

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA**



**EVALUACIÓN DE LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN  
APLICADA EN LA CONSERVACIÓN DE PECES ÓSEOS**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
BIÓLOGA**

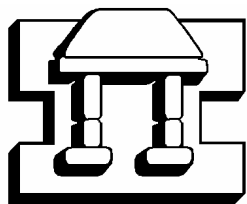
**PRESENTA:**

**KARINA GUADALUPE ORTIZ BARRERA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**M. en C. JORGE RICARDO GERSENOWIES  
RODRIGUEZ**

**LOS REYES IZTACALA, TLALNEPANTLA, ESTADO DE MÉXICO 2006**



**IZTACALA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 Y AGRADECIMIENTOS**

### **∞ A TODOS:**

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE LUCHAN POR GRANDES PROYECTOS, DE LA GRAN EMPRESA DE LA VIDA, QUE LOS CONSIGUEN Y LO MÁS IMPORTANTE, QUE LOS MANTIENEN, HACIENDO MÁS VALORABLE AL MUNDO PARA UN BIEN COMÚN.

### **∞ A MI FAMILIA:**

AGRADEZCO INFINITAMENTE A MI FAMILIA POR ALENTARME EN MI CARRERA, POR SIEMPRE ESTAR A MI LADO EN CADA PROYECTO, POR CADA RECONOCIMIENTO DE MIS ESFUERZOS, QUE CONSIDERO LOS SUYOS PORQUE AHORA ELLOS SE TITULARON CONMIGO Y PORQUE EN CADA UNA DE LAS ACTITUDES DE MIS PADRES: RAYMUNDO Y ANA MARIA Y HERMANOS: CLAUDIA, HÉCTOR Y ERNESTO VISLUMBRE MUCHOS EJEMPLOS.

### **∞ A MIS PROFESORES:**

UN GRAN AGRADECIMIENTO A MIS PROFESORES POR EL TIEMPO, LA DEDICACIÓN, LA INTELIGENCIA DE SUS IDEAS, Y EL VALOR QUE LE DIERON A CADA PASO Y A CADA TAREA QUE PLANTE EN MI ESTUDIO.

GRACIAS A MI DIRECTOR DE TESIS:

M EN C JORGE RICARDO GERSENOWIES RODRIGUEZ, POR SU APOYO, TIEMPO, DIRECCIÓN Y ESMERO QUE DEDICAMOS EN MI PROYECTO, ASÍ COMO LOS CONOCIMIENTOS QUE IMPREGNO EN MI.

GRACIAS A MIS SINODALES:

M EN C ALBA MARQUEZ ESPINOZA, M EN C ALFONSO REYES OLIVERA, BIOL HUGO JESUS CASTRO CORTES, BIOL GABRIELA SANCHEZ FABILA, POR FORMAR PARTE DE MI PROYECTO, SUS IDEALES Y SU TIEMPO QUE DEDICARON, PARA QUE ESTA INVESTIGACIÓN FUERA POSIBLE.

### **∞ A MIS COMPAÑEROS:**

GRACIAS POR LA CONVIVENCIA, LA COOPERACIÓN Y LA EMPATÍA QUE LLEVAMOS EN CADA UNO DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO, PROYECTOS Y SALIDAS DE CAMPO, ESA ALEGRÍA, TRISTEZA, Y LUCHA ANSIOSA DE INCERTIDUMBRE QUE LLEVAMOS PARA CONOCER NUEVOS HORIZONTES, Y ENCONTRAR LAS RESPUESTAS A NUESTRAS PREGUNTAS, A NUESTRAS RESPONSABILIDADES, Y A LA CAPACIDAD DE DIFERENCIAR LA PRÁCTICA QUE ES LA VIDA REAL DEL ESTUDIO QUE ES LA TEORÍA.

## MENSAJES

### ∞ VIDA

PALABRA TAN COMPLEJA Y SENCILLA, QUE EL HOMBRE CON SU INCREÍBLE RAZONAMIENTO NO HA PODIDO DEFINIR, SIMPLEMENTE ES PERFECCIÓN QUE CAUTIVA; Y GRACIAS A LA BIOLOGÍA HE PODIDO CONOCER AUNQUE SEA UNA PEQUEÑA PARTE...

### ∞ HABILIDAD

LA HABILIDAD DEL HOMBRE PARA SACAR UN MÁXIMO PROVECHO DE LOS RECURSOS DEPENDERÁ PRIMARIAMENTE EN QUE CONOZCA LA EXISTENCIA DE ELLOS, QUE SEPA QUE TÉCNICAS DEBE SEGUIR PARA APROVECHAR EL RECURSO SIN AGOTARLO Y POR ÚLTIMO, COMO DEBE DE PROCEDER PARA INCREMENTAR DICHO RECURSO E INCLUSO CREARLO EN DONDE NO EXISTA... (SARUKHÁN, 1968)

### ∞ EL FLUJO DE LA VIDA

AL IGUAL QUE LA CORRIENTE DE UNA MONTAÑA, EL FLUJO DE LA VIDA PARECE HABER PASADO POR LARGOS PERIODOS DE RELATIVA CALMA, INTERRUMPIDOS POR CAMBIOS SÚBITOS Y RADICALES QUE TODO MODIFICAN Y NADA VUELVE A SER IGUAL. LOS QUE LOGRARON SOBREVIVIR EMERGIERON A UN MUNDO DE OPORTUNIDADES EN EL LUGAR DE SUS PREDECESORES Y CON REPENTINAS PROLIFERACIONES DE NUEVAS FORMAS. (KARINA ORTIZ)

### ∞ LA BIOLOGÍA

LA BIOLOGÍA ES LA CIENCIA QUE ESTUDIA LA VIDA, SIN EMBARGO UNA MENTE DESPIERTA Y CRITICA NO QUEDA SATISFECHA CON TAN SUPERFICIAL DEFINICIÓN, PORQUE EN VERDAD NO ES FÁCIL TENER UNA IDEA CLARA DE LO QUE ES, SI UNO A PROPIA VOLUNTAD NO SE SOMETE Y SE INTEGRA A BUSCAR EL GRAN DOGMA DE LA COMPLEJIDAD QUE ÉSTA GRAN CIENCIA INVOLUCRA...(KARINA ORTIZ)

**∞ CUALESQUIERA QUE HAYAN SIDO NUESTROS LOGROS,  
ALGUIEN NOS AYUDO SIEMPRE A ALCANZARLOS....**

**ALTHEA GIBSON**



**∞ EL ARTE DE VENCER SE  
APRENDE EN LAS  
DERROTAS....**

**SIMÓN BOLIVAR**

**∞ EL HOMBRE SIEMPRE ESTA  
ECHANDO LA CULPA A LAS  
CIRCUNSTANCIAS, EL HOMBRE  
QUE TRIUNFA ES AQUEL QUE  
SE PONE A BUSCAR LAS  
CIRCUNSTANCIAS QUE  
NECESITA, Y SI NO LAS  
ENCUENTRA, LAS CREA....**

**AUTOR DESCONOCIDO**

**∞ PUEDE SER UN HÉROE LO MISMO, EL QUE TRIUNFA QUE EL QUE  
SUCUMBE, PERO JAMÁS EL QUE ABANDONA EL COMBATE....**

**CARLOS I DE HABSURGO**

**& LA OPCIÓN ES MANTENERSE ERGUIDO Ó MORIR...**

**&**

# ÍNDICE

<b><u>TÍTULO</u></b>	<b><u>PÁGINAS</u></b>
<b><u>I.-INTRODUCCIÓN</u></b> .....	1- 3
<b><u>II.- ANTECEDENTES</u></b> .....	4
II.1.-Formas tradicionales de preservación.....	4
II.2.- Colección ictiológica.....	4 -7
II.3.- Plastinación.....	8 -10
II.4.- Características de los peces óseos.....	10 - 11
II.4.1.- Ubicación taxonómica y características distintivas.....	11 -13
II.4.2.- Descripción de la especie.....	13
II.4.3.- Distribución geográfica.....	13
II.4.4.- Aspectos ecológicos.....	14
II.4.5.- Aspectos biológicos.....	14
II.4.5.1.- Alimentación.....	14
II.4.5.2.- Reproducción.....	14
II.4.5.3.- Crecimiento.....	14 -15
II.4.5.4.-Locomoción.....	15
II.4.5.5.-Respiración.....	15
II.4.5.6.-Regulación osmótica.....	15
II.4.5.7.-Sentidos.....	15 -16
<b><u>III.- JUSTIFICACIÓN</u></b> .....	17
<b><u>IV. OBJETIVOS</u></b> .....	18
<b><u>V.- MÉTODO</u></b> .....	19 - 23
V.1.- Obtención de los especímenes.....	19
V.2.- Medición.....	19 - 20
V.3.- Fijación.....	21
V.4.-División de organismos.....	21
V.4.1.- Grupo 1; (50 organismos).....	21
V.4.2.- Grupo 2; (50 organismos).....	21
a) Deshidratación.....	21
b) Impregnación (fase 1).....	21
c) Impregnación (fase 2).....	22
d) Polimerización (curado).....	22
e) Secado.....	22
V.5.- Evaluación de los cambios morfométricos después de las etapas de conservación y manipulación.....	22
a) Deformación.....	22
b) Manipulación.....	22
V.6.- Análisis de datos.....	23
V.7.- Diseño de la encuesta.....	23

<b>VI.- MATERIAL Y REACTIVOS</b> .....	24
<b>VII.- RESULTADOS (CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS)</b> .....	25
VII.1.- Materiales obtenidos.....	25
VII.2.- Características cualitativas (Tabla de comparación de los dos diferentes métodos de conservación, de organismos preservados de forma tradicional y organismos con la técnica de plastinación .....	25
VII.3.- Resultados de la encuesta.....	31
VII.3.1.- ¿Qué organismos puedes manipular con mayor facilidad, especímenes plastinados o especímenes conservados de forma tradicional? .....	26
VII.3.2.- ¿En que áreas o asignaturas de la carrera de Biología de la FES-I, te gustaría la instrucción con estos especímenes?.....	26 -27
VII.3.3.- ¿Qué organismos crees que son más estéticos? .....	27
VII.3.4.- ¿Por qué crees que los organismos plastinados son mejor?.....	28
VII.3.5.- ¿Por qué crees que los organismos conservados por vía húmeda son mejor?.....	29
VII.3.6.- ¿Estos especímenes demuestran bien sus características para la comprensión de la zoología?.....	30
VII.3.7.- ¿Cree que es mejor usar las dos técnicas de conservación o solo los especímenes con la técnica de plastinación?.....	30 - 31
VII.3.8.1- ¿Qué técnica de conservación de organismos, consideras de alto riesgo?.....	31
VII.3.8.2- Sustancias de alto riesgo.....	32
VII.3.8.3- Consecuencias del uso de técnicas tradicionales.....	32 - 33
VII.3.9- ¿Existe una necesidad de utilizar materiales adicionales en el curso de diversidad animal II?.....	33
VII.3.9.1- Materiales adicionales para el uso de la técnica de plastinación.....	33 - 34
VII.3.10- ¿Estás mas dispuesto a estudiar y usar el material de especímenes plastinados que con los especímenes tradicionales?.....	34
VII.3.11- ¿Qué otros comentarios tienes con respecto al uso de especímenes plastinados?.....	35 - 36

## **VIII.-RESULTADOS (CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS).....37**

VIII.4.- Características cuantitativas.....	37
VIII.4.1.- Características merísticas .....	37
VIII.-Tabla 1.- Medidas merísticas promedio de organismos con la técnica tradicional (grupo 1- 50 peces).....	37
VIII.-Tabla 2.- Medidas merísticas promedio de organismos plastinados (grupo 2 – 50 peces).....	37
VIII.-Tabla 3.- Medidas merísticas promedio de las regiones anatómicas los peces óseos tomadas del (grupo 2 - 50 peces).....	38
VIII.4.2.- Deformación de la Longitud Total y la Región Encefálica de los organismos preservados con la Técnica de Plastinación.....	38
VIII.4.3.- Deformación de los organismos preservados con la Técnica Tradicional.....	38 -40

## **IX.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

IX.1.- Análisis estadístico.....	41
IX.2.- Análisis de deformación.....	41 - 42
IX.3.- Análisis y discusión de la encuesta.....	42
IX.4.- Análisis y discusión de todo el proyecto.....	43 - 44
IX.5.- Ventajas de la plastinación arrojadas por la encuesta.....	44 - 45

## **X.- CONCLUSIONES.....46**

## **XI.- ANEXO.....47**

XI.- Anexo 1 - Encuesta Aplicada.....	47
XI.- Anexo 2 - Tabla 1.- Medidas de longitud total y región encefálica del grupo control-método tradicional (1 - 50 peces) - 1 medición.....	48 - 49
XI.- Anexo 3 - Tabla 2.- medidas de longitud total y región encefálica del grupo control-método tradicional (1- 50 peces) - 2 medición (organismos estresado).....	50 -
XI.- Anexo 4 - Tabla 3.- medidas de longitud total y región encefálica del grupo de plastinación (50 - 100 peces).....	52 - 53
XI.- Anexo 5 - Tabla 4.- medidas merísticas del grupo de plastinación (50 – 100 peces).....	54 - 55

## **XII.-BIBLIOGRAFÍA.....56 - 64**



## **RESUMEN**

Este trabajo se realizó con la finalidad de evaluar la técnica de plastinación en donde se obtuvieron 100 peces frescos *Chirostoma sp* (Atherinidae) a los que se les tomó sus medidas morfométricas así como las características de las aletas, determinando el peso de cada uno. Se dividieron los ejemplares en dos grupos, uno preservado de forma tradicional en alcohol al 40%, mientras que el otro grupo en resina poliéster pura después de un proceso de plastinación, donde se notó un pequeño cambio en su coloración, textura, así como la pérdida de olor. Se aplicó la técnica de plastinación con resinas poliéster para la preservación de peces óseos, obteniéndose buenos resultados en sus etapas de conservación. Se logró conservar en buenas condiciones a los especímenes completos, plastinados, manipulándolos efectivamente en la enseñanza de Morfofisiología animal. Se notó una distinción eficiente en el uso de la técnica con respecto a los métodos tradicionales de conservación.

Palabras clave: Plastinación, Resina poliéster, Charal

This work I am made with the purpose of evaluating the plastination technique in where, 100 fresh fish *Chirostoma* obtained themselves *sp* (Atherinidae) to which them volume their morphometric measures as well as the characteristics of the fins, determining the weight of each one. The units in two groups were divided, one preserved of traditional alcohol form to 40%, whereas the other pure resin group polyester after a plastination process, where a small change in its coloration noticed, texture, as well as the loss of scent. I am applied to the technique of plastination with resins polyester for the preservation of bony fish, obtaining good results in its stages of conservation. Profit to conserve itself in good complete conditions to specimen's, plastinate, manipulating them indeed in the education of Animal Morphophysiology. I notice an efficient distinction in the use of the technique with respect to the traditional methods of conservation.

Key words: Plastination, Resin polyester, Charal

## I.- INTRODUCCION

---

México posee una gran variedad de ecosistemas acuáticos marinos, dulceacuícolas y costeros, con más de 2000 especies de peces reportadas. La descripción de la diversidad de los ecosistemas acuáticos en México está basada fundamentalmente en los peces, ya que son el grupo del que se tiene la información más completa y podría reflejar la magnitud de la diversidad de otros taxa. Este grupo constituye aproximadamente el 50% (18,818 especies) del número total de vertebrados en todo el mundo (Castro-Aguirre 1978). En México a la fecha se han descrito alrededor de 384 especies de peces dulceacuícolas, cantidad que duplica lo registrado en países como Japón (186 especies), Canadá (177) o Turquía (152), aunque es inferior a la de Estados Unidos, que tiene más de 800 especies (Miller,1986).

En México los ríos con más diversidad de peces son el Pánuco con 75 especies (30% endémicas), Lerma-Santiago con 57 especies (58% endémicas), Coatzacoalcos con 53 especies (13% endémicas) y Papaloapan con 47 especies (21% endémicas) (Miller, 1986).

Para el conocimiento de estas especies se deben de crear colecciones ictiológicas cuyos objetivos son:

- a) Preservación de muestras organizadas, representativas de la ictiofauna presente en diferentes ambientes acuáticos del territorio nacional, para estudios taxonómico, biogeográfico y evolutivo; procurando su actualización e incremento en el conocimiento de los mismos (Chang y Ortega.1995).
- b) Dar a conocer el material tipo utilizado, dando cumplimiento a la recomendación 72G(4) del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN) sobre la publicación de listas de material tipo que posean bajo su posesión o custodia las instituciones con proyectos de investigación sobre sistemática, ecología, zoogeografía y biodiversidad de peces continentales y marinos (Chang y Ortega.1995).
- c) Búsqueda, identificación, catalogación, almacenamiento y mantenimiento de colecciones de ejemplares de peces de nuestra fauna.

Estos objetivos fortalecen la investigación y la docencia, y a su vez promueven el desarrollo de conocimientos (Chang y Ortega.1995).

La mayoría de las colecciones ictiológicas son científicas, pero igualmente importantes son las de exhibición y las didácticas (De la Torre, et al.,1981).

Las Colecciones Ictiológicas incluye a los Osteichthyes, Chondrichthyes, y Agnathas (Saunders, 1996).

Históricamente la preservación tiene sus orígenes con las técnicas de momificación y embalsamamiento que se habían generalizado hace más de 4.000 años (Arráez, et al.,1997; Bardalet, et al.,1989; Bouchet; Mendelsohn, 1944), y fueron desarrolladas fundamentalmente por los egipcios en África y los nazca en Sudamérica (Caughlin,1977; Filce,1969; Lecha,1917; Pusalyas, et al.,1861), es a partir del siglo XVIII cuando los científicos proponen diferentes técnicas y sustancias para el embalsamamiento y conservación de los cuerpos humanos, (Batista,1986; Dawson,1927; Grilleto,1989; Lodispoto,1961) que permiten obtener piezas fijadas para el estudio anatómico (Polson,1975).

En la actualidad las piezas preparadas pueden resistir varios grados de manipulación, desecación y vaciamiento por un periodo prolongado durante las disecciones, manteniendo un estado adecuado hasta por un lapso de cinco años de uso continuo, siendo guardadas a temperatura ambiente (Bradbury y Hocino,1978).

La técnica estandar de preservación para la colección Ictiológica es la conservación en alcohol etílico al 40%, previamente fijados en formol al 4% (formaldehído al 10%) tamponado con carbonato de magnesio a saturación (Dorda et.al.,1994).

También pueden poseer muestras ultracongeladas para estudios de electroforesis y secuenciación de DNA (Sanchiz,1994).

Esta alternativa en la práctica actual podría reducir significativamente el número de animales, la producción de desechos de alto riesgo utilizados en su preservación cuando se renuevan, y los conflictos que tienen los estudiantes sobre el uso de animales fijados por vía húmeda (Balcombe,1997). Por eso pese al beneficio de la preservación de los modelos biológicos, presentan algunos problemas como es la dificultad de disecar especímenes preservados por vía húmeda (Wynstra y Cummings,1993).

Reconociendo que mundialmente es importante apoyar la enseñanza de la patología, anatomía y zoología a través de la demostración de especímenes completos o de cortes gruesos de tejidos orgánicos (Bickley,1981), Ya que es el único medio que permite reconocer la disposición tridimensional de las estructuras que conforman al organismo.

Además la disección animal es una técnica que no les agrada a los estudiantes para la exploración de las estructuras (Richmond,et al.,1990). En parte, debido a que es necesario la utilización de soluciones tóxicas como el formaldehído para conservar a los especímenes, presentando un gran riesgo para las personas que los manejan, creando un problema de salud (Chia, et al.,1992; Fox y Benton,1987; Perkins y Kimrough,1985).

Diversos estudios han demostrado que el formol es un poderoso carcinógeno, ya que causa mutaciones en varios tipos de organismos primitivos y en cultivo de células de mamífero (Kaplan, 1948; Slinzynska,1957; Nishoka, 1973; Chanet,et al.,1976; Obe y BeeK,1979; Ross y Shipley,1980; Ragan y Boreiko,1981).

Aunque en la mayoría de los cordados, las piezas son fijadas con una solución de formol comercial al 8 o 10% que permite una preservación adecuada de alrededor de 4 a 5 años ( Hildebrand,1969).

Las autoridades sanitarias de USA regulan el uso de formol por las problemáticas que se han suscitado llevandolos a recomendar, el uso de otros fijadores como el fenoxietanol (Folwch,et al.,1984). Sin embargo las preparaciones de especímenes preservados tanto en alcohol etílico al 40% como en formol al 4%, se deterioran en periodos de tiempo muy breve, por eso es necesaria la implementación de técnicas alternativas de conservación de ejemplares, como es el desarrollo del proceso de plastinación patentado por el Dr. Gunter Von Hagens, siendo su principal ventaja que los órganos y estructuras humanas y de mamíferos (como caballos y camellos) se conservan por un tiempo ilimitado con volumen y forma naturales, textura y coloración muy aproximada a la real, eliminando los problemas asociados con la disección del espécimen conservado por vía húmeda (Von Hagens,1979).

La plastinación como técnica emergente, es un método moderno para la preservación macroscópica del material biológico, que involucra básicamente la sustitución de los líquidos tisulares, como son el agua y los lípidos por polímeros de resinas elásticas o caucho de silicón líquido, bajo condiciones de vacío, endureciendo posteriormente al espécimen. Se obtienen así preparaciones biológicas reales, limpias, secas, resistentes, que pueden ser examinadas sin necesidad de guantes o cualquier otro tipo de medida preventiva, evitando la exposición diaria de los alumnos y profesores a productos tóxicos, pues carecen de olor y permanecen libres de sustancias tóxicas como formaldehído, fenol, alcoholes etc. (Von Hagens, et al., 1987).

Para lograr que el aspecto de los especímenes sea similar a los muñecos de plástico, pasan por las etapas de fijación, deshidratación, impregnación a base de presión al vacío y la polimerización o curación para inhibir el olor y sean agradables al tacto (Von Hagens, et al., 1987).

Los beneficios de la plastinación son la conservación de especímenes biológicos en estado seco, sin olores desagradables ni vapores que irriten las mucosas (como el formol), manejables sin alguna protección y sin rechazo al tacto (Romero, 2005).

Además las piezas preservadas con este método, conservan forma, tamaño, volumen, textura y color lo más cercano a lo natural, sin necesidad de mantenimiento así como pueden almacenarse en bolsas de plástico cuando no están en uso. No se rompen e incluso, pueden lavarse si se ensucian, sin sufrir modificación alguna (Romero, 2005).

Pueden ser utilizados para propósitos de investigación desarrollando colecciones de especímenes especiales que demuestren su morfología, embriología, patología, neuroanatomía, etc. (Von Hagens, et al., 1987).

Sin embargo, su uso en México, no se ha generalizado, debido a que los materiales y equipos que se utilizan son de importación poseyendo un elevado costo, el cual no todos los centros de enseñanza e investigación de habla hispana pueden solventarse de polímeros de fabricación nacional dado que potencialmente pueden tener una repercusión importante para la aplicación generalizada de esta técnica a nivel de América Latina. Sin embargo este tipo de trabajos permite percatarse de que es una inversión segura y única comparada con los cambios ctes de formol, OH, etc. (Macias, 1998; Kirwan, 2004). Por lo anterior y a pesar que es un método valioso las colecciones biológicas mexicanas con especímenes plastinados todavía no se han implementado (O'Sullivan y Mitchell, 1995).

## **II.- ANTECEDENTES**

---

**Para fundamentar lo anterior a continuación se presentan los siguientes antecedentes.**

### **II.1.- Formas de preservación más comunes o tradicionales.**

En el caso de la conservación del organismo completo, las técnicas tradicionales son las taxidermias (Moyer,1984) y el embalsamamiento (Polson,1975).

La taxidermia como representación tridimensional de animales para su exhibición permanente, existía desde el siglo XVIII, pero solo fue popularizada por los victorianos que se entusiasmaban especialmente ante cualquier representación domesticada de la vida silvestre (Walter, 1992).

A fines de la década de 1970 se generó un gran interés para disecar animales para su exhibición. En 1971 se formó la Asociación Natural de Taxidermia. (Walter, 1992).

Debido al creciente interés de los naturalistas por preservar valiosos especímenes de estudio valoraron la taxidermia como el arte de disecar, caracterizada por la piel con acondicionamiento es decir movable, acompañado de modernas tendencias de exhibición en museos de historia natural para mayores expectativas en lo que se refiere a material didáctico (Walter 1992).

En Argentina existía un Instituto para estudiar dicha materia, situado en la localidad de Pompeya, poniendo énfasis en que los trabajos quedan mejor terminados y más duraderos (Walter 1992).

A inicios del siglo XX, taxidermistas como Carl E. Akeley, William T. Horneday y Leo Pray refinaron sus técnicas y empezaron a poner énfasis en el acabado artístico (Walter 1992).

Una técnica utilizada principalmente en museografía es la inclusión en bloques de resina, en donde las preparaciones anatómicas son primero deshidratadas y posteriormente se incluyen en bloques gruesos de resina que son de difícil manejo, por lo que solo pueden ser utilizados como material de exhibición y no como parte de una colección científica (Bridgman y Humelbaugh,1963; Burns, et al.,1979; Moosavi, et al.,1981). teniendo una preservación inadecuada de la coloración natural, hecho por el que se llega a recurrir a la restauración con colorantes sintéticos. (Mc Cornick, 1961; Legault y Haung, 1979).

### **II.2.- Colección Ictiológica**

México tiene una situación privilegiada en el mapa mundial, ya que cuenta con 10,000 kilómetros de litorales, una plataforma continental de 500,000 kilómetros cuadrados y una extraordinaria riqueza ictiológica, de este modo se han creado en nuestro país diferentes Centros de Investigación Ictiológica (Castro, 1978).

Todos los estudios ictiológicos, que generalmente abarcan aspectos descriptivos, ecológicos, biológicos y biológico-pesqueros, toman en consideración ciertas características estructurales y morfológicas externas de los peces, de gran importancia para la determinación (identificación) correcta

de los organismos en estudio, primer paso en toda investigación científica. La mayor parte de los catálogos o claves de identificación para peces, así como algunos libros de ictiología y biología pesquera, poseen información básica acerca de las estructuras externas, además de los caracteres morfométricos y merísticos más utilizados para la determinación de los peces. Sin embargo, dicha información, además de estar incompleta, se encuentra esparcida en diversas fuentes especializadas (Bond, 1979).

El Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN), dependiente del Instituto Politécnico Nacional, prácticamente desde su fundación ha venido conformando una colección científica representativa de la ictiodiversidad marina del noroeste de México. En la formación y consolidación de la Colección Ictiológica (CI) han concurrido diversas fuentes de financiamiento institucional destacándose los apoyos otorgados entre 1993 y 1997 por la entonces Dirección de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) del IPN y los propios aportados por del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) en 1985-86 y por la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) entre 1993-1998. Los apoyos de la CONABIO a la CI a través de los Proyectos *:Sistematización y manejo de la Colección Ictiológica del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas CICIMAR-IPN, Actualización de la base de datos de la colección ictiológica del CICIMAR-IPN, Infraestructura de la Colección Ictiológica y Catálogo de los peces marinos de Baja California Sur*, han permitido continuar con las actividades propias de la colección así como del fomento de la cantidad y calidad de la información contenida en su base de datos. Producto de estos apoyos el acervo original de la CI aumentó de 25,000 ejemplares distribuidos en 118 familias, 270 géneros y 404 especies en 1993 a 41,225 ejemplares en 4515 registros curados a nivel 7-CONABIO en 1998. Actualmente y producto de esta última iniciativa conjunta CICIMAR-CONABIO: *"Computarización del acervo ictiológico del estero El Conchalito de la Colección Ictiológica del CICIMAR-IPN"*, ha sido posible incrementar el acervo en más de 500 nuevos registros de base de datos incluyendo más de 35,000 especímenes (De la Cruz Agüero, et al. 1997; González Acosta et al., 1999).

Este acervo ictiológico de la CI esta compuesto por ejemplares de peces recolectados en zonas costeras, mar abierto, de aguas profundas: meso-batipelágicos y particularmente referido al presente, del manglar del estero El Conchalito y aguas adyacentes de la Ensenada de La Paz (De La Cruz Agüero, et al.1997; González Acosta et al., 1999). La CI del CICIMAR-IPN, puede ser considerada como una de las más importantes del país y la más completa dentro del ámbito de la ictiología del Pacífico mexicano, tomando en cuenta que la colección ictiológica del Instituto de Biología de la UNAM, la más grande de México alberga 200,000 ejemplares con cerca de 1000 especies de peces (Espinosa, 1993) de los cuales aproximadamente 200 especies son peces marinos representantes del Océano Pacífico y Golfo de California. Por otra parte, dentro de la CI se han efectuado acciones de colaboración en materia de intercambio y donación de especímenes con instituciones del extranjero como el Instituto Scripps de Oceanografía, la Universidad de California en Davis. E.U.A. y el Museo de Historia Natural de Stuttgart, Alemania. De igual manera se han prestado y recibido en igual condición, especímenes del Museo de Historia Natural del Condado de Los Ángeles, California, E.U.A., del Instituto de

Biología (IB) de la UNAM, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (ENCB-IPN), Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), Instituto Tecnológico de estudios Superiores de monterrey (ITESM), Unidad Guaymas y del ECO SUR- Chetumal, Quintana Roo y ECO SUR- San Cristóbal de las Casas, Chiapas (Fuentes y Luna, 1988).

En nuestro país hay diversas colecciones ictiológicas. La Colección de Peces de la UANL es quizá la que cuenta con la mayor representatividad en general, así como un gran número de tipos primarios. Por su parte, la Colección de Peces Dulceacuícolas de México de la ENCB-IPN es la más rica en cuanto a peces de agua dulce. Finalmente, la Colección Nacional de Peces del IB-UNAM es la más antigua. En 1929, en el mismo decreto presidencial donde se estableció la autonomía universitaria, esta colección fue designada Colección Nacional (Ruiz, et. al., 2003).

En 1997 la UNAM refrendó el carácter nacional de todas las colecciones del Instituto de Biología a través del registro correspondiente en la entonces SEMARNAP. Esto implicó la sustitución del acrónimo IBUNAM-P por el de CNPE (Ruiz, et. al., 2003).

Hay variedad de peces óseos que necesitan ser conservados tal es el caso del ejemplar pez luna, *Masturus lanceolatus*, se encuentra congelado en el laboratorio de ictiología y biología pesquera de la UMAR. Sin embargo, es urgente conservarlo de manera más permanente (Alejo 2003).

En San Cristóbal de las Casas, Chiapas presentan una colección ictiológica con un número de ejemplares registrados de 1,796 (56 especies, 26 géneros, 15 familias), con un acrónimo: ECO-SC-P. Incluye una donación de 174 ejemplares del estado (principalmente del centro y del norte de Chiapas) realizada por la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN; Colección de Peces Dulceacuícolas Mexicanos (28 especies, 13 géneros, 7 familias). A partir de enero de 1996 a la fecha, la colección se enriquece fundamentalmente con la investigación denominada Ictiología de la Selva Lacandona, que incluye: Dos tesis de licenciatura, Una tesis doctoral y Dos tesis de maestría-ECOSUR (generación 1996-1997) (Rodiles 1996).

En Chetumal, Quintana Roo en el museo de zoología cuentan con un número de ejemplares registrados de 30,200 estimado (2,790 lotes, 185 especies), con un interés prioritario en peces óseos y cartilaginosos, marinos y continentales, de la Península de Yucatán y áreas adyacentes, con el acrónimo: ECO-CH-P. (Schmitter 1996).

En la Universidad Nacional Autónoma de México, así como en el Centro de Ciencias del Mar y Limnología, y El Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina, Investigaron en la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos I analizando un ciclo anual de las fechas (sep. 1976-ago-1977). Analizados 978 ejemplares de 18 colectas diurnas se considera que la fauna ictiológica de la Boca de Puerto Real está compuesta por 24 familias, 42 géneros y 53 especies. Las familias mejor representadas en diversidad fueron Sciaenidae (8 especies), Pomadasyidae (7) y con 3 especies Engraulidae, Syngnathidae, Sparidae, Balistidae y Tetraodontidae (Carvajal 1975)

Se encontro una diversidad íctica total anual 31 especies; especies tipo *Orthopristis chrysopterus* *Haemulon plumieri*, *Archosargus unimaculatus*, *Corvula sanctae-luciae*. Diversidad íctica total anual 29 especies; especie tipo *Sphoeroides testudineus*. La Boca de Puerto Real es un ecosistema dinámico, de ictiofauna transicional y poco propicio para el establecimiento de comunidades permanentes (Toral y Reséndez 1974)

En septiembre de 1976 el Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México, inició diferentes actividades de investigación en la Estación de Investigaciones Marinas que se encuentra en Ciudad del Carmen, Campeche Estas investigaciones tienen un carácter multidisciplinario y forman parte de un vasto programa de investigaciones financiado, en cierta medida, por la Organización de los Estados Americanos a través de su Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Este programa de investigaciones se denomina "Recursos Bióticos en Lagunas Costeras, Manglares y Áreas Adyacentes en América Latina (Proyectos Pilotos Comparativos en el Golfo de Nicoya, Costa Rica; Bahía de Puerto Viejo, Azua, República Dominicana, Laguna de Términos, Campeche, México) " de la Sonda de Campeche (Toral 1971).

La Laguna de Términos reviste interés particular, puesto que corresponde a una de las lagunas costeras más grande del país con un área aproximada, de 2,500 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicada frente a una de las zonas más productivas del Golfo de México, la Sonda de Campeche (Carranza, 1969; Sauskan y Olaechea, 1974; Klima, 1976).

La Colección Ictiológica toma impulso en la década del 30 con material depositado de las expediciones realizadas por Emiliano Mac Donagh y Pablo Gaggero. Consta de unos 10 000 lotes de peces marinos y dulceacuícolas neotropicales, en su mayoría de la Argentina. La colección de tipos, esta formada por 28 holotipos y 65 paratipos de especies argentinas, que se encuentra informatizada en un 60%. Por lo tanto se han generado importantes aportes a la Ictiología argentina, encontrándose las obras "Los peces argentinos de agua dulce" de R. A. Ringuelet, R. A. Arámburu y Alonso de Arámburu y "Los peces marinos de la Argentina" de R.C.Menni, R. A. Ringuelet, R. A. Arámburu publicados en 1967 y 1984 respectivamente, contribuyendo así a proyectos de investigación sobre sistemática, ecología, zoogeografía y biodiversidad de peces continentales y marinos.(Emiliano Mac Donagh,1984).

La referencia más antigua que se ha encontrado de colección de peces fue un catálogo manuscrito por M.P. Graells sin publicar. Este catálogo de Anatomía Comparada y Vertebrados cita la presencia de 95 especies sin mas datos, pero hay evidencia que dentro de este grupo hay esqueletos montados que hoy se conservan (Graells, 1846).

En la actualidad la colección Ictiológica del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM) fue iniciada por el Dr. Hans W. Koepcke en 1949 que desde esa fecha se ha ido incrementando, comprendiendo así unos 150,000 especímenes. De ellos, se han registrado 12,800 especies en el Catálogo, 35% en FISHBASE y 15% en el Programa de



NEODAT que intenta relacionar 18 colecciones ictiológicas en América. El 80% del material se encuentra conservado en etanol y se cuenta con una lista sistemática actualizada. Además comprende una colección de material tipo con 62 registros y una colección osteológica inicial (Chang y Ortega, 1995).

El auge que ha tomado el estudio de la biodiversidad ha determinado un incremento acelerado de las investigaciones en el campo de la ictiología, por lo tanto en el Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV), se encuentran en la Colección de Peces un total de 145 especies nominales con ejemplares designados como tipos primarios y secundarios repartidos de la siguiente manera: 79 Holotipos, 1 Lectotipo, 1 Alotipo, 1 Neotipo, 365 lotes de Paratipos, 2 lotes de Paralectotipos así como 2 lotes de Paratopotipos. (Pérez y Hernández, 1993).

Los objetivos que ha tomado el MBUCV, es la promoción del conocimiento de la fauna venezolana a través de la captura, recolección, conservación e identificación de muestras, El desarrollo de una política de intercambio de colecciones faunísticas con instituciones similares del país o extranjeras para conseguir una proyección a nivel internacional, propiciar investigaciones taxonómicas, sistemáticas y faunística, permitiendo la incorporación de investigadores y estudiantes (nacionales y extranjeros), al trabajo activo en dichos estudios, asesorar y colaborar con las unidades docentes de los Departamentos de Zoología y Ecología de la Escuela de Biología y con los Postgrados en Ecología y Zoología de la Facultad de Ciencias para la formación de recursos humanos (Pérez y Hernández, 1993).

### **II.3.- Plastinación**

La técnica de plastinación fue desarrollada en 1978 en la Universidad de Heidelberg Alemania por el Doctor Gunther Von Hagens. El primer artículo describiendo este método fue publicado muy pronto por el propio Von Hagens en 1979 (Von Hagens, 1979; Bickley, 1981; Kramer y Von Hagen, 1983; Von Hagen, 1987).

La técnica rápidamente se extendió a través de los laboratorios de instrucción anatómica humana y veterinaria, primero en Europa y América del Norte, y en la actualidad se usa en más de 250 universidades y colegios alrededor del mundo. La "Internacional Conference on plastination" fue llevada a cabo en Abril de 1982 en San Antonio Texas. En Abril de 1986, los participantes de la "3rd. International Conference on plastination" crearon la "International Society for Plastination". En Enero de 1987 (Bickley, 1997) se inició la publicación del Journal of the International Society for plastination. En Julio de 1996, participantes de 20 países se reunieron en la Universidad de Queensland, Australia para asistir a la "8 International Conference on plastination".

La técnica de plastinación ha tenido un gran éxito en la conservación de cadáveres y estudios patológicos (Cooper, et al., 1987; Muller, 1989). Esta técnica se ha enfocado, a la museografía e investigación en humanos. Las líneas de trabajo han estado centradas en la conservación de especímenes en otro tipo de técnicas como es Argentina con una Colección de 38000 ejemplares (conservados en formol al 7% y en alcohol al 70%), depositados en 3500 lotes, entre los que se encuentra material perteneciente a 320 especies de Argentina, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Brasil, de agua dulce y

marinas, de altura y del llano, por lo tanto no se ha aplicado la técnica de plastinación en colecciones ictiológicas. (CONICET, 1943).

Desde 1994, se han usado los especímenes plastinados para enseñar anatomía y neuroanatomía a los estudiantes de quiropráctica de la Université du Québec en Tríos-Rivieres. (Cote,et al., 1995; Olry y Grondin,1995; Boulianne,et al.,1996).

Esta novedosa técnica, ha tenido una muy buena aceptación por parte de la ciencia y del público y de algunos países, como Europa, China, Rusia, Japón, Estados Unidos y México entre otros (Schuessler, 2002).

En América latina se están comenzando a hacer estudios para llevar a cabo la plastinación de especímenes, y el primer laboratorio que comenzó a realizar preparaciones de este tipo fue el del departamento de plastinación y museografía médica de la facultad de medicina, veterinaria y zootecnia de la UNAM (Guillén,1992). Para el montaje de este laboratorio se requirió en 1989 una inversión de 37 millones de pesos, y las piezas son producidas utilizando materiales de importación (Martínez Galindo, comunicación personal).

En el año de 1999, se implemento la técnica de plastinación en la Facultad de Medicina, (FM) UNAM, por el Dr. Jorge R. Martínez Galindo, Jefe del Laboratorio de Plastinación y museografía médica, por primera vez en México y América Latina, con fines didácticos y museográficos. Por iniciativa del doctor Joaquín Reyes Téllez-Girón, fundador del Laboratorio de Plastinación de la mencionada facultad, se empezó a practicar y enseñar esta técnica (Guzmán, 2005).

Desde entonces, Martínez Galindo capacito a Felipe Zaragoza Flores, Natalio González Rosales y Antonio Soto, profesores de anatomía en la FM para que, por medio de ella, produjeran el material biológico complementario de los programas de enseñanza. (Guzmán, 2005).

Martínez Galindo, Zaragoza Flores, González Rosales y Soto han plastinado unas 182 piezas, entre órganos, troncos y segmentos de cabeza, tórax, abdomen y extremidades superiores e inferiores. (Guzmán, 2005). Algunas de ellas se exhiben en el Museo de Anatomía de la FM y otras más se llevan a las aulas de dicha facultad. Allí, los estudiantes las pueden comparar con las imágenes bidimensionales de libros y diapositivas, así como distinguir las diferencias entre órganos sanos y enfermos (por ejemplo, con tumores o cisticercosis) (Guzmán,2005).

La importancia de la plastinación es que sirve en medicina humana y veterinaria, odontología, biología y agronomía, así como otras áreas. Con ella es posible integrar colecciones completas de órganos y especímenes, y así presentar nuevas formas de exhibición en museos (Guzmán, 2005).

Además de ser aprovechadas para la enseñanza, las piezas plastinadas se utilizan en congresos y conferencias que se realizan en preparatorias y en muchas Universidades del país (Guzmán,2005).

Con estos materiales ya se ha pensado ampliar el actual Museo de Anatomía para que albergue el mayor acervo en su tipo de la UNAM, que se hará de acuerdo con los programas de enseñanza, y así poder apoyar la comprensión de la anatomía animal, aclara Martínez Galindo (Guzmán,2005).

Gracias a la técnica de la plastinación, en la Facultad de Medicina se conservan cuerpos o partes de ellos en buenas condiciones con fines didácticos; mostrando no sólo la anatomía, sino ciertas patologías que presentan los enfermos (Romero, 2005).

En mayo de 2001 el doctor Guiraldes estableció contactos para llevar equipos y materiales de la Universidad 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 humana. En donde están trabajando en la preservación de riñones, cabeza, rodilla y cerebro, este fue inaugurado el 3 de diciembre de 2003. En Sudamérica, sólo países como Brasil y Chile cuenta con laboratorios de este tipo (Guinaldés, 2004).

En México en la Ciudad de Guadalajara Alfredo Rodríguez García, coordinador de forenses del Instituto de Jalisco de Coordinación forense (IJCF), y del Servicio Médico Forense (SEMEFO), y del área de Laboratorio de Disección del Centro Universitario de Ciencias de la Salud (CUCS), de la Universidad de Guadalajara, tiene un proyecto para conservar los 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).

En el laboratorio de anatomía animal comparada de la unidad de Morfología y función de la FES Iztacala, UNAM, desde 1994 se han investigado formas alternativas para plastinar tanto especímenes completos como disecciones utilizando resinas de fabricación nacional. (Macias, 1998; Kirwan, 2004) en donde se ha demostrado la potencialidad de dichas resinas en la plastinación de mamíferos y tiburones.

#### **II.4.- Características de los Peces Óseos**

Los peces, en sentido amplio, surgieron a principios del Paleozoico, siendo del Silúrico los primeros gnatóstomos conocidos. Los peces se dividen clásicamente en dos clases: elasmobranquios (condrictios o peces cartilagosos) y osteictios (peces óseos). La sistemática actual considera a los peces como un grado dividido en dos subgrados: los elasmobranquiomorfos (con las clases de los placodermos, extinguidos, y de los condrictios) y los teleostomos (con las clases de los acantodios, extinguidos, y de los osteictios). En la actualidad la diversidad de la fauna piscícola está comprendida en sólo dos grupos realmente importantes: los seláceos (tiburones y rayas) y los teleosteos (99% de las especies de peces óseos) (Lagler, et. al., 1997).

Los osteoictios o peces óseos son animales característicos por poseer un esqueleto osificado con columna vertebral, branquias y aletas tanto pares (ictiopterigio) como impares (dorsal, caudal, y anal), y dependen primordialmente del agua, que es el medio en donde viven. Su estudio comprende los aspectos puro y aplicado de la ciencia ictiológica (Lagler, et. al., 1997).

Sea cual sea el aspecto biológico de los peces que consideremos, podemos darnos cuenta de que los peces óseos sobresalen de manera notable, y que esta superioridad se logra de diversos modos en las distintas especies. Frente a 3,000 especies aproximadamente que se han descrito de elasmobranquios, los peces óseos cuentan en la actualidad con más de 20,000 especies, aunque podrían llegar hasta 40,000 (Young, 1985).

Se estima que en nuestro país, existen 18 ordenes y 33 familias con 506 especies de peces óseos dulceacuícolas. Esto correspondería a cerca del 60% de los peces de agua dulce presentes en E.U.A y Canadá, confinados a un territorio que ocupa, la quinta parte de ambos países (Espinoza, et. al., 1993), y

al 5.1% del total conocido considerado que existen alrededor de 9,847 especies de peces de agua dulce en todo el mundo (Nelson, 1994).

Los peces son los vertebrados más numerosos, que existen y la mayoría tiene forma fusiforme, aunque los hay redondos o cilíndricos, otros son planos y algunos angulares (Lagler, et. al. 1997).

El incremento del conocimiento de la vida de los peces ha sido el resultado del natural deseo por saber más sobre la naturaleza y de nuestra necesidad de recabar más información relacionada con las especies que nos sirven para el comercio, aprendizaje y recreación. Por lo menos desde el siglo X a.C. los chinos estaban tratando de cultivar con éxito los peces. Los antiguos egipcios, griegos, y romanos hicieron registros sobre las variedades, hábitos y cualidades de varias especies de peces (Lagler, et. al. 1997).

El estudio de los peces, o ictiología, no tuvo forma de disciplina científica, sino hasta el siglo XVIII, en torno a las siguientes especialidades: taxonomía, anatomía, evolución y genética, historia natural y ecología, fisiología y bioquímica y conservación (Lagler, et. al., 1997).

Dentro de las especies que tienen importancia por sostener fuertes pesquerías en los estados de Michoacán y Jalisco están los charales y pescados blancos, los cuales tienen un gran potencial piscícola en México. Estos peces pertenecen al género *Chirostoma* (Atherinidae) que es exclusivo de la ictiofauna mexicana, con un total de 18 especies (Barbour, 1973). Los charales y pescados blancos gozan de una gran aceptación en la dieta del pueblo mexicano, sostienen importantes pesquerías y es factible su cultivo, sin embargo en general los aterínidos mexicanos han sido poco estudiados (Barbour 1973).

Los peces del género *Chirostoma* son un elemento endémico del territorio mexicano, las cuales se distribuyen de manera natural en el Altiplano Mexicano. De ellas, *Chirostoma humboldtianum*, constituye la primera especie íctica mexicana descrita en 1835 por Valenciennes (Paulo, et. al., 2000).

Esta especie de hábitos lacustres, anteriormente se distribuía de manera amplia desde los lagos del valle de México hasta los lagos de Santa María y San Pedro Lagunillas, en Nayarit. Sin embargo como producto de las actividades humanas se han modificado los ambientes naturales y en consecuencia, muchas de las poblaciones de esta especie han desaparecido (Barbour, 1973).

Otro aspecto interesante de esta especie, es que desde el punto de vista filogenético ha sido considerada como el posible ancestro que dio origen a las especies de mayor dimensión de *Chirostoma*, como producto de la adaptación a las aguas dulces de la Mesa Central (Barbour, 1973).

Junto con *Chirostoma estor*, es una de las especies más estudiadas en diferentes temas, como Sistemática, Biología (alimentación, reproducción, crecimiento), Ecología, Pesquerías y Acuicultura (Paulo, et. al., 2000).

#### **II.4.1.- Ubicación Taxonómica y Características distintivas de la biología del pez (*Chirostoma Atherinidae*).**

El género *Chirtostoma* esta constituido actualmente por (18) especies y (6) subespecies, sin incluir a *C. compressum*, que se considera extinta (Paulo, et. al., 2000). El género *Chirostoma* se divide en dos grupos de especies, sobre la base de las características merísticas y morfología de las escamas. El grupo

jordani tiende a presentar un número alto de valores merísticos, escamas lacinadas con canales en la línea lateral, (caracteres derivados); el grupo arge tiene números bajos de valores merísticos, bordes de las escamas lisos y poros en la línea lateral (caracteres primitivos) (Palacios, 1998).

De acuerdo a los criterios de Nelson 1994, la clasificación taxonómica de *Chirostoma atherinidae* es la siguiente:

- 1 Serie:**                    ***Atherinomorpha***                    **según Rosen y Parenti (1981)**
- División I**
- 2 Superfamilia:**                ***Atherinoidea***
- 3 Familia:**                        ***Atherinidae***
- 4 Subfamilia:**                    ***Atherinopsinae***
- 5 Orden:**                            ***Atheriniformes***                **según Nelson (1984)**
- 6 Suborden:**                        ***Atherinoidei***
- 7 Género:**                            ***Chirostoma***
- 8 Especie:**                            ***C. Humboldtianum***
- según Von Bayern y Steindachner (1895)**

El taxón *Chirostoma humboldtianum* fue descrito por Valenciennes en 1835 como *Atherian humboldtiana*, pero poco después fue cambiando de posición taxonómica y utilizado como especie tipo del género por Swaison en 1839 (Paulo, et. al., 2000).

En la cultura mexicana era conocido como “Amilotl” o “Xalmichin” (pez en la arena) (Martín del Campo, 1955). A la fecha se le denomina como charal de Xochimilco (Espinosa-Pérez et. al., 1993), charal de aleta corta o Short fin silverside (Mayden et. al., 1992).

El holotipo (ZMB 1885) se ubica en el museo zoológico de Berlín y fue colectado en el valle de México (Paulo, et. al., 2000).

Sinónimos:

- |   |  |
|---|--|
| <b><i>Chirostoma humboldtianum</i></b>  | <b>Von Bayern &amp; Steindachner 1895: 522</b> |
| <b><i>Atherinichthys humboldtii</i></b> | <b>Günther 1861: 404</b>                       |
| <b><i>Atherina fontinalis</i></b>       | <b>Cházari 1884: 80</b>                        |
| <b><i>Chirostoma humboldtiana</i></b>   | <b>Seurat 1898: 26</b>                         |

<b><i>Chirostoma breve</i></b>	<b>Regan 1906-08: 59 (en parte)</b>
<b><i>Chirostoma regani</i></b>	<b>Jordan &amp; Hubbs 1919: 74</b>
<b><i>Chirostoma bartoni bartoni</i></b>	<b>De Buen 1941: 7(en parte)</b>
<b><i>Chirostoma bartoni</i></b>	<b>De Buen 1943: 214 (en parte)</b>
<b><i>Esloparum regani</i></b>	<b>De Buen 1945: 509, 1946b: 114</b>
<b><i>Chirostoma ocampoi</i></b>	<b>Álvarez 1963: 197</b>

Para realizar estudios sistemáticos, la metodología más utilizada ha sido el análisis morfogénético y merístico. Sin embargo, conforme avanza el conocimiento de estos organismos, se ha tenido la necesidad de utilizar otro tipo de características taxonómicas como son las osteológicas e incluso considerar la ontogenia de los huesos (Dunn, 1983), ya que esto último puede ser más importante desde el punto de vista filogenético. Así por ejemplo, Gosline (1965) propuso una filogenia de los teleósteos a partir de la comparación de huesos del cráneo de varias especies (Valdez, 1997). De ahí la necesidad de tener mejores métodos de preservación.

#### **II.4.2.- Descripción de la especie**

El charal es un pez de cuerpo esbelto y comprimido con una longitud patrón máxima de 6.5 cm., boca terminal subtriangular, mas o menos oblicua, con su mandíbula superior un poco curva en su parte media; la mandíbula inferior proyectada un poco por delante de la superior. Cuenta con 43 a 73 escamas en una serie longitudinal y de 25 a 40 escamas predorsales. Posee de 19 a 28 branquiaespinas a lo largo del primer arco branquial. (Paulo, et. al., 2000).

#### **II.4.3.- Distribución Geográfica**

Por su extensión, ubicación y potencial pesquero las aguas epicontinentales de México son muy importantes. Tiene una amplia distribución, pues se le encontraba al oriente desde los lagos interiores del Valle de México como Xochimilco, Chimalhuacan, Texcoco y Tlahuac (Soto, 1953), la cuenca del río Lerma y hacia el oeste, en las laguna de Juanacatlan (Jal.), Santa María y San Pedro Lagunillas (Nay.). Dentro de las especies nativas que tienen importancia por sostener fuertes pesquerías en los estados de Michoacán y Jalisco están los charales y pescados blancos, los cuales tienen un gran potencial piscícola en México. En la actualidad se encuentra en la laguna de Zacapu (Mich.); Trinidad Fabela Huapango, Danxhó, Tiacaque y Tepuxtepec (Todas en el Estado de México). Alaye (1988), menciona la existencia de *Chirostoma humboldtianum* en Patzcuaro, producto quizá de una introducción involuntaria como sucedió en los embalses el Bosque de (Mich.), y Villa Victoria (Méx.), ubicados en la cuenca de río Balsas (Rosas, 1970; Bonilla, 1982; Chavéz-Toledo, 1987).

#### **II.4.4.- Aspectos ecológicos**

Estos peces (*Chirostoma*) son característicos de la Meseta Central con un medio físico (luz, temperatura, humedad, etc.). Viven muy cerca de superficie en la zona francamente limnética (Moncayo, 1996). Están ubicados dentro de los 2170 a 2552 m.s.n.m. a temperaturas que van de los 19° a 25° C, oxígeno disuelto entre 6.7 a 7.5 mg/l y un pH de 7.5 a 8.2. Los sulfatos van de 14 a 26 p.p.m., así como los nitratos y fosfatos de 0 a 4.4 y 1.1 a 1.58 mg/l respectivamente (Chávez-Toledo, 1987; Díaz-Pardo y Chávez-Toledo, 1987). En ambientes del Bajo Lerma como la laguna de Zacapu, el charal vive en aguas con 6 a 18° C con concentraciones de oxígeno entre 2,23 a 8.6 mg/L y un pH de 7 a 8 (Medina, 1993).

#### **II.4.5.- Aspectos biológicos**

##### **II.4.5.1.- Alimentación**

Es una especie carnívora que se alimenta sustancialmente de zooplancton, también son ictiófagos, es decir, comen especies del mismo género pero de menor talla. Su alimentación se realiza en las horas luz, dado que es un animal que usa la vista para localizar sus presas, pueden presentar una dieta de diez grupos alimentarios como cladoceros, anfípodos, copépodos calanoideos, ciclopoideos, dípteros, coleópteros, hemípteros, peces y rotíferos. (Moncayo, 1996).

##### **II.4.5.2.- Reproducción**

Se ha encontrado que desovan en las orillas de los cuerpos de agua a poca profundidad sobre algas filamentosas entre las raíces de los sauces o en las piedras, ovopositan huevos pequeños con diámetro de un milímetro, aproximadamente. El lugar más representativo es el embalse Tiacaque donde la reproducción se da casi todo el año con dos picos reproductivos: el primero se alcanza hacia la primavera y el segundo en verano (Aguilar y Navarrete, 1994).

Considerando las tallas de reclutamiento reproductivo y fecundidad, se observan también variaciones con el sitio. Para el embalse del Tiacaque la talla mínima de reproducción fue a los 5.7 cm. para ambos sexos y se observó una fecundidad absoluta de 2024 y 17758 óvulos (Aguilar y Navarrete, 1994).

##### **II.4.5.3.- Crecimiento**

Las ecuaciones de crecimiento para ambos sexos siguen el modelo de Von Bertalanfii, y son:

$$\text{Machos } Lt = 173.6 - e^{(-0.159 (tl + 0.791))} \quad (\text{Tellez, 1983})$$

$$\text{Hembras } Lt = 197.71 (1 - e^{(-0.107 (tl - 0.593)})} \quad (\text{Flores, 1985})$$

Lt= Longitud total en mm

Con el modelo potencial de Diller la relación peso-longitud esta expresada de la siguiente forma:

$$\text{Peso} = 0.01170 L^{(2.8993)} \quad \text{donde: } L = \text{longitud patrón en mm}$$

#### **II.4.5.4.-Locomoción**

Los músculos representan el 25% del peso húmedo del pez. La gran masa muscular está en los laterales. La mayor parte de los peces se desplazan en el agua mediante ondulaciones de su cuerpo, así como por movimientos de las aletas pectorales (Barbour 1973).

#### **II.4.5.5.-Respiración**

La respiración se realiza a través de las branquias que están constituidas por arcos cartilaginosos situados internamente en la boca y por donde se produce el intercambio gaseoso entre la sangre y el agua. Las branquias de los peces se colapsan cuando estos se sacan del agua. La disminución de la superficie de intercambio en las branquias colapsadas, hace que, aunque estas se conserven húmedas, el pez se asfixie en unos minutos. La gran mayoría de los peces óseos tienen vejiga natatoria; este órgano puede llenarse de gases (45% de O<sub>2</sub>; 4% CO<sub>2</sub> y 50% N<sub>2</sub>) que extrae de la sangre. Sirve como estabilizador a diferentes profundidades y cumple funciones elásticas (percepción y emisión de sonidos) (Barbour 1973).

#### **II.4.5.6.-Regulación Osmótica**

El cuerpo de los peces tiene una concentración de sales mayor que el agua dulce y menor que el agua salada. Para mantener una concentración de sales apropiada, los peces emplean las grandes superficies de intercambio con el agua, que son las branquias, los riñones y el intestino. En agua dulce, los peces captan sales por las branquias y el intestino, a la vez que el riñón produce orina diluida. En agua salada, los peces captan agua por el estomago y eliminan sales por las branquias y por el riñón produce una orina concentrada. (Aguilar y Navarrete, 1994).

#### **II.4.5.7.-Sentidos**

Otolitos. A ambos lados de la parte posterior del cráneo se localizan un par de cámaras denominadas cápsulas óticas, que contienen a los otolitos, concreciones calcáreas suspendidas en un líquido llamado endolinfa. La función de los otolitos es la percepción de sonidos, el mantenimiento del equilibrio y la orientación de los peces. Las cápsulas óticas se dividen en dos pequeños compartimientos: el utrículo de posición superior y el sáculo, que puede presentar una evaginación denominada lagena. Ambos compartimientos se unen por un delgado conducto. Los otolitos en los peces teleósteos llegan a ocupar todo el utrículo al igual que el sáculo, a grado tal que reproducen con exactitud la forma interna de las cavidades donde se localizan. Los otolitos reciben diferentes nombres dependiendo de su ubicación: el que se localiza en



el utrículo se denomina lapillos; el del sáculo sagita y el de la lagena, asterisco (Chao 1978).

En la mayor parte de los peces existe una línea de escamas, con poros o canales microscópicos que cumple funciones sensoriales, es decir actúa como un receptor de las vibraciones y de la presión del agua, dicha línea esta a ambos lados del cuerpo desde la cabeza hasta la cola y se conoce como línea lateral (Dunn1983).

Cuando existe la línea lateral normalmente es continua y recta, a simple vista se inicia en el margen superior del opérculo y termina en la base de la aleta caudal, aunque en otros organismos la parte anterior de la línea lateral se encuentra normalmente curvada (Dunn1983).

En algunos peces la línea lateral está interrumpida o consiste en dos secciones discontinuas, generalmente una bajo la parte anterior de la aleta dorsal y la otra sobre el pedúnculo caudal (Dunn1983).

### **III.- JUSTIFICACIÓN**

La técnica de plastinación no se ha aplicado a peces óseos por lo que es importante su aplicación y evaluación para su potencial uso en las colecciones ictiológicas. En comparación con otros especímenes preservados con las diferentes técnicas actuales como las soluciones preservadoras, los modelos plastinados se podrían vislumbrar mejor en las colecciones ictiológicas para la enseñanza y exhibición.

Así la finalidad de la plastinación para la conservación de material biológico es destinarse a la enseñanza e investigación de las ciencias naturales, el conocimiento en salud y la exhibición museográfica, por lo tanto es necesaria su aplicación y evaluación debido a que los resultados han sido eficientes en medicina y veterinaria.

Esta alternativa en la práctica actual podría reducir significativamente el número de animales, la producción de desechos de alto riesgo utilizados en su preservación cuando se renuevan, y los conflictos que tienen los estudiantes sobre el uso de animales fijados por vía húmeda. Por eso pese al beneficio de la preservación de los modelos biológicos, presentan algunos problemas como es la dificultad de disecar especímenes preservados por vía húmeda

## **IV.- OBJETIVOS**

**IV.1.-** Estandarizar la técnica de plastinación con resinas poliéster para la preservación de un modelo de pez óseo *Chirostoma* sp (Atherinidae) para colección Ictiológica.

**IV.2.-** Evaluar el uso de los especímenes completos, plastinados con resina poliéster en la enseñanza de Morfofisiología animal.

**IV.3.-** Evaluar el uso de la técnica de plastinación en resina poliéster con respecto a el método tradicional de conservación.

**IV.4.-** Evaluar la utilización de la técnica de plastinación con respecto a la técnica tradicional para fines de investigación y docencia por medio de encuestas.

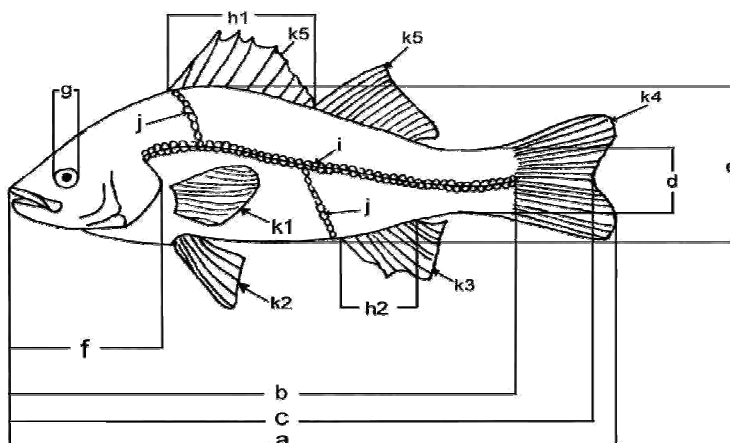
## V.- MÉTODO

**V.1.- Obtención de los especímenes:** Se obtuvieron 100 especímenes completos, de la especie *Chirostoma* (*Atherinidae*) (figura 1 y 2), con una longitud media de 5.8 cm., en Centros de Distribución como la Central de Abastos de Tlalpan de la Ciudad de México.



**Figura 1 y 2.- Peces Óseos, *Chirostoma Atherinidae***

**V.2.- Medición:** Se determinaron las dimensiones morfológicas de sus regiones anatómicas con la toma de medidas merísticas, estimando las longitudes total, furcal, patrón, cefálica, de la base de las aletas dorsal y anal, altura mínima y máxima, diámetro interocular, n número de radios duros y suaves de cada aleta, como la pectoral, pélvica, anal, caudal, dorsal, y su peso; con vernier y balanza granatária, como se observa en la Tabla 1, Figura 2, y Figura 3.



**Figura 2.- Medidas biométricas realizadas en cada ejemplar, para el código ver la Tabla 1**

VARIABLES	CÓDIGO USADO EN LA FIGURA 1	
1.- Longitud Total	(a)	
2.- Longitud furcal	(b)	
3.- Longitud patrón	(c)	
4.- Altura mínima	(d)	
5.- Altura máxima	(e)	
6.- Longitud cefálica	(f)	
7.- Diámetro interocular	(g)	
8.- Longitud de la base de las aletas	Dorsal (h 1) Primera Aleta	Dorsal (k 5) Segunda Aleta
	Anal	(h 2)
9.- Número de radios duros y suaves en cada aleta	Pectoral	(k 1)
	Pélvica	(k 2)
	Anal	(k 3)
	Caudal	(k 4)
	Dorsal	(k 5)
10.- Peso	1. (g)	

TABLA I.- VARIABLES CONSIDERADAS DE CADA UNO DE LOS INDIVIDUOS

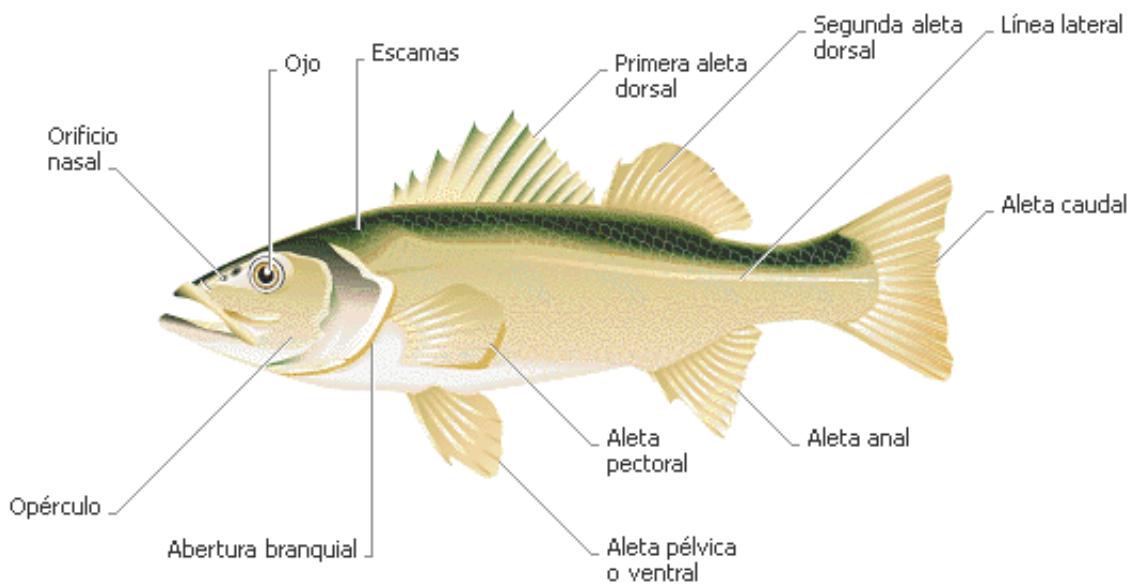


Figura 3.- Características externas del Pez Óseo

Estas medidas mencionadas, se volvieron a tomar después de que los especímenes fueron preparados en formol al igual que al término de la manipulación.

**V.3.- Fijación:** Posteriormente se lavo el material biológico con agua corriente para ser posteriormente fijados, sumergiéndolos en una solución de formaldehído al 4%, neutralizado con borato de sodio (figura 4).



**Figura 4.- Organismos fijados con formol al 4%**

**V.4.-División de organismos;** Se subdividieron los peces en 2 grupos de 50 organismos escogidos al azar.

**V.4.1.- Grupo 1; (50 organismos);** se preparó de forma tradicional o por vía húmeda, que se basa preservando a los organismos en formol.

Para lo cual el grupo 1 se sumergió en formaldehído al 4% y posteriormente se sumergió en alcohol etílico al 40% para su conservación. Al cabo de un año se obtuvieron de nuevo las medidas merísticas, para determinar los cambios de las regiones anatómicas.

**V.4.2.- Grupo 2; (50 organismos);** se preservaron con la técnica de plastinación con resina poliéster, la cual consistió de los siguientes pasos.

**Después de la fijación los organismos pasan por las siguientes etapas en el caso de la técnica de plastinación.**

**a) Deshidratación:** Los organismos se deshidrataron en acetona pura a  $-19^{\circ}$  C, durante 4 semanas, ya que el agua y los lípidos que contienen los especímenes deben ser reemplazados para permitir posteriormente que el polímero impregne al espécimen.

**b) Impregnación (fase 1):** Los especímenes deshidratados se sumergieron en un baño de resina poliéster al 50% en acetona, por un tiempo de 4 semanas, para forzar la impregnación con el polímero, desde el nivel celular.

**c) Impregnación (fase 2):** Los especímenes que terminaron la impregnación fase uno, fueron transferidos a resina poliéster pura a una temperatura ambiente, por tres semanas.

**d) Polimerización (curado):** Posteriormente los organismos que terminaron la impregnación fase dos, fueron sumergidos en una solución de catalizador al 50% en acetona pura, a temperatura ambiente por 15 minutos.

**e) Secado:** los organismos ya curados se dejan secar, a la vez que son recubiertos de una fina capa de esmalte acrílico para una mejor preservación y apariencia.

Los organismos se secaron durante una semana, entonces estuvieron disponibles para ser manipulados y utilizados para demostración y evaluación.

#### **V.5.- Evaluación de los cambios morfométricos después de las etapas de conservación y manipulación.**

##### **a) Deformación**

Para ver la alteración se hizo seguimiento de las características en el:

Color

Forma

Textura

Pérdida de estructuras.

Morfología externa.

Tamaño

##### **b) Manipulación – (periodos de 3 hrs. de desecación).**

Los 2 grupos de organismos preparados con la técnica de plastinación y técnica tradicional, fueron estresados exponiéndolos a desecación a temperatura ambiente por un tiempo de un mes con periodos de 3 hrs. continuas de desecación diaria.

Al terminar, se volvieron a tomar las medidas merísticas, solo de la técnica tradicional, ya que los especímenes de la técnica de plastinación ya no presentan cambios.

**V.6.- Análisis de datos:** Los datos obtenidos se analizaron, mediante el programa de Statistica, Versión 4.

Se realizó el análisis estadístico para comparar las siguientes medidas:

- A.-** Medidas originales contra Medidas después del Método tradicional.
- B.-** Medidas originales contra Medidas después de la Plastinación.
- C.-** Medidas después del Método Tradicional contra Medidas después de la Plastinación.
- D.-** Medidas de organismos plastinados antes del estrés contra Medidas de organismos plastinados después del estrés.
- E.-** Medidas del Método Tradicional antes del estrés contra Medidas del Método Tradicional después del estrés.

### **V.7.- Diseño de la Encuesta**

Se llevó a cabo una encuesta (Anexo 1), la cual se aplicó a una muestra aleatoria de 50 individuos entre ellos (10) Maestros de Zoología o Diversidad Animal I y II, Biología del Desarrollo y Morfofisiología Animal Comparada y (40) Estudiantes de 2do. a 8tavo semestre de la Carrera de Biología, de la FES Iztacala durante el semestre 2005-2



## **VI.- MATERIAL Y REACTIVOS**

Material, Reactivos y Equipos para la Técnica de Plastinación de Peces Óseos.

### **EQUIPOS**

Cámara fotográfica  
Congelador  
Vernier  
Balanza Granataria

### **MATERIAL**

Frascos de Vidrio y Plástico  
Una Malla  
Etiquetas

### **REACTIVOS**

Esmalte Acrílico  
Acetona  
Formaldehído  
Resina Poliéster  
Alcohol  
Catalizador  
Borato de Sodio  
Glicerina  
Agua destilada

## VII.- RESULTADOS

### VII.1.- Materiales obtenidos.

Se obtuvo una serie de 50 especímenes plastinados completos, y otra serie de 50 especímenes completos preservados tradicionalmente (con formol), de la especie *Chirostoma atherinidae*.

### VII.2.- Características Cualitativas (Tabla de comparación de los dos diferentes métodos de conservación).

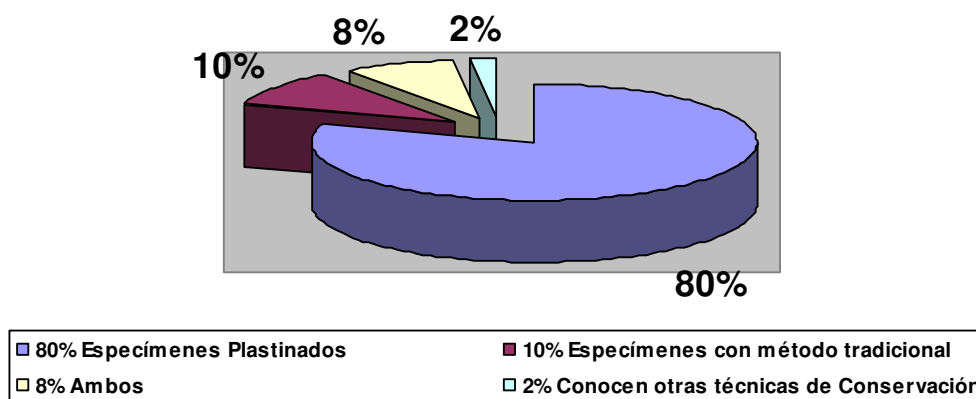
Tabla de comparación de los cambios suscitados por el método de conservación de los organismos preservados de forma tradicional y de los organismos preservados con la técnica de plastinación.

<b>TABLA DE COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS DE LOS DOS DIFERENTES MÉTODOS DE CONSERVACIÓN</b>	
<u>Organismos preservados de forma tradicional</u>	<u>Organismos preservados con la técnica de plastinación</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Color:</b> Se presentó un cambio en el color de los especímenes, ya que perdieron color, tornándose más blanquecinos, por la fijación con formol y la dilución de los pigmentos por el alcohol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Color:</b> Los organismos se tornaron translúcidos, siendo a contraluz visible las estructuras internas, posiblemente a la penetración de la resina.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Forma:</b> El cuerpo de los peces se curvó en dirección indistinta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Forma:</b> Los especímenes mantuvieron su forma y no se curvó.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Textura:</b> Los especímenes se endurecieron en el momento de su manejo, siendo difícil su manipulación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Textura:</b> Los especímenes se endurecen, siendo fácil su manejo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Pérdida de estructuras:</b> -Descamación. -Rompimiento de aletas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Pérdida de estructuras:</b> Los peces mantuvieron sus estructuras, Sin embargo las estructuras plastinadas muy delgadas, ante una manipulación brusca se rompen con facilidad, tal es el caso de las aletas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Morfología externa:</b> Se visualiza bien mientras el organismo está húmedo, sin embargo, se puede observar y manipular por poco tiempo, ya que presenta una rápida desecación, deteriorando las estructuras externas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Morfología externa:</b> Se visualiza bien la morfología externa, e incluso también el carácter translúcido que provoca la resina se pueden observar algunas estructuras como la línea lateral, y debido a que no presenta desecación se puede manipular por periodos más prolongados.</li> </ul>

### VII.3.- Resultados de la Encuesta.

- ▶ **VII.3.1.- ¿Qué organismos puedes manipular con mayor facilidad, especímenes plastinados o especímenes conservados de forma tradicional?** Un 80% de los encuestados, respondieron que pueden manipular con mayor facilidad especímenes plastinados, mientras que un 10% consideraron que pueden manipular mejor los organismos conservados con el método tradicional, un 8% afirmaron que pueden manipular con la misma facilidad ambos métodos de conservación y un 2% de los encuestados afirmaron que manejaron con mas efectividad otras técnicas de conservación que en su opinión son más adecuadas como es el caso de la desecación (figura 6).

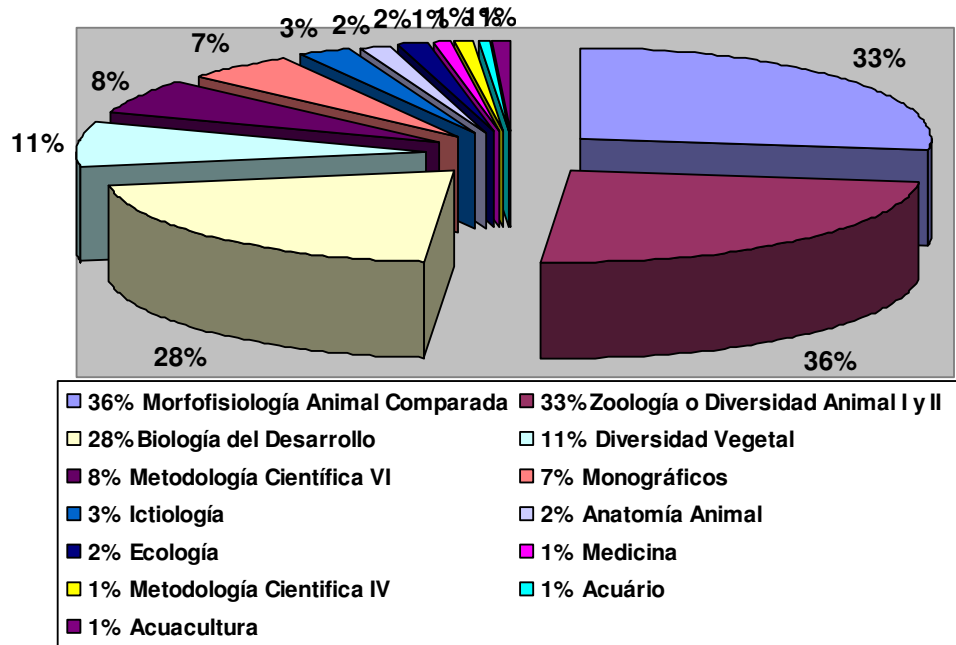
#### Manipulación de las dos diferentes técnicas de preservación



**Figura 6.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (1): ¿Qué organismos puedes manipular con mayor facilidad, especímenes plastinados o especímenes conservados de forma tradicional?**

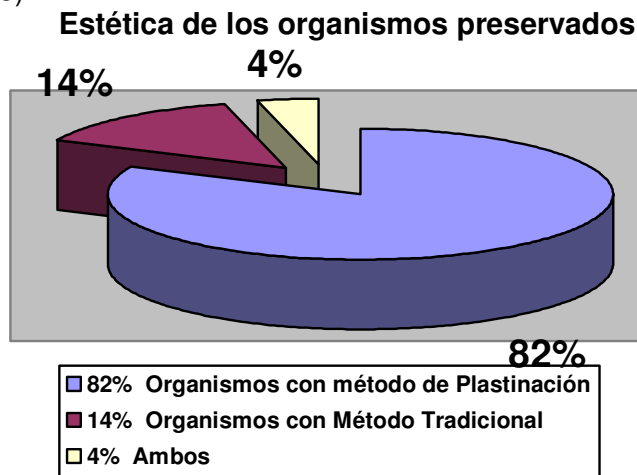
- ▶ **VII.3.2.- ¿En que áreas o asignaturas de la carrera de Biología de la FES-I, te gustaría la instrucción con estos especímenes?** Respecto a la utilización de los especímenes plastinados en las áreas o asignaturas de la Biología, a 33% les gustaría que la técnica se usara en Zoología o Diversidad Animal I y II, un 36% en Morfofisiología Animal Comparada, un 28% en Biología del Desarrollo, donde haya manejo de organismos como Embriones, Crías, Juveniles y Adultos, un 11% en Diversidad Vegetal, un 8% en Metodología Científica VI, un 7% en Monográficos, un 3% en Ictiología, un 2% en Anatomía Animal, y Ecología, y un 1% en Metodología Científica IV, Medicina , Acuario y Acuicultura (figura 7).

**Instrucción con especímenes plastinados en las asignaturas y áreas de la Carrera de Biología.**



**Figura 7.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (2): ¿En qué áreas o asignaturas de la biología, te gustaría la instrucción con estos especímenes?**

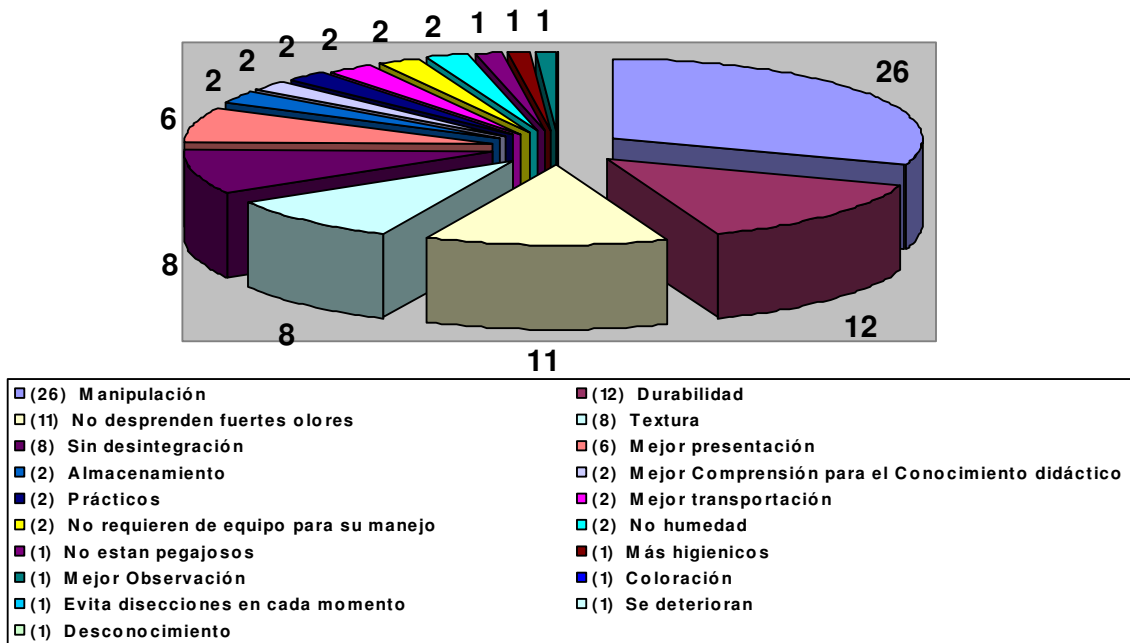
- VII.3.3.- ¿Qué organismos crees que son mas estéticos?** En referencia a la estética de los dos métodos de conservación, un 82% opina que son más estéticos los organismos plastinados, un 14% opina que son más estéticos los organismos preservados con el método tradicional y el 4% opina que no hay diferencias entre ambas técnicas (figura 8).



**Figura 8.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (3): ¿Qué organismos crees que son más estéticos?**

- VII.3.4.- ¿Por qué crees que los organismos plastinados son mejor?**  
 Con respecto a las características de los organismos plastinados el 26% opina que son mejores por su manipulación, ya que los organismos fijados en formol, cuando se manipulan se van destruyendo las estructuras, y con la plastinación se pueden manipular sin temor a modificar o romper alguna estructura, y reduce el factor de riesgo, además se pueden ver diversos ángulos del espécimen, él 12% por durabilidad, el 11% porque no desprenden fuertes olores tóxicos como el formol y no irritan, el 8% porque no presenta desintegración y mejor textura ya que el tejido esta bien conservado, el 6% porque tienen mejor presentación por su apariencia y lucen mejor en exhibiciones, el 2% porque no hay humedad, es mejor su almacenamiento porque al no guardarse en frascos ocupan menos espacio, así como no hay problema de derrame de sustancias y evaporaciones, son más efectivos para la comprensión del conocimiento didáctico conforme al uso y a la observación, no requieren de equipo para su manejo como pinzas o guantes, debido a su conservación en seco, son más prácticos, tienen mejor transportación, y el 1% porque presenta mejor coloración, se pueden observar mejor, no están pegajosos, son más higiénicos ya que no ocasionan daños a la piel y a las vías respiratorias, y se evitan disecciones a cada momento. El otro 1% opina que los organismos plastinados se deterioran porque los organismos cambian de color y otros desconocen la técnica (figura 9).

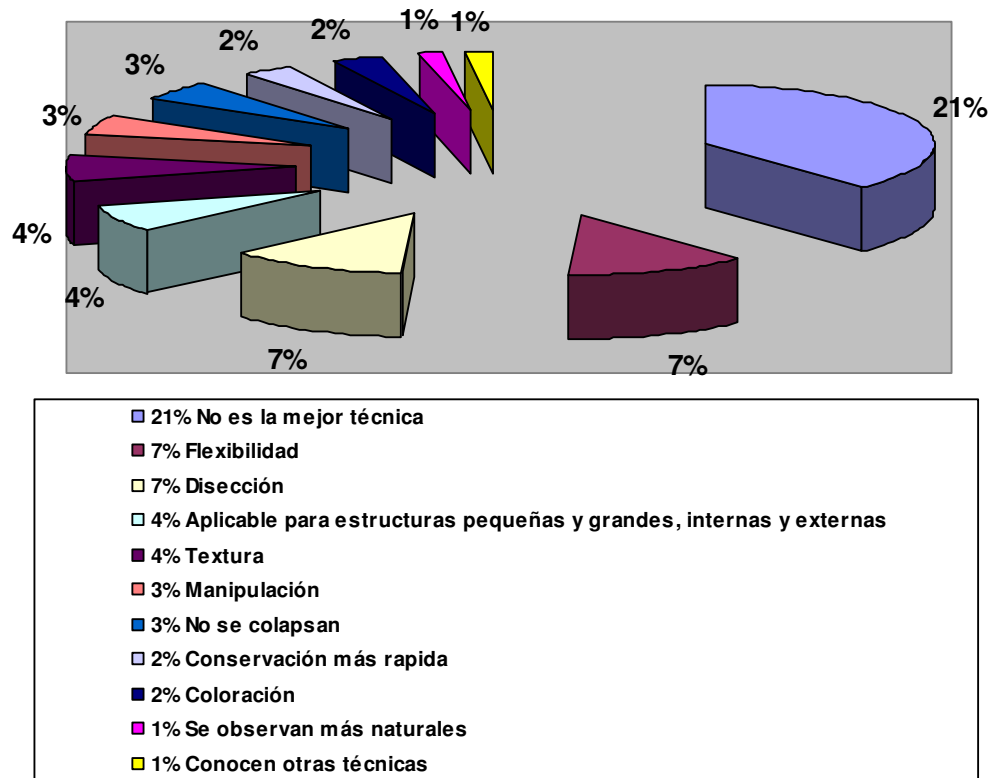
### Características óptimas de los organismos plastinados



**Figura 9.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta 4: ¿Por qué crees que los organismos plastinados son mejor?**

- VII.3.5.- ¿Por qué crees que los organismos conservados por vía húmeda son mejor?** Con respecto a las características de los organismos conservados por vía húmeda el 7% opina que son mejores porque presentan flexibilidad ya que conservan algunas características de la anatomía blanda o movimiento del organismo y se pueden manejar sus partes como abrir la boca, alzar las aletas, sentir su textura etc., y se les puede practicar disección haciendo algunos cortes histológicos y observar su interior y en el estudio del organismo si se requiere tomar otra característica o corte del organismo se puede volver a realizar, el 4% opina que es aplicable para estructuras grandes y pequeñas y que los organismos conservan su textura porque el tejido se mantiene como si estuviera fresco, el 3% opina que no se colapsan y que tienen buena manipulación, el 2% opina que presenta buena coloración y la forma de conservación de esta técnica tradicional es más rápida aunque no sea la mejor, el 1% opinan que estos organismos se observan más naturales y el otro 1% conocen otras técnicas de conservación como la técnica de deshidratación, así como el 21% opina que no es la mejor técnica ya que hay que estar cambiando de formol cierto tiempo, y en muchas ocasiones solamente se pueden observar a los organismos a través del frasco en que se encuentran (figura 10).

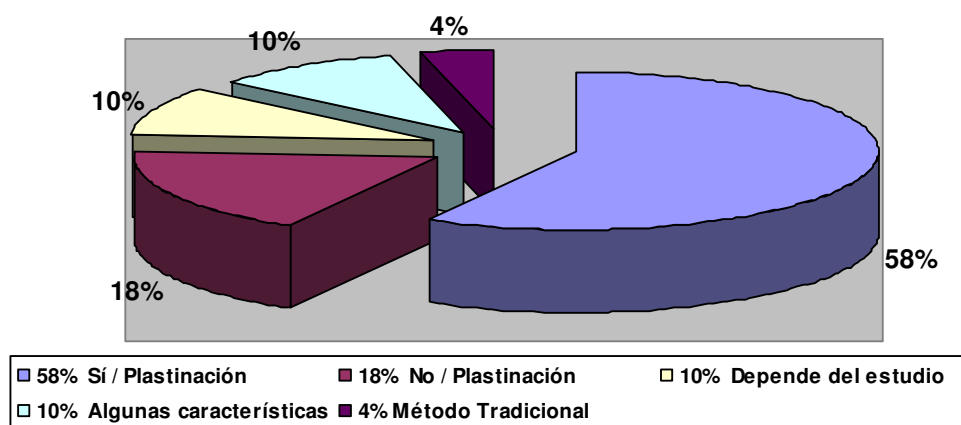
**Características óptimas de la técnica tradicional (En formol)**



**Figura 10.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta 5: ¿Por qué crees que los organismos conservados por vía húmeda son mejor?**

- VII.3.6.- ¿Estos especímenes demuestran bien sus características para la comprensión de la zoología?** En cuanto a la buena visualización de las características de los organismos plastinados para la comprensión de la zoología, el 58% opina que la plastinación es más favorable ya que se observa toda la anatomía del organismo, el 18% opina que no es muy favorable esta técnica ya que en el proceso de conservación los organismos pierden ciertas características como aletas, color etc., el 4% opina que es mejor la demostración de las características con el método tradicional ya que es la técnica menos modificada, el 10% opina que esta demostración depende del estudio de los organismos y el otro 10% opina que la plastinación demuestra solo algunas características bien visibles de los organismos (figura 11).

**Características de los organismos plastinados para la comprensión de la zoología**



**Figura 11.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (6): ¿Estos especímenes demuestran bien sus características para la comprensión de la zoología?**

- VII.3.7.- ¿Cree que es mejor usar las dos técnicas de conservación o solo los especímenes con la técnica de plastinación?** En cuanto a la preferencia de usar cualquiera de las técnicas de conservación o usar ambas técnicas, el 70% opina que es más favorable usar las dos técnicas de conservación para mayor aprendizaje (complementación), ya que la plastinación de estos especímenes amplía el uso de una nueva técnica, pues cada persona puede tener una visión diferente de lo que observa, también porque depende de los objetivos a seguir o del estudio que se pretenda realizar así como del organismo que se trate, las partes anatómicas, y de las exigencias de la asignatura, por el estudio de los diferentes sistemas, además de las consistencias, ya que una técnica muestra características más visibles que no se pueden ver con la otra desde el punto de vista morfológico, así como también los organismos se pueden desteñir en las técnicas, el 28% opina que es mejor usar solo

la técnica de plastinación y el 2% opina que es mejor usar solo la técnica tradicional (figura 12).

### Uso de las dos técnicas de preservación

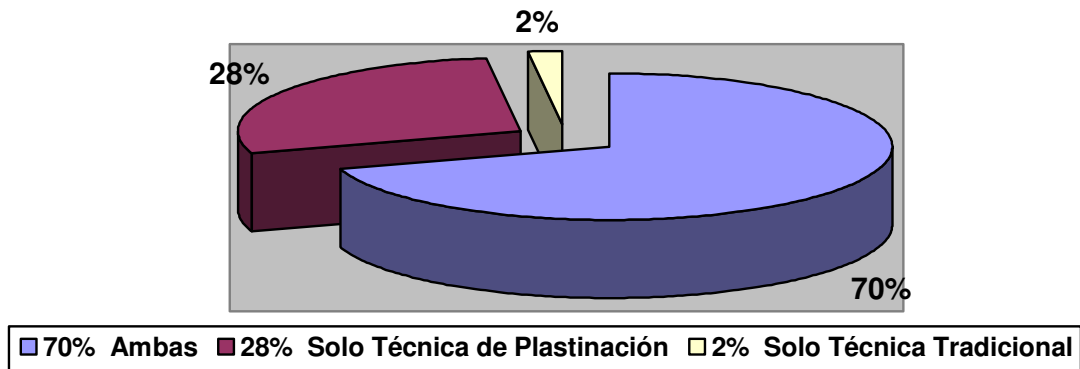


Figura 12.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta 7: ¿Cree que es mejor usar las dos técnicas de conservación o solo los especímenes con la técnica de plastinación?

- VII.3.8.1- ¿Qué técnica de conservación de organismos consideras de alto riesgo?** Las técnicas que consideran de alto riesgo con un 94% es la técnica tradicional, un 2% otras técnicas, 2% técnica de transparentación, 2% técnica de plastinación (figura 13).

### Técnicas de Conservación de alto riesgo

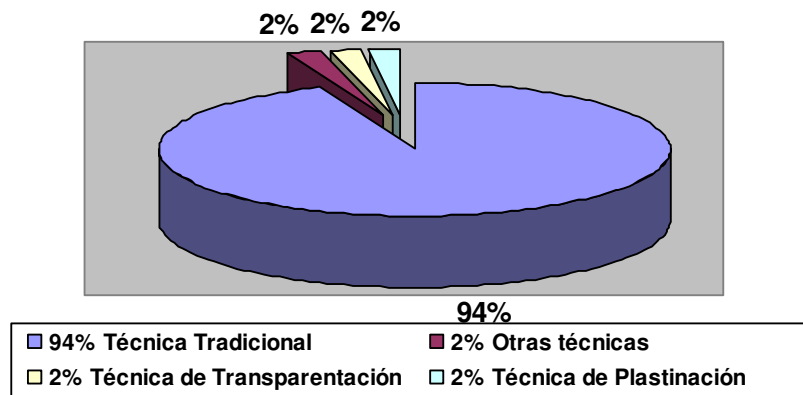
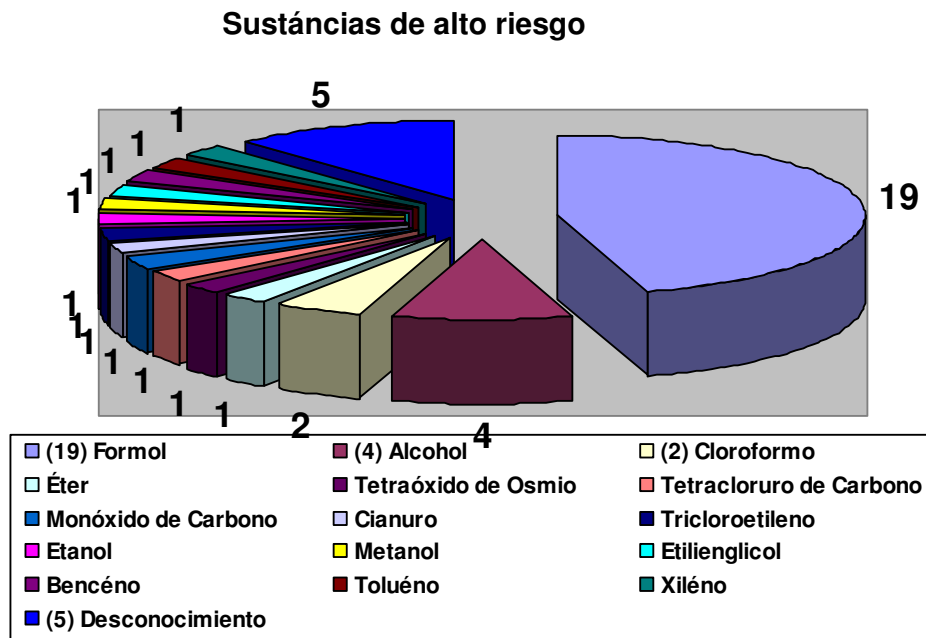


Figura 13.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (8): ¿Qué técnica de conservación de organismos, consideras de alto riesgo?



- VII.3.8.2- Sustancias de alto riesgo.** Entre el 94% que consideran de alta toxicidad la técnica tradicional (19) encuestados opinan que es por la utilización de las sustancias como el formol, Cuatro encuestados mencionan el alcohol, Dos encuestados opinan que el cloroformo, entre otras sustancias como tetraoxido de osmio, tetracloruro de carbono, éter, ácidos, monóxido de carbono, cianuro, tricloroetileno, etanol, metanol, etilenglicol, benceno, tolueno, xileno, y Cinco de los encuestados desconocen sustancias de riesgo (figura 14).



**Figura 14.- Diagrama donde se observan los el número de las respuestas a la pregunta (8): ¿Qué técnica de conservación de organismos, consideras de alto riesgo?**

- VII.3.8.3- Consecuencias del uso de técnicas tradicionales.** Con respecto a las consecuencias del uso de las técnicas tradicionales, 30% de los encuestados menciona que conlleva sustancias cancerígenas, 30% mencionan que son técnicas tóxicas que provocan cualquier daño en nuestro organismo como en la piel y sistema respiratorio, 26% opina que estas técnicas conllevan sustancias volátiles, 22% menciona que sin flameables, 4% resalta que su uso constante llega a marear y 2% resalta que causa efectos locales y sistemáticos (figura 15).

### Consecuencias del uso de técnicas tradicionales

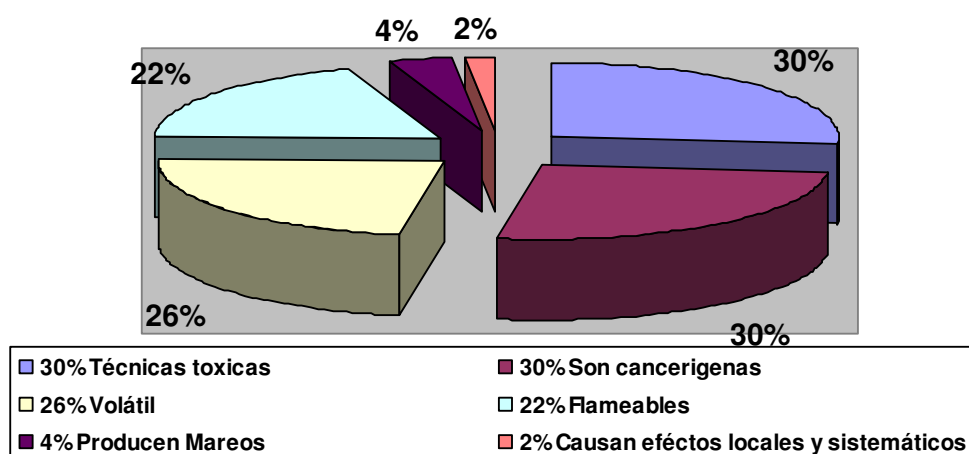


Figura 15.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (8): ¿Qué técnica de conservación de organismos, consideras de alto riesgo?

- VII.3.9- ¿Existe una necesidad de utilizar materiales adicionales en el curso de diversidad animal II? En cuanto a la necesidad de utilizar materiales adicionales en el curso de diversidad animal II, el 94% menciona que si es favorable, el 2% que no lo es, y el 4% desconocen (figura 16).

### Necesidad de utilizar materiales adicionales para el curso de Diversidad Animal II

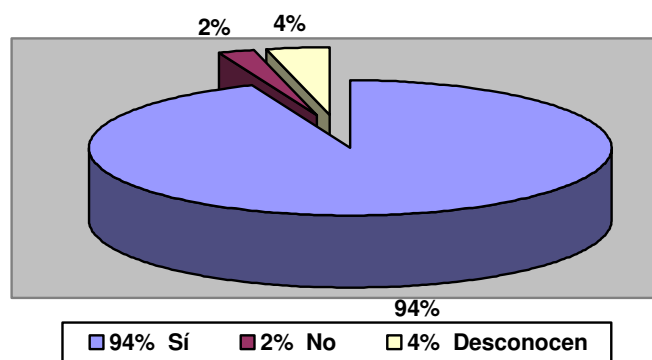


Figura 16.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (9): ¿Existe una necesidad de utilizar materiales adicionales en el curso de diversidad animal II?

- VII.3.9.1- Materiales adicionales para el uso de la técnica de plastinación. Entre ese 94% resaltan que se deberían usar materiales como: 8% de los encuestados mencionan, organismos vivos colectados en campo, 8% opina la utilización de los esquemas, 8% libros y manuales, 8% material didáctico, 15% utilización de fotos, 24% usar

diferentes técnicas de conservación, 8% monografías, 15% material para seguridad y protección (figura 17).

### Materiales adicionales para la enseñanza de Diversidad Animal II

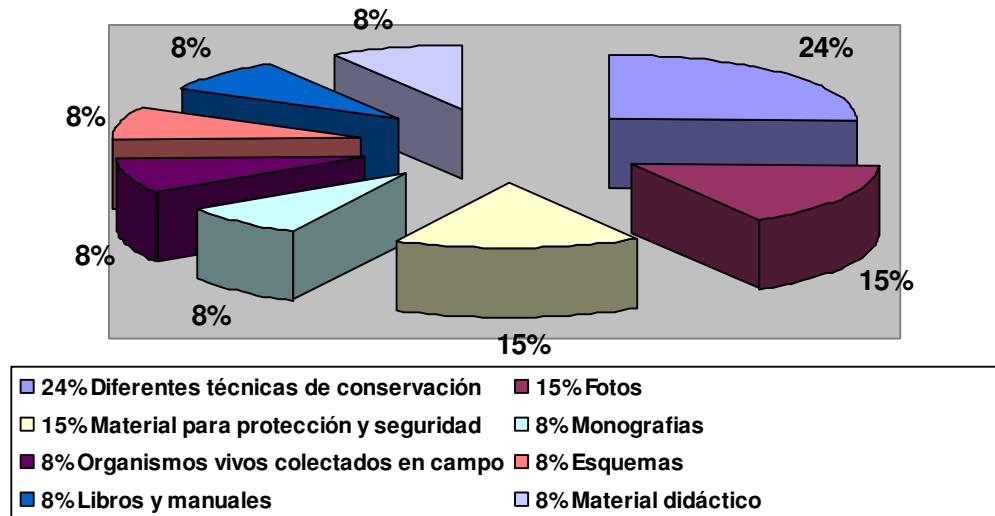


Figura 17.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta (9): ¿Existe una necesidad de utilizar materiales adicionales en el curso de diversidad animal II?

- VII.3.10- ¿Estás mas dispuesto a estudiar y usar el material de especímenes plastinados que con los especímenes tradicionales? En cuanto a la disposición de estudiar y usar el material plastinado el 56% opina que solo se debería de utilizar esta técnica de plastinación, el 32% mencionan que deben estar disponible ambas técnicas de conservación y el 12% menciona que no estaría del todo dispuesto a usar la técnica (figura 18).

### Disposición de utilizar solo especímenes plastinados para el estudio e investigación.

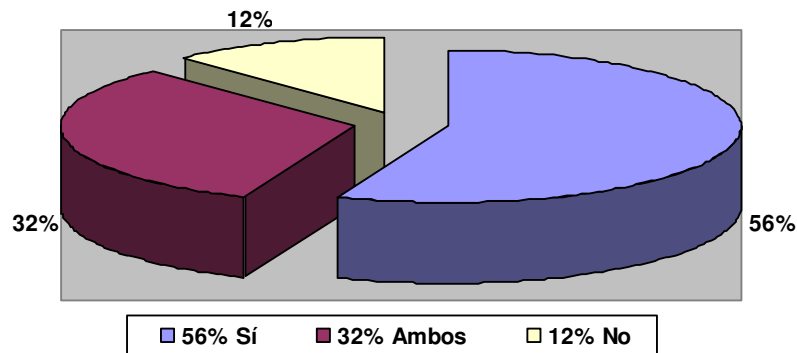
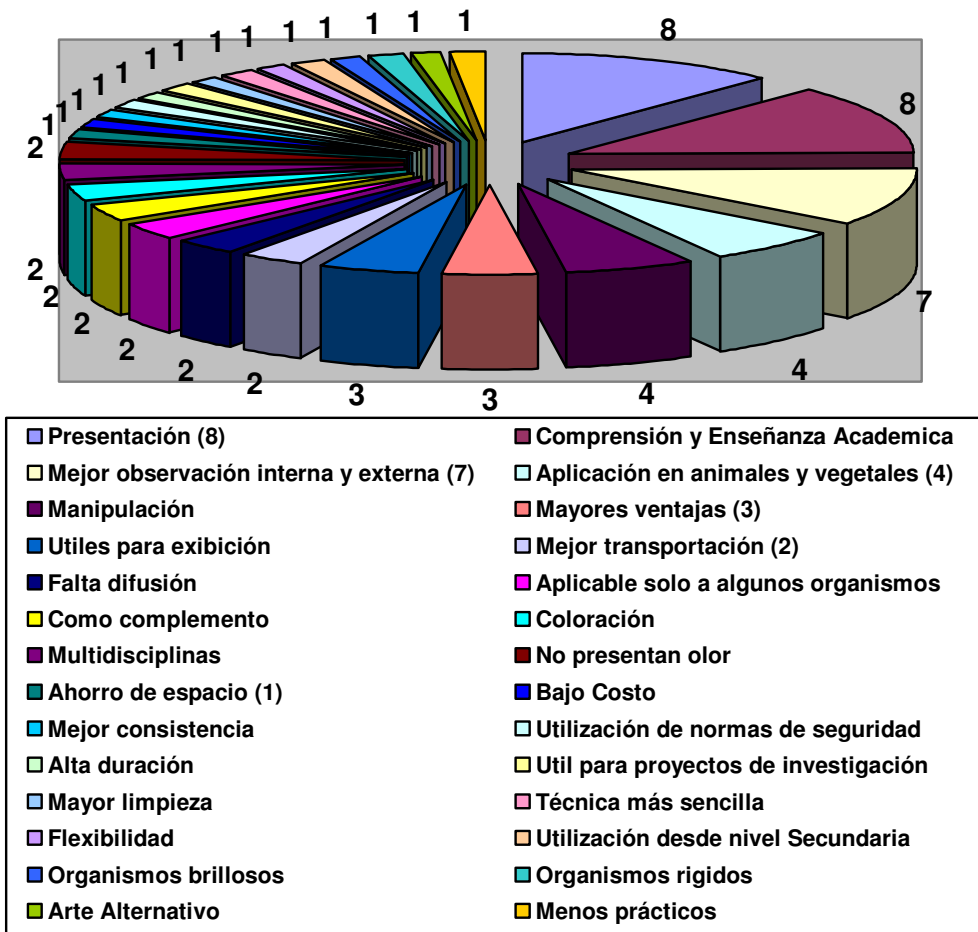


Figura 18.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta 10: ¿Estás más dispuesto a estudiar y usar el material de especímenes plastinados que con los especímenes tradicionales?

- **VII.3.11- ¿Qué otros comentarios tienes con respecto al uso de especímenes plastinados?** Con respecto a otros comentarios sobre el uso de los especímenes plastinados Ocho encuestados mencionan que son buenos por su presentación y por su factible comprensión en la enseñanza académica ya que es una técnica eficaz porque se pueden plastinar organismos completos y abiertos o un solo órgano del organismo, Siete mencionan que los organismos tienen una buena observación tanto en la vista externa como interna, Cuatro resaltan su buena manipulación, Cuatro mencionan la efectividad para su aplicación en animales y vegetales, Tres mencionan mayores ventajas, Tres opinan que son útiles para exhibición, Dos opinan que tienen eficaz transportación, Dos mencionan que falta difusión, ya que son datos valiosos para estudios posteriores porque presenta diferentes beneficios en comparación con otras técnicas de conservación tradicionales y el conocimiento en México es nulo, y es necesario que se empiece a utilizar la técnica en todas las áreas, Dos opinan que solo es aplicable la técnica a algunos organismos, Dos mencionan que la técnica sirve como complemento, Dos resaltan que es mejor su coloración, Dos opinan que es aplicable a diversas multidisciplinas, 2 mencionan que no presentan olor y otros encuestados mencionan que la utilización de la técnica debería ser desde nivel secundaria, los organismos tienen mejor consistencia, hay ahorro de espacio, de frascos y de sustancias, tienen alta duración, es un arte alternativo, la técnica es útil para proyectos de investigación, los organismos tienen mayor limpieza, es una técnica sencilla y práctica, algunos organismos son flexibles, otros rígidos, son brillosos, tienen bajo costo y otro encuestado menciona que son menos prácticos (figura 19).

**Comentarios tienes con respecto al uso de especímenes plastinados**



**Figura 19.- Diagrama donde se observan los porcentajes de las respuestas a la pregunta 11: ¿Qué otros comentarios tienes con respecto al uso de especímenes plastinados?**

## **VIII.- RESULTADOS**

### **VIII.4.- Características Cuantitativas**

#### **VIII.4.1.- Características Merísticas**

Las medidas merísticas de los organismos que fueron tomadas antes y después de la conservación y manipulación de las regiones anatómicas de la longitud total y la región encefálica del pez, donde las evidencias de los cambios son mayores, presentaron una longitud promedio de:

#### **A) Medidas merísticas de Longitud total y región encefálica de los organismos preservados con la Técnica Tradicional**

<b>IX.- TABLA 1.- MÉDIDAS MERÍSTICAS PROMEDIO DE ORGANISMOS CON LA TÉCNICA TRADICIONAL (GRUPO 1-50 PECES)</b>	
▪ Longitud total (a):	
Antes:	6.34 cm.
Después:	6.24 cm.
Después de ser estresados:	6.20 cm.
▪ Región encefálica (f):	
Antes:	1.19 cm.
Después:	1.18 cm.
Después de ser estresados:	1.18 cm.

#### **B) Medidas merísticas de Longitud total y región encefálica de los organismos plastinados**

<b>IX.- TABLA 2.- MÉDIDAS MERÍSTICAS PROMEDIO DE ORGANISMOS PLASTINADOS (GRUPO 2 – 50 PECES)</b>	
▪ Longitud total (a):	
Antes:	5.86 cm.
Después:	5.45 cm.
▪ Región encefálica (f):	
Antes:	1.19 cm.
Después:	1.10 cm.

C) Medidas merísticas promedio de los peces óseos tomados del (grupo 2) de la técnica de plastinación, para ser valorados en el promedio total o la media de los dos grupos de conservación (100 organismos - grupo 1 y 2).

TABLA 3.- MEDIDAS MERÍSTICAS PROMEDIO DE LAS REGIONES ANATOMICAS LOS PECES ÓSEOS TOMADAS DEL (GRUPO 2 - 50 PECES)		
▪ Longitud furcal (b):		
		5 cm.
▪ Longitud patrón (c):		
		5.56 cm.
▪ Altura mínima (d):		
		0.49
▪ Altura máxima (e):		
		1.00 cm.
▪ Diámetro interocular (g):		
		0.34
▪ Longitud de la base de las aletas (h):		
(h 1) Aleta Dorsal	Primera aleta	0.15
(k 5) Aleta Dorsal	Segunda Aleta	0.60
(h 2) Aleta Anal		1.13
▪ Número de Radios duros y suaves de cada una de las aletas (k):		
K 5 Aleta Dorsal	Primera aleta	4
K 5 Aleta Dorsal	Segunda Aleta	9
K 4 Aleta Caudal		16
K 3 Aleta Anal		19
K 2 Aleta Pélvica		5
K 1 Aleta Pectoral		10
▪ Peso (g)		
		5 gramos

Estos datos no fueron valorados en el análisis de deformación ya que los cambios no son muy notables como en la longitud total y la región encefálica del organismo, por lo cual no se realizó una segunda medición.

Todos los datos merísticos de los peces óseos de la técnica tradicional y de la técnica de Plastinación están recopilados en el Anexo.

#### VIII.4.2.- Deformación de la Longitud Total y la Región Encefálica de los organismos preservados con la Técnica de Plastinación:

##### A) Longitud Total

##### 1.- Deformación de Longitud Total.

$$\begin{aligned} \text{Deformación de la Longitud Total} &= 7.0054\% \pm 0.9700\% \\ \text{Coeficiente de Variación de Longitud Total} &= 13.85\% \end{aligned}$$

## 2.- Medidas de deformación de Longitud total.

Antes =	5.86 cm.
Después =	5.45 cm.

## 3.- Medida promedio y Desviación estándar de técnica de plastinación de Longitud Total.

Promedio Total de long. Total de Plastinación =	7.0053
Desviación Estándar de Longitud Total =	3.4994

### B) Región Encefálica

#### 1.- Deformación de Región Encefálica.

Deformación de la Región encefálica =	7.9052% $\pm$ 1.8704%
Coficiente de Variación de Región encefálica =	23.66%

#### 2.- Medidas de deformación de Región encefálica.

Antes =	1.19 cm.
Después =	1.10 cm.

#### 3.- Medida promedio y desviación estándar de técnica de plastinación de Región Encefálica.

Promedio Total de reg. encefálica de Plastinación =	7.9752
Desviación Estándar de Región Encefálica =	6.6632

### VIII.4.3.- Deformación de los organismos preservados con la Técnica Tradicional:

#### A) Longitud Total

##### 1.- Deformación de Longitud Total

##### I ) Después de la fijación de la Longitud total.

Deformación de la Longitud Total =	1.5369% $\pm$ 0.5297%
Coficiente de Variación de Longitud Total =	34.47%



## II ) Después del Estrés de la Longitud total.

<b>Deformación de la Longitud Total =</b>	2.7226%± 0.8067%
<b>Coefficiente de Variación de Longitud Total =</b>	29.63%

### 2.- Medidas de deformación de Longitud total.

<b>Antes =</b>	6.34 cm.
<b>Después de ser fijados =</b>	6.24 cm.
<b>Después de ser estresados =</b>	6.20 cm.

### 3.- Medidas promedio y desviación estándar de técnica tradicional normal y técnica tradicional estresada de Longitud Total.

<b>Promedio Total de T. Tradicional Estresado =</b>	2.72255164
<b>Promedio Total de T. Tradicional Normal =</b>	1.53686226
<b>Desviación Estándar de Longitud Total =</b>	2.9102

## B) Región Encefálica

### 1.- Deformación de Región Encefálica.

#### I ) Después de la fijación de la Región Encefálica.

<b>Deformación de la Región encefálica =</b>	0.8185%± 0.5078%
<b>Coefficiente de Variación Región encefálica =</b>	62.04%

#### II ) Después del Estrés de la Longitud total.

<b>Deformación de la Región encefálica =</b>	3.1310%± 2.8165%
<b>Coefficiente de Variación Región encefálica =</b>	89.96%

### 2.- Medidas de deformación de Región Encefálica.

<b>Antes =</b>	1.19 cm.
<b>Después de ser fijados =</b>	1.18 cm.
<b>Después de ser estresados =</b>	1.18 cm.

### 3.- Medidas promedio y desviación estándar de técnica tradicional normal y técnica tradicional estresada de la Región Encefálica.

<b>Promedio Total de T. Tradicional Estresado =</b>	3.1309745
<b>Promedio Total de T. Tradicional Normal =</b>	0.81849548
<b>Desviación Estándar de Región Encefálica =</b>	10.1608

## IX.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### IX.4.3.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron las siguientes comparaciones utilizando la prueba de Z para comparación de medias.

- **Plastinación vs Tradicional:**

$Z = 9.6978$  ( $P < 0.01$ ) Total                       $Z = 7.3232$  ( $P < 0.01$ ) Cefálico

Hay más deformación en plastinación que en la técnica tradicional.

- **Plastinación vs Tradicional Estresado:**

$Z = 6.6537$  ( $P < 0.01$ ) Total                       $Z = 2.7131$  ( $P < 0.01$ ) Cefálico

Hay más deformación en plastinación que en la técnica tradicional estresada.

- **Tradicional vs Tradicional Estresado:**

$Z = 2.4081$  ( $P < 0.05$ ) Total                       $Z = 1.5838$  N.S. Cefálico

Hay más deformación, en la técnica tradicional estresada que la técnica tradicional.

### IX.4.4.- ANÁLISIS DE DEFORMACIÓN

Al estresar a los organismos preservados con la técnica tradicional, exponiéndolos a la intemperie por 3 horas diarias durante un mes, presentaron desecación, por el cual se encontraron en su segunda medición evidencias de otra reducción de su longitud total y su región encefálica, por lo tanto en el procedimiento de conservación y manipulación se presentó una diferencia significativa en las medidas métricas de la técnica por vía húmeda.

Pese a que hay menos deformación en la técnica tradicional, esta continúa durante la manipulación debido a que hay una desecación rápida, por esta razón se observa que en el método por vía húmeda se irán presentando variaciones en cuanto a las medidas de longitud total y cefálica, ya que el organismo va reduciendo su longitud.

Por lo tanto se provoca una deformación más drástica con el tiempo de la técnica por vía húmeda en comparación con la técnica de plastinación.

Se presentó más deformación en la plastinación, pero esta es, solo una y no varía con la manipulación del espécimen.

Se observa que en el procedimiento de conservación las medidas de los organismos se van reduciendo; Esta reducción se va presentando en cada etapa de las técnicas de preservación.

En el caso de la plastinación la deformación se presentó por las etapas de medición, fijación, deshidratación, impregnación (1), e impregnación (2), polimerización y secado.

Hasta la etapa de secado ya no hay deformación, ya que se verificó que en la etapa del estrés o de la manipulación de estos organismos ya no presentan cambios, tanto de deformación de características cuantitativas como cualitativas, gracias a que la resina plastifica la textura omitiendo la reducción.

En el caso de la técnica tradicional, la deformación se presentó por las etapas de medición (1), fijación (1) y fijación (2), medición (2) después del estrés o de la manipulación.

Sin embargo en esta última técnica no hay límite de deformación, ya que los organismos están conservados en formol o vía húmeda y esto provoca con el tiempo, cambios en la reducción del tamaño de los organismos, así como descomposición en su textura y una pérdida de estructuras.

También se presenta una segunda reducción y deformación constante en la etapa del estrés por la manipulación y la exposición de los organismos fuera de su medio de conservación, es decir a la intemperie.

#### **IX.4.5.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LA ENCUESTA**

La mayoría de los estudiantes (40) y maestros (10) en su total (50 encuestados), respondieron con más convencimiento a los especímenes animales plastinados en un (94%) y los que van de lado de las técnicas tradicionales con un (6%).

La mayoría de los entrevistados opinaron que esta técnica de plastinación les proporciona una mucho mejor orientación y en general comentan que es una técnica muy práctica en la enseñanza de la Biología.

Reportaron en sus observaciones que no hay ninguna censura o algún problema tóxico al momento de manipular a los organismos.

Comentaron de forma reiterativa que la enseñanza y forma de conservación sería más completa, si se plastinaban tanto organismos completos, organismos abiertos (disección) y órganos, para así reconocer todas las estructuras del espécimen y su variación anatómica, y que la técnica se aplicara no solo a peces (Ictiología), sino en toda una variedad de organismos, desde invertebrados hasta vertebrados, incluso en organismos vegetales.

Todos los grupos entrevistados mencionaron la facilidad de manejar y las características estéticas de estos especímenes, sobre todo cuando se compararon con los especímenes en solución conservados en forma tradicional.

#### **IX.4.6.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE TODO EL PROYECTO**

Las ventajas que brinda esta técnica son varias, ya que el espécimen se conserva seco, con volumen y forma naturales, textura y coloración muy aproximadas a lo natural, sin el inconveniente de los malos olores o los vapores irritantes de los conservadores convencionales que además irritan las mucosas, con la comodidad del manejo manual y la resistencia del tacto directo, además estas piezas se mantienen en buenas condiciones sin necesidad de mantenimiento por tiempo ilimitado.

Otras técnicas de conservación tienen algunos inconvenientes: descomposición, pudrición, quebrantamiento, mal olor o vida útil de seis meses, cuando más, de las piezas. En cambio, la plastinación las conserva secas, con un volumen y una forma normales, y una coloración muy similar a la natural, sin necesidad de llevar a cabo labores de mantenimiento.

Por si esto fuera poco, las piezas plastinadas no sólo se pueden ver, sino también tocar y manipular, transportar cómodamente y guardar en casi cualquier sitio.

Esta técnica de plastinación se muestra útil para los maestros y estudiantes, en la demostración de los especímenes en clase, ya que mediante sus observaciones confirman que los organismos conservados en formol y/o alcohol, los organismos pierden sus estructuras o les falta algunos órganos importantes, cuando están conservados de manera tradicional y en el momento de la manipulación.

Los encuestados encontraron que los especímenes plastinados son más durables que los especímenes fijados en formol, dado que no muestran señales de putrefacción, o vaciamiento.

Expresaron de forma universal que los especímenes plastinados les proporcionaron el acceso rápido sin la necesidad de dejarlos en el refrigerador, de envolver o desenvolver o tratarlos con cualquier solución fijadora.

Apoyan firmemente el uso de especímenes plastinados en programas de introducción a la biología, debido a que no existen cursos introductorios, que ofrezcan la oportunidad extensa para utilizar este tipo de organismos.

Mencionan que los especímenes plastinados proporcionan una valiosa enseñanza práctica sobre la estructura y función del animal sin la necesidad de disecciones de especímenes fijados en formol. Además, estuvieron de acuerdo que en los cursos avanzados de biología, los especímenes plastinados deben aumentar a actividades donde no existe experiencia práctica para los estudiantes pero el (70%) comenta que se imponga la técnica de plastinación pero sin reemplazar algunas técnicas de conservación tradicionales para visualizar la diferencia en la flexibilidad de los tejidos y la textura de los organismos.

Los encuestados sugirieron que cada asignatura debería tener un juego completo de especímenes plastinados para el estudio, lo que complementaría su programa de biología y sus proyectos de investigación, así se podrían tener disponibles especímenes para el estudio de muchos animales considerados en su plan de estudios. La técnica es más atractiva para ser usada en el estudio de la anatomía y la fisiología tanto del animal completo como con sus cortes histológicos.

La mayoría de los encuestados (94%) prefirió a los especímenes plastinados porque están secos, son más fáciles de manejar, más adecuados para el estudio por disección y organismos completos. Así como afirmaron que preferían trabajar con especímenes plastinados por periodos más largos de tiempo porque no tienen olor y no requieren de guantes para su manejo.

#### **IX.4.7.- VENTAJAS DE LA PLASTINACIÓN ARROJADAS POR LA ENCUESTA.**

- Están secos y pueden manejarse sin guantes.
- No son tóxicos y no liberan ni vapores, ni fluidos.
- Pueden utilizarse en el laboratorio y en el aula aumentando los diálogos y ayuda en la revisión.
- Pueden disecarse o seccionarse para exponer estructuras difíciles y sus relaciones.
- Pueden usarse para desarrollar una colección de especímenes especiales que demuestren patologías o defectos de desarrollo raramente vistos.
- Pueden usarse con rótulos o diagramas descriptivos para aumentar la eficacia de aprendizaje del estudiante.
- Pueden utilizarse para propósitos de investigación.
- Pueden usarse en combinación con software de computadora o imágenes digitalizadas para utilizarse en programas de autoaprendizaje en computadora individuales.
- Pueden almacenarse con facilidad en las bolsas de plástico cuando no están en uso.
- Son durables, y si se manejan propiamente, resistirán años de uso continuo.
- Pueden transportarse fácilmente tales especímenes, y ser manejados con seguridad por los estudiantes.

- Estimular el interés, ya que también los especímenes plastinados podrían pasarse de estudiante a estudiante lejos de las preocupaciones por la seguridad.
- Esta la disponibilidad inmediata de especímenes reales durante las discusiones en clase, ya que es mejor que cualquier diagrama o dibujo.
- Se aprende más eficazmente utilizando los especímenes plastinados ya que proporcionaban un recurso visual muy bueno y permite una instrucción más fácil.
- La naturaleza práctica de los especímenes plastinados complementan las normas estatales y nacionales para la educación de la ciencia, ya que permiten el desarrollo de un nuevo conocimiento, el esfuerzo de los contenidos, la aplicación de la tecnología, y la reflexión en como ganamos en nuevos conocimientos.
- Estos especímenes pueden proporcionar una experiencia totalmente nueva para los estudiantes más jóvenes y así podrían reforzar mucho la experiencia en los primeros grados.
- Debido a su estabilidad, podrían usarse dichos órganos también en eventos de la comunidad o ferias de ciencias.
- El uso de los especímenes plastinados en diferentes escenarios educativos han sido tan significativas que exhibiciones en museos de especímenes plastinados se están desarrollando actualmente, ya que la meta es proporcionar un sitio donde el público general pueda educarse sobre aspectos de anatomía animal y humana.
- Además de los beneficios a estudiantes, maestros, y administradores derivados del uso de especímenes animales plastinados, hay un beneficio medioambiental igualmente importante que no debe pasarse por alto, esta alternativa a las prácticas actuales podría reducir significativamente el número de animales, la producción de desechos de alto riesgo utilizados en su preservación cuando se renuevan, y los conflictos que tienen los estudiantes sobre el uso de animales conservados de manera tradicional.

## **X.- CONCLUSIONES**

- En la investigación de las diferentes formas de preservación fue evidente que hay más colección de peces óseos conservados por vía húmeda que conservados con la técnica de plastinación u otras técnicas de conservación en las colecciones ictiológicas.
- Así se ha demostrado que tanto en Universidades, Centros de Investigación, Laboratorios y museos los organismos exhibidos de peces óseos están conservados en formol, alcohol u otras sustancias tóxicas, por lo que es muy baja la colección de organismos plastinados, debido a la falta de información, al desconocimiento de la técnica, falta de difusión, a pesar de que es una técnica económica, y se ahorra tiempo y espacio.
- En la docencia, enseñanza y la exhibición, los alumnos son atraídos pudiendo tener una mejor comprensión, ya que se facilita la manipulación y la visualización de su anatomía tanto externa como interna.
- La técnica de plastinación es más eficiente que la técnica tradicional ya que conservan sus estructuras intactas, y sin temor a que se pierdan o se rompan y presentan un tiempo más largo de duración de la conservación.
- Los organismos en ambas técnicas en el momento de conservación presentaron deformación enfatizada a la reducción de su longitud y su morfología , sin embargo en la técnica de plastinación se presenta un límite que se alcanza de inmediato y no hay reducción posterior, debido a que su conservación por polimerización y en el secado, produce el endurecimiento de sus tejidos, y en la técnica tradicional no hay límite de reducción ya que constantemente se irán presentando cambios por su exposición a la intemperie y la inevitable exposición de sus tejidos fuera de su medio líquido para la enseñanza, la exhibición y la manipulación.
- Los organismos plastinados que se dieron a conocer, en comparación con la técnica tradicional dieron una mejor impresión y estética frente a los alumnos y maestros por su apariencia, diferencia en la preservación, y seguridad, ya que no hay rechazo de su manipulación como ocurre en los especímenes preservados tradicionalmente debido a las sustancias tóxicas preservadoras utilizadas en la vía húmeda.

## **XI.- ANEXO**

Encuesta aplicada y Tablas de la (1 a la 4) en donde están recopilados todos los datos merísticos de los peces óseos con su promedio total, desigualdad o diferencia de porcentaje de los cambios merísticos, desviación estándar y coeficiente de variación.

### **ANEXO 1**

**1.- ¿QUÉ ORGANISMOS PUEDES MANIPULAR CON MAYOR FACILIDAD, ESPECÍMENES PLASTINADOS O ESPECÍMENES CONSERVADOS DE FORMA TRADICIONAL?**

**2.- ¿EN QUÉ ÁREAS O ASIGNATURAS DE LA CARRERA DE BIOLOGÍA DE LA FES-I, TE GUSTARÍA LA INTRODUCCIÓN CON ESTOS ESPECÍMENES?**

**3.- ¿QUÉ ORGANISMOS CREES QUE SON MAS ESTÉTICOS?**

**4.- ¿POR QUÉ CREES QUE LOS ORGANISMOS PLASTINADOS SON MEJOR?**

**5.- ¿POR QUÉ CREES QUE LOS ORGANISMOS CONSERVADOS POR VÍA HÚMEDA SON MEJOR?**

**6.- ¿ESTOS ESPECÍMENES DEMUESTRAN BIEN SUS CARACTERÍSTICAS PARA LA COMPRESIÓN DE LA ZOOLOGÍA?**

**7.- ¿CREE QUE ES MEJOR USAR LAS DOS TÉCNICAS DE CONSERVACIÓN O SOLO LOS ESPECÍMENES CON LA TÉCNICA DE PLASTINACIÓN?**

**8.- ¿QUÉ TÉCNICA DE CONSERVACIÓN DE ORGANISMOS, CONSIDERAS DE ALTO RIESGO?**

**9.- ¿EXISTE UNA NECESIDAD DE UTILIZAR MATERIALES ADICIONALES EN EL CURSO DE DIVERSIDAD ANIMAL II?**

**10.- ¿ESTAS MAS DISPUESTO A ESTUDIAR Y USAR EL MATERIAL DE ESPECÍMENES PLASTINADOS QUE CON LOS ESPECÍMENES TRADICIONALES?**

**11.- ¿QUÉ OTROS COMENTARIOS TIENES CON RESPECTO AL USO DE ESPECÍMENES PLASTINADOS?**

### **Tabla II.- Encuesta Aplicada**



## TABLAS DE MEDIDAS MERÍSTICAS DE PECES ÓSEOS

**ANEXO 2 – (TABLA 1) MEDIDAS DE LONGITUD TOTAL Y REGIÓN ENCEFÁLICA DEL GRUPO CONTROL-  
MÉTODO TRADICIONAL (1 - 50 PECES) - 1 MEDICIÓN**

No. Organismo	Longitud Total (a)		Porcentaje de deformación	Región Encefálica (f)		Porcentaje de deformación
	antes	después		antes	después	
pez 1	7,43	7,5	0,94212651	1,18	1,2	1,69491525
pez 2	6,68	6,68	0	1,43	1,43	0
pez 3	6,6	6,56	0,60606061	1,32	1,32	0
pez 4	7,19	7,05	1,94714882	1,33	1,33	0
pez 5	6,83	6,52	4,53879941	1,39	1,39	0
pez 6	6,39	6,33	0,93896714	1,21	1,21	0
pez 7	6,43	6,19	3,73250389	1,29	1,27	1,5503876
pez 8	7,02	6,99	0,42735043	1,38	1,37	0,72463768
pez 9	6,79	6,65	2,06185567	1,24	1,29	4,03225806
pez 10	5,7	5,7	0	1,19	1,19	0
pez 11	6,47	6,36	1,70015456	1,24	1,24	0
pez 12	7,23	7,13	1,38312586	1,38	1,38	0
pez 13	6,29	5,82	7,47217806	1,28	1,28	0
pez 14	6,58	6,5	1,21580547	1,23	1,23	0
pez 15	6,34	6,3	0,63091483	1,14	1,14	0
pez 16	6,55	6,34	3,20610687	1,16	1,16	0
pez 17	6,14	6,14	0	1,17	1,17	0
pez 18	7,06	6,99	0,99150142	1,27	1,27	0
pez 19	5,37	5,34	0,55865922	1,03	1,02	0,97087379
pez 20	6,32	6,32	0	1,11	1,11	0
pez 21	6,55	6,55	0	1,32	1,31	0,75757576
pez 22	6,14	6,14	0	1,22	1,22	0
pez 23	5,73	5,48	4,36300175	1,04	1,04	0
pez 24	6,64	6,54	1,5060241	1,34	1,33	0,74626866
pez 25	6,73	6,12	9,06389302	1,27	1,22	3,93700787
pez 26	5,99	5,91	1,33555927	1,07	1,05	1,86915888
pez 27	6,19	5,96	3,71567044	1,05	1,11	5,71428571
pez 28	5,99	5,86	2,17028381	1,09	1,13	3,66972477
pez 29	6,07	6,05	0,32948929	1,19	1,18	0,84033613
pez 30	6,23	6,21	0,32102729	1,12	1,12	0
pez 31	6,13	5,99	2,28384992	1,08	1,07	0,92592593
pez 32	5,75	5,66	1,56521739	1,12	1,12	0
pez 33	6,22	6,18	0,64308682	1,19	1,19	0
pez 34	5,73	5,65	1,39616056	1,23	1,22	0,81300813
pez 35	5,98	5,68	5,01672241	1,05	1,05	0
pez 36	5,04	5,04	0	1,14	1,14	0
pez 37	5,41	5,23	3,3271719	1	1	0
pez 38	6,85	6,82	0,4379562	1,28	1,28	0
pez 39	6,46	6,41	0,77399381	1,23	1,22	0,81300813
pez 40	7	6,97	0,42857143	1,12	1,12	0

pez 41	7	6,95	0,71428571	1,37	1,23	10,2189781
pez 42	6,58	6,58	0	1,19	1,19	0
pez 43	7	7	0	1,31	1,31	0
pez 44	6,07	6,07	0	1,05	1,05	0
pez 45	5,82	5,82	0	0,93	0,93	0
pez 46	6,41	6,32	1,40405616	1,14	1,13	0,87719298
pez 47	6,18	6,14	0,64724919	1,05	1,05	0
pez 48	5,69	5,67	0,35149385	1,11	1,11	0
pez 49	5,99	5,89	1,66944908	1,17	1,17	0
pez 50	5,85	5,79	1,02564103	1,3	1,29	0,76923077

Media	1,53686226	Media	0,81849548
Desviación	1,91107401	Desviación	1,83183429
	0,52972777		0,50776343

<b>Longitud Total =</b>	1.5369%± 0.5297%
<b>Región encefálica =</b>	0.8185%± 0.5078%
<b>C.V Longitud Total =</b>	34,47%
<b>C.V. Región encefálica =</b>	62,04%

**ANEXO 3- (TABLA 2) MEDIDAS DE LONGITUD TOTAL Y REGIÓN ENCEFÁLICA DEL GRUPO CONTROL-  
MÉTODO TRADICIONAL (1- 50 PECES) - 2 MEDICIÓN (ORGANISMOS ESTRESADOS)**

No. Organismo	Longitud Total (a)			Región Encefálica (f)			Porcentaje de deformación Long. total (a)	Porcentaje de deformación R. Encefálica (f)
	antes	después	después de ser estresados	antes	después	después de ser estresados		
pez 1	7,43	7,5	7,5	1,18	1,2	1,2	0,94212651	1,69491525
pez 2	6,68	6,68	6,56	1,43	1,43	1,35	1,79640719	5,59440559
pez 3	6,6	6,56	6,39	1,32	1,32	1,3	3,18181818	1,51515152
pez 4	7,19	7,05	7,05	1,33	1,33	1,33	1,94714882	0
pez 5	6,83	6,52	6,43	1,39	1,39	1,38	5,85651537	0,71942446
pez 6	6,39	6,33	6,29	1,21	1,21	1,2	1,56494523	0,82644628
pez 7	6,43	6,19	6,19	1,29	1,27	1,26	3,73250389	2,3255814
pez 8	7,02	6,99	6,89	1,38	1,37	1,37	1,85185185	0,72463768
pez 9	6,79	6,65	6,65	1,24	1,29	1,29	2,06185567	4,03225806
pez 10	5,7	5,7	5,7	1,19	1,19	1,19	0	0
pez 11	6,47	6,36	6,36	1,24	1,24	1,24	1,70015456	0
pez 12	7,23	7,13	7,05	1,38	1,38	1,38	2,48962656	0
pez 13	6,29	5,82	5,82	1,28	1,28	1,25	7,47217806	2,34375
pez 14	6,58	6,5	6,39	1,23	1,23	1,22	2,88753799	0,81300813
pez 15	6,34	6,3	6,23	1,14	1,14	1,13	1,73501577	0,87719298
pez 16	6,55	6,34	6,33	1,16	1,16	1,15	3,35877863	0,86206897
pez 17	6,14	6,14	6,06	1,17	1,17	1,16	1,3029316	0,85470085
pez 18	7,06	6,99	6,93	1,27	1,27	1,27	1,84135977	0
pez 19	5,37	5,34	5,34	1,03	1,02	1,01	0,55865922	1,94174757
pez 20	6,32	6,32	6,29	1,11	1,11	1,9	0,47468354	71,1711712
pez 21	6,55	6,55	6,55	1,32	1,31	1,29	0	2,27272727
pez 22	6,14	6,14	6,11	1,22	1,22	1,21	0,48859935	0,81967213
pez 23	5,73	5,48	5,34	1,04	1,04	1,03	6,80628272	0,96153846
pez 24	6,64	6,54	6,51	1,34	1,33	1,32	1,95783133	1,49253731
pez 25	6,73	6,12	6,09	1,27	1,22	1,17	9,50965825	7,87401575
pez 26	5,99	5,91	5,89	1,07	1,05	1,03	1,66944908	3,73831776
pez 27	6,19	5,96	5,96	1,05	1,11	1,11	3,71567044	5,71428571
pez 28	5,99	5,86	5,83	1,09	1,13	1,11	2,67111853	1,83486239
pez 29	6,07	6,05	6,05	1,19	1,18	1,18	0,32948929	0,84033613
pez 30	6,23	6,21	6,21	1,12	1,12	1,12	0,32102729	0
pez 31	6,13	5,99	5,93	1,08	1,07	1,07	3,26264274	0,92592593
pez 32	5,75	5,66	5,63	1,12	1,12	1,11	2,08695652	0,89285714
pez 33	6,22	6,18	6,18	1,19	1,19	1,18	0,64308682	0,84033613
pez 34	5,73	5,65	6,6	1,23	1,22	1,22	15,1832461	0,81300813
pez 35	5,98	5,68	5,59	1,05	1,05	1,05	6,52173913	0
pez 36	5,04	5,04	4,96	1,14	1,14	1,12	1,58730159	1,75438596
pez 37	5,41	5,23	5,23	1	1	1	3,3271719	0
pez 38	6,85	6,82	6,82	1,28	1,28	1,28	0,4379562	0
pez 39	6,46	6,41	6,4	1,23	1,22	1,22	0,92879257	0,81300813
pez 40	7	6,97	6,89	1,12	1,12	1,12	1,57142857	0

pez 41	7	6,95	6,63	1,37	1,23	1,23	5,28571429	10,2189781
pez 42	6,58	6,58	6,23	1,19	1,19	1,19	5,31914894	0
pez 43	7	7	7	1,31	1,31	1,31	0	0
pez 44	6,07	6,07	6,07	1,05	1,05	1,04	0	0,95238095
pez 45	5,82	5,82	5,82	0,93	0,93	0,93	0	0
pez 46	6,41	6,32	6,31	1,14	1,13	1,12	1,5600624	1,75438596
pez 47	6,18	6,14	6,13	1,05	1,05	1,04	0,80906149	0,95238095
pez 48	5,69	5,67	5,67	1,11	1,11	1,11	0,35149385	0
pez 49	5,99	5,89	5,65	1,17	1,17	1,15	5,67612688	1,70940171
pez 50	5,85	5,79	5,42	1,3	1,29	1,13	7,35042735	13,0769231

<b>Longitud Total =</b>	2.7226%± 0.8067%	promedio	2,72255164	3,1309745
<b>Región encefálica =</b>	3.1310%±2.8165%	Des. Estan.	2,91024335	10,1608598
<b>C.V Longitud Total =</b>	29,63%		0,80668604	2,81647366
<b>C.V. Región encefálica =</b>	89, 90%			

**ANEXO 4 – (TABLA 3) MEDIDAS DE LONG.TOTAL Y REG. ENCEFÁLICA DEL GRUPO DE PLASTINACIÓN ( 50 - 100 PECES)**

No. Organismo	Longitud Total (a)		Región Encefálica (f)		Porcentaje de deformación Long.total (a)	Porcentaje de deformación R. Encefálica (f)
	antes	después	antes	después		
					10.97770154	0
pez 51	5.83	5.19	1.12	1.12	6.734006734	1.65289256
pez 52	5.94	5.54	1.21	1.19	5.457746479	2.60869565
pez 53	5.68	5.37	1.15	1.12	6.476190476	15.9292035
Pez 54	5.25	4.91	1.13	0.95	6.476190476	9.92907801
pez 55	6.87	6.19	1.41	1.27	9.898107715	6.0714286
Pez 56	5.41	5.25	1.12	0.94	2.957486137	1.78571429
pez 57	5.35	4.55	1.12	1.14	14.95327103	4.76190476
pez 58	6.19	5.56	1.05	1	10.17770598	26.5151515
pez 59	5.18	5.18	1.32	0.97	0	1.01010101
pez 60	4.77	4.25	0.99	0.98	10.90146751	0
pez 61	6.29	5.36	1.23	1.23	14.78537361	5.50458716
pez 62	5.16	5	1.09	1.03	3.100775194	6.50406504
pez 63	6.74	6.24	1.23	1.15	7.418397626	3.33333333
pez 64	6.29	5.95	1.2	1.16	5.405405405	5.3030303
pez 65	6.28	5.83	1.32	1.25	7.165605096	4.37956204
pez 66	6.54	6	1.37	1.31	8.256880734	0.94339623
pez 67	5.29	4.95	1.06	1.05	6.427221172	0
pez 68	5.65	5	1.05	1.05	11.50442478	7.96460177
pez 69	5.83	5.33	1.13	1.04	8.576329331	5.08474576
pez 70	5.93	5.57	1.18	1.12	6.070826307	3.1496063
pez 71	6.32	5.94	1.27	1.23	6.012658228	9.56521739
pez 72	5.89	5.32	1.15	1.04	9.677419355	0
pez 73	5.16	5	0.94	0.94	3.100775194	10.7142857
pez 74	5.28	4.95	1.12	1	6.25	0
pez 75	6.87	6.35	1.39	1.39	7.569141194	11.5384615
pez 76	6.65	6.06	1.3	1.15	8.872180451	2.34375
pez 77	6.82	6.34	1.28	1.25	7.038123167	5.45454545
pez 78	5.63	5.39	1.1	1.04	4.262877442	0
pez 79	5.26	5	1.15	1.15	4.942965779	6.72268908
pez 80	5.28	4.92	1.19	1.11	6.818181818	10.83333333

pez 81		6.06	5.95	1.2	1.07	1.815181518	6.8627451
pez 82		5.01	4.83	1.02	0.95	3.592814371	8.25688073
pez 83		5.62	4.95	1.09	1	11.92170819	17
pez 84		4.92	4.33	1	0.83	11.99186992	5.38461538
pez 85		6.24	5.99	1.3	1.23	4.006410256	19.379845
pez 86		5.47	5.28	1.29	1.04	3.473491773	6.01503759
pez 87		6.54	6	1.33	1.25	8.256880734	9.52380952
pez 88		5.02	4.76	1.05	0.95	5.179282869	17.4242424
pez 89		5.68	5.67	1.32	1.09	0.176056338	9.91735537
pez 90		5.96	5.59	1.21	1.09	6.208053691	5.9602649
pez 91		6.85	6.49	1.51	1.42	5.255474453	7
pez 92		5.19	4.89	1	0.93	5.780346821	14.6341463
pez 93		5.93	5.64	1.23	1.05	4.890387858	16.9491525
pez 94		6.04	5.56	1.18	0.98	7.947019868	0
pez 95		6.13	5.06	1.19	1.19	17.45513866	20
pez 96		7.12	6.75	1.45	1.16	5.196629213	18.1208054
pez 97		6.28	5.94	1.49	1.22	5.414012739	20.1550388
pez 98		5.75	5.37	1.29	1.03	6.608695652	1.65289256
pez 99		6.44	5.96	1.21	1.19	7.453416149	14.7826087
pez 100		5.51	5.19	1.15	0.98	5.807622505	8.11623246
media		5.8678	5.4538	1.1976	1.1004	7.055455196	7.97527555
Longitud Total (a) Promedio		7.005395966	Región Encefálica(f) Promedio 7.97527555				
Des. Estan		3.499488829	Desv. Esan 6.66324794				
		0.970018117	1.84697581				
Longitud Total = 7.0054% ± 0.9700%				C.V Longitud Total 13.85%			
Región Encefálica = 7.9052% ±1.8704%				C.V Región Encefálica = 23.66%			

**ANEXO 4 – (TABLA 7) MEDIDAS MERÍSTICAS DEL GRUPO DE PLASTINACIÓN ( 50 – 100 PECES)**

No. Organismo	Long. furcal	Long. Patrón	Altura máx.	Long. Cef.	Diam. Interocular	Longitud de la base de las aletas (h)			Número de Radios duros y Suaves de cada una de las aletas (k)					Peso (g)	
	b	c				e	f	g	Dorsal h 1	Dorsal k 5	Anal h 2	k 5 (1 Aleta)	k 5 (2 Aleta)		k 4
pez 51	4.93	5.52	0.44	1.05	0.35	0.16	0.68	1.15	3	8	16	18	5	12	4.9
pez 52	5.02	5.68	0.57	1.05	0.35	0.18	0.68	1.16	3	8	15	20	5	12	5.2
pez 53	4.86	5.54	0.47	1.07	0.35	0.25	0.69	1.43	5	10	15	22	5	9	4.8
Pez 54	4.37	5.08	0.55	0.78	0.34	0.14	0.63	1.18	3	9	17	16	5	10	4.3
pez 55	5.89	6.64	0.55	1.29	0.44	0.23	0.68	1.28	5	9	17	21	5	9	5.4
Pez 56	4.45	5.05	0.52	1.19	0.34	0.24	0.52	1.15	5	9	14	21	5	9	5
pez 57	4.44	5.07	0.45	1.14	0.36	0.25	0.55	0.99	4	9	17	16	5	11	5
pez 58	5.13	5.71	0.55	1.05	0.37	0.21	0.63	1.37	4	9	17	20	5	11	5.2
pez 59	6.45	5	0.47	0.93	0.31	0.17	0.61	0.95	3	8	12	18	5	10	4.3
pez 60	3.93	4.46	0.45	0.88	0.31	0.13	0.41	0.68	3	7	15	14	4	9	4.2
pez 61	5.17	5.85	0.56	1.38	0.38	0.23	0.25	1.17	4	11	16	21	5	11	5.5
pez 62	4.23	4.91	0.46	1.03	0.35	0.21	0.55	0.96	5	8	17	19	5	10	4.4
pez 63	5.55	6.22	0.52	0.99	0.35	0.13	0.72	1.26	4	10	16	20	5	8	5.3
pez 64	5.15	5.82	0.52	0.91	0.35	0.14	0.64	0.14	4	8	16	19	5	9	5
pez 65	5.27	6	0.54	1.06	0.38	0.13	0.57	1.09	3	9	16	18	5	9	5.4
pez 66	5.47	6.12	0.57	1.22	0.37	0.15	0.78	1.32	5	11	17	18	5	8	5.6
pez 67	4.41	5	0.45	1.11	0.32	0.09	0.46	0.85	3	8	17	14	5	9	4.7
pez 68	4.85	4.54	0.49	0.99	0.33	0.15	0.19	0.87	4	8	14	15	5	9	4.9
pez 69	4.91	5.69	0.59	1.12	0.33	0.16	0.67	1.25	4	10	17	23	5	10	4.8
pez 70	5.09	5.81	0.49	0.89	0.36	0.36	0.61	1.28	4	8	16	16	5	10	4.9
pez 71	5.32	5.91	0.56	1.16	0.34	0.14	0.65	1.35	4	8	14	24	5	9	5.2
pez 72	4.93	5.49	0.45	0.99	0.34	0.14	0.79	1.27	3	8	16	20	5	10	4.9
pez 73	4.66	5	0.45	0.75	0.31	0.09	0.45	0.98	1	7	13	19	5	10	4.5
pez 74	4.44	5	0.43	0.23	0.34	0.13	0.75	1.16	3	9	16	22	5	10	4.5
pez 75	5.73	6.52	0.59	1.05	0.41	0.14	0.73	1.41	4	9	14	19	5	9	5.4
pez 76	5.64	6.28	0.52	1.16	0.41	0.12	0.71	1.23	3	9	16	18	5	9	5.5
pez 77	5.73	6.44	0.55	1.04	0.41	0.15	0.79	1.29	3	9	17	17	5	10	5.6
pez 78	4.77	5.35	0.47	1	0.29	0.12	0.59	1.25	4	9	15	17	5	9	4.7
pez 79	4.45	5.04	0.48	0.81	0.32	0.19	0.59	1.09	3	9	15	17	5	9	4.6
pez 80	4.35	4.99	0.47	1.03	0.29	0.05	0.59	1.06	4	9	15	19	5	10	4.6

pez 81	5.12	5.82	0.42	0.85	0.34	0.15	0.59	1.28	4	9	17	21	5	9	4.8
pez 82	4.31	4.85	0.45	0.73	0.33	0.05	0.57	0.97	2	8	17	17	5	10	4.4
pez 83	4.79	5.31	0.46	0.99	0.29	0.14	0.57	0.96	3	9	16	16	5	9	4.6
pez 84	4.26	4.72	0.39	0.99	0.26	0.15	0.41	1.04	4	9	16	17	5	9	4.4
pez 85	5.39	6	0.49	0.95	0.43	0.11	0.68	1.33	3	9	16	17	5	9	5.1
pez 86	4.59	5.22	0.52	0.89	0.35	0.11	0.55	1.14	3	9	16	17	5	10	4.7
pez 87	5.39	6.05	0.53	1.25	0.41	0.24	0.75	1.15	4	9	17	17	5	10	4.9
pez 88	4.32	4.87	0.38	0.91	0.28	0.07	0.55	1.02	4	8	16	17	5	10	4.5
pez 89	4.81	5.36	0.51	1.09	0.35	0.01	0.55	1.32	4	9	17	16	5	10	4.1
pez 90	5.02	5.69	0.45	0.87	0.34	0.16	0.53	1.04	4	9	16	17	5	10	4.9
pez 91	5.85	6.58	0.57	1.12	0.39	0.29	0.79	1.39	4	9	16	17	5	10	5.7
pez 92	4.32	4.94	0.43	1.04	0.28	0.16	0.55	0.58	3	9	15	12	5	10	4.5
pez 93	5.12	5.69	0.49	1.03	0.32	0.15	0.68	1.45	4	9	17	18	5	10	5.2
pez 94	5.05	5.62	0.52	1.16	0.29	0.15	0.55	1.14	4	9	16	17	5	10	5.1
pez 95	5.28	5.85	0.48	1.19	0.33	0.14	0.62	1.15	5	9	16	20	5	10	5.2
pez 96	6.07	6.78	0.57	0.92	0.37	0.18	0.75	1.32	6	9	17	20	5	10	5.5
pez 97	5.35	6.12	0.55	0.93	0.32	0.12	0.68	1.17	3	9	17	20	5	10	5.1
pez 98	4.99	5.69	0.52	1.03	0.36	0.08	0.57	1.23	4	9	17	20	5	10	4.8
pez 99	5.46	6.13	0.51	1.19	0.39	0.07	0.59	1.16	2	9	17	19	5	10	5.6
pez 100	4.65	5.28	0.49	0.77	0.25	0.12	0.56	1.23	3	9	16	19	5	10	4.8



## XII.-BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, P.J.F. y N. A. Navarrete (1994). Reproducción del Charal *Chirostoma Humboldtianum* del embalse San Felipe Tiacaque, Edo. de México. Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ictiología. Morelia, Mich.
- Álvarez del Villar, J. (1963). Ictiología Michoacana III. Los Peces de San Juanico y Tocumbo, Mich. An. Escuela Nacional de Ciencia Biológicas de México. 12(1, 4); 111 138pp.
- Álvarez del Villar, J. (1963). El pez blanco de Zacapu, nueva especie para la ciencia. 22(6); 197, 200.
- Alejo 2003. Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. (SIMAC). Responsabilidad editorial: Gorgonio Ruiz-Campos y Juan J. Schmitter-Soto.
- Arráez Aybar, la.; Jiménez Collado, J.(1997).Exposición a compucalad Anatomic en una sala de disección. XVII Congreso de la Sociedad Anatómica Española, Valencia.
- Batista, Cac. y cols.(1986): Conservacao e estocagem de cadáveres a seco para o ensino de anatomia mediante a uso do vácuo.Rev.Bras.Cien.Morfl.,vol.3,num.2.
- Bardalet, et al.(1989).Embalsamiento Primeras Jornadas Catalinas de Actualización en la Medicina Forense,145-161.
- Barbour, C.D. (1973). A Biogeographical history of *chirostoma* (Pisces: Atherinidae): A species floppck from the mexican. Copeia 3: 533-556pp.
- Barbour, C.D. (1973). The sistematic and evolution of genus *Chirostoma swanson* (Atherinidae). Tulane Stud. Zool. Bot.18 : 97-141pp.
- Bouchet: L´embaumement et la conservation des cadavers humains.
- Bonilla, R.C.R. (1982). Contribución al Conocimiento de la Ictiofauna de la Cuenca del Balsas en el Edo. de Michoacán. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, 67pp.
- Boulianne S, Giguere C, Grondin G, and Olry R. (1996) "Plastination cerebrale" (S 10, P40) et enseignement de la neuro-anatomie. 64<sup>e</sup> Congr Acfas, Montreal, Quebec, Canadá, 1996. Abstrac in Programme general du 64e Congres de l´ACFAS 1996:111.

- Bickley HC, Von Hagens G, and Townsend FM. (1981) "An improved method for the preservation of teaching specimens." Arch Pathol Lab Med; 105:674 – 676.
- Bickley H.(1997).A brief chronology of plastination.J Int Soc Plastination.12(2):37-38.
- Bradbury,S.A. and Hoshino K. (1979).On improved embalming procedure for long-lasting preservation of the cadaver for anatomy study.Acta Anat.101;97-103.
- Carvajal (1975). Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, Investigaciones marinas de la Ciudad del Carmen, Campo del Programa Regional del Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Castro-Aguirre, J. L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México, con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Departamento de Pesca, Dirección General del Instituto Nacional de la Pesca, México, D.F. Serie Científica No. 19: 1-298.
- Carranza, J. Los recursos naturales del sureste y su aprovechamiento. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov., 1969. 1-151. 2 3
- Caughlin, E. (1977):Analysis of Puny II mummy fluid.Paleopath.Newsl.,17:7-8.
- Carl E. Bond y Saunders,(1996),Biology of Fishes,ISBN.
- Chanet, R. Izard, C. and Moustacchi, E.(1976).Genetic effect of formaldehyde in yeast.In Influence of ploidy and of mutations affecting radio sensitivity of its lethal effect.Mutat.Res.,35;29-38
- Chang, F. & H. Ortega. 1995. Additions and Corrections to the List of Freshwater Fishes of Peru. Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A) 50:1-12.
- Chao, L. N. (1978). A basis for classifying Western Atlantic Sciaenidae (teleostei: Perciformes). U:S: Departament of Commerce. NOAA. Tech. Rep. NMFS. USA.
- Chávez-Toledo C. (1987). Ictiofauna del Alto Lerma, Aspectos Sistemáticos Zoogeográficos y Ecológicos. Tesis de Licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, México, 51pp.
- Chazari, E. (1884). Piscicultura en Agua Dulce. Oficina de Tipografía Sec. Fomento 828pp.

- Chia, S., Ong, C, Foo, S. and Lee, H. (1992) “Medical student’s exposure to formaldehyde in a gross anatomy dissection laboratory.” Journal of America College Health, 41, 115 – 119.
- Cote ME, Veilleux F, Christin MJ, Fortín MJ, and Olry R. (1995) “Plastination : a new approach to the teaching of topographical anatomy.”Chiropractic Centennial Foundation, Washington, DC, USA.
- CONICET., (1943).Colección Ictiologica de la FLM.,
- Cooper, M.H., Kveton, J.F. and Watson, B.J. (1987) “Preservation of the dissected an surgical anatomic detail in the temporal bone human” Am. J. Otol. 8(1);18 – 22.
- Dawson,Wr.(1927):Contributions to the history of mummification.Proc.roy.Soc.Med.,20:832-854.
- De Buen, F. (1941). Notas sobre la Ictiología de aguas dulces de México. *Chirostoma fontinales (Chazari)* Investigación de la Estación Linmologica de Patzcuaro 1(1): 1– 6pp.
- De Buen, F. (1943). Los lagos Michoacanos I. Caracteres generales El Lago de Zirahuen. Revista Sociedad Mexicana de Historia Natural. 4 (3 – 4): 211 232.
- De Buen, F. (1945). Investigación sobre Ictiología Continental mexicana I. Atherinidae de Aguas continentales de México. An. Inst. Biol. Méx., 16 (2): 475 – 532 pp.
- De la Torre y Callejas, Alfredo. (1981).El Museo del Instituto de Geología y Paleontología: Geoinformatica, publicación de IGP. Cuba.
- Díaz - Pardo E. Y C. Chávez-Toledo (1987). Resultados Preliminares del estudio Ictiofaunistico de la Cuenca Lerma Chapala, México. Proc. Desért. Fishes Council XVI - XVII 126-140 pp.
- Dorda,J.,Ambrosio,L.,Puente,L.E.,Gil,J y Güemes, P.,(1994).Fish Collection at the Museo of Natural Sciences, Madrid, Spain.
- Dunn, J.R. (1983). The utyility of Developmental Osteology in Taxonomic and Sistematic studies of Teleost larvae: A review. NOAA Tech. Rep. NMFS. SA.
- Emiliano Mac Donagh, et. al. (1984). Oceanografía y Pesca.
- Espinosa Pérez, H. ( 1993) La Ictiología en México: Pasado, Presente y Futuro; Tapia Garcia; D. Florez Hernandez .(1993) Riqueza y Diversidad de especies
- Filce,L.(1969). The problem of brain removal during embalming by the ancient Egyptians.Egyp.Archaeol.,55:112-116.

- Fox, C. H. and Beton, C. (1987). "Formaldehyde: the fixative." The Journal of Histotechnology, 10(3), 199 – 201.
- Folwch, K.W., Andersen, L.M., Knutsen, A. and flood, P.R. (1984). Phenoxyethanol as a non-toxic substitute for formaldehyde in long term.
- Flores, R. D. (1985). Contribución al conocimiento de la Biología De las hembras del charal C. Humboldtianum Valenciennes Pises: Atherinidae, del embalse Huapango, Edo. de México., Tesis de licenciatura, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas., IPN., México. 55pp.
- García E. (2002). Plastinación "Arte de Muerte", Grupo Reforma Servicio Informativo, México.
- Gillén, J. (1992). La Plastinación, Novedosa Técnica de Conservación de Especímenes, Gaceta UNAM n. 2626 pp. 24-25
- Graells, M. de la P. (1846). Catálogos de las Colecciones de Anatomía Comparada, Mamíferos, Aves, Reptiles, y Peces del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Inédito manuscrito. Archivo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Grilleto, R. (1989): Las momias. Editorial Edaf. Madrid.
- Guiraldes H. (2004). Moderno laboratorio de plastinación para la enseñanza de Anatomía. Clínica Alemana y Universidad de Desarrollo, Santiago de Chile.
- Guzmán Aguilar F. (2005). El Universal.
- Gunther, A. (1861). Catalogue of the Acanthopterygian fishes in the British Museum, London 3: 1 - 586pp.
- Hochstetter, F.; Schmeidel, G. (1924): Method of process of permanently preserving animals and plants. US part I.
- Hildebrand, M. (1969). Anatomical preparations. Berkeley, University of California, Press. E. E. U. U.
- Jordan, D. And C. Hubbs. (1919). A. Monographic review of the Atherinidae or silversides. Stanford Univ. Publ. Univ. Ser. 87pp.
- Koller, J.; Baumer, U. (1998): Embalming was used in Old Kingdom. Nature, vol. 391, núm. 22, enero.
- Kramer, K.L, and Von Hagen, G. (1983). Hot melt "corner point methods" for attaching large plastic sections to glass slides. Stain technol. 58(2); 65-68.

- Kaplan, W.D. (1948) Formaldehyde as a mutagen in drosophila Science, 108:3.
- Karoww, J. (2000). Plstic bodies on display: Do plastined corpses cross the line between science education and descration?. cientific American Explore (April 3, 2000).
- Kirwan Alcántara, A.M. (2004) “Implementación de una técnica combinada Plastinación-Transparentación para el estudio de esqueleto de mamíferos.” Tesis de licenciatura (Biología), FES Iztacala, UNAM, México.
- Klima, E. F., 1976 CICAR-II Symposium Progress in Marine Research in the Caribbean and Adjacent Regions Stud. An assessment of the fish stoks and fisheries of the Campeche Bank. UNESCO-FAO. WECAF. 1-24. 5:
- Lane A. (1989). Teaching sectional anatomy with sheet plastinated sections. 1 st Interim Conf Plast, Knoxville, TN, USA, 1989. Abstract in J Int Soc Plastination; 3(1):38.
- Lagler, K.F. et al. (1977). Ichthyology. John Wiley and Sons. USA.
- Lagler, K.F., Bardach, E.J., Miller, R.R y May passino, D.R. (1977). Ictiologia AGT Ed. México. 489pp.
- Legault, J.M, and Haung, Sh. (1979). Color preservation of gross specimens for teaching and medical illustration. Arch. Pathol. Lab Med. Vol 103; 300-301.
- Lecha, Marzo (1917): Tratado de autopsies y embalsamientos. Los progresos de la Clinica. Madrid.
- Lodispoto, A. (1961): Storia della conservazione dei cadaveri. Pag. stor. teon, 15.
- Martín del Campo, R. (1955). Productos biológicos del Valle de México Rev. México Est. Antropol. 14: 53-57.
- Macias Ortega, J.F. (1998) “Comparación de dos resinas sintéticas en la plastinación de elasmobranquios pleurotramados.” Tesis de licenciatura (Biología), FES Iztacala, UNAM, México.
- Mayden, R.L., B.M. Bur, L.M. Page and R.R. Millar (1992). The Native freshwater fishes of Central América In: Mayden R.L. (Ed), Systematics, Historical Ecology and North American freshwater fishes, Stanford University press stanford, California.

- Mc Cormick, J.B. (1961). Color preservation of gross museum specimens. Arch Pathol, 72:96-99.
- Mendelsohn, S. (1944): Embalming from the medieval period to the present time. Ciba Symp., 6:1805-1812.
- Medina, N.M. (1993). Ictiofauna de la subcuenca del río Angulo Cuenca Lerma-Chapala, Michoacán. Tesis Licenciatura, Escuela de Biología, UMSNH, Méx., 146pp.
- Miller, R.R. and M.L. SMITH, 1986. Origin and geography of the fishes of Central Mexico. In: HOCUTT, CH. and E. O. WILEY (Eds.). The Zoogeography of North American Freshwaters Fishes. John Wiley and Sons. Inc. U.S.A. 14:485-517.
- Moyer, J.W. (1984). taxidermia práctica. Ed. CECOSA. México, 162p.
- Moncayo, E.R. (1996). Estructura y Función de la Comunidad de Peces de la Laguna de Zacapu, Mich., Méx. Tesis Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR, Méx., 172pp.
- Muller A, Tschahargane, C. Anton, H. W. and Von Fournier, D. (1989b) "Multicentric primaries and residual tumor masses following wide excisión in breast cancer: a basis for irradiation." Eur-J-Gynaecol-Oncol, 10(5): 310 – 318.
- Néelson Joseph S. (1984). Fishes of the world 2<sup>da</sup> edition. New York: Jhon Wiley and sons.
- Néelson Joseph S. (1994). Fishes of the world 3<sup>rd</sup> edition. Printed in the United States of América Department of Zoology, University of Alberta, Edmonton, Alberta T66 ZE9 Canada.
- Nichoka, H. (1973) Lethal and mutagenic action of formaldehyde in HCR and HCR strain in Echerichia coli. Mutat., 17:261-265.
- Olry R, and Grondin G. (1995) "Plastination in chiropractic teaching: critical analysis and place of plastinated specimens in anatomical pedagogics." 7<sup>th</sup> Int Conf Plast, Graz, Austria, 1994. Abstract in J Int Soc Plastination; 9(1):21.
- Oboe, G, and Beek, B. (1979). Mutagenic activity of formaldehyde Drug Alcohol Depend, 4:91-94.
- O'Sullivan E, And Mitchell BS. (1995) "Plastination for gross anatomy teaching using low cost equipment." Surg Radiol Anat; 17:277 – 281.

- Paulo Maya, J., Figueroa L.G., y Soria B.M. (2000). Peces dulceacuicolas mexicanos XVIII. *Chirostoma Humboltianum* (Atheriniformes: Atherinopsidae) Base de datos bibliográfica de Chirostoma Red regional de Recursos Bióticos. ISBN 968-878-082-0 IPN.
- Palacios, S.M.C. (1998). Ciclo ovarico y desarrollo embrionario del pez blanco de Zacapu *C. Humboldtianum* Valenciennes (1835), (*Pises: Atherinidae*) en condiciones de cautiverio. Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, Instituto de Investigaciones sobre recursos naturales, Facultad de Biología, Morelos., Michoacán.
- Parenti, L. R. 1981. A phylogenetic and biogeographic analysis of cyprinodontiform fishes (Teleostei, Atherinomorpha). *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist*, 168:335-557.
- Pusalyas; Guerras. (1861): Métodos de embalsamiento. Barcelona.
- Polson, C.J. (1975). The disposal of the dead. 3 er ed. Thomas Springfield.
- Perkins, J. and Kimrough, J. (1985) “Formaldehyde exposure in a gross anatomy laboratory.” *Journal of Occupational Medicine*, 27(11), 813 – 815.
- Perez y Hernandez, 1993. La Colección de Peces del Museo de Biología de la Universidad Central de Venezuela (MBUCV-V). Instituto de Zoología Tropical.
- Ragan, D.L., and Boreiko, C.J. (1981). Initiation of c3h/iott/2cell transformation by formaldehyde. *Cancer lett.*, 13:325-331.
- Regan, C. T. (1906 – 1908). Pisces. In: *Biologia central mexicana* 8:1-203pp. In: Taylor and Francis. (Eds.), red Lion Court, Fret street.
- Richmond, G., Engelmann, M. and Krupa, L. (1990). Animal research controversy. *the American Biology Teacher*, 52(8), 467-471.
- Rodiles Hernández R. (1996). “Colección de peces dulceacuícolas mexicanos”, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN.
- Roach, M. (2000). A new student aid: plastic body parts, made from the real thing. *The New York Times Science Supplement*, March 7, 2000.
- Ross, W.E., and Shipley (1980). Relations between DNA damage and survival in formaldehyde-treated mouse cell. *Mat. Res.*, 79:277-283.
- Rosas M. (1970). Pescado Blanco *Chirostoma estor* su fomento y cultivo en México Series de Divulgación del Instituto Nacional de Pesca.

México. Instituto Nacional de Investigación Biológico Pesqueras SIC  
Instituto no. 2,79pp.

- Rosen, D. E., and L. R. Parenti. 1981. Relationships of *Oryzias*, and the groups of atherinomorph fishes. *Amer. Mus. Novit*, 2719:1-25.
- Ruiz Diaz, F. J.; Bechara J. A.; Almirón, A. y Casciotta, J. 2003. “Patrones de diversidad de especies de la fauna íctica de la cuenca del Iberá a distintas escalas espaciales”. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas 2003. Universidad Nacional de Nordeste. Corrientes.
- Sanchiz, B. (ed.), (1994). Manual de catalogación y gestión de las colecciones científicas de Historia Natural. Manuales técnicos de Museología n.1. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. 238pp.
- Saunders, D.K. (1996) Muscle Names, *Kansas School Naturalist* Vol 42(1): 1-14, Emporia State University. Emporia, KS.
- Slizynska, H. (1957) Cytological analysis of formaldehyde induced chromosomal changes in *Drosophila melanogaster*. *proc. R. Soc.* 66:288-304.
- Schmitter Soto Juan J. (1996). “Colección de peces dulceacuícolas mexicanos”, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN.
- Schuessler Karen (2002). Entrevista con la Jornada. Coordinadora de la organización de exposiciones.
- Seurat, L. G. (1898). Sur la faune des lacs et lagunes du val de México. *Bull.* Museo de Historia Natural Paris. 23, 26 pp.
- Soto, G.C. (1953). Peces en la Cuenca de México. Estudio Zoológico y Etnológico. Tesis de Licenciatura, Biólogo. Facultad de Ciencias UNAM, México 44pp.
- Tellez P.T. (1983). Contribución al Conocimiento de la Biología de los machos del charal *C. Humboldtianum* (Valenciennes) Del embalse Huapango, Edo. de México. Tesis Licenciatura., Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN, México, 36pp.
- Toral (1971). Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, Investigaciones marinas de la Ciudad del Carmen, Campo del Programa Regional del Desarrollo Científico y Tecnológico.
- Toral y Reséndez (1974). Centro de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, Investigaciones marinas de la Ciudad del Carmen, Campo del Programa Regional del Desarrollo Científico y Tecnológico.



- Valdez M.M.E (1997). Estudio Comparativo Osteológico de las formas oculadas actuales del Genero *Astyanax* en Diversas Cuencas de México. Tesis M.en C. FES.I UNAM MEXICO 78pp.
- Von Bayern T, y F. Steindachner. (1895). Über Einige Fisharten Mexico un die Seen In Welchen Sie Yorkommen Denk. Akad. Wien 62:517 530.
- Von Hagens G. (1979) "Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers." Anat Rec; 194(2):247 – 255.
- Von Hagens G, Tiedemann K, and Kriz W. (1987) "The current potential of plastination." Anat Embryol; 175(4):411 – 421
- Warren,S.(1998).Roy Glover treats a parts shortage in medical schools.The wall Street Journal,July 15,1998.
- Walter Violini Ponce G.,(1992)"Transformando emociones en el Arte de la vida salvaje".Taxidermista M.N.11.992
- Wynstra,S.and Cummings,C.(1993).High school science anxiety.The Science Teacher,60(7),19-21
- Young, J.Z. (1985). La vida de los vertebrados Barcelona. Ediciones Omega. 170-171pp.