



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**“EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN
APLICADA A LA PRESERVACIÓN DE REPTILES”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGO

PRESENTA:

OSVALDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. en C.

JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ

Laboratorio de Anatomía Animal Comparada

Unidad de Morfología y Función



Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla.

Noviembre de 2006.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A MI MADRE

CECILIA MARTÍNEZ GUTIÉRREZ,

POR TODO LO QUE SIGNIFICA EN MI VIDA.

A MI HERMANA ALINA SILVIA

Y AL RESTO DE MI FAMILIA.

A MI ABUELA ROSARIO Y AL RESTO DE

LOS MARTÍNEZ QUE ESTUVIERON CONMIGO.

A LA MEMORIA DE UN GRAN AMIGO,

ANTONIO ZARAGOZA GONZÁLEZ.

A LA MEMORIA DEL PROFE. MEYRAN.

AGRADECIMIENTOS

A JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRÍGUEZ, PORQUE GRACIAS A SU AMISTAD, SU APOYO Y SUS CONSEJOS, PUDE LOGRAR LLEGAR A ESTA META.

A LOS PROFESORES ALFONSO REYES Y MARIO CARDENAS, POR SU AMISTAD, SU APOYO Y SUS CONSEJOS, PORQUE GRACIAS A SU CONFIANZA PUDE LOGRAR TERMINAR ESTE TRABAJO.

A LA PROFESORA GABY Y AL PROFE CARMELO, QUIENES FUERO PARTE IMPORTANTE EN ESTE TRABAJO.

A UN GRAN AMIGO Y PROFESOR, "EL PROF. HUGO", QUIEN ME APOYO DESDE SIEMPRE, Y A QUIEN LE DEBO MUCHO.

A LA MAESTRA LEONOR ABUNDIS, QUIEN NUNCA DEJO DE CREER EN MI Y SIEMPRE ME DIO ANIMOS PARA SEGUIR ADELANTE.

A VICTOR "EL GORDO", POR TU AMISTAD Y APOYO.

A UN GRAN AMIGO DE LA INFANCIA, DANIEL REYES EVARISTO.

A YULIANA Y MARIO ESTEBAN, GRANDES AMIGOS, OJALA ALGÚN DÍA NOS PODAMOS VOLVER AVER.

A MIS AMIGOS DEL CCH AZCAPOTZALCO, HUMBERTO, JORGE, ALVARO, ACOSTA, NINETTE, TOMY, PATY, MARIO, JACOB, ERIK, IVONNE, RITA, MONY, RODRIGO, JULIO Y EN ESPECIAL A DIANA RUTH.

A MI HERMANITA, RAQUEL BARCENAS, POR ESTAR SIEMPRE QUE TE NECESITABA, POR ESCUCHARME Y APOYARME.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS DE DEGENERACIÓN, LAURA, PATY ROLDAN, JORGE, OSKAR, JUANITO, MA. LUISA Y MA. ELENA, HAYDE, SERGIO, CLIMACO, MONSE, LALO, BETO, SANTOS, MAC, CORKY, HIJAZO, ABUELO, TORO, POLLO, TAVO, VERO, DELFA, VIVIS, CHIO, EMILIO, MAGO, LEO, ADY.

AL REPTI, FERNANDO BAUTISTA, QUIEN A DEMOSTRADO SER UN GRAN AMIGO.

AL PAISA TOMAS, QUIEN A COMPARTIDO CONMIGO GRANDES MOMENTOS, A QUIEN LE DESEO LO MEJOR, JUNTO CON EDNA Y PAZ.

A TODOS LOS GABOS, VEGA, GOYOTE, POLITO, TIGRE, SUPER, CHUCHO, GABO GAY, TOÑO, CHAZ, ALEJNDRO, SAM, MANU, GOYITO, ETC.

A LOS ROÑAS, PEDRO, SAULO, JULIO, JUANITO, DARIO, TOÑO, MORAN, DANIEL, JAHIR, PISTACHON, AARON, IVAN, OSWALDO, PEÑALOSA, FELIPE, GALLITO, CHIQUILIN, ETC.

A LILI, OSCARIN, ABEL, MOCA, GAMALIEL, WONG, ROBERT, ALE Y ALINA.

A LOS CALENTOSAURIO, ARMANDO, FA, PELUSO, JU, JOMI, OBRERO, BENJA, MANDA, AGÜIFI, TAMBIEN A ALDY, OMAR, CHACAL, PANSAS, BETA Y ARNY.

A MIS COMPAÑEROS DEL LAB, PAQUITO, QUIQUE, DANIELA, LILIA, CESAR, MIGUEL, MARIO, ENRIQUE, AURORA, LORE, LA NANA, AL GARGOLA, BALFRED, ALFRE, ADRINA, CHELY, EDNA.

A CRISTIAN Y NETO RENDON, DEISY, PROFE MARCIAL, FERCHO, CHANO, LA CHAPARRA, WALAS Y KARIME.

A LOS PROFES, TIZOC, GAMA, ROBERTO VELAZCO, RAMON MORENO, MARIO MIRANDA, ARNULFO, ANGEL LARA, RAFA E ISMAEL AGULAR.

A LA BANDA DEL MUSEO, TIZOC Y COMPAÑÍA, A LOS DEL VIVARIO, BETY, PROFE FELIPE, LUIS, MATA.

A TODOS LOS DE NIM Y DEL CQSM.

A CRISTAL, CHANTAL, JAT, MONCHO, CHAYO, LAURA Y DIANA DEL CQSM.

Y A TODOS LOS QUE A LO LARGO DE MI VIDA HAN HECHO DE ESTO ALGO CHIDO...

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	1
I.- INTRODUCCIÓN.....	2
II.- ANTECEDENTES.....	4
III.- JUSTIFICACIÓN.....	7
IV.- OBJETIVOS.....	8
IV. 1. Objetivo general.....	8
IV. 2. Objetivos particulares.....	8
V.- MATERIAL Y MÉTODO.....	9
V. 1. Ruta crítica.....	9
V. 2. Material, reactivos y equipo.....	10
V. 3. Obtención y sacrificio de los organismos.....	11
V. 4 Fijación de los especímenes.....	12
V. 5. Plastinación.....	13
V. 6. Análisis.....	14
V. 7. Elaboración y aplicación de cuestionarios.....	15
VI.- RESULTADOS.....	16
VI. 1. Deformación.....	17
VI. 2. Cambio de color y forma.....	23
VI. 3 Material didáctico y para museografía.....	25
VI. 4. Resultado de las encuestas.....	32
VII.- ANALISIS Y DISCUSIÓN.....	39

VII. 1 Deformación de las medidas.....	39
VII. 2. Material didáctico y para museografía.....	40
VII. 3. Análisis de encuestas.....	42
VIII.- CONCLUSION.....	45
IX.- BIBLIOGRAFÍA.....	46
X.- ANEXOS.....	52
ANEXO 1. Medidas morfométricas de lagartijas.....	52
ANEXO 2. Medidas morfométricas de tortugas.....	53
ANEXO 3. Cuestionario.....	54
ANEXO 4. Clasificación taxonómica.....	55

RESUMEN.

El presente trabajo esta enfocado a la aplicación y evaluación de la técnica de plastinación en reptiles y su uso potencial en investigación básica y docencia, para lo cual se sometieron a este procedimiento 12 especímenes de *Sceloporus grammicus*, teniendo una deformación promedio en longitud cefálica de 7.32% y 5.47% en la longitud caudal, al igual que 13 especímenes de *Lepidochelys imbricata*, con una deformación promedio en longitud cefálica de 3.09% y de 1.66% en longitud total. También se procesaron especímenes de otras cinco especies, *Dermochelys coracea*, *Trachemis scripta*, *Chamaeleo calypttratus*, *Drymarchon corais* y *Geochelone sulcata*, para la elaboración de material didáctico, las preparaciones fueron evaluadas por herpetólogos y alumnos mediante cuestionarios, obteniéndose que los especímenes plastinados son útiles como material anatómico, colecciones de referencia y museografía, cuando se adapta a los requerimientos particulares.

ABSTRACT.

The present work was focused to the application and evaluation of the technique of plastination in reptils and their potential use in basic investigation and teaching, for which they were submitted to this procedure 12 specimens of *Sceloporus grammicus*, having a deformation average in cephalic length of 7.32% and 5.47% in the caudal length, the same as 13 specimens of *Lepidochelys imbricata*, with a deformation average in cephalic length of 3.09% and of 1.66% in total length. Also specimens of other five species were processed, *Dermochelys coracea*, *Trachemis scripta*, *Chamaeleo calypttratus*, *Drymarchon corais* and *Geochelone sulcata*, for the elaboration of teaching material, the preparations were evaluated by herpetologist and students by means of questionnaires, being obtained that the plastinated specimens are useful like anatomical material, collections of reference and museography, when adapts to the particular requirements.

I.- INTRODUCCIÓN.

Para llevar a cabo un estudio adecuado de la morfología de un organismo, es necesario que sea preparado de tal forma que no se deteriore y conserve al máximo las características del espécimen *in vivo*, dicho proceso es llamado preservación (Gersenowies, 1992). Así, es casi universalmente aceptado que la demostración de especímenes completos o en cortes gruesos es un ejercicio importante en la enseñanza e investigación en anatomía y zoología (Bickley, et. al. 1981), ya que permite reconocer las estructuras que constituyen al organismo en su disposición tridimensional. Por eso durante décadas, las investigaciones en Anatomía Comparada, Fisiología y Morfofisiología Animal se han apoyado en la disección como un auxiliar para la comprensión de las complejidades morfofisiológicas de una variedad de animales (Allchin, 1991; Mayer y Hinton, 1990; Offner, 1993, 1995).

Para la preservación de los especímenes es necesario someterlos a ciertos métodos para conservar dichas características, sin embargo, sus resultados no son atractivos para todos los estudiantes (Richmond, et. al. 1990). Muchos maestros consideran que el hecho de disecar especímenes animales descorazona a los estudiantes, particularmente a los que poseen un interés marginal (Wynstra y Cummings, 1993).

En general existen dos formas de preservar organismos, por la vía seca, este arte es un auxiliar para el estudio de los animales, ya que permite preservar los caracteres externos que son esenciales para la identificación y clasificación de los organismos (Gersenowies, 1992). El otro tipo de operaciones tradicionales que permiten obtener las piezas fijadas para el estudio anatómico es el que se obtiene por vía húmeda (Polson, 1975), el cual se ha ido mejorando, permitiendo en la actualidad que las piezas preparadas puedan resistir varios grados de manipulación, desecación y vaciamiento por un periodo prolongado durante las disecciones, pudiéndose guardar a temperatura ambiente, manteniendo en un estado adecuado hasta por un lapso aproximado de cinco años de uso continuo (Bradbury y Hoshino, 1987).

Aparte de sus obvios beneficios, los métodos de preservación usados cotidianamente poseen desventajas importantes que no se pueden pasar por alto. Uno de los más serios involucran el tipo de soluciones utilizadas cotidianamente para conservar los especímenes. Muchas de estas soluciones, particularmente aquellas que contienen formaldehído, son consideradas tóxicas, tanto que una prolongada exposición es considerada como de alto riesgo para las personas que se ocupan del manejo de los especímenes animales o inhalan los vapores que exudan (Chia, et, al. 1992; Fox y Benton, 1987; Perkins y Kimrough, 1985). Además nunca se pueden proteger totalmente a los especímenes del deterioro como resultado del tiempo y/o desecamiento. Para prevenir el desecamiento, deben humedecerse cotidianamente los especímenes y cubrirse con un manto húmedo o dentro de bolsas de polietileno cuando no están en uso, siempre que sea posible, deberán refrigerarse para proporcionar la mejor protección posible (Hangay y Dingley, 1985).

Por lo que un reto, es el poder desarrollar métodos que permitan una mejor preservación y manipulación, que sea adecuada desde el punto de vista morfológico, como atractiva por parte de quienes la utilizan.

II.- ANTECEDENTES.

En la mayoría de los cordados, las piezas son fijadas con una solución de formol comercial al 8 o 10 % que permite una preservación de alrededor de 4 o 5 años (Hildebrand, 1969). Sin embargo, diversos estudios han mostrado que el formol es un carcinógeno ya que causa mutaciones en varios tipos de organismos primitivos y en un cultivo de células de mamífero (Kaplan, 1948; Slizynska, 1957; Nichoka, 1973; Chanet, et. al., 1976; Obe y Beek, 1979; Ross y Shipley, 1980; Ragan y Boreiko, 1981).

Hasta hace poco no había nada que los maestros e investigadores pudieran hacer para resolver estos problemas. A finales de la década de los 70's del siglo XX, un proceso de preservación permanente fue desarrollado por el Dr. Gunter Von Hagens de la Universidad de Heidelberg, Alemania, con la esperanza de solucionar muchos de los problemas asociados con la disección de especímenes conservados por vía húmeda. El Dr. Von Hagens patentó el proceso llamado plastinación, el cual involucra la eliminación de toda el agua del tejido de los especímenes a través del uso adecuado de un agente deshidratante. Entonces, bajo condiciones de vacío, el espécimen se impregna con un polímero de caucho de silicón líquido que se endurece como consecuencia de la polimerización. Los especímenes resultantes son muy realistas, mostrando con gran detalle las estructuras, con la ventaja de conservar color y sin olor. En teoría y en la practica, es posible plastinar a los organismos enteros, órganos o cualquier combinación que pueda disecarse, por ejemplo un sistema completo de órganos como aquellos involucrados en la digestión, excreción y reproducción (Von Hagens,1979).

Este tipo de preparación ha demostrado ser sumamente útil en el estudio de la anatomía (Tiedemann y Von Hagens, 1982; Cooper, et. al. 1987; Pond, et. al. 1992) en la enseñanza de la anatomía por regiones (Lane, 1989; de Boer-van,et. al. 1992) en neuroanatomía (Ulfig y Wuttke, 1990; Purinton, 1991; Weinglein, 1993; Haffajee, 1996) patología (Bickley, et. al. 1981; Bickley, 1984; Aufdemorte, et. al. 1985; Bickley,

1987; Ruschoff y Thomas, 1991) en cirugía (Fasel, 1988; Resch, 1989; Graf, et. al. 1991) investigación embriológica (Fritsch, 1988, 1989, 1994; Reidenbach y Schmidt, 1994) en las ciencias morfológicas (Eckel, et.al. 1993; Brizzi, et. al. 1994; Fritsch y Hotzinger, 1995; Reidenbach, 1997) y en los estudios patológicos (Guhr, et. al. 1987; Muller, et. al. 1989; Graf, et. al. 1992; Dilollo, et. al. 1997).

En América Latina se han realizado estudios para llevar a cabo la plastinación de especímenes, el primer laboratorio que comenzó a realizar preparaciones de este tipo fue el departamento de plastinación y museografía médica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM (Guillen, 1992).

En el año de 1999, se implementó la técnica de plastinación en la Facultad de Medicina (FM) de la UNAM, por el Dr. Jorge Martínez Galindo, desde entonces el Dr. Martínez ha capacitado a profesores de Anatomía en la FM, para que por medio de ellos se produzca material biológico, como material de apoyo a los programas de enseñanza, los cuales proporcionan mejores resultados en el aprendizaje de los alumnos, algunos de estos materiales se exhiben en el Museo de Anatomía de la FM (Guzmán, 2005).

En mayo de 2001, el Dr. Guiraldes estableció contactos para llevar equipos y materiales de la Universidad de Heidelberg a Chile, para montar en la Universidad del Desarrollo en Santiago de Chile un moderno laboratorio de plastinación para la enseñanza de la anatomía. En donde están trabajando en la preservación de riñones, cabezas, rodillas y cerebros de humano, este fue inaugurado el 3 de diciembre de 2003. En Sudamérica, solo Brasil y Chile cuentan con laboratorios de este tipo (Guiraldes, 2004).

Mientras que en la Universidad de Guadalajara, el Dr. Alfredo Rodríguez García, coordinador de forenses del Instituto de Jalisco de Coordinación Forense (IJCF) del Servicio Médico Forense (SEMEFO) y del área de Laboratorio de Disección del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), tiene el proyecto de conservar cuerpos mediante la técnica de plastinación para preservar los cadáveres de

personas que son asesinadas, con la finalidad de resguardar las evidencias por tiempo indefinido (García, 2002).

Sin embargo, se siguen utilizando materiales de importación, que tienen un alto costo, por lo que el uso de polímeros de fabricación nacional, pueden tener una repercusión económica muy importante para la aplicación generalizada de esta técnica a nivel de América Latina.

Dada la problemática económica, en el Laboratorio de Anatomía Animal Comparada de la Unidad de Morfología y Función (UMF) de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FESI), UNAM, desde 1993 se han investigado formas alternativas para plastinar tanto especímenes completos como disecciones, utilizando resinas de fabricación nacional, lo que ha permitido la elaboración de trabajos como los realizados por:

- Gersenowies y González en 1993, los cuales realizaron la plastinación de corazones de cerdo con resinas de fabricación nacional.
- Macias-Ortega en 1998 realizó la comparación de dos resinas sintéticas en la plastinación de elasmobranquios pleurotremados.
- Kirwan-Alcantara en 2004 implementó una técnica combinada de plastinación-transparentación para el estudio del esqueleto de mamíferos.
- Ortiz-Barrera realizó en 2006 la evaluación de la técnica de plastinación aplicada en la conservación de peces óseos.

Aún cuando la técnica de plastinación parece que consume mucho tiempo, el proceso es un método que vale la pena porque los especímenes preparados son permanentes y pueden lograrse a un costo razonable (O' Sullivan y Mittlell, 1995).

III.- JUSTIFICACIÓN.

En reptiles la técnica más utilizada es la preservación por vía húmeda, inyectando en la cavidad general del cuerpo y en las masas musculares mayores una solución de formol a diferentes concentraciones y su posterior inmersión en la misma solución (Llorente, 1995).

Si consideramos que México ocupa el segundo lugar del mundo en diversidad de reptiles con 717 especies, es decir, 11% de las conocidas en el planeta, y de ellas el 52% son endémicas (Flores-Villela 1993; Mittermeier y Goettsch, 1997), llevando a que México ocupe el primer lugar en especies endémicas de reptiles, por lo que son estos un grupo muy importante de vertebrados para nuestro país.

Si consideramos que la técnica de plastinación ha probado ser de gran utilidad en el estudio de organismos para diferentes objetivos, es necesario probar y adaptar esta técnica para el estudio de nuestros reptiles, ya que al evaluar su eficacia y viabilidad, nos permitirá tener más herramientas para un estudio integral de la diversidad herpetofaunística Mexicana.

IV.- OBJETIVOS.

IV. 1. Objetivo general.

❖ Evaluar la técnica de plastinación con resina poliéster cristal (MC-40) de fabricación nacional aplicada en la preservación de reptiles.

IV. 2. Objetivos particulares.

❖ Evaluar la técnica de plastinación con resina poliéster cristal (MC-40) aplicada en lagartija común *Sceloporus grammicus* y compararla con la técnica de preservación en alcohol etílico al 40%.

❖ Aplicar la técnica de plastinación con resina poliéster cristal (MC-40) entortuga marina *Lepidochelys imbricata*, evaluando sus características morfológicas.

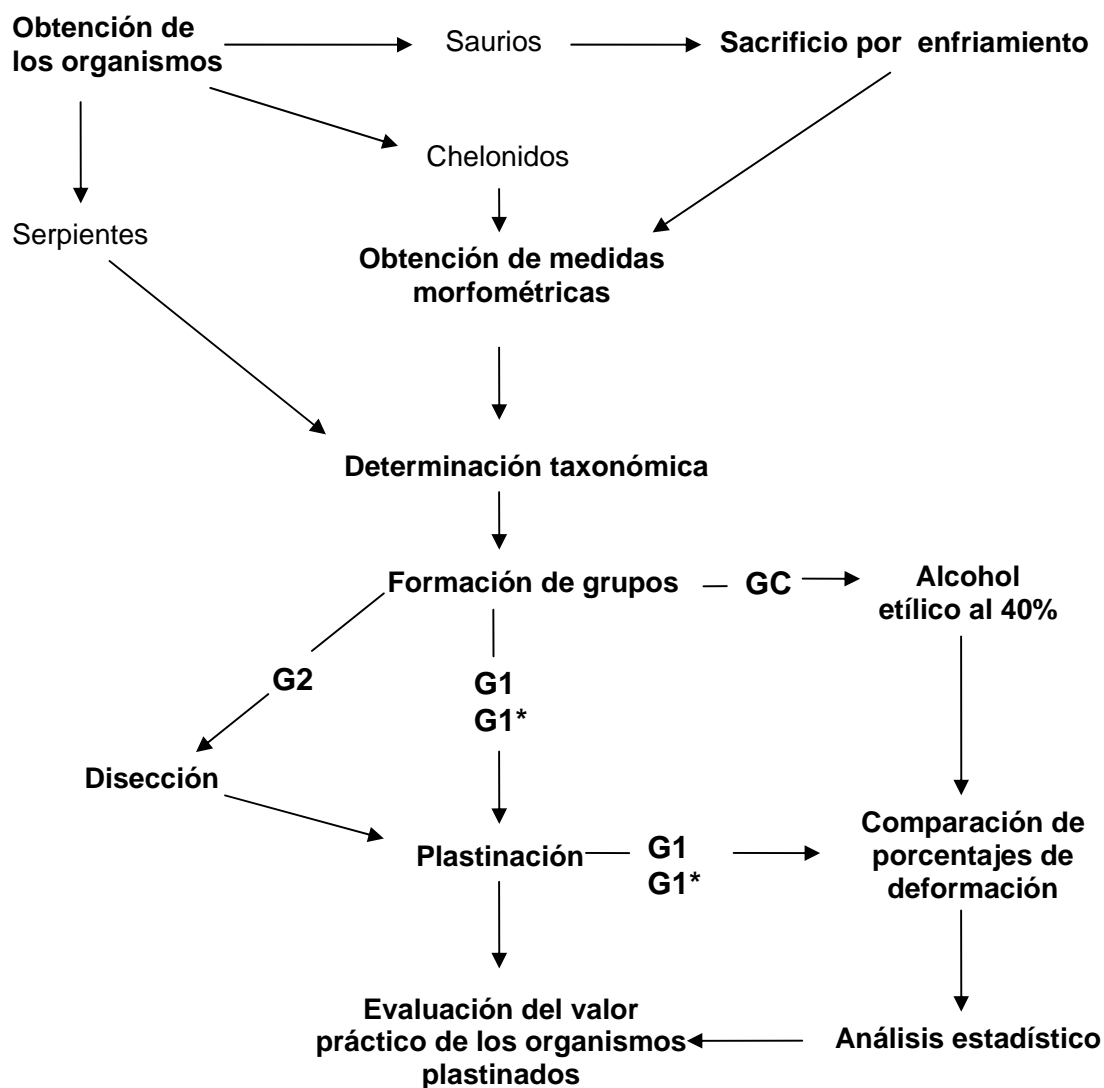
❖ Analizar el valor práctico de la preparación plastinada en el proceso de identificación taxonómica mediante la presentación de los especímenes a herpetólogos mediante la aplicación de cuestionarios.

❖ Determinar cualitativamente el valor práctico de otras preparaciones plastinadas como material didáctico y de museografía con especímenes de algunos grupos de reptiles (Squamata y Testudines) mediante la presentación a alumnos y mediante la aplicación de un cuestionario.

V.- MATERIAL Y MÉTODO.

V. 1. Ruta crítica.

En la Figura 1, se muestran de forma esquemática los pasos seguidos en el presente trabajo, la explicación de cada paso se dará en los siguientes apartados.



- GC: Grupo control *Sceloporus grammicus*
- G1: Grupo experimental *Sceloporus grammicus*
- G1*: Grupo experimental *Eretmochelys imbricata*
- G2: Material didáctico

Figura 1. Ruta crítica del presente trabajo

V. 2. Material, reactivos y equipo:

El material, los reactivos y el equipo que se utilizaron se enlistan a continuación.

Material.	
Recipiente plástico con tapa para 4 litros.	Jeringas Plastipak de 3ml.
Etiquetas adhesivas Panel.	Guantes de látex.
Reactivos.	
Acetona pura.	Alcohol etílico.
Resina cristal MC-40 de Poliformas Plásticas S. A. de C. V.	Catalizador (peróxido de metil etil cetona) de Poliformas Plásticas S. A. de C. V.
Formol.	Esmalte acrílico Comex.
Equipo.	
Vernier <i>Scala</i>	Estuche de disección básico.
Congelador Tor-Rey.	

Tabla 1. Material, reactivos y equipo utilizados en el presente trabajo.

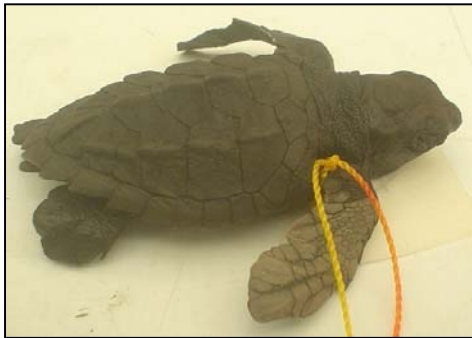
V. 3. Obtención y sacrificio de los organismos.

a) Se capturaron 24 lagartijas de la especie *Sceloporus grammicus* (Fotografía 1) en los alrededores de la FES-I, estos organismos fueron colectados a mano y con la ayuda de ligas. Posteriormente fueron sacrificados por enfriamiento en un congelador Tor-Rey a -30°C y se identificaron con claves para determinación de especímenes de reptiles mexicanos (Flores-Villela, et. al., 1995).

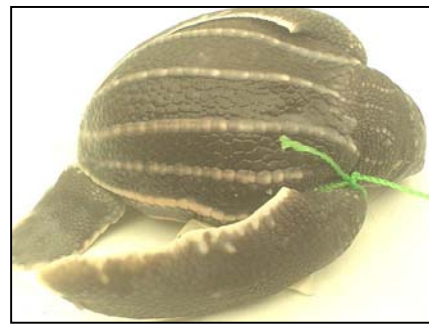


Fotografía 1. Especimen de *Sceloporus grammicus* recién capturado, mostrando la coloración natural del dorso.

b) Se obtuvieron por donación 15 tortugas marinas, 13 especímenes de *Eretmochelys imbricata* (Fotografía 2) y 2 especímenes de *Dermochelys coriacea* (Fotografía 3), a través de la gestión de la Biól. Esmeralda Guerrero V., siendo proporcionadas para este estudio por el campo tortuguero de Marquelia, Guerrero, estos organismos estaban preservados en alcohol al 40%.



Fotografía 2. Especimen de *Eretmochelys imbricata* fijado en alcohol, mostrando la coloración original.

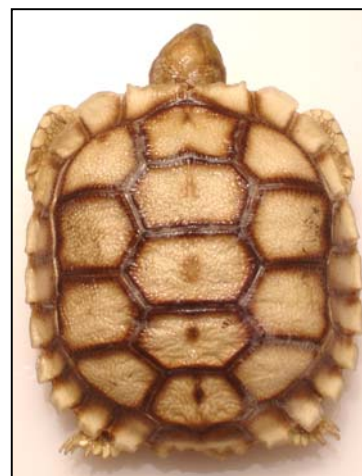


Fotografía 3. Especimen de *Dermochelys coriacea* fijado en alcohol, mostrando el patrón de coloración.

c) El vivario de la FES-I donó para este trabajo organismos muertos (congelados) de las especies: 2 especímenes *Trachemis scripta* (Fotografía 4), 1 especimen de *Geochelone sulcata* (Fotografía 5), 1 especimen de *Drimarchon corais* (Fotografía 6), 2 especímenes de *Chamaeleo calypttratus* (Fotografía 7), estos organismos fueron procesados para obtener material didáctico con diferentes características, la clasificación de los especímenes se presenta en el Anexo 4.



Fotografía 4. Especimen de *Trachemis scripta* recién descongelado.



Fotografía 5. Especimen de *Geochelone sulcata*.



Fotografía 6. Cabeza de serpiente *Drymarchon corais*.



Fotografía 7. Especímen completo de *Chamaeleo calyptratus*.

V. 4 Fijación de los especímenes.

a) Previo a la fijación de las lagartijas, se tomaron las medidas morfométricas iniciales (L. i) (Anexo 1) y se realizó la formación de grupos aleatoriamente, los cuales quedaron de la forma siguiente:

- Grupo control (GC), formado por 12 especímenes. Se fijo inicialmente con formol al 4% (Fotografía 8), posteriormente se mantuvieron en inmersión en alcohol etílico al 40% durante 18 meses para ser medidos al término de este lapso (L. f.) y determinar su índice de deformación para compararlo con el de los grupos restantes.

- El grupo experimental (G1), integrado por 12 especímenes, fue fijado inyectando a los organismos formol al 4% (Fotografía 8) en cavidades y masas musculares grandes y posterior inmersión en la misma solución durante 3 semanas.

b) Las tortugas (G1*) marinas fueron lavadas con agua corriente durante dos días para



Fotografía 8. Especímen fijado en formol al 4% de *Sceloporus grammicus*.



Fotografía 9. Fijación de especímen de *Eretmochelys imbricata* por inyección con formol al 4%.

retirar el exceso de alcohol con el que habían sido fijados, tomándose sus medidas morfométricas (L. i.) (Anexo 2), para finalmente ser refijadas con formol al 4% durante dos semanas (Fotografía 9).

V. 5. Plastinación.

V. 5. 1. Deshidratación.

La técnica aplicada fue propuesta por Gersenowies y González (1993), pero en esta ocasión se probó una nueva modificación que consistió en la deshidratación directa del espécimen al sumergirse en acetona pura a una temperatura de -30° (Figura 2), por lo que se procedió de la siguiente manera:

- a) El G1 fue sometido a deshidratación por acetona pura, lo cual consistió en la inmersión de los especímenes en un recipiente durante 8 semanas a una temperatura de -30° .
- b) El G1* y G2 fueron deshidratados por inmersión en acetona pura durante 4 semanas a una temperatura de -30° .

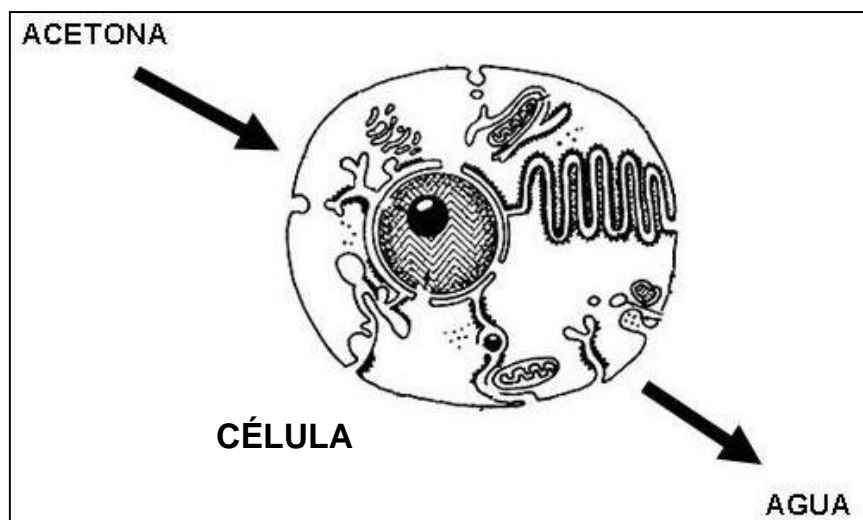


Figura 2. La deshidratación consiste en la sustitución del agua por acetona a nivel celular la cual se lleva a cabo gradualmente con la ayuda de bajas temperaturas.

V. 5. 2 Impregnación pasiva.

Consta de la infiltración gradual a los tejidos del organismo de la resina, desplazando la acetona de los espacios intra y extracelulares (Figura 3), este procedimiento se llevo a cabo en condiciones de temperatura ambiente y a la sombra.

i) G1 fue sometido a dos cambios en resina, el primero en una solución de resina-acetona 50%-50% y el segundo a resina pura, durante 4 semanas en cada uno a temperatura ambiente.

ii) G1* y G2 fueron sometidos a un tren compuesto por 4 soluciones (40%, 60%, 80% y 100%) de resina-acetona por un lapso de 10 días en cada solución a temperatura ambiente.

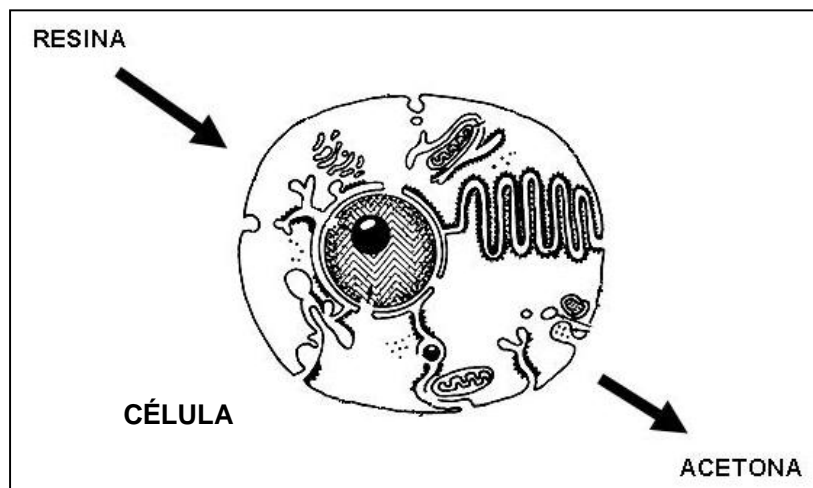


Figura 3. La impregnación consiste en la sustitución de la acetona por el incremento gradual en la concentración de la resina.

V. 5. 3. Polimerización o Curado.

Los especímenes fueron retirados de los recipientes en los que estaban inmersos en resina pura y puestos en una solución de acetona-acelerador en una proporción 1:1 por un lapso de 5 a 10 minutos, dependiendo del tamaño, esta solución permite que se lave el excedente de resina e induce su polimerización, endureciendo los tejidos del organismo, al término de este proceso se les aplicó directamente una capa ligera de esmalte acrílico transparente.

V. 6. Análisis.

Después de haber obtenido las medidas finales en los diferentes grupos, se obtuvo el índice de deformación (I. d.) por espécimen,

$$I. d. = \frac{L. i. - L. f.}{L. i.} \times 100$$

Donde:

I. d. = Índice de deformación.

L. i. = Longitud inicial.

L. f. = Longitud final.

Se obtuvieron todas las medidas de cada grupo y posteriormente se realizó un análisis de varianza bifactorial, utilizando el programa *statistical ver. 6*.

V. 7. Elaboración y aplicación de cuestionarios.

Se dieron cinco pláticas en la FES-I sobre el presente trabajo, para explorar las opiniones acerca de la utilidad de los especímenes platinados, tanto en la docencia como en la investigación básica y museografía, se elaboró el cuestionario mostrado en el Anexo 3. Este cuestionario consistió en preguntas abiertas en donde se explora el conocimiento sobre las ventajas y desventajas de las técnicas de preservación de vertebrados. Así como las opiniones personales acerca de este tipo de técnicas emergentes. En estas pláticas se presentaron los especímenes platinados a 70 alumnos de cuarto semestre de la materia de morfofisiología animal comparada, 32 tesisistas y 5 herpetólogos, a quienes se les aplicó el cuestionario dando las indicaciones pertinentes en las dudas sobre cómo contestar algunas de las preguntas, la mecánica de la plática consistió en que previo a la plática, los encuestados contestaran las tres primeras preguntas y conforme al desarrollo de esta, los encuestados observarían los especímenes y contestarían el resto del cuestionario.

VI.- RESULTADOS.

VI. 1. Deformación.

VI. 1. 1. Los especímenes de *Sceloporus grammicus* utilizados en este trabajo tuvieron la Longitud inicial (L. i.) y Longitud final (L. f.) mostradas en las tablas de la 2 a la 9 en las diferentes porciones del cuerpo (ver Anexo 1), Longitud Cefálica (L. C.), Longitud del Tronco (L. Tr.), Longitud Caudal (L. Ca.) y Longitud Total (L. To.), también se muestra el promedio, desviación estándar y el intervalo de confianza del 95%.

No. de espécimen	Longitud Cefálica		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	20	20	0
2	21.9	19.5	10.95
3	19.1	17	10.99
4	16	15.5	3.12
5	16	14	12.5
6	15.9	14	11.95
7	14.3	12.5	12.59
8	12	11.5	4.16
9	12.9	11.5	10.85
10	10	10	0
11	10	10	0
12	11.2	10	10.71
		$\bar{y} =$	7.32
		S =	5.35

Tabla 2. Deformación de la longitud cefálica de G1 con media de 7.32% e intervalo de confianza = 7.32% \pm 3.03%.

No. de espécimen	Longitud Cefálica		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	15.5	15.4	0.64
2	17.3	17.3	0
3	18.5	18.5	0
4	17	16.9	0.58
5	11.5	11.3	1.73
6	15.5	14.6	5.80
7	10.1	9.8	2.97
8	15	15	0
9	11	10.8	1.81
10	8.4	8.4	0
11	16.5	15.8	4.24
12	15.8	14.8	6.33
		$\bar{y} =$	2.01
		S =	2.31

Tabla 3. Deformación de la longitud cefálica de GC con media de 2.01% e intervalo de confianza = 2.01% \pm 1.31%.

No. de espécimen	Longitud del Tronco		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	53	49.5	6.60
2	51	47.5	6.86
3	48.5	47.5	2.06
4	43.5	39.5	9.19
5	43.5	39	10.34
6	39	37.5	3.85
7	39.7	36	9.32
8	30.5	28.5	6.56
9	28.2	26.5	6.03
10	23.8	22.5	5.46
11	23	21.5	6.52
12	22.5	21	6.67
		$\bar{y} =$	6.62
		S =	2.30

Tabla 4. Deformación de la longitud del tronco de G1 con media de 6.62% e intervalo de confianza = $6.62\% \pm 1.30\%$.

No. de espécimen	Longitud del Tronco		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	42.5	41.3	2.82
2	46.8	46.2	1.28
3	55	54.9	0.18
4	44	43.9	0.23
5	25.2	24.9	1.19
6	44	43.3	1.59
7	34.5	34.2	0.87
8	39.2	39	0.51
9	21.5	21.2	1.40
10	16.9	16.7	1.18
11	49	48.8	0.41
12	42	41.2	1.90
		$\bar{y} =$	1.13
		S =	0.77

Tabla 5. Deformación de la longitud del tronco de GC con media de 1.13% e intervalo de confianza = $1.13\% \pm 0.43\%$.

No. de espécimen	Longitud Caudal		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	79.6	73.5	7.66
2	69.3	64	7.65
3	58	57.5	0.86
4	54	49.5	8.33
5	53.1	49	7.72
6	53.1	49	7.72
7	46	43.5	5.43
8	47.1	43.5	7.64
9	40	38.5	3.75
10	41.1	38	7.54
11	37	36.5	1.35
12	35	35	0
		$\bar{y} =$	5.47
		S =	3.13

Tabla 6. Deformación de la longitud caudal de G1 con media de 5.47% e intervalo de confianza = $5.47\% \pm 1.77\%$.

No. de espécimen	Longitud Caudal		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	64.7	64.6	0.15
2	63.5	63	0.79
3	96.5	96.3	0.21
4	50	50	0
5	43.3	43	0.69
6	54	53.3	1.30
7	54.5	54.4	0.18
8	51.3	51.2	0.19
9	36	35.5	1.39
10	16.2	16.2	0
11	72	71.9	0.14
12	44.5	44.3	0.45
		$\bar{y} =$	0.46
		S =	0.48

Tabla 7. Deformación de la longitud caudal de GC con media de 0.46% e intervalo de confianza = $0.46\% \pm 0.27\%$.

No. de especímen	Longitud Total		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	136.3	130.5	4.25
2	127	125.5	1.18
3	134.6	116.5	13.45
4	123.5	116.5	5.67
5	112	109	2.68
6	109.7	98	10.66
7	99.4	89	10.46
8	95.6	88.5	7.43
9	87.1	81.5	6.43
10	76.1	69.5	8.67
11	70	69	1.43
12	67.5	66	2.22
		$\bar{y} =$	6.21
		S =	4.03

Tabla 8. Deformación de la longitud total de G1 con media de 6.21% e intervalo de confianza = $6.21\% \pm 2.28\%$.

No. de especímen	Longitud Total		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	122.7	121.3	1.14
2	127.6	126.5	0.86
3	170	169.8	0.12
4	111	110.8	0.18
5	80	79.2	1
6	114.5	111.2	2.88
7	99.1	98.4	0.71
8	105.5	105.2	0.28
9	68.5	67.5	1.46
10	42.8	41.3	3.50
11	137.5	136.5	0.73
12	14.8	14.6	1.35
		$\bar{y} =$	1.18
		S =	1.04

Tabla 9. Deformación de la longitud total de GC con media de 1.18% e intervalo de confianza = $1.18\% \pm 0.59\%$.

VI. 1. 2. Los especímenes de *Eretmochelys imbricata* utilizados en este trabajo tuvieron la Longitud inicial (L. i.) y Longitud final (L. f.) mostradas en las tablas de la 10 a la 13 en las diferentes porciones del cuerpo (ver Anexo 2), Longitud Cefálica (L. C.), Longitud del Tronco (L. Tr.), Ancho de Tronco (A. Tr.) y Longitud Total (L. To.), también se muestra el promedio, desviación estándar y el intervalo de confianza del 95%.

No. de especímen	Longitud Cefálica		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	29.5	29.5	0
2	27.1	27.1	0
3	29.6	29.2	1.35
4	25.7	25.6	0.39
5	29.9	27.3	8.69
6	26.9	25.8	4.09
7	25.9	25.6	1.16
8	27.3	27	1.10
9	29.4	29.2	0.68
10	26.8	24.6	8.21
11	25.7	24.4	5.06
12	24.4	22.1	9.42
13	26.5	26.5	0
		$\bar{y} =$	3.09
		S =	3.59

Tabla 10. Deformación de la longitud cefálica de G1* con media de 3.09% e intervalo de confianza = 3.09% \pm 1.95%.

No. de especímen	Longitud Troncal		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	33.7	33.7	0
2	35.5	34.5	2.82
3	27.3	27.3	0
4	26.6	26.5	0.37
5	34.3	34	0.87
6	31.2	30.9	0.96
7	30.2	30	0.66
8	29.5	29.3	0.68
9	34.6	33.7	2.60
10	30.5	28.2	7.54
11	28.9	28.9	0
12	31.6	30	5.06
13	26.9	26.9	0
		$\bar{y} =$	1.66
		S =	2.31

Tabla 11. Deformación de la longitud troncal de G1* con media de 1.66% e intervalo de confianza = 1.66% \pm 1.26%.

No. de especímen	Ancho del Tronco		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	43.6	43.5	0.23
2	41.2	39.2	4.85
3	36.5	35.3	3.28
4	30.8	30	2.60
5	37.3	36.7	1.61
6	42	40.6	3.33
7	41.9	39.4	5.97
8	33.9	33.3	1.77
9	39.5	39.2	0.76
10	39.1	37.9	3.07
11	37.6	36.7	2.40
12	39.1	38.2	2.30
	34.1	33.3	2.35
		$\bar{y} =$	2.65
		S =	1.54

Tabla 12. Deformación del ancho del tronco de G1* con media de 2.65% e intervalo de confianza = $2.65\% \pm 0.84\%$.

No. de especímen	Longitud Total		% deformación
	L. i. (mm)	L. f. (mm)	
1	63.2	63.2	0
2	62.6	61.6	1.60
3	56.9	56.5	0.70
4	52.3	52.1	0.38
5	64.2	61.3	4.51
6	58.1	56.7	2.41
7	56.1	55.6	0.89
8	56.8	56.3	0.88
9	64	62.9	1.72
10	57.3	52.8	7.85
11	54.6	53.3	2.01
12	56	52.1	6.96
	53.4	53.4	0
		$\bar{y} =$	2.30
		S =	2.57

Tabla 13. Deformación de la longitud total de G1* con media de 2.30% e intervalo de confianza = $2.30\% \pm 1.40\%$.

VI. 1. 3. Resultados del Análisis de varianza (ANOVA) bifactorial.

VI. 1. 3. 1. Del análisis de datos de *S. grammicus*, se obtuvieron las siguientes tablas:

Tabla ANOVA

	S. C.	G. I.	C. M.	F	p
"Medida"	35.013	3	11.671	1.3892	0.251393
"Grupo"	651.511	1	651.511	77.5515	0.0000001
"Medida"*"Grupo"	0.966	3	0.322	0.0383	0.989908
Error	739.289	88	8.401		

S. C. = Suma de Cuadrados G. I. =Grados de libertad C. M. = Cuadrado Medio

F = "F" de Fisher p = probabilidad observada.

Prueba de Tukey

	Grupo	GC 1.1948*	G1 6.4050*
1	GC		0.000113
2	G1	0.000113	

* Promedio por grupo

VI. 1. 3. 2. Del análisis de datos de *E. imbricata*, se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla ANOVA

	S. C.	G. I.	C. M.	F	p
"Medida"	14.1408	3	4.7136	0.69460	0.559880
Error	325.7329	48	6.7861		

S. C. = Suma de Cuadrados G. I. =Grados de libertad C. M. = Cuadrado Medio

F = "F" de Fisher p = probabilidad observada.

VI. 1. 3. 3. Del análisis de datos de *S. grammicus* contra *E. imbricata*, se obtuvieron las siguientes tablas:

Tabla ANOVA

	S. C.	G. I.	C. M.	F	p
"Medida"	34.218	3	11.406	1.4565	0.229249
"Grupo"	715.682	2	357.841	45.6952	0.0000001
"Medida"*"Grupo"	16.487	6	2.748	0.3509	0.908363
Error	1065.022	136	7.831		

S. C. = Suma de Cuadrados G. I. =Grados de libertad C. M. = Cuadrado Medio

F = "F" de Fisher p = probabilidad observada.

Prueba de Tukey

	Grupo	GC 1.1948*	G1 6.4050*	G1* 2.4602*
1	GC		0.000022	0.073152
2	G1	0.000022		0.000022
3	G1*	0.073152	0.000022	

* Promedio por grupo

VI. 2. Cambio de color y forma.

VI. 2. 1. En las lagartijas de la especie *S. grammicus*, se realizó una evaluación cualitativa del cambio de coloración, tanto de la vista dorsal (Fotografías 10 y 11) como la vista ventral (Fotografías 12 y 13) comparando los organismos plastinados y vivos, obteniendo para ambas vistas:

Los especímenes vivos (Fotografías 10 y 12) muestran colores vistosos y patrones de coloración perfectamente marcados, también se observa la forma extendida del abdomen, además de observarse las garras extendidas y la textura rugosa de las escamas.

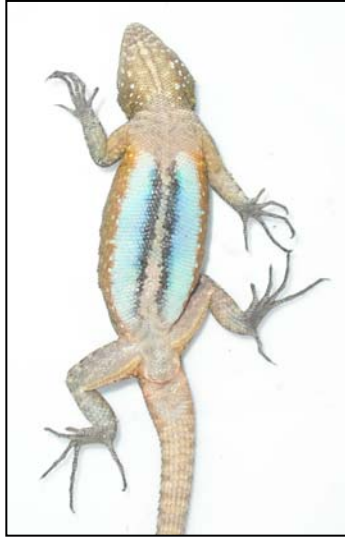
Los especímenes plastinados (Fotografías 11 y 13) muestran la pérdida de la coloración de las escamas epidérmicas y la disminución del volumen de la cavidad abdominal, además de la retracción de las garras, aunque la textura rugosa de las escamas corporales se mantiene.



Fotografía 10. Vista dorsal de espécimen vivo de *S. grammicus*.



Fotografía 11. Vista dorsal de espécimen plastinado de *S. grammicus*.



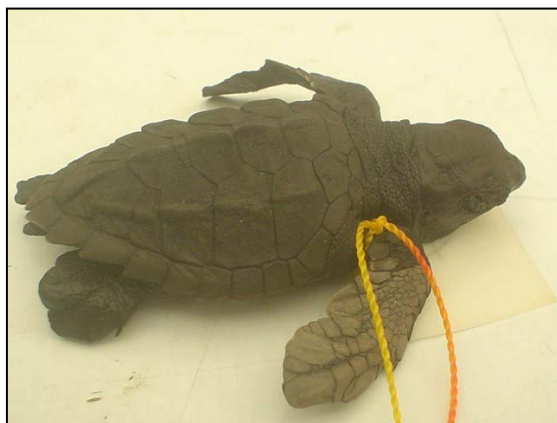
Fotografía 12. Vista ventral de espécimen vivo de *S. grammicus*.



Fotografía 13. Vista ventral de espécimen plastinado de *S. grammicus*.

VI. 2. 2. Los especímenes fijados en alcohol de *Eretmochelys imbricata* (Fotografías 14 y 16) presentan un color oscuro, característico de la especie, además de flexibilidad corporal.

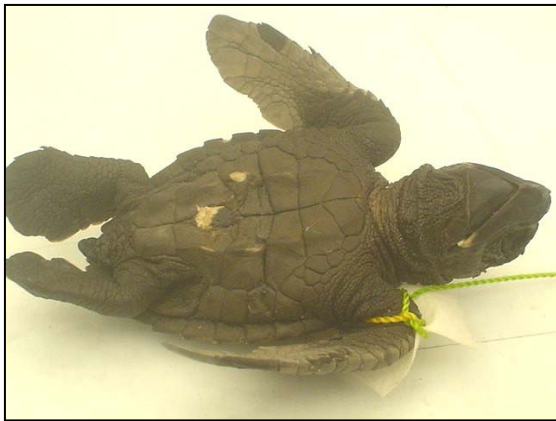
Los especímenes plastinados de *E. imbricata* (Fotografías 15 y 17), presentaron muy poco cambio de tonalidad, manteniendo la coloración natural oscura en todo el cuerpo, cabe destacar que no hubo, en la inspección visual, deformaciones morfológicas observables.



Fotografía 14. Vista dorsal de espécimen fresco de *E. imbricata*, con un color verde oscuro, característico de la especie.



Fotografía 15. Vista dorsal de espécimen plastinado de *E. imbricata*.



Fotografía 16. Vista ventral de espécimen de *E. imbricata* recién sacrificado.

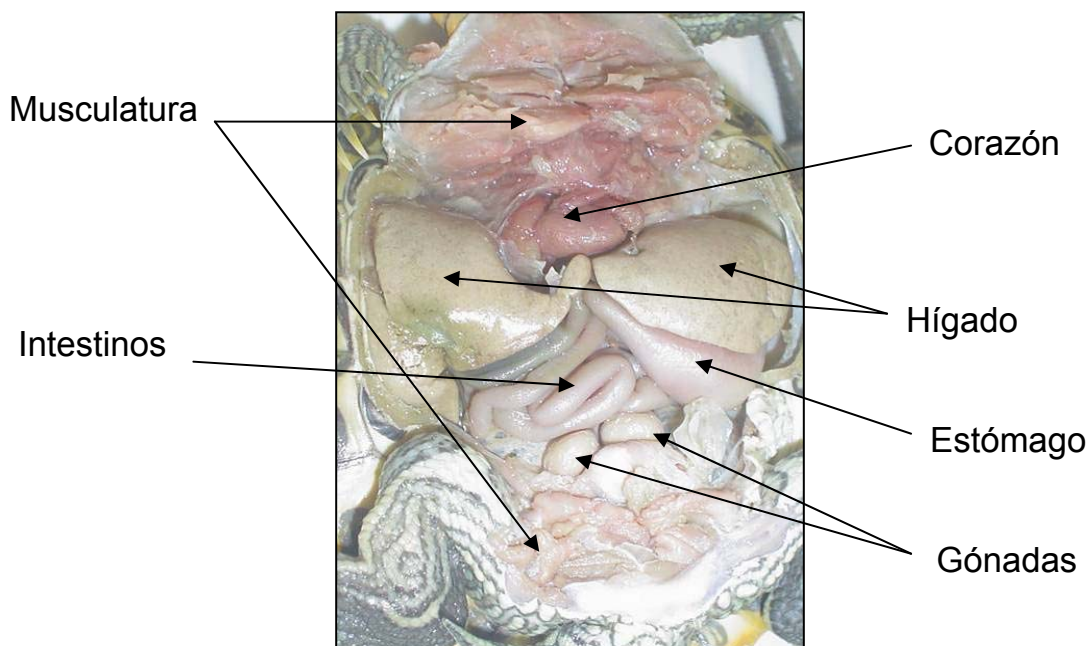


Fotografía 17. Vista ventral de espécimen plastinado de *E. imbricata*.

VI. 3 Material didáctico y para museografía.

VI. 3. 1. Órganos internos.

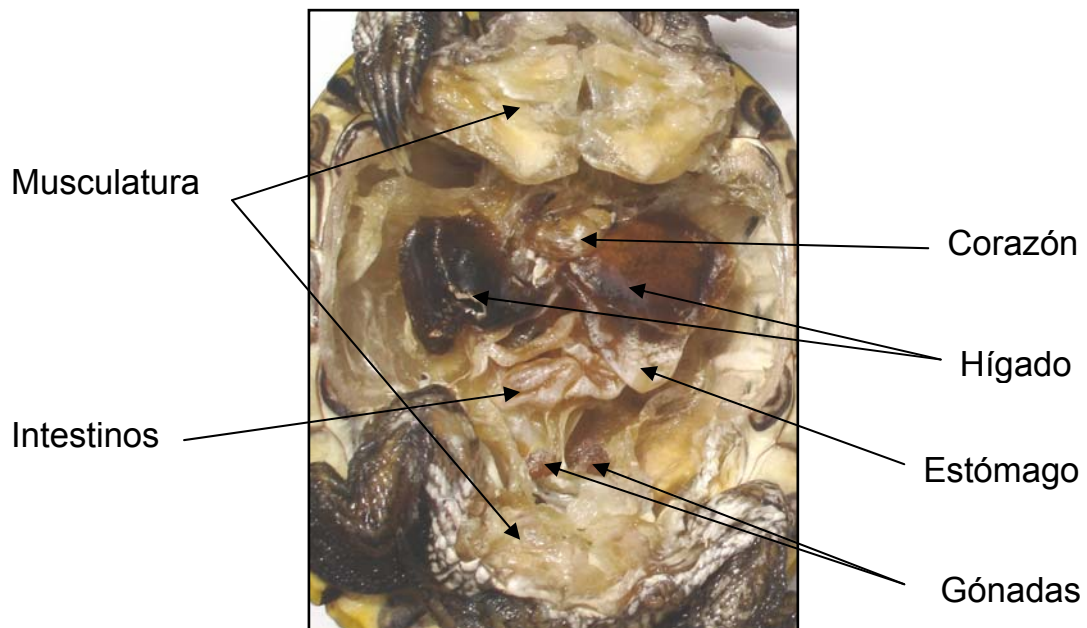
Se muestra la forma y coloración de la musculatura, los órganos y sistemas de espécimen de *T. scripta* recién descongelado (Fotografía 16), la coloración depende de la composición celular, la cual se asocia a la función que poseen, por ejemplo, los órganos con coloración rojiza como los músculos poseen gran cantidad de mioglobina o vasos sanguíneos, esto es muy notorio en el corazón y el hígado.



Fotografía 18. Diseción de espécimen de tortuga *Trachemis scripta* recién descongelado.

En la fotografía 19 se muestra la deformación de los órganos internos de espécimen plastinado de *T. scripta*, la musculatura toma una coloración amarillenta traslúcida, además de disminución en su volumen, los órganos huecos (estómago e intestinos), toman una coloración amarillenta y se colapsan totalmente, perdiendo la forma.

Los órganos como el corazón, hígado y gónadas se vuelven más oscuros y disminuyen su tamaño, aunque se mantiene su forma básica.



Fotografía 19. Disección de espécimen plastinado de tortuga *T. scripta*.

El corazón de serpiente *Drymarchon corais* fijado en formol al 4% presenta una coloración café claro, además de observarse bien el origen de las aortas y presentó una textura suave al tacto, también se observa una membrana con color café más claro y traslúcido, la cual corresponde al pericardio (Fotografía 20).

El corazón plastinado de *D. corais* se oscurece y se distingue bien el origen de las aortas, además se endureció totalmente y la membrana pericárdica que lo recubre, toma un color amarillo claro (Fotografía 21).



Fotografía 20. Corazón completo de serpiente *D. corais* fijado con formol al 4%.



Fotografía 21. Corazón plastinado de serpiente *D. corais*.

VI. 3. 2. Organismos completos.

En la fotografía 22 se muestra un espécimen completo de *Chamaeleo calyptratus*, con la coloración *postmortem*. En el espécimen plastinado, además se acomodaron las extremidades, la porción caudal y el cuerpo en posición de acuerdo a sus movimientos naturales (Fotografía 23) y su representación, dentro de un diorama, de un posible hábitat natural (Fotografía 24).



Fotografía 22. Especimen de *Chamaeleo calyptratus* fijado en formol, el cual muestra diferentes tonalidades de color.



Fotografía 23. El montaje del espécimen de *Chamaeleo calyptratus*, se realizó utilizando palillos de madera y alambre para sujetar las extremidades y la cola, tratando de representar una postura natural.

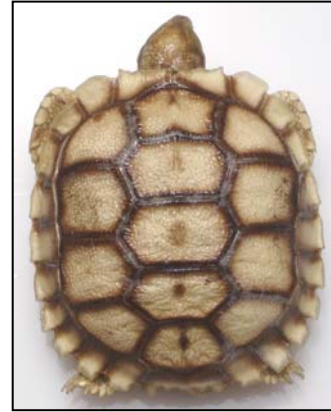


Fotografía 24. Montaje de espécimen plastinado de *C. calyptratus* para material de museografía.

En el espécimen vivo de tortuga *Geochelone sulcata* (Fotografía 25), se observa su coloración café clara en el caparazón con diferentes tonalidades, de la misma manera, el espécimen plastinado (Fotografía 26), muestra el mismo patrón de coloración, sin ninguna alteración notable, ni en color ni en textura.



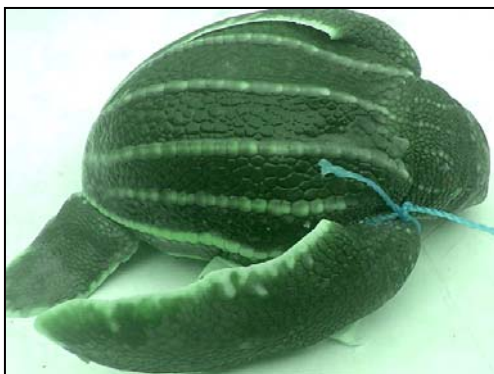
Fotografía 25. Vista dorsal de espécimen vivo de *Geochelone sulcata*, mostrando el patrón de coloración.



Fotografía 26. Especimen plastinado de tortuga *G. sulcata* para museografía.

El espécimen fijado en alcohol de *Dermochelys coriacea* (Fotografía 27) muestra una serie de franjas blancas, visibles desde la cabeza y a lo largo del cuerpo y en las orillas de las extremidades, además de una textura corporal rugosa.

En el espécimen plastinado de *D. coriacea* (Fotografía 28), las franjas corporales y de la cabeza disminuyen su tonalidad, no siendo el caso de las franjas de las aletas, además se mantiene la textura corporal.



Fotografía 27. Especimen fijado en alcohol de tortuga marina *D. coriacea*.



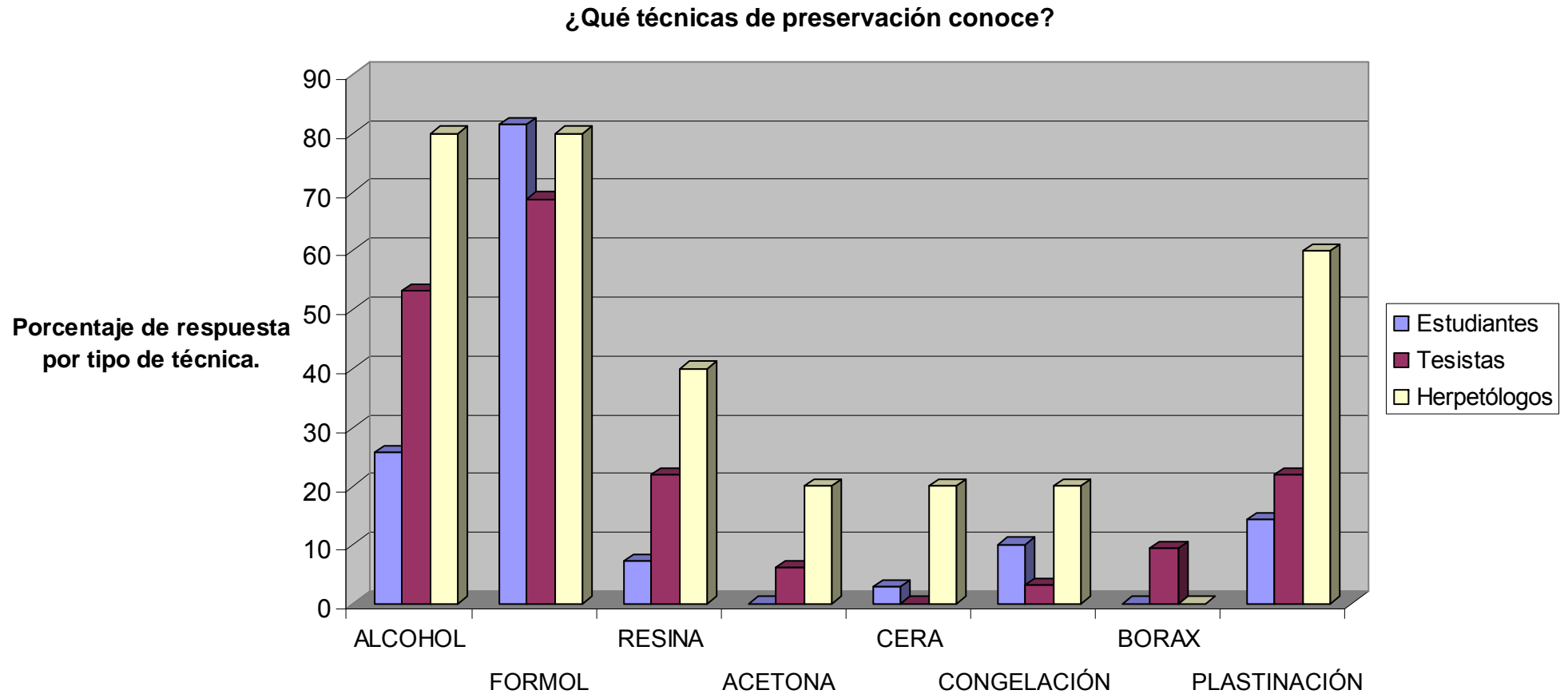
Fotografía 28. Especimen plastinado de *D. coriacea*.

En la tabla 14 se muestra la comparación de las características observadas en los especímenes plastinados (G1 y G1*) y en los especímenes fijados en alcohol al 40% (GC).

Plastinación.	Alcohol al 40%.
Color: la coloración externa se oscurece, perdiéndose los patrones de color; los órganos se oscurecen en diferentes tonalidades, la musculatura se torna traslucida.	Color: se distinguen los patrones de coloración externa, pero disminuye la intensidad del color.
Deformación: disminución de tamaño en especímenes completos y órganos, colapso de los órganos huecos.	Deformación: la manipulación continua, deteriora las piezas fijadas por este medio.
Rigidez: todos los órganos y especímenes se endurecieron, haciendo que las extremidades como las garras y la cola (en lagartijas) y las aletas (en tortugas marinas), sean quebradizas, cuando no se manipulan apropiadamente.	Rigidez: los especímenes u órganos fijados con alcohol conservan flexibilidad.
Los solventes utilizados son tóxicos, volátiles, liberan fluidos, pero el tiempo de uso es muy corto.	Los solventes utilizados son tóxicos, volátiles, liberan fluidos y tienen que renovarse continuamente.
Están secos y pueden manejarse sin guantes.	Están húmedos y es necesario el uso de equipo adecuado.
Pueden almacenarse con facilidad en bolsas de plástico, cuando no estén en uso.	Es necesario un almacenaje adecuado cuando no se encuentran en uso.
Su costo es bajo y no se tiene que dar mantenimiento.	Su costo es bajo, pero se tienen que renovar los solventes continuamente.

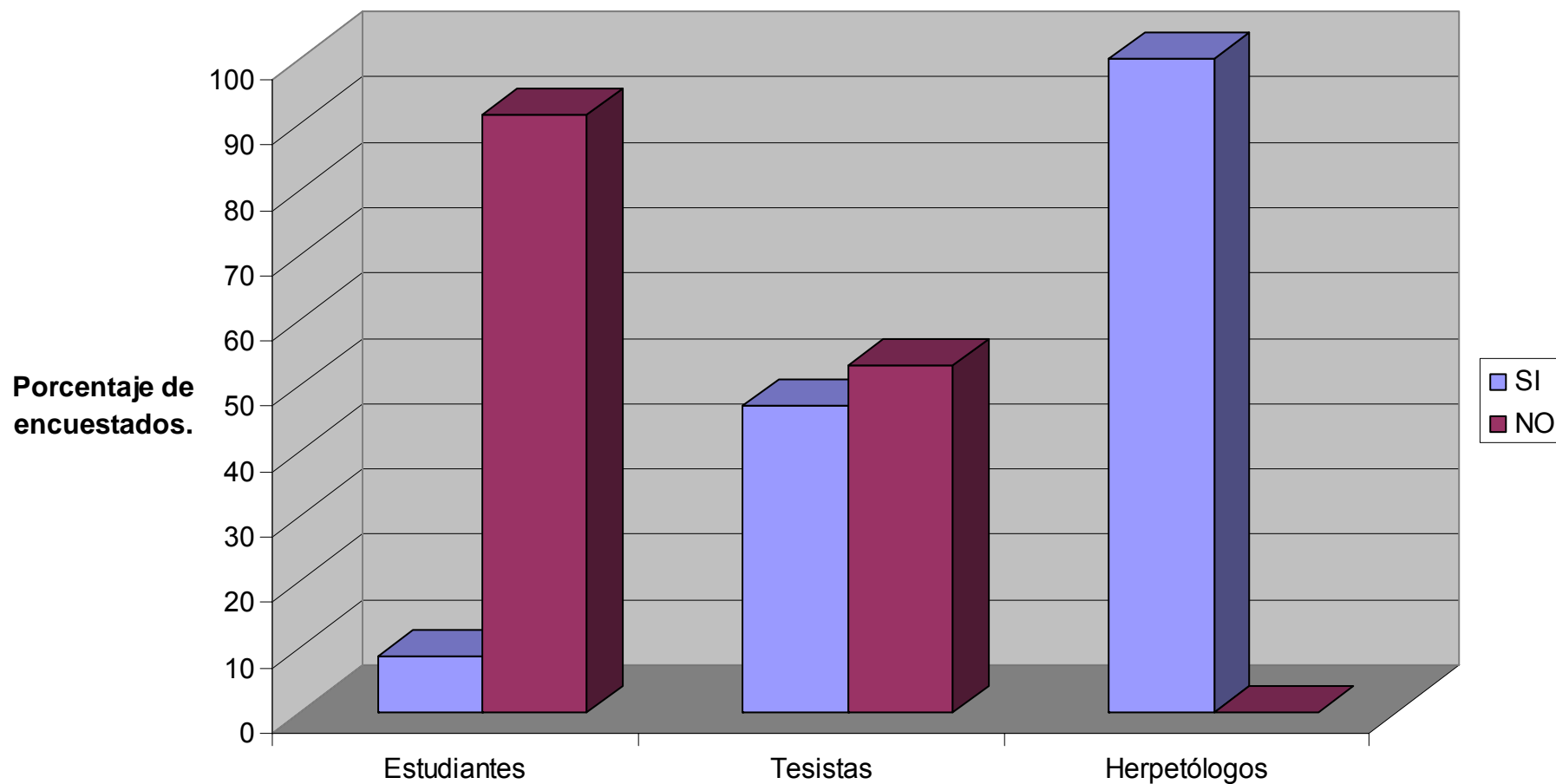
Tabla 14. Características de los especímenes plastinados y fijados en formol al 40%.

VI. 4. Resultado de las encuestas: Los resultados obtenidos al clasificar las preguntas en base al tipo de respuesta más frecuente, se muestran de la Gráfica 1 a la 7.



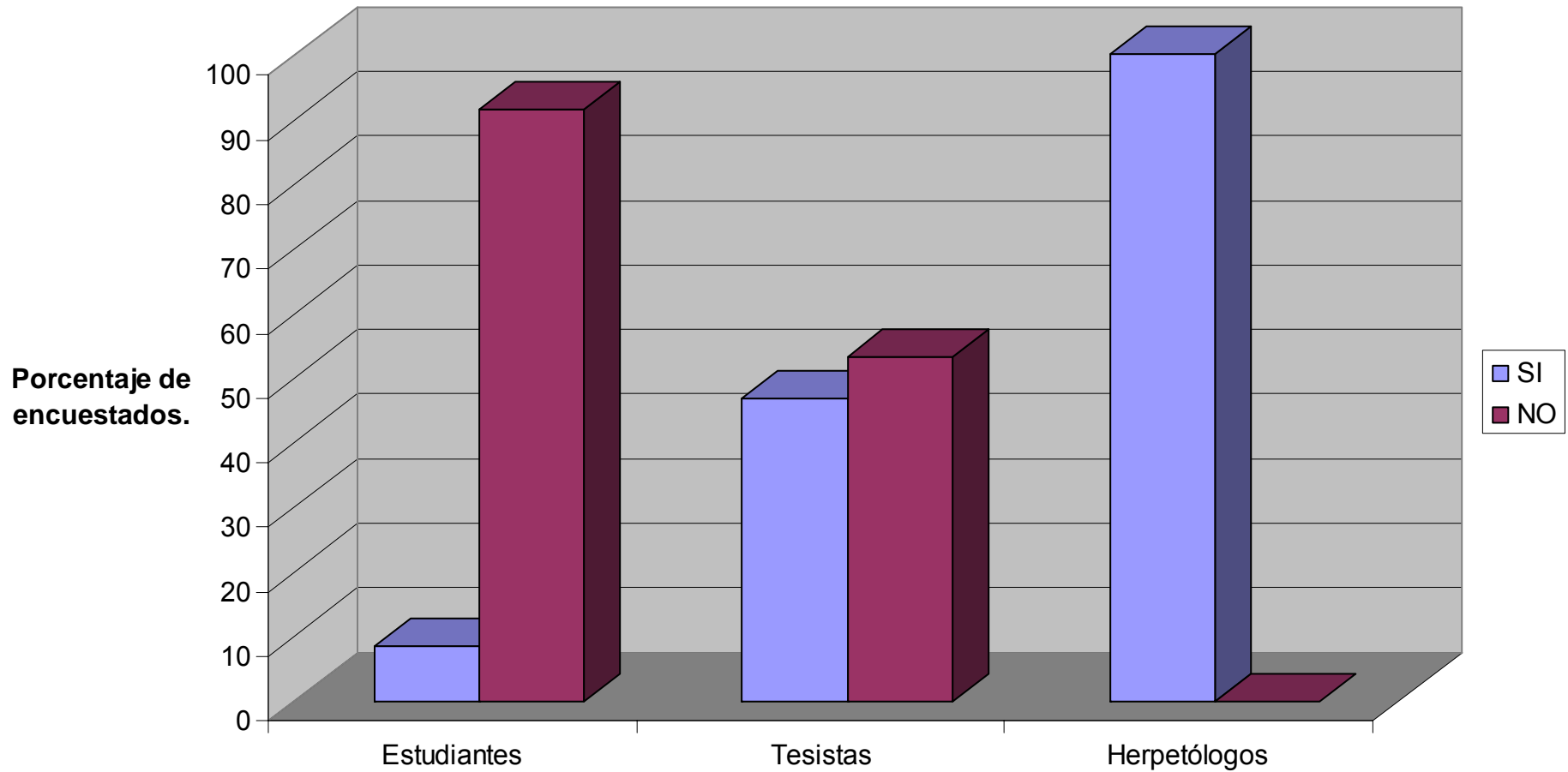
Gráfica 1. En este gráfico se muestran las principales técnicas conocidas por los encuestados en las que destacan para los estudiantes, la fijación en formol y alcohol y el menor porcentaje, el uso del bórax y la acetona; los tesistas conocen principalmente la fijación en formol y alcohol y el menor porcentaje, la preservación con cera y congelación; todos los especialistas conocen la plastinación y la fijación por alcohol y formol, de igual forma, ningún especialista mencionó la preservación por bórax.

¿Conoce la plastinación?



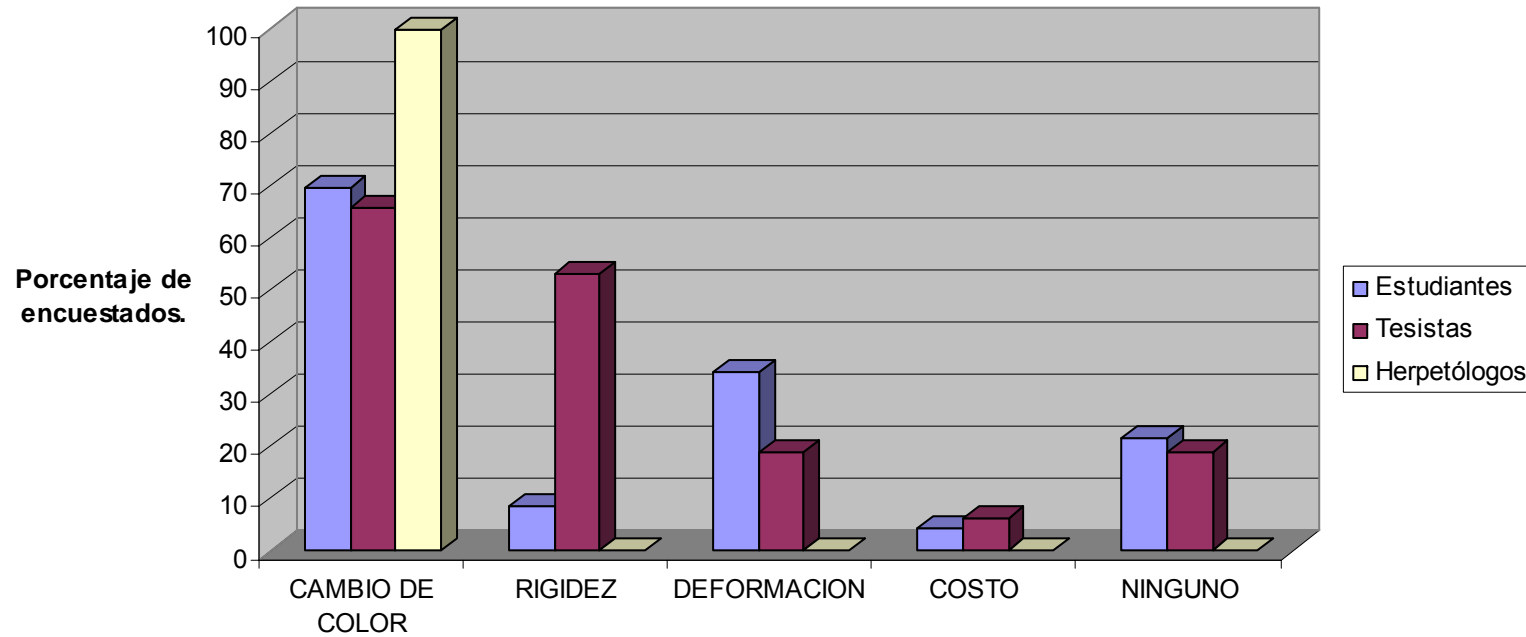
Gráfica 2. En este gráfico se muestra que la mayoría de los estudiantes no conocen la plastinación; en el caso de los tesistas, el porcentaje de conocimiento y desconocimiento de la técnica de plastinación es similar, para los especialistas es una técnica conocida y en algunos casos utilizada.

¿Conoce las ventajas de la plastinación?



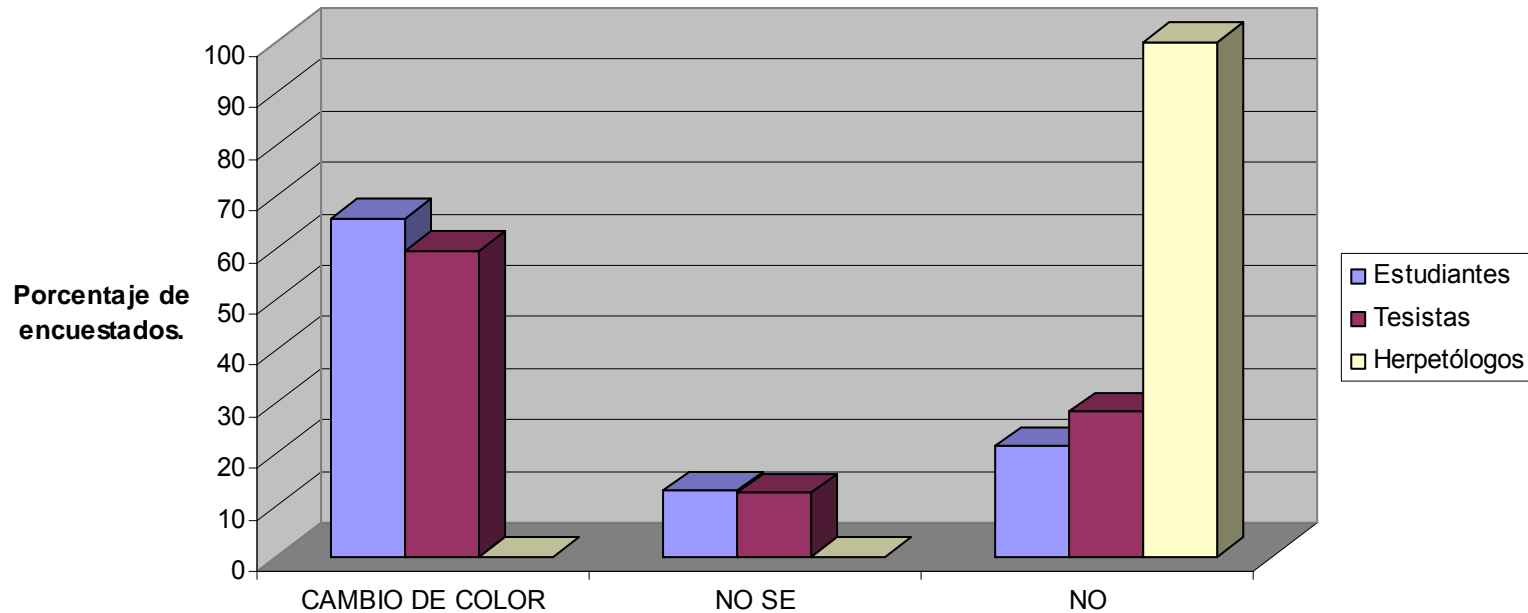
Gráfica 3. En este gráfico se observa que las ventajas de la plastinación son conocidas por todos los especialistas, más del 50% de los tesistas las desconocen y alrededor del 90% de los estudiantes las desconocen.

¿Cuáles serían los inconvenientes o desventajas que observa en la plastinación?



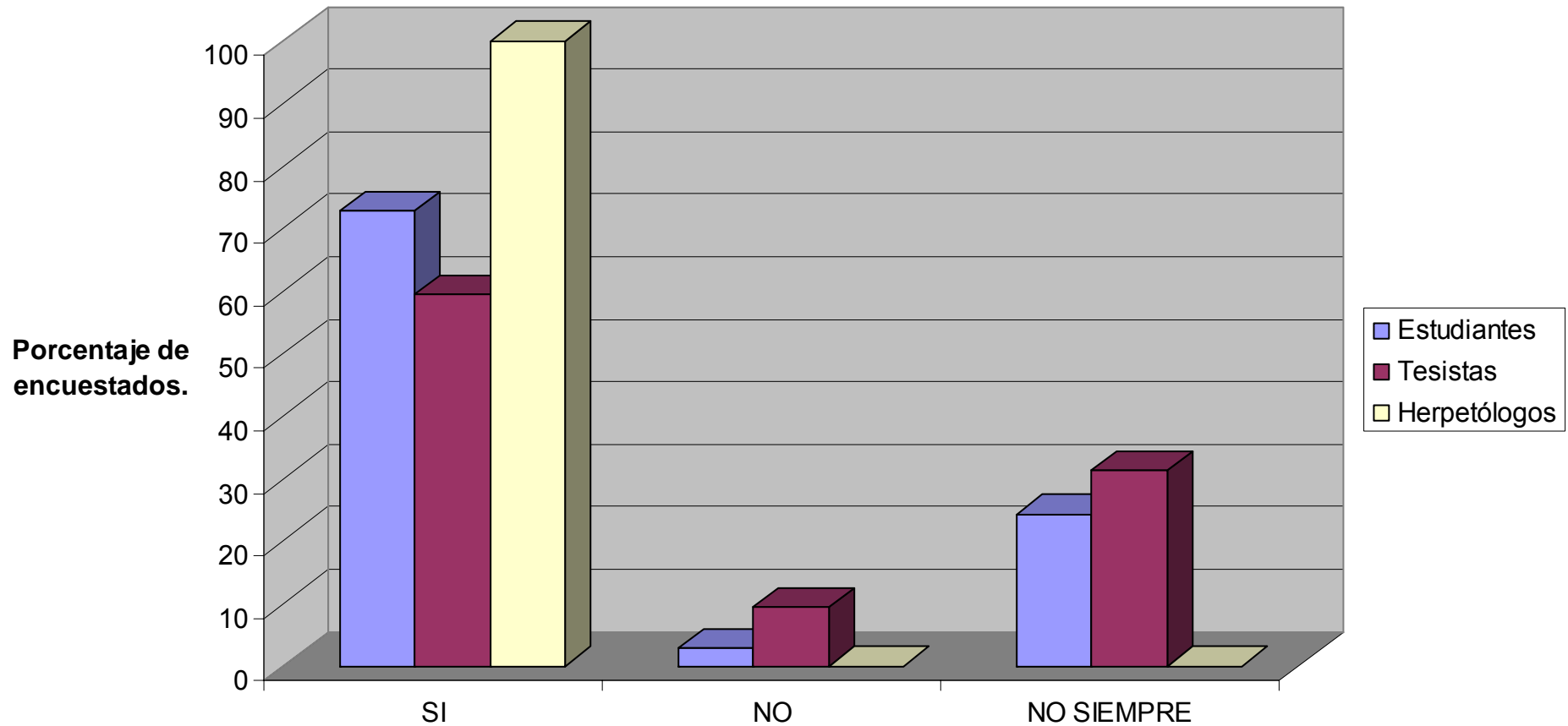
Gráfica 4. En este gráfico se muestra que la principal desventaja para los estudiantes es el cambio de color, seguido por la deformación de los órganos y en menor grado el costo de la técnica, los tesistas opinan que el cambio de color y la rigidez, son desventajas muy importantes, los especialistas opinan que el cambio de coloración es la única desventaja que presenta la técnica.

¿Los especímenes plastinados mostrados tienen algún inconveniente en el proceso de identificación taxonómica?



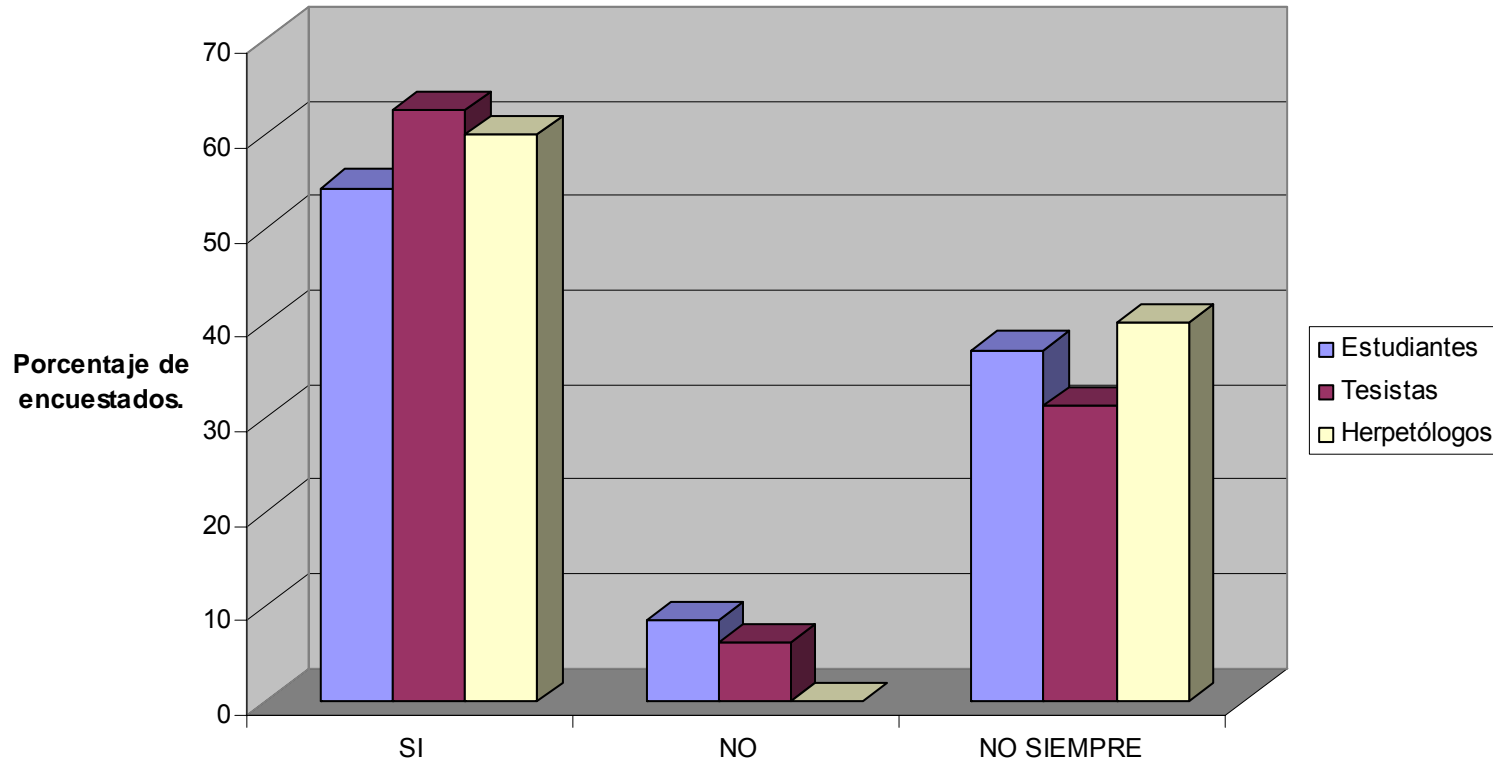
Gráfica 5. En este gráfico se muestra que para la mayoría de los estudiantes, el cambio de color es el principal inconveniente en la identificación taxonómica, aunque algunos opinan que la plastinación no tiene inconveniente en dicho proceso, para los tesistas, el cambio de color también es un inconveniente, aunque los especialistas no encuentran inconvenientes en la plastinación ya que opinan que para la identificación se utiliza la localización de algunas escamas.

¿Cree que la plastinación es una alternativa viable en el estudio de los reptiles?



Gráfica 6. En este gráfico se muestra que la mayoría de los estudiantes opina que la plastinación sería una buena alternativa en el estudio de los reptiles, la mayoría de los tesistas creen que esta técnica es una alternativa viable para el estudio de los reptiles, aunque no siempre lo harían, los especialistas en su totalidad, ven a la plastinación como una técnica prometedora para el estudio de los reptiles.

¿Recomendaría la plastinación por sobre otras técnicas de preservación?



Gráfica 7. En el gráfico se muestra que la mayoría de los estudiantes si recomendaría la plastinación por sobre otras técnicas, aunque no siempre lo harían, alrededor del 50% de los tesistas, opina que recomendaría la plastinación, pero una cantidad importante, opina que no la recomendaría del todo, los especialistas tiene una opinión dividida, ya que no descartan la recomendación de la técnica por sobre otras, aunque no siempre lo harían.

VII.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

VII. 1 Deformación de las medidas.

En general, los especímenes plastinados presentaron mayor deformación que el grupo control en todas sus porciones, de la forma siguiente:

- ❖ El grupo experimental (G1) de *S. grammicus* presentó el mayor porcentaje de deformación, la cual es significativa ($p < 0.0000001$), siendo la cabeza el área con mayor porcentaje, con una media de 7.32% y desviación estándar = 5.35%, seguida por el tronco ($\bar{y} = 6.62\%$ y $S = 2.30\%$) y la región caudal ($\bar{y} = 5.47\%$ y $S = 3.13\%$), la diferencia entre las otras porciones corporales no resultan significativas ($p < 0.251393$).
- ❖ El grupo control (GC) presentó menor deformación, la cual es significativa ($p < 0.0000001$), en todas sus partes, siendo la longitud cefálica la de mayor porcentaje, con una media = 2.01% y $S = 2.32\%$, seguido por el tronco ($\bar{y} = 1.13\%$ con una $S = 0.77\%$) y la región caudal ($\bar{y} = 0.46\%$ y $S = 0.48\%$), la diferencia entre las otras porciones corporales no resultan significativas ($p < 0.251393$).
- ❖ El grupo de tortugas (G1*) *E. imbricata* presentó en la longitud cefálica (L. C.) una desviación estándar = 3.59% y media = 3.09%, seguido por el A. tr. con $S = 1.54\%$ y media = 2.65%, la longitud del tronco presentó una $\bar{y} = 2.65\%$ y $S = 2.31\%$, pero la diferencia entre las medidas resultó no significativa ($p < 0.559880$).

A pesar de que el patrón de deformación presentado en todos los grupos, se deba posiblemente al tipo de tejido combinado con la deshidratación que ocasionó el tratamiento al que fue sometido, ya que en los grupos experimentales (G1 y G1*) existe una deshidratación completa por parte de la acetona.

El análisis de varianza bifactorial, demostró que:

- ❖ Sí existe diferencia significativa entre los grupos G1 y GC.

- ❖ No existe diferencia significativa en las deformaciones de los especímenes de los grupos GC, G1 y G1*.
- ❖ Sí existe diferencia significativa entre los grupos de lagartijas (GC y G1) *S. grammicus* y de tortugas marinas *E. imbricata* (G1*).
- ❖ No existe diferencia significativa entre los grupos GC y G1*, pero sí existe diferencia significativa con el G1.

Por lo que se puede afirmar que, el porcentaje de deformación provocado por la plastinación es significativo solamente en el G1, se debe tomar en cuenta que este se detiene al término de la plastinación, mientras que en el grupo control, la deformación continua con la manipulación a la que se somete, hasta que pierde totalmente la forma del órgano u organismo, según lo demostró Ortiz-Barrera (2006).

VII. 2. Material didáctico y para museografía.

Los especímenes que mostraron menor variación de la coloración cutánea fueron los que antes del tratamiento se encontraban en congelación, esto posiblemente es debido a que la congelación disminuyó la reacción de el alcohol y el formol, que poseen un efecto de diluir los pigmentos de los cromatóforos.

Con respecto a la morfología, cabe señalar que:

- ❖ El espécimen de *T. scripta* (Fotografía 19) presentó una disminución muy evidente en el tamaño de los órganos y un cambio en la coloración de estos, diferenciándose tonalidades mas oscuras en mayor y menor grado en los diferentes órganos, presentando además rigidez en todo el cuerpo del espécimen.

Particularmente en el caso de los órganos del aparato digestivo (estómago e intestinos) se observa una deformación excesiva, ya que estos son órganos huecos, para evitar que estos se colapsen, podrían ser rellenados con algodón o poliuretano, proceso conocido como insuflado.

El hígado disminuyó su tamaño, pero mantuvo su forma, aunque se oscureció totalmente, debido a los pigmentos sanguíneos.

El corazón disminuyó su tamaño y se oscureció, debido posiblemente a sus altas concentraciones de mioglobina, pero ya que este es un órgano hueco, en trabajos posteriores, podría insuflarse.

A pesar de que las características de los especímenes obtenidos no son las naturales, estos pueden tener gran utilidad en el área de anatomía, ya que se pueden utilizar como material didáctico demostrativo, con la finalidad de que los estudiantes conozcan la distribución espacial y relaciones topográficas de los diferentes órganos y sistemas de acuerdo a las adaptaciones particulares de cada grupo.

- ❖ El corazón de serpiente *Drimarchon corais* (Fotografía 21) presentó un obscurecimiento y rigidez total, ya que solo se plastinó un corazón, se sugiere realizar más trabajos con algunas variantes, como insuflado y disección, mostrando la anatomía del corazón, comparándose con el corazón de cocodrilianos, ya que en el grupo de los reptiles se encuentran los corazones tricavitarios y tetracavitarios, también sería de mucha utilidad la realización de un trabajo comparativo de estos con corazones plastinados de diferentes grupos, como lo propuesto por Gersenowies y González (1993) y así probar su viabilidad.
- ❖ Los especímenes de *Chamaeleo calyptratus* (Fotografías 23 y 24) no presentó variación de color por el proceso de plastinación, aunque al momento de ser montado para museografía, este podría retocarse para simular la coloración de un espécimen vivo.
- ❖ El espécimen de *Geochelone sulcata* (Fotografía 26) no presentó cambio en el patrón de coloración visible, de igual forma, presenta flexibilidad en el caparazón, a pesar de esto, la rigidez cadavérica impidió que las extremidades se pudieran colocar de manera natural, por lo que se recomienda, que al momento de la muerte de los especímenes, se coloquen las extremidades y el cuerpo en posición anatómica o conductual correcta, de acuerdo a la finalidad del estudio u objetivo al que sea destinado.

- ❖ El espécimen de *Dermochelys coriacea* (Fotografía 28), no presentó cambio en el patrón de coloración, ni en la textura corporal, este tipo de organismos pueden ser utilizados con diferentes fines, dependiendo del tipo de estudio y objetivo que tenga este.

VII. 3. Análisis de encuestas.

Los cuestionarios aplicados arrojaron los siguientes datos cualitativos:

- ❖ Sobre la pregunta de qué técnicas de preservación conoce, la vía húmeda es la más conocida por la mayoría las persona encuestadas, de las que destacan la fijación con formaldehído, estudiantes 26%, tesisistas 53% y especialistas 100%, la fijación con alcohol, estudiantes 81.5%, tesisistas 69% y especialistas 100%, pero también se mencionan la preservación por vía seca, sin especificar cuales.
- ❖ Sobre el conocimiento de la técnica de plastinación, todos los especialistas la conocen, el 53% de los tesisistas y solo el 9% de los estudiantes.
- ❖ Las ventajas de la plastinación son conocidas por todos los especialistas, el 53% de los tesisistas conocen las ventajas de esta técnica y el 9% de los estudiantes que conoce la plastinación, también conoce sus ventajas.
- ❖ Las desventajas conocidas de la técnica de plastinación fueron el cambio de color con 70% y la deformación con 34% para los estudiantes; para los tesisistas el cambio de color con 65.5% y rigidez con 53%; para los especialistas la principal desventaja con el 80%, es el cambio de color.
- ❖ Los inconvenientes que se pueden presentar en la identificación de los especímenes, según el 65% de los estudiantes, es el cambio de coloración, aunque el 21% opina que no existe inconveniente; para el 65% de los tesisistas, el cambio de color y para el 28% de estos no existe inconveniente; el 100% de los especialistas no encuentra inconvenientes en la plastinación para el proceso de identificación taxonómica.

- ❖ El 72% de los estudiantes considera que la plastinación es una alternativa viable en el estudio de los reptiles, aunque el 24% cree que no es del todo viable; el 59% de los tesisistas cree que es una técnica viable, pero el 31% cree que no; el 100% de los especialistas considera a la plastinación una técnica viable para el estudio de los reptiles.
- ❖ El 54% de los estudiantes recomendaría la plastinación sobre otras técnicas, aunque el 37% no lo haría del todo; los tesisistas recomendarían esta técnica sobre otras en un 62%, aunque el 31% lo haría con algunas restricciones, el 60% de los especialistas recomendaría esta técnica sin ningún problema, pero el 40% lo haría con algunas restricciones, dependiendo del objetivo del estudio.

Algunas de las características observadas en los grupos experimentales (G1 y G1*), son similares a las observadas en el Grupo GC.

Algunas de las características observadas en los especímenes de los grupos G1 y G1* son similares a las reportadas por Douglass y Glover en 2003 (Tabla 14), aunque también deben de tomarse en cuenta las desventajas que presenta esta técnica.

En el caso de la técnica utilizada en este trabajo, los costos por espécimen varían dependiendo de su tamaño, en el caso de lagartijas varían de \$25.00 a \$30.00, en el caso de los demás especímenes, varían de \$70.00 a \$100.00.

De acuerdo a estos resultados, podemos señalar que:

- a) En opinión de los especialistas, la técnica de plastinación es potencialmente adecuada tanto para la investigación básica, como para la docencia, sin embargo, esto debe ser demostrado, tanto en los laboratorios de investigación como en el aula.
- b) En opinión de los tesisistas, los especímenes plastinados son una alternativa viable para el estudio de los reptiles, ya que estos podrían disminuir su tiempo de exposición a los solventes que son utilizados en especímenes fijados por vía húmeda.

c) Para los estudiantes, la plastinación de especímenes sería de gran utilidad como apoyo didáctico, ya que mucho del material del cual se dispone ya no conserva sus características originales y no siempre se dispone de material suficiente, además de que no a todos los estudiantes les agrada el contacto con material preservado por vía húmeda.

VIII.- CONCLUSIÓN.

Con base en nuestros resultados y a su discusión, podemos concluir que:

- a) Las características presentadas por los especímenes plastinados de *S. grammicus* tiene algunas ventajas que hacen más fácil su manejo, aunque la pérdida de color puede ser un impedimento en el trabajo herpetológico en el caso de algunas lagartijas, estas ventajas pueden tener un gran potencial y ser un factor determinante en la sustitución parcial o total en el uso de otras técnicas de preservación, teniendo en cuenta que la plastinación podrían utilizarse en combinación con otras técnicas de preservación.
- b) Ya que los especímenes de tortuga marina *E. imbricata* presentan muy poca variación en el color y la forma, la plastinación tiene un gran potencial en la formación de colecciones, además de poder utilizarse en la enseñanza y en la educación ambiental.
- c) Los especímenes plastinados muestran ser de gran utilidad en el proceso de identificación taxonómica, ya que solo en algunos grupos la coloración es determinante, la plastinación de especímenes para la formación de colecciones de referencia, puede ser de gran ayuda y apoyo en la enseñanza.
- d) La plastinación de especímenes completos, órganos o disección de estos, es una alternativa viable en muchas áreas de la enseñanza, ya que se pueden utilizar como modelos y además presentan algunas características que hacen fácil la aceptación por los alumnos y por ende su manipulación por estos, además, los especímenes pueden ser utilizados, con algunas variantes, en representaciones museográficas.

En general, la plastinación es una técnica que presenta ventajas, que si se aprovechan bien, pueden hacer que los especímenes procesados por está, tengan un gran potencial en muchas áreas de investigación y estudio.

IX.- BIBLIOGRAFÍA.

1. Allchin, D. 1991. **Disecting classroom ethics**. The Science Teacher. 58(1). 44-49.
2. Balcome, J. 1997. **Studet/teacher conflict regarding animal dissection**. The American Biology Teacher, 59(1), 22-25.
3. Aufdemorte TB, Bickley HC, Krauskopf DR y Townsend FM. 1985. **An epoxy resin y silicone impregnation technique for the preservation of oral pathology teaching specimens**. Oral Surg Oral Med Oral Pathol; 59:74-76.
4. Bickley HC, Walker AN, Jackson RL y Donners RS. 1987. **Preservation of pathology specimens by silicone plastination: An innovative adjunct to pathology education**. Am J Clin Pathol; 88(2):220-223.
5. Bickley HC. 1984. **Plastination: A new technique for anatomic pathology y forensic science**. Pathology Update Series; 2(16):2-18.
6. Bickley HC, Von Hagens G y Townsend FM. 1981. **An inproved method for the preservation of teaching specimens**. Arch Pathol Lab Med; 105: 674-676.
7. Bradbury, S. A. y Hoshino, K.1987. **On improved embalming procedure for long-lasting preservation of the cadaver for anatomy study**. Acta Anat. 101;97-103.
8. Brizzi, E. De Caro R., Sgambati E., Todescan G. C. y munari P. F. 1994. **The organization of subperitoneal connective tissue in the femal pelvis**. Clin Exp. Obst. Gyn.; XXI (4) : 253-258.
9. Chanet, R. Izard, C. y Moustacchi, E. 1976. **Genetic effect of formaldehyde in yeast. In influence of ploidy y of mutations affecting radio sensitivity of its lethal effect**. Mutat. Res., 35; 29-38.
10. Chia, S., Ong, C, Foo, S. y Lee, H. 1992. **Medical students exposure to formaldehyde in a gross anatomy dissection laboratory**. Journal of American College Healt, 41, 115-119.

10. Cooper, M. H., Kventon, J. F. Y Watson, B. J. 1987. **Preservation of the dissected y surgical anatomic detail in the temporal bone human.** Am. J. Otol. 8(1); 18-22.
11. de Boer-van Huzen RT, Cornelissen CJ, y ten Donkelaar HT. 1992. **Sheet plastination of the human head.** J Int Soc Plastination; 6(1):20-24.
12. Dilollo S., et. al. 1997. **The morphology of the prostatic capsule whit particular regard to the posterosuperior region- An anatomical y clinical problem.** Surg Radiol Anat; 19(3): 143-147.
13. Douglass C y Glouver R. 2003. **Plastination: preservation technology enhaces biology teaching.** The American biology teacher. Vol 65. No. 7. pp.503 - 510.
14. Eckel, H E, Sittel C, Walgner M, Sprinzl G y Koebke J. 1993. **Plastination: a new approach to morphological research y instruction whit excised lerynges.** Ann Otol Rhinol Laryngol ; 660-665.
15. Fasel J H D. 1988. **Use of plastinated specimens in surgical education y clinical practice.** Clin. Anat. :1 : 197-207.
16. Flores-Villela O., Mendoza F. y González G. 1995. **Recopilación de claves para la determinación de Anfibios y Reptiles de México.** Publicaciones especiales del Museo de Zoología, Num. 10. Facultad de Ciencias. Dpto. Biol. UNAM. 285 pp.
17. Flores-Villela O. 1993a. **Riqueza de Anfibios y Reptiles.** Ciencias, No. Especial 7:33-42.
18. Fox, C H y Benton, C. 1987. **Formaldehyde: the fixative.** The Journal of Histotechnology, 10(3), 199-201
19. Fritsh H y Hotzinger H. 1995. **Tomografical anatomy of the pelvis, visceral pelvic conective tissue y its comportanments.** Clin. Anat.; 8:17-24.
20. Fritsh H. 1994. **Topography y subdivision of the pelvic connective tissue in human fetuses y in the adult.** Surg Radiol Anat ; 16 : 259-265.
21. Fritsh H. 1989. **Staining of the different tissue in thick epoxy resin-impregnated sections human fetuses.** Stain Technol ; 64(2) : 75-79.

22. Fritsh H. 1988. **Developmental changes in the retrorectal region of the human fetus.** Anat Embryol ; 177 :513-522.
23. García, E. 2002. **Plastinación “Arte de muerte”.** Grupo Reforma, Servicio Informativo. México.
24. Gersenowies, R J R y González I M. 1993. **Plastinación de corazón de cerdo con resina poliéster de fabricación nacional.** Laboratorio d Anatomía Animal Comparada. Coloquio de investigación. UNAM. México. pp. 81.
25. Gersenowies, R J R. 1992. **Introducción a la metodología de la Anatomía Animal Comparada.** UNAM. México. pp. 181
26. Graf J, Fromm B, Schneider U y Niethard F U. 1992. **Early morphological changes in chondromalaciapatellae in humans demonstrated with the plastination method.** J Int Soc Plastination; 6(1) : 25-28.
27. Graf J, Fromm B, Schneider U y Niethard F U. 1991. **The application of the plastination method in experimental orthopaedic surgery.** J Int Soc Plastination ; 5(1) :20-22.
28. Guhr A, Miller A, Anton H W, Von Hagens G y Bickley H. 1987. **Complete examination of mastectomy specimens using sheet plastination with epoxy resin.** J Int Soc Plastination ; 1(1)23-27.
29. Guillén, J. 1992. **La plastinación, novedosa técnica de conservación de especímenes.** Gaceta, UNAM. No. 2626, pp. 24-25.
30. Guiraldes, H. 2004. **Moderno laboratorio de plastinación para la enseñanza de Anatomía.** Clínica Alemana y Universidad de Desarrollo, Santiago de Chile.
31. Guzman- Aguilar, F. 2005. El Universal.
32. Haffajje M R. 1996. **Brain preparations to show fibre tracts y nuclei.** J Int Soc Plastination ; 10(1) : 6-7.
33. Hangay G y Dingley. 1985. **Biological Museum Methods Academics.** Kess, Australia. 379p.
34. Hildebrand M .1969. **Anatomical preparations.** Berkeley, University of California, Press. E. U.

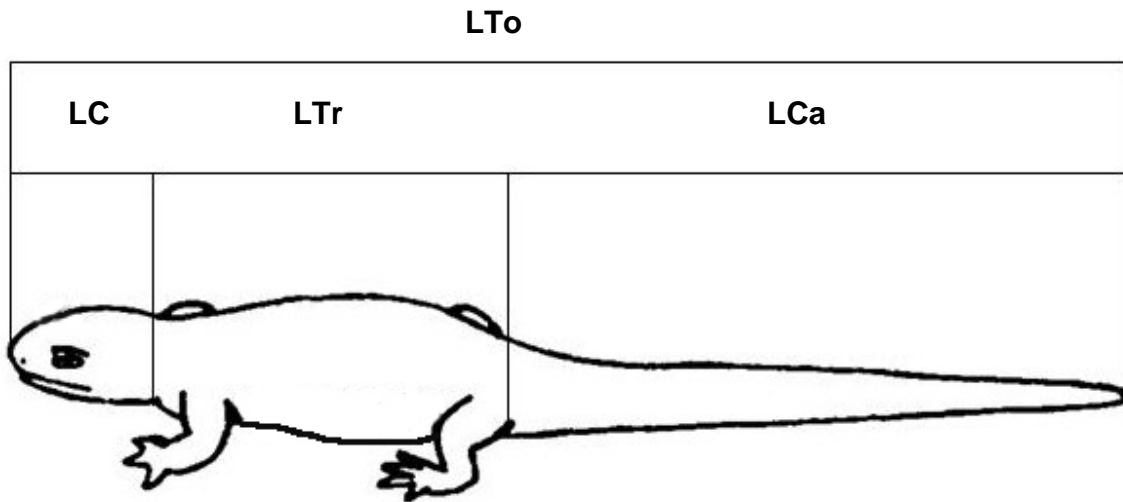
35. Kaplan, W D. 1948. **Formaldehyde as a mutagen in drosophila**. Science, 108 :3.
36. Kirwan-Alcántara, A M. 2004. **Implementación de una técnica combinada plastinación-transparentación para el estudio del esqueleto de mamíferos**. Tesis de Licenciatura (Biología), FES Iztacala. UNAM. México.
37. Lane A. 1989. **Teaching sectional anatomy with sheet plastinated sections**. 1st Interim Conf Plast, Knoxville, Tn, USA. Abstract in J Inst Soc Plastination; 3(1):38.
38. Llorente, B. J. 1995. **Manual de recolección y preparación de animales**. UNAM. México. pp. 246.
39. Macias-Ortega, J. F. 1998. **Comparación de dos resina sintéticas en la plastinación de elasmobranquios pleurotromados**. Tesis de Licenciatura (Biología), ENEP Iztacala, UNAM. México.
40. Mayer V y Hinton N. 1990. **Animals in the classroom : considering the options**. The Science teacher, 57, 27-30.
41. Mittermeier, R y Goettsch C. 1997. **Megadiversidad : los países biológicamente más ricos del mundo**. CEMEX, México.
42. Muller A, Guhr A, Leucht W y Von Hagens G. 1989. **Multicentricity of breast cancer. Results of a study using sheet plastination of mastectomy specimens**. J Int Soc Plastination ; 3(1):8-14.
43. Nichoka H. 1973. **Lethal y mutagenic action of formaldehyde in HCR y HCR strain in Escherichia coli**. Mutat. Res., 17 :261-265.
44. Obe G y Beek B. 1979. **Mutagenic activity of Formaldehyde**. Drug Alcohol depend, 4 :91-94.
45. Offner S.1995. **Cut here**. The Executive educador, 17,40.
46. Offner S. 1993. **The importance of dissection in biology teaching**. The American Biology Teacher, 55(3), 147-149.
47. Ortíz–Barrera M G. 2006. **Evaluación de la técnica de plastinación aplicada en la conservación de peses óseos**. Tesis de Licenciatura (Biología), FES Iztacala, UNAM. México.

48. Perkins J y Kimrough j. 1985. **Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory.** Journal of Occupational Medicine, 27(11), 813-815.
49. Polson C J. 1975. **The disposal of the dead.** 3rd Ed Thomas Springfield.
50. Pond K R, Holly S D y Luginbuhl J M. 1992. **Technical note : Preservation of tissues y gastrointestinal tract portions by plastic coating oor plastination.** J Anim Sci ; 70 : 1011-1014.
51. Purinton P T. 1991. **plastinated brain used with computer assisted learning modules for teaching veterinary neuroanatomy laboratories.** J Int Soc Plastination ; 5(1) :16-19.
52. Ragan D L y Boreiko C J. 1981. **Initiation of c3h/iott/2 cell transformation by formaldehyde.** Cancer Lett., 13 : 325-331.
53. Reidenbach M M. 1997. **Borders y topographic relationships of the of the paraglottic space.** Eur Arch Oto-Rhino-L; 254:193-195.
54. Resch K D M. 1989. **Plastinated specimens for demonstration of microsurgical approaches to the base of the cranium.** J Int Soc Plastination; 3(1):29-33.
55. Richmond G, Engelmann M y Krupka L.1990. **Animal research controversy.** The American Biology Teacher, 52(8):467-471.
56. Ross W E y Shipley. 1980. **Relations between DNA damage y survival in formaldehyde-treated mouse cells.** Mutat. Res., 79:277-283.
57. Ruschoff J y Thomas C. 1991. **Plastination in der Phatologie. Methodischeund didaktische Erfahrungen mit der Biodur-SIO-Styartechnik.** Phatologe; 12:35-39.
58. Slizynska H. 1957. **Cytological analysis of formaldehyde-induced chromosomal changes in Drosophila melanogaster.** Proc. R. Soc. 66:288-304.
59. Tiedemann K y von Hagens G. 1982. **The Techniques of heart plastination.** Anat Rec.; 204:295-299.
60. Tudge, C. 2001. **La variedad de la vida: historia de todas las criaturas de la tierra.** Ed. Crítica. España. pp. 701.

61. Ulfing N y Wuttke M. 1990. **Plastination of stained sections of the human brain.** Anat Anz.; 170(5): 309-312.
62. Von Hagens G.1979. **Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins y elastomers.** Anat. Rec ; 194(2):247-245.
63. Weinglein A. 1993. **Plastinated brain-specimens in the anatomical curriculum at Graz University.** J Int Soc Plastination; 7(1):3-7.
64. Wynstra S y Cummings C. 1993. **Highschool science anxiety.** The Science Teacher, 60(7), 19-21.

X.- ANEXOS

ANEXO 1. Medidas morfométricas de lagartijas (Gersenowies, 1992).

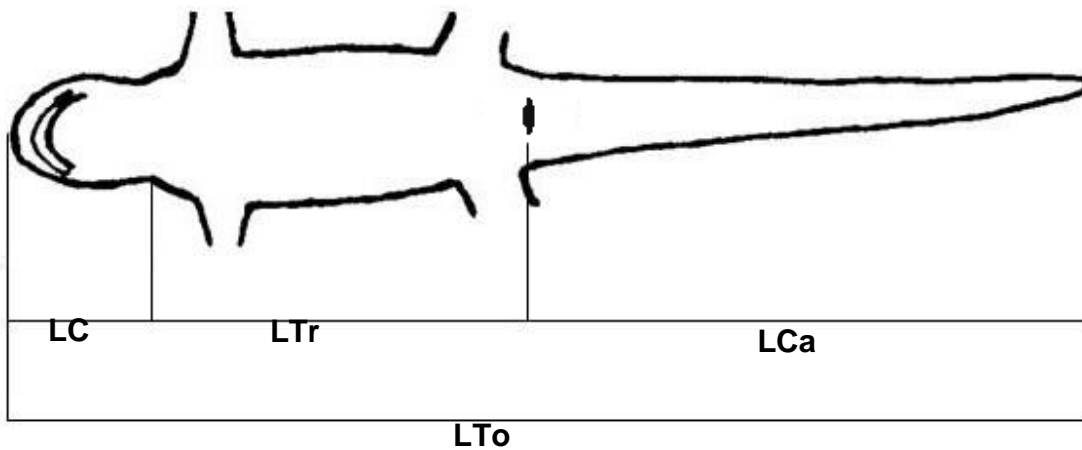


LC: Longitud cefálica

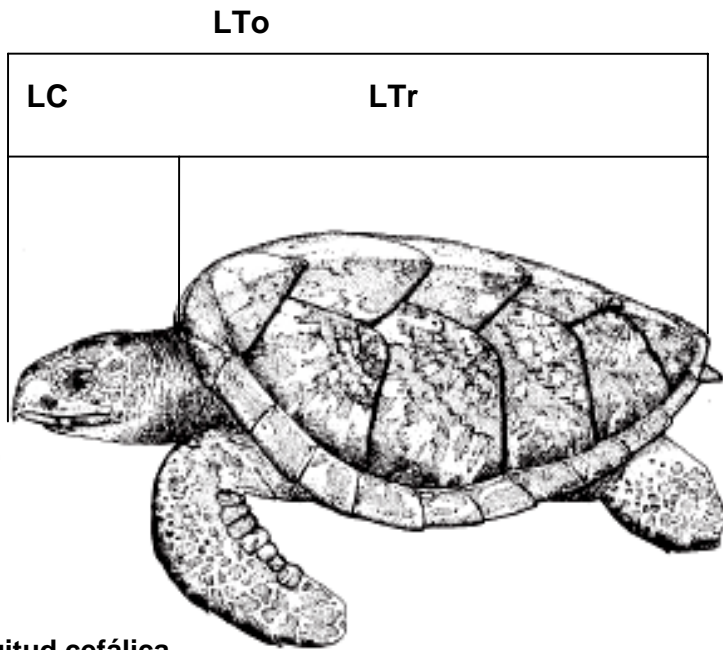
LTr: Longitud de tronco

LCa: Longitud caudal

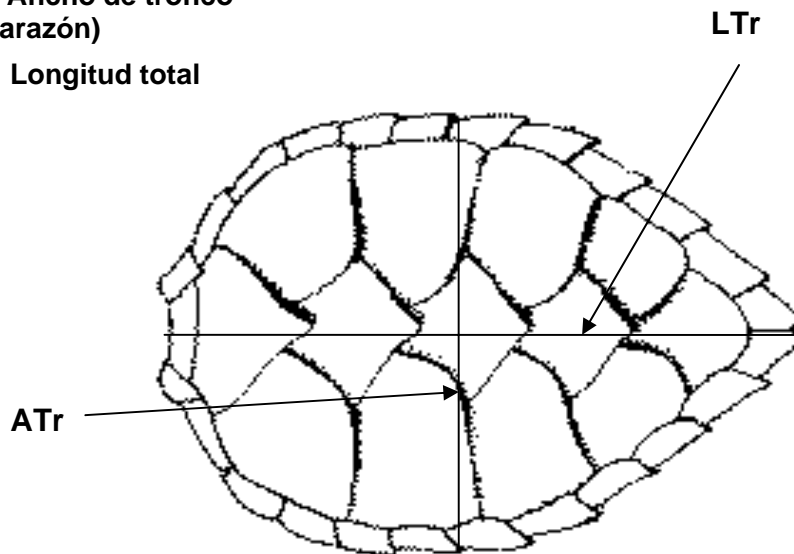
LTo: Longitud total



ANEXO 2. Medidas morfométricas de tortugas (Gersenowies, 1992).



- LC:** Longitud cefálica
- LTr:** Longitud de tronco (caparazón)
- ATr:** Ancho de tronco (caparazón)
- LTo:** Longitud total



ANEXO 3. Cuestionario.

Grado académico_____ Área de investigación_____

1. ¿Qué métodos o técnicas de preservación conoce?

2. ¿Conoce la plastinación?

3. ¿Conoce las ventajas de la plastinación sobre las otras técnicas?

4. ¿Cuáles serían los inconvenientes o desventajas que observa en la plastinación?

5. ¿Los especímenes mostrados tienen algún inconveniente en el proceso de identificación taxonómica?

6. ¿Cree que la plastinación es una alternativa viable en el estudio de los reptiles?

7. ¿Recomendaría la plastinación por sobre otras técnicas de preservación?

ANEXO 4. Clasificación taxonómica (Tudge, 2001; Flores-Villela, et. al., 1995).

Dominio: Eukaria

Reino: Methazoa

Phylum: Chordata

Subphylum: Craneata

Infraphylum: Vertebrata

Clase: Reptilia

Orden: Testudines

Familia: Cheloniidae

Género: Eretmochelys

Especie: *Eretmochelys imbricata*

Familia: Dermochelyidae

Género: Dermochelys

Especie: *Dermochelys coriacea*

Familia: Testudinidae

Género: Geochelone

Especie: *Geochelone sulcata*

Familia: Emydidae

Género: Trachemys

Especie: *Trachemys scripta*

Orden: Squamata

Suborden: Iguania

Familia: Phrynosomatidae

Género: Sceloporus

Especie: *Sceloporus grammicus*

Familia: Chamaleonidae

Género: Chamaeleo

Especie: *Chamaeleo calyptratus*

Suborden: Serpentes

Infraorden: Alethinophidia

Familia: Colubridae

Género: Drymarchon

Especie: *Drymarchon corais*