos nocivos como los que libera el formaldehído, pero es hasta diez veces más caro que el formaldehído (5).

Según Muñetón y Ortiz (6), existen otros ejemplos de soluciones fijadoras capaces de preservar cadáveres, entre ellas la solución de sal de cura, qué, combinada con compuestos salinos con alcoholes, ha sido utilizada en prácticas de conservación más tradicionales, complementando los efectos de los conservantes, además de inhibir el crecimiento de microrganismos. En este sentido, el uso de sales de cura en combinación con alcohol glicerinado y etílico emerge como una prometedora técnica de conservación (7).

En un estudio realizado por la Universidad de Berlín, Alemania, se utilizó la sal de cura como alternativa al uso de formaldehído en la enseñanza de anatomía veterinaria, en solución de 23% de sales de cura, 30% de etanol, 20% de Pluriol® E 400 (mezcla de polietilenglicoles) y 0.1% de aceite de orégano con resultados que preservaban los cadáveres de caninos, sin riesgos ambientales ni de la salud humana con bajo costo efectivo (8). De tal manera que, las piezas inmersas a la solución de sales mantuvieron su coloración y consistencia en comparación con aquellas sometidas a la fijación por formaldehído (9).

En la actualidad, las nuevas tecnologías intentan dar respuesta a esta necesidad manipulativa (10). Es por ello que, a nivel mundial, se ha probado diferentes medios de preservación de cadáveres y piezas anatómicas que sean accesibles a la mayoría de escuelas y estudiantes de anatomía, como estos métodos propuestos (11).

De tal manera que, la búsqueda de nuevas técnicas de conservación es fundamental para garantizar la calidad en la enseñanza de la medicina veterinaria y para facilitar la investigación en anatomía comparada. Es por esta razón que se pretenderá promover el uso de estos métodos de preservación cadávericas para que el aprendizaje de los estudiantes sea más didáctico y de calidad, cultivando en ellos el interés y pasión por su profesión.

El objetivo del presente estudio consiste en evaluar la efectividad en la conservación de cadáveres por el método de formalización frente a sal de cura combinada con alcohol glicerinado y alcohol etílico, se determinará las características organolépticas (como textura y olor), las propiedades mecánicas del tejido como flexibilidad y elasticidad de los cadáveres preparados bajo los métodos de conservación en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, mediante un análisis comparativo cualitativo (ACC). El trabajo se realizó en el Museo de Anatomía de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí "Manuel Félix López" de la ciudad de Calceta provincia de Manabí – Ecuador, ubicada en las coordenadas 0°50'45" S 80°9.833' O, Geodatos (12). Este trabajo tuvo una duración de 60 días.

Para cumplir con el objetivo del presente estudio, se planteó que el proceso fuera de tipo experimental, en el cual se aplicaron dos métodos de conservación cadáverica y se realizó una evaluación comparativa del grado de conservación que presentaron los diferentes órganos de los cuerpos al finalizar los tratamientos. El enfoque fue cualitativo, debido a que se evaluaron variables como la facilidad de disección, textura, olor, color, rigidez, elasticidad y flexibilidad. Estas tuvieron un nivel explicativo causa-efecto, centrándose en la observación de las características estructurales y del aspecto.

La muestra estuvo constituida por dos animales muertos, donde se utilizó un perro macho y una hembra de diferente edad, tamaño, raza y sexo, en el que cada uno fue sometido a un método de conservación distinto, en donde se midieron las variables de flexibilidad: (baja, media, alta), textura: (suave, áspera, rugosa), olor: (leve, moderado, fuerte), color: (claro, intermedio, oscuro), rigidez: (rígido, semirrígido, flexible), elasticidad: (baja, moderada, alta) y fácil disección: (fácil, moderada, difícil). Estos ejemplares fueron donados por la clínica veterinaria Morán, ubicada en Portoviejo y la veterinaria D'pelos, en Calceta, a través de un consentimiento informado.

Las características consideradas en los especímenes fueron las siguientes: contextura óptima, ausencia de fracturas óseas o traumatismos lacerantes extensos, buen peso corporal y un tiempo de fallecimiento no mayor a una hora. Los dos especímenes utilizados habían muerto por causas que no implicaron alteraciones morfológicas evidentes.

Los animales que se seleccionaron presentaron los siguientes pesos: el macho, 35,6 kg, con una condición corporal de 5 (costillas palpables y sin exceso de cobertura de grasa; cintura abdominal observada caudalmente hacia las costillas observada dorsalmente; pliegue abdominal evidente observada por el lado), y la hembra, 19,8 kg, con una condición corporal de 4 (costillas fácilmente palpables, con mínima cobertura de grasa; cintura abdominal fácilmente observada, pliegue abdominal evidente).

Ambos ejemplares fueron evaluados mediante la escala de condición corporal de 1 a 9, considerada como el rango ideal por la Asociación Mundial de Veterinarios de Pequeños Animales WSAVA (13). El análisis estadístico se ejecutó verificando inicialmente el supuesto de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Para los conjuntos de datos que cumplieron con este supuesto, se aplicó la prueba T de Student para la comparación de medias entre los dos grupos independientes. Cuando los datos no siguieron una distribución normal, incluso después de la transformación logarítmica (log10), se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon (Mann-Whitney U). El nivel de significancia establecido para todas las pruebas fue de $p < 0,05$.

Una vez seleccionados los cadáveres, se inyectaron 5.000 U.I. de heparina sódica por vía intravenosa para prevenir la coagulación sanguínea intravascular. Seguidamente, se preparó la mesa de trabajo, se dispusieron todos los implementos necesarios y se procedió a rasurar todo el cuerpo, teniendo cuidado de no lesionar la piel. Posteriormente, se realizaron los procedimientos de inmersión y perfusión siguiendo los pasos descritos a continuación.

Cada ejemplar fue colocado de cíbito dorsal y se realizó una incisión de 5 cm con un bisturí en la línea media del cuello y se divulsionaron los tejidos hasta llegar a la tráquea. Se identificó la arteria carótida derecha y con el bisturí se realizó un pequeño corte en su pared para introducir la sonda nasogástrica en su lumen la cual se aseguró con hilo de nylon. Del mismo modo, se canalizó la vena yugular, que sirvió como vía de evacuación de las soluciones. Con ayuda de una bomba fumigadora adaptada con una venoclisis, se efectuó el lavado del sistema vascular mediante bombeo continuo de agua purificada, hasta que dejó de fluir líquido sanguinolento. A partir de este punto, se procedió con la perfusión de la solución correspondiente a cada tratamiento.

Para la formolización se realizó el bombeo con la solución de formol al 10%. Cuando se evidenció que el formol era eliminado por el acceso vascular de la vena yugular, se procedió a cerrar dicho acceso. Finalmente, se sumergió el cadáver en un recipiente que contenía 50 litros de la solución conservadora, asegurando que el cuerpo quedara completamente cubierto y sellado. Posteriormente a ello, se efectuaron observaciones cada cinco días durante dos meses (Tabla 1).

Tabla 1. Composición de la solución

FORMOLIZACIÓN

Cantidad de solución	100 ml
Formaldehído 37%	10 ml
Agua purificada	90 ml
Cantidad de solución utilizada: 50 L	

Para el otro tratamiento se llevó a cabo la perfusión con la solución del alcohol glicerinado y etílico. Cuando se evidenció que la solución era eliminada por el acceso vascular de la vena yugular, se procedió a cerrar dicho acceso. Finalmente, el cadáver fue cubierto en su totalidad con sal de cura, almacenado en una funda plástica herméticamente sellada y puesto en refrigeración a 3 °C. Las observaciones se realizaron cada cinco días durante dos meses (Tabla 2).

Tabla 2. Composición de la solución

ALCOHOL GLICERINADO Y SAL DE CURA

Cantidad de solución	100 ml
Glicerina 5%	10 ml
Alcohol 96%	73 ml
Agua purificada	17 ml
Sal de cura 6%	25,3 g/kg
Cantidad de solución utilizada: 2 L alcohol glicerinado y 6,5 kg de sal nitrado	

El estudio se desarrolló mediante un análisis comparativo cualitativo (ACC), este método propone una selección cuidadosa de los casos a comparar, selección que deberá estar teóricamente fundamentada. De acuerdo con Rosati y Chazarreta (14), en la contraposición a las técnicas de análisis cuantitativas, el ACC se basa en la construcción de muestreros teóricos (de larga tradición en los estudios cualitativos) y en el análisis de la información (y potencial generalización) con base en procedimientos de tipo lógico y no estadístico.

Este análisis se implementó para examinar las diferencias entre los dos métodos de conservación mediante la observación sistemática de sus cambios físicos durante los 60 días, con el que definimos criterios de evaluación cualitativos, siendo estos: textura, olor, color, rigidez, flexibilidad, elasticidad y fácil disección. Cada una de estas características se valoró mediante escalas ordinales establecidas para el estudio con las que ordenamos los cambios de forma comparativa entre ambos métodos. (Tabla 3). Asimismo, se determinó una periodicidad de medición cada 5 días, desde el día 5 hasta el día 60, con el fin de registrar la evolución de cada espécimen.

Tabla 3. Criterios de evaluación cualitativos y sus escalas ordinales

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	TEXTURA	OLOR	COLOR	RIGIDEZ	FLEXIBILIDAD	ELASTICIDAD	DISECCIÓN
ESCALAS ORDINALES	Suave	Leve	Claro	Flexible	Baja	Baja	Fácil
	Áspera	Moderado	Intermedio	Semirrígido	Media	Moderada	Moderado
	Rugosa	Fuerte	Oscuro	Rígido	Alta	Alta	Difícil

Para el análisis de datos se empleó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney, adecuada para comparar dos muestras independientes, cuando las variables son ordinales o no presentan distribución normal, Saldaña, (15). Esta prueba se aplicó mediante el software Infostat 2020 (16), que es un software para análisis estadístico de aplicación general. Cubre tanto las necesidades elementales para la obtención de estadísticas descriptivas y gráficos para el análisis exploratorio, como métodos avanzados de modelación estadística y análisis multivariado.

Tabla 4. Codificación de las escalas ordinales para uso en Infostat.

Variable	Código	Significado
Textura	1	Suave
Textura	2	Áspera
Textura	3	Rugosa
Olor	1	Leve
Olor	2	Moderado
Olor	3	Fuerte
Color	1	Claro
Color	2	Intermedio
Color	3	Oscuro
Rigidez	1	Flexible
Rigidez	2	Semirrígido
Rigidez	3	Rígido
Flexibilidad	1	Alta
Flexibilidad	2	Media
Flexibilidad	3	Baja
Elasticidad	1	Alta
Elasticidad	2	Moderada
Elasticidad	3	Baja
Disección	1	Fácil
Disección	2	Moderada
Disección	3	Difícil

RESULTADOS

A continuación, en la tabla 5, se presenta el análisis comparativo entre los dos métodos de conservación basado en la prueba U de Mann-Whitney para variables ordinales evaluadas durante 60 días. Se aplicó una prueba bilateral con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, considerando grupos independientes (Formolización vs Sal de cura con alcohol glicerinado y etílico). El análisis incluye las medianas, los valores de (p) y los tamaños de efecto (r), lo que permite valorar tanto la significancia como la magnitud de las diferencias observadas entre los métodos, utilizando una escala (1 = mejor condición, 2 = condición regular y 3 = peor condición) (Tabla 6).

Tabla 5. Base de datos numéricas para Mann-Whitney U

MÉTODO	DI	TEXTUR	OLO	COLO	RIGID	FLEXIBILIDA	ELASTICIDA	DISECCIÓN
	A	A	R	R	EZ	D	D	N
Sal_curada	5	1	2	2	1	1	1	1
Sal_curada	10	2	2	2	1	1	2	1
Sal_curada	15	2	3	2	1	1	2	2
Sal_curada	20	2	3	3	2	2	2	2
Sal_curada	25	2	3	3	2	2	2	2
Sal_curada	30	2	3	3	2	2	2	2
Sal_curada	35	2	3	3	2	2	2	2
Sal_curada	40	2	3	3	3	3	3	2
Sal_curada	45	2	3	3	3	3	3	2
Sal_curada	50	2	3	3	3	3	3	2
Sal_curada	55	2	3	3	3	3	3	2
Sal_curada	60	2	3	3	3	3	3	2
Formol	5	1	2	2	1	2	2	1
Formol	10	1	2	2	2	2	2	2
Formol	15	1	2	2	2	2	2	2
Formol	20	2	3	2	2	2	2	2
Formol	25	2	3	2	3	2	2	2
Formol	30	2	3	2	3	3	3	2
Formol	35	2	3	3	3	3	3	3
Formol	40	2	3	3	3	3	3	3
Formol	45	3	2	3	3	3	3	3
Formol	50	3	2	3	3	3	3	3
Formol	55	3	2	3	3	3	3	3
Formol	60	3	2	3	3	3	3	3

Tabla 6. Resumen descriptivo (medianas por método)

Variable	Mediana Formol	Mediana Sal de cura
Textura	2,0	2,0
Olor	2,0	3,0
Color	2,5	3,0
Rigidez	3,0	2,0
Flexibilidad	3,0	2,0
Elasticidad	3,0	2,0
Disección	2,5	2,0

La textura presentó una mediana de 2 en ambos métodos, lo que corresponde a una apariencia áspera; además, la prueba indicó que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos ($U = 82,0$; $p = 0,5108$), con un tamaño de efecto pequeño ($r = 0,118$). En conjunto, los datos mostraron que la textura se mantuvo similar en ambos métodos durante los 60 días de evolución (Tabla 7).

El olor presentó una mediana de 2 en el método de formolización y de 3 en el método de sal de cura, correspondiente a olor moderado y fuerte, respectivamente. Además, la prueba U de Mann-Whitney mostró diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($U = 42,0$; $p = 0,0424$; $z = -1,736$), con un tamaño de efecto mediano ($r = 0,354$); el valor negativo de z indica que la formolización obtuvo rangos más bajos, es decir, menor intensidad de olor. En conjunto, los datos evidencian que la intensidad del olor difirió entre los métodos (Tabla 7).

El color presentó una mediana de 2,5 en el método de formolización, lo que corresponde a un tono intermedio-oscuro, mientras que el método de sal de cura alcanzó una mediana de 3, asociada a un tono oscuro. Sin embargo, la prueba no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, ($U = 54,0$; $p = 0,2286$), con un tamaño de efecto pequeño-mediano ($r = 0,213$). En conjunto, los datos indican que, pese a una ligera diferencia descriptiva, no se evidenció una variación significativa del color entre los dos métodos (Tabla 7).

La rigidez presentó una mediana de 3 en el método de formolización, correspondiente a rígido, mientras que el método de sal de cura registró una mediana de 2, asociada a un tejido semirrígido. Asimismo, la prueba no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($U = 92,5$; $p = 0,2003$), con un tamaño de efecto pequeño ($r = 0,242$). Los rangos medios fueron mayores en la formolización (14,21 frente a 10,79), lo que indica valores más altos de rigidez en este método. Los datos muestran una tendencia descriptiva a mayor rigidez en la formolización, aunque sin alcanzar significancia estadística (Tabla 7).

La flexibilidad presentó una mediana de 3 en el método de formolización, correspondiente a bajo, mientras que el método de sal de cura registró una mediana de 2, asociada a medio. Sin embargo, la prueba no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($U = 91,5$; $p = 0,2262$), con un tamaño de efecto pequeño ($r = 0,230$). Los datos señalan que, aunque el tejido conservado con sal de cura obtuvo valores descriptivamente menores, lo que indica mayor flexibilidad, esta diferencia no alcanzó significancia estadística y los niveles de flexibilidad se mantuvieron comparables entre ambos métodos (Tabla 7).

La elasticidad presentó una mediana de 3 en el método de formolización, correspondiente a un nivel bajo, mientras que el método de sal de cura registró una mediana de 2, asociada a un nivel bajo. No obstante, la prueba U de Mann-Whitney no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($U = 86,5$; $p = 0,3601$), con un tamaño de efecto pequeño ($r = 0,171$). En conjunto, los datos indican que, aunque existe una diferencia descriptiva entre ambos métodos, esta no alcanza significancia estadística y los niveles de elasticidad se mantienen comparables entre los tratamientos evaluados (Tabla 7).

La facilidad de disección presentó una mediana aproximada de 2,5 en el método de formolización, correspondiente a una dificultad entre moderada y difícil, mientras que el método de sal de cura registró una mediana de 2, equivalente a una dificultad moderada. Además, la prueba U de Mann-Whitney mostró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($U = 108,0$; $p = 0,0172$; $z = 2,082$), con un tamaño de efecto medio-alto ($r = 0,425$). Los rangos medios fueron de 15,5 para el método con formol y de 9,5 para el método con sal de cura, indicando valores más desfavorables en el primero y mejores en el segundo. En conjunto, los datos evidencian una diferencia significativa en la facilidad de disección, con mejores puntuaciones en el grupo conservado con sal de cura más alcoholes (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados de la prueba U de Mann-Whitney

Variable	U	p-valor	z	r	Rango medio Formol	Rango medio Sal de cura
Textura	82	0,5108	0,579	0,118	13,33	11,67
Olor	42	0,0424	-1,736	0,354	10	15
Color	54	0,2286	-1,041	0,213	11	14
Rigidez	92,5	0,2003	1,185	0,242	14,21	10,79
Flexibilidad	91,5	0,2262	1,127	0,23	14,13	10,88
Elasticidad	86,5	0,3601	0,838	0,171	13,71	11,29
Disección	108	0,0172	2,082	0,425	15,5	9,5

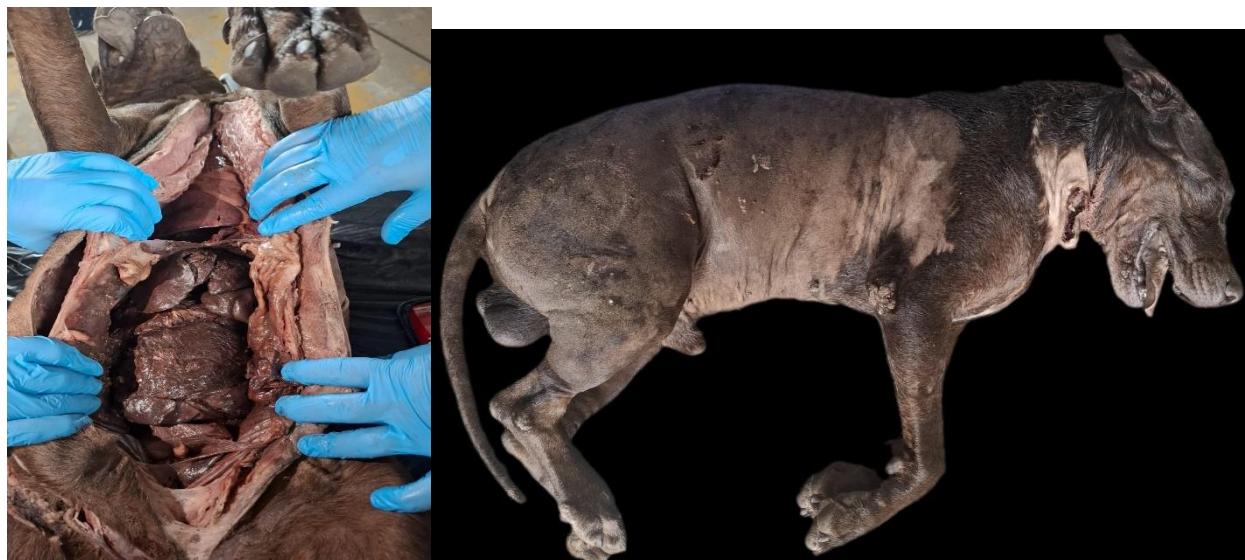


Imagen 1. Cadáver conservado con formaldehído.

Imagen 2. Cadáver conservado con sal de cura, alcohol glicerinado y etílico

DISCUSIÓN

Este artículo tuvo como finalidad evaluar la efectividad entre formolización y el método de sal de cura combinada con alcohol glicerinado y etílico permitiendo identificar diferencias relevantes en la conservación de las características organolépticas y mecánicas de los cadáveres durante 60 días. Los resultados reflejan que cada método presenta aspectos menos favorables, lo cual coincide con Muñetón y Ortiz (6) y Coelho et al. (9), reportes previos que señalan que no existe un único procedimiento ideal para la preservación anatómica, sino alternativas que se ajustan a distintos fines académicos y de manipulación.

En cuanto a la textura, no se observaron diferencias significativas entre los métodos, lo que indica que ambos agentes conservadores lograron mantener una consistencia relativamente estable durante el periodo evaluado. Esto coincide con Condemaya et al. (8), investigaciones que muestran que tanto el formol como las soluciones con sales y alcoholes permiten inhibir de manera efectiva la degradación tisular, evitando alteraciones marcadas en la superficie de los tejidos. Respecto al olor, si se registraron diferencias significativas, demostrando que la formolización mantuvo una intensidad menor en comparación con la sal de cura. Este hallazgo es coherente con las propiedades del formaldehído, ampliamente documentado por su acción desinfectante y capacidad para reducir el desarrollo microbiano y la liberación de compuestos volátiles asociados a la descomposición según Idrobo et al. (4). No obstante, aunque el formol controla eficazmente el olor, constituye un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, lo que ha impulsado la búsqueda de alternativas menos tóxicas, conforme a lo empleado en el presente estudio Trujillo (3) y Rocha et al. (5).

En cuanto al color, aunque la sal de cura tendió a producir tonalidades más oscuras, esta diferencia no fue estadísticamente significativa. Es importante resaltar que, las condiciones climáticas imperantes en la zona de estudio, ya que son factores que inciden fuertemente en la conservación de piezas anatómicas. Sin embargo, la literatura ya sugiere que la deshidratación inducida por agentes salinos puede generar una mayor concentración de pigmentos y pérdida de humedad, efecto que explicaría dicha tendencia en Calvache y Castillo (7) y Cárdenas (11).

Las propiedades mecánicas (rigidez, flexibilidad, elasticidad) mostraron un patrón consistente: la formolización produjo tejidos más rígidos y menos funcionales, mientras que la sal de cura permitió conservar de manera más cercana las características físicas propias del tejido fresco. Aunque estas diferencias no alcanzaron significancia estadística, concuerdan con estudios previos que señalan que la glicerina y los alcoholes actúan como agentes humectantes capaces de preservar parcialmente la elasticidad y movilidad de los tejidos, haciéndolos más adecuados para prácticas de manipulación o entrenamiento quirúrgico en Muñetón y Ortiz (6) y Rocha et al. (5).

Finalmente, la facilidad de disección fue significativamente mejor en el método de sal de cura con alcoholes. Esto refuerza los reportes de Coelho et al. (9), que indican que este tipo de técnicas permite obtener tejidos menos endurecidos, con planos anatómicos más distinguibles y con una manipulación más próxima a la de un organismo fresco, lo que constituye una ventaja pedagógica importante para la enseñanza de anatomía y cirugía.

Estos hallazgos aportan evidencia al creciente interés por implementar métodos menos nocivos y más amigables para los estudiantes y docentes, en concordancia con las tendencias internacionales en anatomía veterinaria y humana según Rodríguez et al. (10). Sin embargo, se recomienda ampliar futuras investigaciones con un tamaño de muestra mayor, variación de concentraciones químicas y análisis microbiológico que permitan consolidar el método propuesto como una alternativa sólida y segura para conservación cadavérica con fines académicos.

CONCLUSIONES

Tanto la formolización como el método basado en sal de cura combinada con alcohol glicerinado y etílico son efectivos para la conservación cadáverica con fines académicos; No obstante, cada técnica ofrece ventajas diferenciadas según las variables evaluadas.

La formolización destacó por su mayor eficacia en el control de olor, lo que ratifica su reconocida capacidad fijadora y antimicrobiana. Por otro lado, el método con sal de cura permitió conservar de manera más favorable las propiedades mecánicas del tejido, proporcionando mayor flexibilidad, elasticidad y una disección más sencilla, aspectos esenciales para la enseñanza anatómica.

El método de sal de cura presenta limitaciones importantes. Entre ellas se encuentran la dificultad para adquirir algunos de los componentes químicos, y la dependencia de condiciones ambientales controladas, ya que factores climáticos como la humedad y la temperatura pueden afectar la eficiencia del proceso de deshidratación y la estabilidad del tejido durante el almacenamiento. Estos criterios deben considerarse al evaluar su viabilidad operativa en laboratorios con recursos variables.

La sal de cura constituye una alternativa menos tóxica y potencialmente más segura que el formaldehído. No obstante, su implementación requiere infraestructura adecuada y acceso continuo a los insumos. En este sentido, se recomienda ampliar futuras investigaciones con un mayor número de especímenes, variaciones en las concentraciones químicas y análisis microbiológicos, con el fin de optimizar este método y establecer su aplicabilidad en distintos contextos académicos.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses para la publicación de este artículo.

REFERENCIAS

1. Espósito, C. (2022). *Estrategias metodológicas de restauración y reproducción de piezas anatómicas de animales ante los nuevos paradigmas en la enseñanza de la medicina veterinaria en la Facultad de Bromatología UNER*. [Universidad Nacional de la Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/154364>
2. Rodríguez, R., Losardo, J., y Binvignat, O. (2019). La Anatomía Humana como Disciplina Indispensable en la Seguridad de los Pacientes. *International Journal of Morphology*, 37(1), 241-250. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022019000100241>
3. Trujillo, C. (2023). Determinación de las características anatómicas de las arterias coronarias en el gato doméstico (*felis catus*) mediante técnicas de inyección vascular. [Universidad Antonio Nariño] <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/9284>.
4. Idrobo, E., Vasquez, J., y Vargas, R. (2017). La exposición ocupacional al formol y la nueva tabla de enfermedades laborales. *Revista de salud pública (Bogotá, Colombia)*, 19(3), 382–385. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n3.47740>
5. Rocha, T., Yanagihara, G., Shimano, A., Rolim, G., Santos, C., Fechis, A., y Oliveira, F. (2024). Biomechanical Analysis of The Skin And Jejunum Of Dog Cadavers Subjected To A New Anatomical Preservation Technique For Surgical Teaching. *Journal of Plastination*, 30 (1). <https://doi.org/10.56507/cpuh8052>
6. Muñetón, C., y Ortiz, J. (2013). Preparación en glicerina: una técnica para la conservación prolongada de cuerpos en anatomía veterinaria. *Revista de medicina veterinaria*, 26, 91–99. <https://doi.org/10.19052/mv.2636>
7. Calvache, V. y Castillo, K. (2023). *Diseño e implementación de un sistema de movimiento para el proceso de deshidratación de órganos animales en alcohol*. [Universidad Antonio Nariño] <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/8401>.
8. Condemayta, D., Zácaras, C., Orós, O., y Medina, M. (2014). Estudio comparativo de técnicas de conservación anatómica de especímenes de cadáveres ovinos en altura, utilizando soluciones de formol y privés. *Revista Investigaciones Altoandinas*, 16(1), 33-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5893896>
9. Coelho, G., Brandão, T., Vedovelli, M., De Souza, A., Salvitti de Sá, T. y Singaretti, F. (2021). Cadáveres de caninos conservados con alcohol etílico y sal de cura y embalados al vacío para la enseñanza de la cirugía veterinaria. *Revista de investigaciones veterinarias del Perú*, 32(4), e19075. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i4.19075>
10. Rodríguez, M., Ortega, Y., Valencia, C., Huerta, P., Montano, E., y Brígido, I. (2021). Disección animal y digitalización, alternativa para la enseñanza de anatomía cuando la disección de cadáveres no es posible. *Educación médica*, 22(5), 256–260. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.03.006>
11. Cárdenas, C. (2024). *Determinación de la concentración óptima de cloruro de sodio (NaCl) en solución saturada como fijador de cadáveres caninos (Canis lupus familiaris)*, Puerto Maldonado 2022. [Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <https://repositorio.unamad.edu.pe/handle/20.500.14070/1144>
12. Geodatos. (2024). *Coordenadas Geográficas Calceta*. <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/calceta>
13. Asociación Mundial de Veterinarios de Pequeños Animales. WSAVA. (2020). Puntuación de Condición Corporal. <https://wsava.org/wp-content/uploads/2020/10/Body-Condition-Score-Chart-Cat-Spanish-updated-August-2020.pdf>
14. Rosati, G. y Chazarreta, A. (2017). El Qualitative Comparative Analysis (QCA) como herramienta analítica: Dos aplicaciones para el análisis de entrevistas. *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales* 7(1), Artículo e018. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.7783/pr.7783.pdf

15. Saldaña, R. (2013). Contraste de Hipótesis Comparación de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba U de Mann-Whitney. 3(2), 77-84. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4327647.pdf>
16. Infostat. (2020). Centro de transferencia InfosStat. <https://www.infostat.com.ar/>