

Evaluación de la retracción de los cornetes nasales porcinos utilizando hipoclorito de sodio al 4% en el proceso de plastinación

Evaluation of porcine nasal turbinate retraction using 4% sodium hypochlorite in the plastination process

María Belén Franco Bogado^{1*}, Natalio Andrés Mesa Olivera¹, Rebeca Elizabeth Viveros Velázquez¹, María Inés Rodríguez Acosta^{1*}

¹ Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Ciencias Veterinarias. San Lorenzo, Paraguay

Resumen. La plastinación es una técnica que permite obtener materiales biológicos inocuos, de aspecto natural y duradero. Actualmente, se buscan sustancias alternativas a las utilizadas tradicionalmente durante el proceso de plastinación. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la retracción de los cornetes nasales de la especie porcina utilizando hipoclorito de sodio al 4% como sustancia alternativa al formol en la etapa de fijación durante el proceso de plastinación. Fueron empleadas 24 secciones nasales agrupadas en segmentos rostral y posterior, evaluándose la extensión de los meatos dorsal, medio y ventral, así como el índice de retracción de los cornetes. Los datos fueron analizados con el software estadístico R versión 4.3.2 estimando medidas de tendencia central y dispersión, así como la distribución de las observaciones mediante el Test de Shapiro-Wilks; para el análisis inferencial se utilizó la prueba T de Student para muestras dependientes e independientes, según el caso así como su equivalente no paramétrico, el test de los rangos con signo de Wilcoxon, en aquellas variables con distribución no ajustada a la normal. Los resultados revelaron que, en las secciones rostrales la extensión de los meatos dorsal, medio y ventral, no difirieron desde el punto de vista estadístico después de la fijación con hipoclorito de sodio ($p > 0,05$); en cuanto a la sección posterior se determinaron diferencias altamente significativas a nivel de los meatos dorsal y medio ($p = 0,0005$), no así en el meato ventral ($p = 0,56$). El índice de retracción total entre las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal no difirió estadísticamente ($p = 0,30$). El hipoclorito de sodio al 4% resultó ser una alternativa como sustancia fijadora de estructuras presentes en la cavidad nasal de la especie porcina atendiendo los índices de retracción obtenidos después de la fijación.


Palabras clave: plastinación 1, fijación 2, sustancias alternativas 3


Abstract. Plastination is a technique that makes it possible to obtain innocuous, natural-looking and durable biological materials. Currently, alternative substances to those traditionally used during the plastination process are being sought. In this context, the aim of this research was to evaluate the retraction of nasal turbinates of swine using 4% sodium hypochlorite as an alternative substance to formaldehyde in the fixation stage during the plastination process. Twenty-four nasal sections grouped in rostral and posterior segments were used, evaluating the extension of the dorsal, middle and ventral meatus, as well as the retraction index. The data were analyzed with the statistical software R version 4.3.2, estimating measures of central tendency and dispersion, as well as the distribution of the observations by means of the Shapiro-Wilks test; for the inferential analysis the Student's t-test was used for dependent and independent samples. The results revealed that, in the rostral sections, the extension of the dorsal, middle and ventral meatus did not differ from the statistical point of view after fixation with sodium hypochlorite ($p > 0.05$); as for the posterior section, highly significant differences were determined at the level of the dorsal and middle meatus ($p = 0.0005$), but not in the ventral meatus ($p = 0.56$). The total retraction index between the rostral and posterior sections of the nasal cavity did not differ statistically ($p = 0.30$). Sodium hypochlorite 4% proved to be an alternative as a fixative substance for structures present in the nasal cavity of the porcine species according to the retraction indexes obtained after fixation.

Keywords: plastination 1, fixation 2, alternative substances 3




*Autor correspondiente:
mbelenfrancob98@gmail.com
mrodriguez@vet.una.py

Editora jefe:
Griselda A. Meza Ocampos¹,
Universidad Nacional de
Asunción (UNA). Centro
Multidisciplinario de
Investigaciones Tecnológicas
(CEMIT), San Lorenzo, Paraguay.

Co-editora:
Juliana Moura Mendes Arrúa¹,
Universidad Nacional de
Asunción (UNA). Centro
Multidisciplinario de
Investigaciones Tecnológicas
(CEMIT), San Lorenzo, Paraguay.

Recibido:
28 de mayo de 2025
Revisado:
31 de marzo de 2025
Aceptado:
25 de octubre de 2025
Recibido en versión modificada:
08 de setiembre de 2025

Este es un artículo publicado en
acceso abierto bajo una Licencia
Creative Commons "CC BY
4.0". 

Declaración de conflicto: Los
autores declaran no tener conflicto
de intereses.

e-ISSN 2709 -0817

Como citar: Franco Bogado, M. B., Mesa Olivera, N. A., Viveros Velázquez, R. E., & Rodríguez Acosta, M. I. (2025). Evaluación de la retracción de los cornetes nasales porcinos utilizando hipoclorito de sodio al 4% en el proceso e plastinación. *Revista investigaciones y estudios - UNA*, 16(2), pp. 18-27.

Introducción

La anatomía es considerada una piedra angular en la educación de la medicina humana y veterinaria, ya que esta disciplina proporciona una base fundamental sobre la que se construye el conocimiento de la práctica clínica médica (Gutierrez et al., 2017). Con esta finalidad, desde hace tiempo se han desarrollado varias técnicas de conservación que permiten mantener materiales de origen biológico en estado inocuo, conservando sus características o propiedades originales. No obstante, la conservación tiene ciertas desventajas como el deterioro con el correr del tiempo, por ello se han buscado nuevas técnicas tales como la plastinación.

En 1977, el científico alemán Dr. Gunther Von Hagens revolucionó la conservación de material biológico al introducir la plastinación, consistente en el remplazo del agua y parte de los lípidos de los tejidos por polímeros curables, produciendo piezas secas e inodoras, de aspecto natural y duradero, idóneas desde el punto de vista de la seguridad ocupacional y como un recurso didáctico para la enseñanza de la anatomía (Acevedo-Arroyave et al., 2018). El proceso de plastinación consta de cuatro etapas, siendo la primera fijación, puede realizarse mediante inmersión (sumergir el tejido en formaldehído); la segunda etapa es deshidratación, donde se extraen y sustituyen los fluidos tisulares por un disolvente orgánico como la Acetona; la tercera etapa es impregnación forzada, se basa en la sustitución del disolvente intermediario (acetona) por un polímero, utilizando una bomba de vacío y la cuarta etapa es el curado que consiste en el endurecimiento de los especímenes previamente impregnados en el baño del polímero, adquiriendo un aspecto firme, seco y de fácil manipulación (Pineda Peralta et al., 2017).

A través de los años se han buscado sustancias alternativas al formol como el uso de la glicerina, solución fijadora conservadora chilena (SFCCh), etanol, etc. Así, Muñetón Gómez y Ortiz (2011) han buscado alternativas al formol para la conservación de piezas anatómicas, evaluando sustancias menos contaminantes y buscando disminuir el número de animales destinados al estudio de la anatomía

Por otro lado, y considerando la necesidad de diagnosticar ciertas patologías veterinarias que cursan con diferentes grados de atrofia de los cornetes nasales como en el desarrollo de la rinitis atrófica porcina, resulta esencial el conocimiento anatómico normal de la cavidad nasal y su contenido a fin de conducir un diagnóstico adecuado; así, la evaluación de las características de la cavidad nasal y su contenido tras la fijación con hipoclorito de sodio al 4% en reemplazo del formol durante la plastinación es relevante, al presentar esta sustancia características similares al formol y destacarse como agente oxidante, antiséptico, bactericida y alternativa fijadora. En este contexto la investigación tuvo el objetivo de evaluar la retracción de los cornetes nasales de la especie porcina después de la utilización del hipoclorito de sodio al 4% en la etapa de fijación durante el proceso de plastinación.

Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en el Departamento de Ciencias Morfológicas de la Facultad de Ciencias Veterinarias – Universidad Nacional de Asunción, desde marzo de 2023 hasta junio de 2024. El estudio fue cuasi-experimental con diseño de medidas repetidas. Como criterio de inclusión se tuvo en cuenta la procedencia de las muestras, a partir de animales de la especie porcina entre 5 a 6 meses de edad, en congruencia con la erupción de los primeros dientes premolar (P1) y molar (M1), en condiciones aparentes de salud, con certificados de inspección veterinaria oficial y sin distinción de raza y sexo. El tipo de muestreo fue multietápico, de conveniencia para la selección del frigorífico y aleatorio simple para la selección de las muestras; las mismas se obtuvieron a partir de cabezas de animales faenados en un frigorífico ubicado en la ciudad de San Lorenzo y correspondieron a secciones transversales de cavidades nasales (n=24) (Valdés et al., 2010); para el efecto se realizaron cuatro cortes transversales utilizando una multicortadora de oscilación inalámbrica; los primeros dos cortes fueron a nivel del colmillo y del primer premolar; los dos últimos fueron a nivel del segundo premolar y el segundo molar. Una vez obtenidos los materiales biológicos, fueron refrigerados a 3°C y trasladados hasta el laboratorio de Ciencias Morfológicas donde se inició con la limpieza de las piezas a fin de retirar contaminantes y restos de sangre.

Las muestras se identificaron con agujas de cabezas con colores diferentes atados con hilos de nylon, posterior a ello se procedió a la medición de los meatos nasales de la fosa nasal izquierda utilizando un Vernier o Pie de Rey de la siguiente manera: extensión del meato dorsal (Emd), considerando la distancia entre el techo de la cavidad nasal y la superficie dorsal del cornete superior; extensión del meato medio (Emm), distancia medida desde la superficie inferior del cornete dorsal hasta la superficie dorsal del cornete ventral; extensión del meato ventral (Emv), distancia registrada entre el piso de la cavidad nasal a la superficie inferior del cornete ventral.

La retracción fue calculada en base al promedio de los valores porcentuales de cada uno de los parámetros obtenidos a partir de la diferencia entre la medición inicial y final durante la etapa de fijación (Santana, 2018; Cano Álvarez & Londoño Sánchez, 2008). Posterior a las mediciones se inició la etapa de fijación, que consistió en el uso del hipoclorito de sodio al 4% como sustancia fijadora, para tal fin se utilizaron recipientes de plástico donde fueron depositadas y sumergidas por un lapso de 48 horas a temperatura ambiente de 27°C, posterior a ello se repitieron las mediciones correspondientes, utilizando los mismos indicadores.

Posterior a la etapa de fijación se procedió a la siguiente etapa de plastinación; que es la deshidratación, esta etapa consiste en sumergir las piezas en acetona a una concentración de 100% en tres baños consecutivos en un lapso de una semana por baño de inmersión; se realizaban medidas diarias de densidad utilizando el densímetro de alcohol. Luego se procedió con la impregnación forzada y la sustitución del disolvente intermediario (acetona) por un polímero. Esta impregnación es forzada con una bomba de vacío; la presión de vacío generada en la cámara facilita la evaporación del solvente y el ingreso a los tejidos de las

moléculas del material seleccionado; esta etapa dura un mes como mínimo. El curado, la última etapa, no es más que el secado de las piezas anatómicas a temperatura ambiente.

Los datos obtenidos a partir de la primera y segunda medición se ingresaron en una planilla confeccionada para el efecto y luego fueron analizados con el software estadístico R versión 4.3.2 (R Core Team, 2024); recurriendo a la estadística descriptiva se estimaron medidas de tendencia central y dispersión; de igual manera, se realizó la prueba de bondad de ajuste utilizando el test de Shapiro Wilks; para el análisis inferencial se llevó a cabo la prueba T de Student para muestras dependientes e independientes, según el caso, así como su equivalente no paramétrico, el test de los rangos con signo de Wilcoxon, en aquellas variables con distribución no ajustada a la normal. (Figura 1)



Figura 1. (a) Secciones de la cavidad nasal posterior a la etapa de fijación; (b) Medición de la extensión de los meatos nasales.
Fuente: Autoría propia.

Resultados y Discusión

Los resultados de la estadística descriptiva correspondiente a los valores registrados en las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal se pueden observar en la Tabla 1. Al respecto, los valores promedio de la extensión de los meatos dorsal, medio y ventral de las secciones rostrales fueron menores en la etapa de pre fijación; congruentemente, aumentaron en la etapa de post-fijación, denotando de esta manera una disminución del tamaño de los cornetes nasales como efecto de la exposición al hipoclorito de sodio al 4% durante la etapa de fijación. De igual manera, se destaca una mayor dispersión de las observaciones al considerar la extensión del meato ventral, tanto en la etapa de pre-fijación como post fijación ($\pm 1,10$ mm y $\pm 1,26$ mm, respectivamente).

En cuanto a la extensión de los meatos en la sección posterior de la cavidad nasal, en general fueron registradas mayores dimensiones con relación a los de la sección rostral; se pudo notar un comportamiento similar al de la sección rostral, sobre el aumento de la extensión de los meatos en la etapa de post-fijación.

La desviación estándar de la extensión del meato ventral fue mayor que la registrada a nivel de los meatos dorsal y medio.

Tabla 1. Estadística descriptiva referente a la extensión de los meatos nasales de las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal de la especie porcina.

| Variable | Momento | Sección | \bar{x} | \pm DE |
|----------|-----------------|-----------|-----------|----------|
| Emd (mm) | Pre - fijación | Rostral | 2,31 | 0,47 |
| | | Posterior | 2,48 | 0,95 |
| | Post - fijación | Rostral | 2,69 | 0,51 |
| | | Posterior | 2,67 | 0,89 |
| Emm (mm) | Pre - fijación | Rostral | 1,94 | 0,53 |
| | | Posterior | 2,13 | 0,98 |
| | Post- fijación | Rostral | 2,16 | 0,52 |
| | | Posterior | 2,33 | 0,96 |
| Emv (mm) | Pre - fijación | Rostral | 3,04 | 1,10 |
| | | Posterior | 3,12 | 1,10 |
| | Post- fijación | Rostral | 3,33 | 1,26 |
| | | Posterior | 3,38 | 1,08 |

Referencia: mm= milímetros; \bar{x} = promedio; \pm DE= desvío estándar; Me= mediana; A= amplitud; Emd= extensión del meato dorsal; Emm= extensión del meato medio; Emv= extensión del meato ventral.

Al respecto, Bula Calderón (2012) utilizando formol al 10% en la etapa de fijación, analizó un conjunto de variables a fin de estandarizar protocolos de plastinación en diferentes órganos, entre ellos un corte de cara en el plano horizontal, a nivel de la nariz del ser humano obteniendo valores de longitud y ancho que se mantuvieron constantes desde el inicio hasta el final de la fijación, denotando un comportamiento homogéneo, situación similar a la registrada en el presente estudio para la extensión de los meatos dorsal y medio, no así para el meato central.

Contreras Villanueva et. al. (2015) plastinaron cinco órganos internos del delfín *T. truncatus* (pulmón, tracto reproductor (hembra), lengua y corazones); los mismos advirtieron acerca de la reducción del tamaño original de los órganos, en cuanto a longitud, de 4% hasta 11%.

La retracción de los cornetes fue estimada sobre las extensiones de los meatos, calculada como la diferencia entre la medición inicial y final durante la etapa de fijación, estimada en porcentaje. Los valores promedio y desviaciones en torno a la media se observan en la Tabla 2.

Tabla 2. Retracción de los cornetes nasales (%) en las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal de la especie porcina.

| Variable | Sección | \bar{x} | \pm DE |
|----------|-----------|-----------|----------|
| Emd | Rostral | 13,80 | 11,00 |
| | Posterior | 8,54 | 9,05 |
| Emm | Rostral | 10,50 | 6,83 |
| | Posterior | 9,70 | 6,55 |
| Emv | Rostral | 10,70 | 11,40 |
| | Posterior | 10,90 | 6,73 |
| Total | Rostral | 11,70 | 5,28 |
| | Posterior | 9,73 | 3,55 |

Referencia: Emd= extensión del meato dorsal; Emm= extensión del meato medio; Emv= extensión del meato ventral; \bar{x} = promedio; \pm DE= desvío estándar.

Se constató un mayor porcentaje de retracción en las secciones rostrales de la cavidad nasal a nivel de los meatos dorsal y medio (13,80 % y 10,50%, respectivamente) frente a los valores obtenidos de sus secciones posteriores al mismo nivel (8,54% y 9,70%, respectivamente); no así al considerar la extensión del meato ventral, donde el comportamiento fue inverso.

La retracción total fue mayor a nivel de las secciones rostrales con relación a las posteriores (11,70 % y 9,73 %, respectivamente), corroborándose de igual manera una mayor dispersión de las observaciones en el segmento rostral con $\pm 5,28$ %. Los valores referidos coinciden con lo publicado por Sánchez Fabila et al. (2016), quienes reportaron valores promedio de retracción de 8% al 16% en órganos como riñones, hígado, bazo y estómago del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*).

Por otro lado, cabe mencionar que la retracción puede variar en función a modificaciones que sufra la técnica de plastinación, las condiciones de temperatura, así como al uso de sustancias alternativas, sobre todo en las etapas de fijación y deshidratación. Al respecto, Cano Álvarez y Londoño Sánchez (2008), realizaron un trabajo de plastinación dividiendo las piezas anatómicas en dos grupos; uno de ellos sometido a plastinación a temperatura ambiente y el otro a 4 °C centígrados, evidenciando que los valores del porcentaje de retracción de las piezas plastinadas a temperatura ambiente eran mayores.

Un resultado similar fue obtenido por Asadi et. al. (2013) quienes reportaron un porcentaje de retracción superior en piezas plastinadas a temperatura ambiente. Confrontando los valores obtenidos en investigaciones previas con los del presente estudio, es importante acotar que los resultados pudieron deberse a que el proceso de fijación de las diferentes piezas y secciones no se llevó a cabo al mismo tiempo, sino en periodos diferentes, razón por la cual pudieron verse afectadas por las fluctuaciones de la temperatura ambiente.

Tras ser verificada la distribución de las observaciones a nivel de la sección rostral y ajustándose a la normal, fue empleado el test de Student para muestras dependientes a fin de comparar si las diferencias en cuanto a la extensión de los meatos dorsal, medio y ventral antes y después de la fijación eran significativas.

Los resultados se exponen en la Tabla 3.

Tabla 3. Diferencias en la extensión de los meatos nasales de las secciones rostral y posterior, antes y después de la fijación de la cavidad nasal en la especie porcina, utilizando hipoclorito de sodio al 4%.

| Variable | Sección | Momento | \bar{x} | Δ | p - valor |
|----------|-----------|---------------|-----------|----------|-----------|
| Emd (mm) | Rostral | Pre-fijación | 2,31 | 0,38 | 0,07 |
| | | Post-fijación | 2,69 | | |
| | Posterior | Pre-fijación | 2,48 | 0,19 | 0,0005 |
| | | Post-fijación | 2,67 | | |
| Emm (mm) | Rostral | Pre-fijación | 1,94 | 0,22 | 0,31 |
| | | Post-fijación | 2,16 | | |
| | Posterior | Pre-fijación | 2,13 | 0,20 | 0,0005 |
| | | Post-fijación | 2,33 | | |
| Emv (mm) | Rostral | Pre-fijación | 3,04 | 0,29 | 0,56 |
| | | Post-fijación | 3,33 | | |
| | Posterior | Pre-fijación | 3,12 | 0,26 | 0,56 |
| | | Post-fijación | 3,38 | | |

Referencia: mm= milímetros; \bar{x} = promedio; \pm DE= desvío estándar; Me= mediana; A= amplitud; Emd= extensión del meato dorsal; Emm= extensión del meato medio; Emv= extensión del meato ventral.

La diferencia promedio (Δ) de la extensión de los meatos antes y después de la fijación, fue mayor en el meato dorsal (0,38 mm), seguida por el ventral (0,29 mm) y por último el medio (0,22 mm); no obstante, las diferencias no fueron significativas desde el punto de vista estadístico ($p > 0,05$).

En cuanto a la sección posterior, como resultado de la prueba de bondad de ajuste, fue utilizado el test de los rangos con signo de Wilcoxon a fin de comparar si las diferencias en la extensión de los meatos dorsal y medio, antes y después de la fijación eran significativas; en cuanto a la evaluación de la extensión del meato ventral se utilizó el test de Student para muestras dependientes. Los resultados revelan que la diferencia promedio (Δ) de la extensión de los meatos, fue mayor en el ventral (0,26 mm) seguido por el meato medio (0,20 mm) y finalmente el dorsal (0,19 mm).

El análisis inferencial arrojó diferencias marcadamente significativas a nivel de los meatos dorsal y medio ($p=0,0005$), no así en el meato ventral ($p = 0,56$).

En ese sentido, Arias López (2012) al explorar la técnica de plastinación en la preparación de modelos anatómicos observó que los valores de la longitud inicial y los obtenidos luego de la fase de fijación no difirieron estadísticamente. En cambio, Raouf (2001), al desarrollar la técnica a temperatura ambiente reportó diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones iniciales y finales de la longitud. En base a los antecedentes referidos es posible denotar diversidad en cuanto al posible comportamiento de los órganos y tejidos frente a la acción de diferentes sustancias implicadas en las etapas del proceso de plastinación. En ese sentido, los resultados obtenidos en las secciones rostrales a nivel de todos los meatos coinciden con lo reportado por Arias López (2012); mientras que, los hallazgos de las secciones posteriores a nivel de los meatos dorsal y medio son congruentes con lo publicado por Raouf (2001).

Dando continuidad al análisis inferencial, se exponen los resultados obtenidos a partir de la comparación de los valores de retracción entre los segmentos rostral y posterior de la cavidad nasal (Tabla 4). Al respecto, el valor más alto de la diferencia promedio (Δ), fue registrado al considerar la retracción a nivel de la extensión del meato dorsal con 5,26 %, mientras que, a nivel del meato medio y del meato ventral las diferencias consignadas correspondieron a las más bajas (0,8 % y 0,2 %, respectivamente). El valor de la probabilidad en todos los casos fue superior a 0,05, al igual que el valor de la probabilidad calculado para la retracción total ($p=0,30$), razón por la cual fue posible asumir que las diferencias de la retracción registradas entre las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal, tanto en sus diferentes niveles como total, no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 4. Comparación de la retracción (%) de los cornetes nasales entre las secciones rostral y posterior de la cavidad nasal de la especie porcina durante la etapa de plastinación.

| Variable | Sección | \bar{x} | Δ | p - valor |
|----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Emd | Rostral | 13,80 | 5,26 | 0,15 |
| | Posterior | 8,54 | | |
| Emm | Rostral | 10,50 | 0,8 | 1 |
| | Posterior | 9,70 | | |
| Emv | Rostral | 10,70 | 0,2 | 0,97 |
| | Posterior | 10,90 | | |
| Total | Rostral | 11,70 | 1,96 | 0,30 |
| | Posterior | 9,73 | | |

Referencias: %=porcentaje; Emd= extensión del meato dorsal; Emm= extensión del meato medio; Emv= Extensión del meato ventral; \bar{x} =promedio; Δ = delta, diferencia de medias; p-valor= valor de la probabilidad

Estos resultados coinciden con lo reportado por Santana (2018), quien no obtuvo diferencias estadísticas al evaluar la retracción final de parámetros morfométricos en corazones porcinos sometidos a diferentes protocolos de deshidratación.

Por otro lado, las evidencias de la presente investigación coinciden con lo publicado por Ameko et. al. (2012) quienes plastinaron varios órganos como corazones, riñones, pulmones, tráquea, pene y testículos de bovinos y ovinos, obteniendo distintos grados de retracción entre los órganos que no fueron significativos desde el punto de vista estadístico, así como tampoco aquellas características evaluadas al principio y final de cada etapa dentro del proceso de plastinación.

A futuro, se sugiere realizar una evaluación comparativa en cada una de las etapas involucradas durante el proceso de plastinación, atendiendo a que en la deshidratación aún es posible observar porcentajes importantes de retracción que pueden afectar la calidad final del producto.

Conclusión

La importancia y beneficios de la plastinación son muchos, como la menor exposición a sustancias cancerígenas, nocivas e irritantes, menor sacrificio de animales para estudios y piezas anatómicas inocuas y duraderas.

El hipoclorito de sodio al 4% resultó ser una sustancia alternativa factible y viable al momento de ser seleccionada como sustancia fijadora de la cavidad nasal del cerdo.

La extensión de los meatos nasales en el segmento rostral de la cavidad nasal no fue afectada por el hipoclorito de sodio al 4% durante la fijación.

En cuanto al segmento posterior, la extensión de los meatos nasales dorsal y medio fue significativamente diferente después de la fijación con hipoclorito de sodio al 4%.

La retracción total fue superior al valor α ($p=0,30$), asumiendo así que los valores no fueron estadísticamente significativos.

Agradecimientos: Los autores agradecen al programa PRONII/SISNI del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) del Paraguay. Los autores también agradecen a la empresa Ochsi Paraguay por su colaboración con este trabajo al igual que a la Dra. Clarissa Ortellado.

Contribución de autores: **1.Conceptualización:** M.B.F.B., N.A.M.O., M.I.R.A. ; **2.Curación de datos:** M.B.F.B., M.I.R.A.; **3.Análisis formal:** M.I.R.A.; **4.Adquisición de fondos:** ; **5.Investigación:** M.B.F.B., N.A.M.O., R.E.V.V.; **6.Metodología:** M.B.F.B., N.A.M.O., R.E.V.V., M.I.R.A.; **7.Administración del Proyecto:** ; **8.Recursos:** N.A.M.O., R.E.V.V.; **9.Software:** M.I.R.A. ; **10.Supervisión:** N.A.M.O., R.E.V.V.; **11.Validación:** ; **12.Visualización:** ; **13.Redacción-borrador original:** M.B.F.B., M.I.R.A.; **14.Redacción-revisión y edición:** M.B.F.B., M.I.R.A.

Fuente de Financiamiento: Sin fuente de financiamiento.

Disponibilidad de datos: Los datos utilizados en esta investigación podrán ser solicitados al autor de correspondencia según pertinencia: María Belén Franco Bogado, María Inés Rodríguez Acosta, correo electrónico: mbelenfrancob98@gmail.com, mrodriguez@vet.una.py.

Revisión por pares: Este artículo fue evaluado mediante un proceso de revisión por pares doble ciego.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo-Arroyave, L., Rojas, M. A., & Velásquez, J. M. (2018). Técnica de plastinación de la Universidad de Antioquia: una adaptación del método estándar alemán. *Iatreia (Colombia)*, 31 (3), 228 - 239. DOI: 10.17533/udea.iatreia.v31n3a01
- Ameko, E., Acho, S., Alhassan, S., Adasu, C., Dzagbletey, E., & Abbey, P. R. (2012). Plastination of some cow and ram organs in Ghana for use as teaching aids. *International Journal of Pure Applied Sciences and Technology (Reino Unido)*, 8 (1), 57 - 68.
<https://citeserx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=25cd557e1fae2dea7349bfb0d7623f17571cfe0>
- Arias López, L. A. (2012). *Exploración de la técnica de plastinación en la preparación de modelos anatómicos como material docente para la enseñanza de la morfología humana en la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá*. (Trabajo de Postgrado, Magister en Morfología Humana). Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 163 p. <https://repositorio.unal.edu.co/items/b6454ee9-4fe5-4157-bc5f-b925673d0961>
- Asadi, M. H., Joghataei, M. T., Yari, A., Bahadoran H., Naderian, H., & Azami-Tameh, A. (2013). Plastination and staining of brain slices using two different dehydration methods. *Anatomical Sciences Journal (Irán)*, 10 (2), 87 - 92. <https://anatomyjournal.ir/article-1-41-en.pdf>
- Bula Calderón, A. F. (2012). *Elaboración de material docente mediante la utilización de la técnica de plastinación en modelos formolizados como método ideal de enseñanza para los estudiantes de medicina de la Universidad Nacional de Colombia*. (Trabajo de Postgrado, Magister en Morfología Humana). Bogotá. Universidad Nacional de Colombia, 129 p. <https://repositorio.unal.edu.co/items/4f3daedd-332a-4e19-8ebd-8e1d5c959d37>
- Cano Álvarez, L. Y., & Londoño Sanchez, J. C. (2008). *Evaluación de las condiciones de operación en el proceso de plastinación*. (Trabajo de grado, Ingeniero de Procesos). Medellín, Universidad EAFIT. Facultad de

Ingeniería de Procesos, 73 p. <https://repository.eafit.edu.co/entities/publication/07d4daf8-ca9d-49d4-833b-395e2ed0fa67>

- Contreras Villanueva, M. D., Moreno Colín, R., & Sánchez Fabila, G. (2015). Descripción anatómica de cinco órganos internos del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), a través de la técnica de plastinación. *International Journal of Morphology*, 33(2), 571-579. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022015000200026&script=sci_arttext&tlng=pt
- Gutierrez, J. C., Gomez Jaramillo, M., Sudel, G., & Renee Prater, M. (2017). Anatomical knowledge in veterinary medical students in Chile. *Investigación en Educación Médica (Chile)*, 6 (22), 70-74. DOI: [10.1016/j.riem.2016.04.004](https://doi.org/10.1016/j.riem.2016.04.004)
- Muñeton Gómez, C. A., & Ortiz, J. A. (2011). Conservación y elaboración de piezas anatómicas con sustancias diferentes al formol en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle. *Revista de Medicina Veterinaria (Colombia)*. (22), 51 - 55. <https://doi.org/10.19052/mv.558>
- Pineda Peralta, E., Beltrán Guerra, J.A., Luque Bernal, R., & Quijano Blanco, Y. (2017). La plastinación como técnica de preservación de material biológico para docencia e investigación en anatomía. *Morfología*, 9(1). <https://repository.urosario.edu.co/server/api/core/bitstreams/ae4cf754-f7c8-4aa3-b983-cebe7b7645f1/content>
- Raouf, A. (2001). Using a room-temperature plastination technique in assessing prenatal changes in the human spinal cord. *International Journal of Morphology (Chile)*, 16, 5 - 8. <https://journal.plastination.org/articles/using-a-room-temperature-plastination-technique-in-assessing-prenatal-changes-in-the-human-spinal-cord/>
- R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Sánchez Fabila, F. G., Contreras Villanueva, M. D., & Moreno Colín, R. (2016). Plastinación y descripción anatómica de hígado, bazo, estómago y riñones del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). *International Journal of Morphology (Chile)*, 34(2), 644-652. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-95022016000200036&script=sci_arttext&tlng=en
- Santana, M. L. de (2018). *Avaliação de dados morfométricos em corações suínos submetidos a diferentes protocolos de desidratação, visando técnica de plastinação com silicone*. (Tesis de Postgrado Doctor Científico en Ciencias Veterinarias). Minas Gerais. Universidad Federal de Viçosa, 36 p.
- Valdés, F., Vega, E., & Valenzuela, M. (2010). Estudio comparativo de dos técnicas de plastinación. *International Journal of Morphology (Chile)*, 28 (3), 783. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000300020>