

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y
ARTES DE CHIAPAS**

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

**Evaluación de la salud de la colección
paleontológica de la SEMAHN: Sección
de vertebrados del Pleistoceno Superior
de los municipios Villaflores y Villa
Corzo**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

LEONARDO RODAS FARRERA



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

Octubre de 2024

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

**Evaluación de la salud de la colección
paleontológica de la SEMAHN: Sección
de vertebrados del Pleistoceno Superior
de los municipios Villaflores y Villa
Corzo**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

LEONARDO RODAS FARRERA

Director:

Dr. Gerardo Fabio Carbot Chanona
Museo de Paleontología "Eliseo Palacios Aguilera"

Asesores:

M. en C. Luis Enrique Gómez Pérez
Museo de Paleontología "Eliseo Palacios Aguilera"

Dr. Manuel Javier Avendaño Gil
Instituto de Ciencias Biológicas, UNICACH



TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

Octubre de 2024



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS
SECRETARÍA GENERAL
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN ESCOLAR
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas;
Fecha: 08 de octubre de 2024

C. Leonardo Rodas Farrera

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Evaluación de la salud de la colección paleontológica de la SEMANH: Sección de vertebrados
del Pleistoceno Superior de los municipios Villaflores y Villa Corzo

En la modalidad de: Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera **que dicho** documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Ernesto Velázquez Velázquez

M. en C. Roberto Luna Reyes

Dr. Manuel Javier Avendaño Gil

Firmas:

[Firma] [Firma]

Ccp. Expediente

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas por apoyar económicamente la elaboración de este trabajo mediante el programa de Beca de Tesis de Licenciatura.

Al personal del museo de paleontología por haberme brindado la oportunidad de realizar mi servicio social en esta institución, por su preocupación constante por mi desarrollo académico y profesional y por los buenos comentarios.

Al **Doctor Gerardo Fabio Carbot Chanona**, mi director de tesis, por compartirme sus conocimientos, por la confianza que deposito en mí al momento de trabajar en la colección, por facilitarme la consulta de libros sobre paleontología y por la paciencia otorgada. Sus consejos y revisiones fueron vitales para llevar por buen camino y conclusión este trabajo.

A mis asesores de tesis, al **Doctor Manuel Javier Avendaño Gil**, por inspirarme a ser paleontólogo, por su apoyo y correcciones en la elaboración de esta tesis. Al **Maestro en Ciencias Luis Enrique Gómez Pérez**, quien siempre mostró su disposición para ayudar cuando lo necesitaba. No solo me brindó orientación, sino que también demostró una actitud amena hacia cualquier persona que tuviera un deseo genuino por aprender. Gracias por preguntarme siempre que tenía una cara larga, invitarme a campo y ser siempre un buen mentor. Al **Doctor Manuel Javier Avendaño Gil**, por inspirarme a ser paleontólogo, por su apoyo y correcciones en la elaboración de esta tesis.

A mis revisores por el tiempo invertido en revisar esta tesis y compartir sus conocimientos durante mi formación como biólogo.

DEDICATORIA

A mi madre **Maritza Farrera Camas** por apoyarme en la búsqueda de mi sueño de convertirme en biólogo. Su orientación, apoyo y consejos han impactado fuertemente en mi vida y en la realización de mis metas. Agradezco su paciencia, ha sido toda una bendición, te amo mucha mamá.

A mi hermano **Alejandro Rodas Farrera**, quien se ha vuelto mi mejor amigo, por escucharme en los momentos difíciles, por inspirarme a ser una mejor persona y siempre hacerme reír con tus ocurrencias.

A **Alexa Kristal Cruz Muñoz**, por haber entrado en mi vida y enseñarme nuevas maneras de amar, por preocuparte por mi bienestar emocional y creer en mí, incluso, cuando yo mismo dudaba. Tu confianza hacia mi persona fue un regalo invaluable que me ha impulsado a esforzarme aún más. Esta tesis no solo lleva impreso mi arduo trabajo y dedicación, sino también tu inestimable contribución. Gracias por ser una amiga excepcional, distinguida por tu lealtad y sinceridad. Has enriquecido mi vida de una manera inigualable y no puedo imaginar un futuro sin tu amor.

A la Familia **Cruz Muñoz**, mi segunda familia, por ser maravillosas personas, por todo su apoyo y por brindarme momentos únicos e inolvidables a su lado. No puedo expresar completamente cuanto valoro todo lo que han hecho por mí y por permitirme ser parte de sus vidas.

A mis grandes amigos y colegas **Kevin Santiago, Javier Perianza y Laura Azucena**, quienes me acompañaron en esta etapa, me apoyaron y siempre fueron increíbles. Cada uno me inspira de diferente manera, los quiero mucho.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	III
RESUMEN	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. FÓSILES	4
2.2. TAFONOMÍA Y FOSILIZACIÓN.....	4
2.3. COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS.....	7
2.3.1. Recolecta de fósiles	7
2.3.2. Resguardo de ejemplares	7
2.4. REGISTRO PALEONTOLÓGICO EN CHIAPAS	8
2.5. PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO	10
III. ANTECEDENTES	12
3.1. HISTORIA DE LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA DE LA SEMAHN	12
3.2. ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES	13
IV. OBJETIVOS	15
V. MÉTODO	16
5.1. ENFOQUE DEL PRESENTE TRABAJO.....	16
5.2. PRIMERA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES (ISC) Y PRIORIDADES DE MANEJO	16
5.3. PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN: ESTRATEGIAS ENFOCADAS EN EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO.....	19
5.3.1. Prioridad 1: estado de pertenencia y conservación (Niveles 0 - 1)	19
5.3.2. Prioridad 2: crecimiento, organización física Niveles (2 - 4)	20
5.3.3. Prioridad 3: Accesibilidad: (Niveles 5 - 6)	20
5.3.4. Prioridad 4: Inventario de especies (Niveles 7 - 9)	23
5.4. SEGUNDA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES ...	24
VI. RESULTADOS	25

6.1. APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES Y PRIORIDADES DE MANEJO	25
6.1.1. Primera evaluación	25
6.1.2. Segunda evaluación	27
6.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS EJEMPLARES FÓSILES.....	29
6.3. REPRESENTATIVIDAD TAXONÓMICA.....	29
6.4. RESOLUCIÓN DE LA IDENTIDAD TAXONÓMICA.....	32
VII. DISCUSIÓN	33
7.1. PRIMERA EVALUACIÓN.....	33
7.1.1. Estado de salud	33
7.1.2. Prioridades de manejo	37
7.2. SEGUNDA EVALUACIÓN	37
7.2.1. Estado de salud.....	37
7.2.2. Prioridades de manejo.....	40
VIII. CONCLUSIONES	43
IX. RECOMENDACIONES.....	45
X. LITERATURA CITADA.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Niveles del Índice de Salud de las Colecciones.	17
Cuadro 2. Niveles de prioridad para colecciones	18
Cuadro 3. Representación taxonómica y numérica de los fósiles procedentes de los municipios de Villaflores y Villa Corzo.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de las disciplinas en las que se apoya la tafonomía y su relación con los procesos de fosilización (Modificado de Fernández, 2000 citado en Adamonis y Concheyro, 2007)	5
Figura 2. Representación esquemática del proceso de fosilización (Thenius, 1963 citado en Müller, 1979).....	6
Figura 3. El profesor Eliseo Palacios sosteniendo una ulna de mamut, la cual fue encontrada en el municipio de Villaflores en 1941	10
Figura 4. Esquema general del patrimonio paleontológico (Modificado de Morales <i>et al.</i> , 1999 citado en Morales-Ortega <i>et al.</i> , 2021).	11
Figura 5. Interfaz de la base de datos virtual de la SEMAHN, digitalizada en Microsoft Acces.	21
Figura 6. Formato de etiqueta actualizado.	22
Figura 7. Comparación del proceso de restauración de fósiles. Se ejemplifica el ejemplar IHNFG-4699, que corresponde a una rama mandibular derecha del caballo <i>Haringtonhippus francisci</i>	23
Figura 8. Evaluación del Índice de Salud de la CP-SEMAHN (Municipios de Villaflores-Villa Corzo).	25
Figura 9. Niveles de prioridad obtenidos de la CP-SEMAHN (Municipios de Villaflores-Villa.....	26
Figura 10. Resultados de la segunda evaluación del ISC, después de haber realizado las labores curatoriales correspondientes.....	27
Figura 11. Niveles de prioridad obtenidos en la segunda revisión de la CP-SEMAHN (Municipios de Villaflores-Villa Corzo).	28

Figura 12. Número de fósiles recolectados en las localidades de Villa Flores y Villa Corzo.....	29
Figura 13. Número de fósiles por especie pertenecientes a los municipios de Villaflores y Villa Corzo.....	31
Figura 14. A) Resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares en la primera evaluación con todos los ejemplares (564 ejemplares). B) Resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares en la segunda evaluación después del trabajo curatorial y de la depuración de ejemplares fragmentarios (468 ejemplares).	32
Figura 15. Índice de Salud de Colecciones.	35
Figura 16. Prioridades de manejo de la primera evaluación.	37
Figura 17. A) Perfil de la colección en su primera evaluación con todos los ejemplares (564 ejemplares). B) Perfil de la colección en la segunda evaluación (468 ejemplares).....	39
Figura 18. Comparación de las categorías de prioridades de manejo entre la primera y segunda evaluación.....	40

RESUMEN

El museo de paleontología “Eliseo Palacios Aguilera” es el espacio responsable de salvaguardar la colección paleontológica de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural. La colección alberga un total de 6,177 ejemplares fósiles recolectados en diversas regiones del Estado de Chiapas.

Durante muchos años, la colección operó bajo diferentes administraciones y se enriqueció mediante donaciones y recolectas esporádicas. Sin embargo, en 2002, se consolidó como la primera institución encargada de preservar el patrimonio paleontológico del Estado de Chiapas, siendo reconocida a nivel nacional por sus valiosas contribuciones en el área de la paleontología. En virtud de esto, se evaluó el estado de salud de una sección de la colección, de los municipios que marcaron el inicio histórico y trayectoria de la colección, empleando los diferentes niveles de curaduría propuestos por el Índice de Salud de Colecciones (ISC).

Inicialmente, se examinaron 623 ejemplares, evaluando la calidad de la información, distribución geográfica, proceso curatorial, representatividad y el grado de resolución de la identidad taxonómica. El ISC reveló que el 20.04% de los ejemplares se encontraba en niveles óptimos, estando por debajo del porcentaje del perfil “Ideal”. Esta cifra se debió en su mayoría a la ausencia de respaldo y sistematización de los ejemplares en una base de datos y deficiencias en su identificación taxonómica.

Con el propósito de mejorar la curaduría de los ejemplares, se implementaron medidas que permitieron subsanar la falta de información y se llevó a cabo una segunda evaluación. Como resultado, se logró un avance significativo, ya que el ISC aumentó considerablemente, situándose en un 73.29%. Este progreso reflejó una mejora sustancial en la calidad de esta sección de la colección, atribuible a las acciones curatoriales implementadas para el fortalecimiento de los ejemplares resguardados.

A través del ISC se determinó que el municipio con mayor número de recolectas fue Villaflores. Además, en esta sección de la colección, se identificaron un total de

nueve órdenes, 19 familias, 23 géneros y 19 especies, siendo los órdenes Cingulata y Perissodactyla los que presentaron mayor número de ejemplares registrados.

El propósito de este trabajo fue contribuir en el manejo y conservación de los ejemplares resguardados en la CP-SEMAHN. Asimismo, se busca incentivar el uso de este tipo de evaluaciones en otras secciones de la colección. Esto permitirá que la colección mantenga su legado a lo largo del tiempo, sirviendo como un recurso fundamental para el fortaleciendo de esta y que los ejemplares resguardados sean usados en investigaciones futuras.

Palabras clave: Colección paleontológica, Museo Eliseo Palacios Aguilera, curaduría, fósiles, índice de Salud de Colecciones (ISC).

I. INTRODUCCIÓN

La enorme variedad de especies de flora y fauna, así como de ecosistemas, hacen de México uno de los países megadiversos del mundo (Sarukhán et al., 2017). Del mismo modo, Chiapas, es un Estado situado en el sureste de la República Mexicana que destaca por su diversidad de especies (CONABIO, 2021). Esta riqueza biológica también se ve representada a través del tiempo, siendo los fósiles el legado de esto (Carbot-Chanona, 2013). Este hecho representa un desafío considerable a la hora de implementar medidas y/o estrategias para su conservación y divulgación (Aguilar-Sierra, 2011).

La riqueza biológica de Chiapas es el resultado de cambios geológicos, climáticos y ambientales suscitados a través del tiempo, que dieron origen a una diversidad de ecosistemas, permitiendo así una vasta variedad de nuevas oportunidades para todo tipo de organismos (Carbot-Chanona, 2013). Los fósiles son el testimonio de estos cambios y una pequeña parte se resguardan en las colecciones paleontológicas, una categoría dentro de las colecciones científicas (Allmon y Poulton, 2000).

Las colecciones científicas albergan de manera física y organizada el material biológico y paleontológico y son una fuente importante de conocimiento para las ciencias (Suarez y Tsutsui, 2004; Allmon, 2005). Su principal objetivo es resguardar y proteger nuestro legado histórico y natural. De igual forma, incentivan la investigación científica y garantizan el conocimiento a las próximas generaciones (Avendaño, 2000; Cristín y Perrilliat, 2011). Las colecciones paleontológicas son los principales centros de documentación para los paleontólogos, ya que almacenan y resguardan gran parte de la biodiversidad del pasado (Palmqvist *et al.*, 2010).

Por norma general, una colección paleontológica debe de ser custodiada por un museo, ya que estos permiten su protección, al tiempo que promueven su difusión (Fernández *et al.*, 2005). El Consejo Internacional de Museos, remarca que los museos deben ser instituciones permanentes y sin fines de lucro, que prestan sus servicios a la sociedad, mientras que exponen las investigaciones y

descubrimientos realizados con el fin de inspirar y deleitar a las personas que decidan visitarlos (ICOM, 2007).

El Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, es la institución encargada de resguardar la Colección Paleontológica de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (CP-SEMAHN) (Avendaño *et al.*, 2004a), el cual fue inaugurado el 21 de octubre del 2002. No obstante, la conservación de los fósiles de Chiapas se remonta al año 1941, cuando estos eran resguardados en el Museo de Historia Natural y Viveros Tropicales, cuyo primer director fue el profesor Eliseo Palacios Aguilera (Carbot-Chanona *et al.*, 2020).

En la actualidad, el museo cuenta con más de 13,000 fósiles recolectados, de los cuales 6,177 ejemplares han pasado a formar parte de la CP-SEMAHN (Carbot-Chanona y Villanueva-Rocha, 2024). La CP-SEMAHN es considerada única en su tipo en el sur-sureste de México, puesto que resguarda, investiga y exhibe fósiles de diversos grupos biológicos, de diferentes edades geológicas y municipios del Estado (Carbot-Chanona, 2015). Además, la CP-SEMAHN es reconocida a nivel nacional por la cantidad de ejemplares Tipo que contiene, es decir, ejemplares que representan especial importancia para la ciencia, puesto que proporcionan un patrón de referencia para los taxónomos, justificando el nombre científico de una especie y asegurando la objetividad en la nomenclatura (Templado *et al.*, 1993). En la actualidad, la colección cuenta con 79 Holotipos, 173 Paratipos, 1 Neotipo y 324 Hipotipos o Vouchers (Carbot-Chanona y Villanueva-Rocha, 2024). Asimismo, resguarda la única colección de ámbar de carácter público existente en México, albergando 1,315 piezas, las cuales, en su extensa mayoría, cuentan con inclusiones biológicas (Avendaño-Gil *et al.*, 2012).

Debido a la riqueza y diversidad paleontológica que existen en las colecciones paleontológicas del país, en México se han realizado una gran variedad de estudios paleontológicos y paleobiológicos (Carreño y Montellano-Ballesteros, 2005). Sin embargo, no existen estudios enfocados a determinar las condiciones y veracidad de este tipo de colecciones, por lo que, este estudio representa la primera

vez en el que se aplica el índice de salud de colecciones a una colección paleontológica.

El índice de salud de las colecciones fue propuesto por Ronald J. McGinley en 1993. Este índice es utilizado como referencia para comparar las colecciones de diferentes museos y evaluar el trabajo realizado por el curador. Para determinar el estado de la salud de una colección existen 10 diferentes niveles curatoriales que sirven como guía para el análisis y sistematización de los ejemplares (Fernández *et al.*, 2005).

Evaluar el estado de salud de una colección científica es de suma importancia, pues su importancia se determina por la calidad de los ejemplares y datos resguardados (Cristín y Perrilliat, 2011). De esta manera, podemos encaminar de mejor manera el conocimiento científico generado por estos recintos y aplicarlos al beneficio de nuestra sociedad (Palmqvist *et al.*, 2010).

El presente trabajo tiene como finalidad examinar la sección de fósiles procedentes de los municipios de Villaflores y Villa Corzo de la CP-SEMAHN, los cuales albergan especial importancia histórica, debido a que son los municipios donde se realizaron las primeras recolectas formales por parte de investigadores mexicanos (Palacios, 1950). Este suceso fue clave para la consolidación de la primera colección paleontológica del Estado (Carbot-Chanona *et al.*, 2020). Este estudio desempeña un papel crucial en la mejora del conocimiento sobre el estado actual de la colección paleontológica y sirve como precedente para su transformación en una colección saludable. Esta transformación facilitará el intercambio y la comparación de conocimientos con otras colecciones en el país, lo que, a su vez, contribuirá significativamente al avance de la paleontología en México.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FÓSILES

Un fósil es la evidencia tangible de la existencia de un organismo, perteneciente a otro tiempo geológico (superior a 11,700 años). Son asociados comúnmente a huesos conservados en rocas sedimentarias, pero en realidad un fósil es toda evidencia de un organismo pretérito o de su actividad (Prokop, 1992). Los fósiles permanecen en una intersección de dos grandes áreas científicas (geológica y biológica), tiene su origen en el mundo orgánico y mantiene una compleja, pero cercana, relación con los sedimentos (Avendaño, 2000).

Los fósiles contribuyen a las reconstrucciones paleoambientales, sirven para comprender la historia y origen de la biodiversidad, realizar interpretaciones evolutivas e incluso predecir los cambios climáticos del presente y futuro (Allmon y Poulton, 2000). De igual manera, nos ayudan a inferir aspectos paleobiológicos como la dieta, modo de vida o el hábitat en el que vivían las especies del pasado (García-Villafuerte, 2021).

2.2. TAFONOMÍA Y FOSILIZACIÓN

El modo en que los organismos se fosilizan ha sido una de las áreas de estudio más amplias y diversas de la paleontología general (Müller, 1979). En 1940, el paleontólogo ruso Isaac Efremov definió originalmente a la tafonomía (*taphos*, enterramiento, y *nomos*, ley), como una disciplina científica encargada de estudiar la transformación de aquellos restos orgánicos que se encontraban dentro de la corteza terrestre (Efremov, 1940; Gómez-Espinosa y Gío, 2009).

Asimismo, Efremov definió a la fosilización como una etapa en el proceso de la formación de yacimientos fósiles en la que los restos orgánicos se mineralizan, una vez son incorporados a la litosfera (Fernández-López, 1999). Vale la pena señalar que, desde la contribución de Efremov a la paleontología, el campo se amplió desde su propuesta inicial y estos términos han evolucionado en un sentido más amplio (Fernández-López, 1999).

La tafonomía se consolidó con el paso del tiempo como una subdisciplina conceptual de la paleontología que se apoya de la bioestratinomía y la fosildiagénesis para entender los procesos de fosilización (Figura 1) (Fernández-López, 1986; Adamonis y Concheyro, 2007). La bioestratinomía se enfoca en comprender los eventos post mortem de un organismo hasta su enterramiento o incorporación a la litosfera, mientras que la fosildiagénesis estudia los procesos posteriores a este y que dan lugar a la fosilización (Adamonis y Concheyro, 2007; Gómez-Espinosa y Gío, 2009).

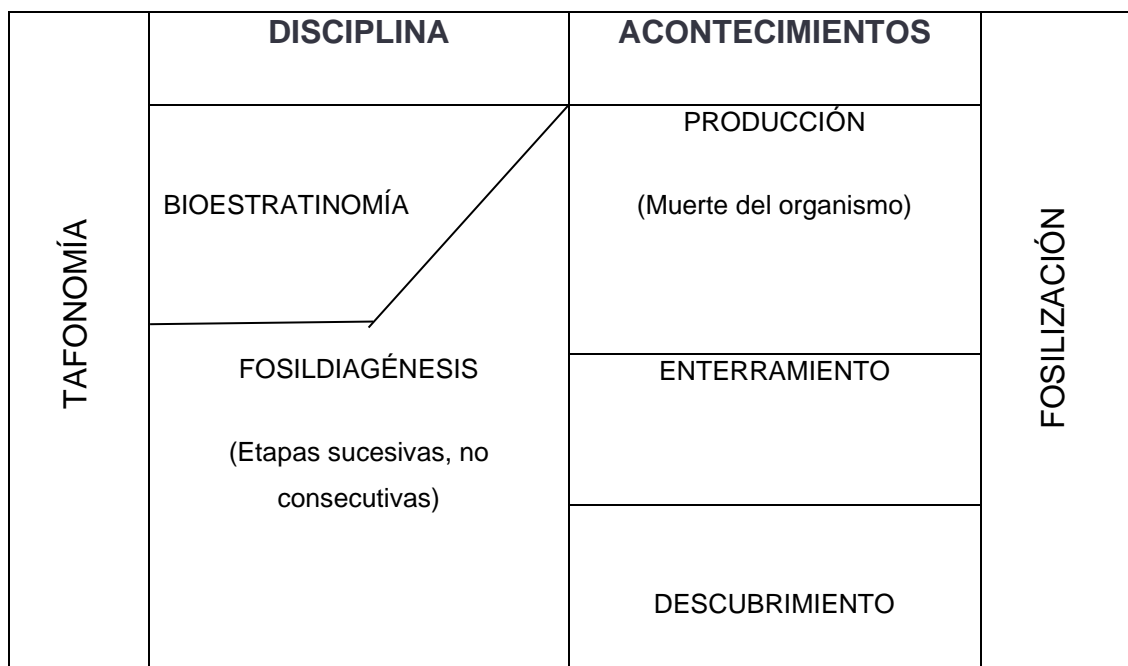


Figura 1. Esquema de las disciplinas en las que se apoya la tafonomía y su relación con los procesos de fosilización (Modificado de Fernández, 2000 citado en Adamonis y Concheyro, 2007).

La fosilización, en términos generales, es un proceso en función del tiempo y que engloba una serie de cambios físicos, químicos y biológicos que permiten la transición de un ser organizado al estado fósil (Figura 2) (Adamonis y Concheyro, 2007). En paleontología, es un hecho aceptado que la mayoría de los seres vivos no llegan a fosilizarse, debido a que es un fenómeno excepcionalmente raro y

complicado, donde se deben de cumplir con ciertas condiciones específicas para que se lleve a cabo la formación de un fósil (Prokop, 1992).

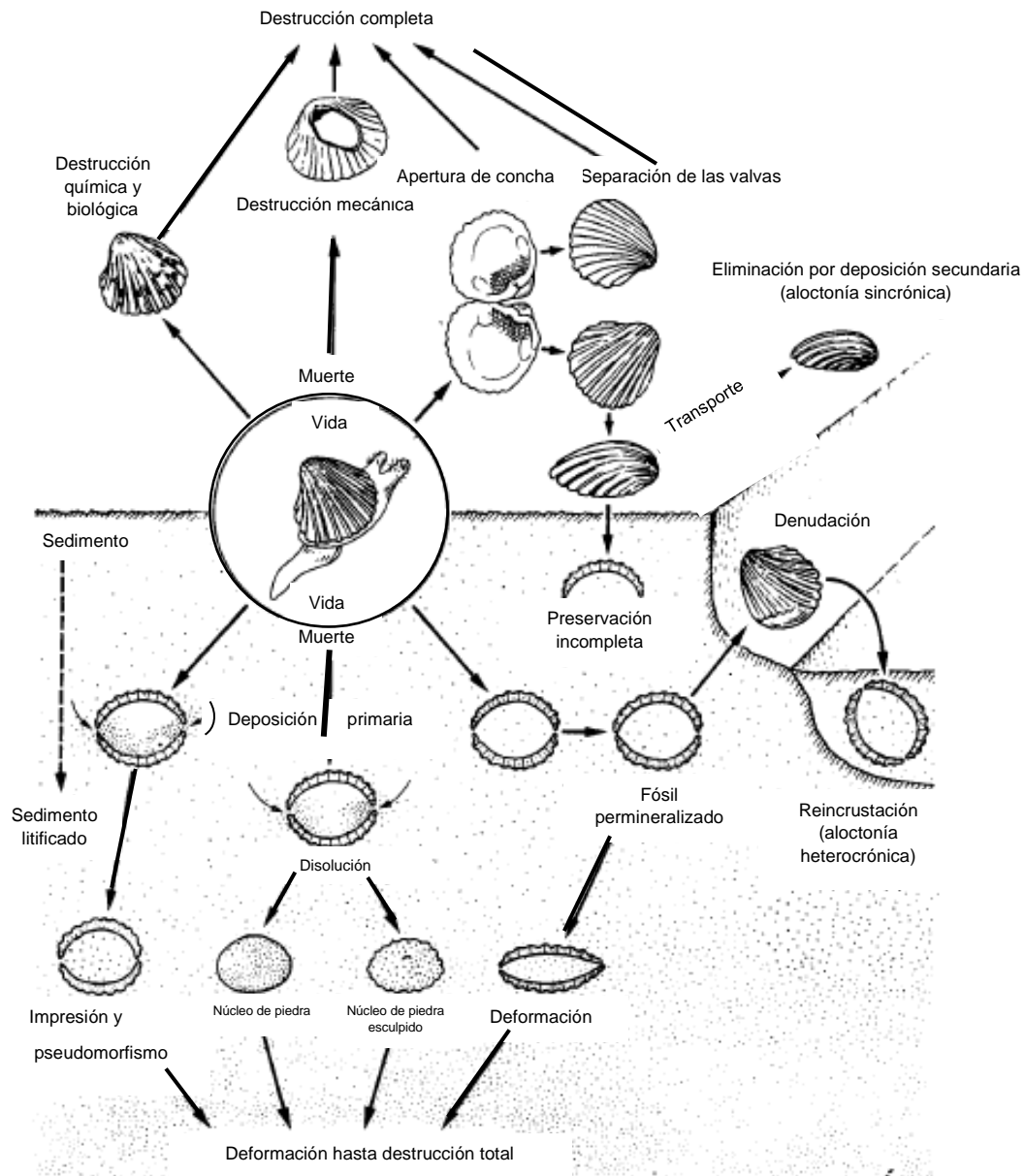


Figura 2. Representación esquemática del proceso de fosilización (Thenius, 1963 citado en Müller, 1979).

El proceso de fosilización puede ser exclusivamente de información, es decir, rastros que nos aportan pistas de la actividad de un organismo: bioturbación, impresión, coprolitos y no de material original o primario (Fernández-López, 1986).

2.3. COLECCIONES PALEONTOLÓGICAS

El valor científico de una colección se determina mediante la calidad y accesibilidad de los ejemplares resguardados, así como de su información asociada y los servicios que ofrecen a la comunidad científica (Perrilliat, 2002). Las colecciones paleontológicas son una subcategoría de las colecciones científicas y contienen el registro de la biodiversidad y la evolución biológica de diferentes eras, períodos, épocas y edades geológicas (Cristín y Perrillat, 2011; Jerez y Suárez, 2023). Son las responsables de resguardar a los fósiles, los cuales son preservados a través de procesos curatoriales que varían en función de los materiales que componen a dichos fósiles (Marcos-Fernández y Ortega, 2016). Por normal general, las colecciones paleontológicas están bajo la protección de un museo, ya que esta asociación establece un entorno propicio para la incorporación, preparación, catalogación y gestión del patrimonio paleontológico. Además, aseguran la disponibilidad del material fósil para futuras investigaciones; facilitan y supervisan el préstamo e intercambio de ejemplares con otras instituciones y ofrecen espacios dedicados a la exhibición periódica de los mismos, apoyando y promoviendo a la ciencia de la paleontología al público en general (Perrilliat *et al.*, 1986; Fernández *et al.*, 2005).

2.3.1. Recolecta de fósiles

La recolecta de fósiles provenientes de un afloramiento fósil es la etapa inicial para que estos puedan ser incorporados y resguardados en una colección paleontológica. Esta actividad debe ser bien planificada, puesto que los fósiles son un recurso no renovable, ni reemplazable (Montero y Diéguez, 2001). Se tienen que tomar en cuenta aquellos factores que permitan situarnos en el tiempo geológico y en el espacio geográfico en el que habitaron los ejemplares. Posteriormente, se lleva a cabo el embalaje y transporte para su preparación (Prokop, 1992).

2.3.2. Resguardos de ejemplares

Antes de que los ejemplares recolectados sean incorporados en cualquier colección pasan primero por el laboratorio donde son limpiados, preparados y en caso de ser

necesario, reconstruidos (Perrilliat *et al.*, 1986; Prokop, 1992). Una vez realizadas las medidas curatoriales los ejemplares son catalogados y registrados con etiquetas, las cuales deben contener el nombre del taxón, autor, fecha de recolecta, edad geológica, formación geológica (si se conoce) y la localidad geográfica, entre otros datos (Perrilliat, 2002). Al mismo tiempo, se marca cada ejemplar con una mancha de esmalte blanco, sobre la cual se anota con tinta china indeleble el número que ocupa dentro de la colección, junto con sus siglas correspondientes. Finalmente, los ejemplares se ingresan en la colección donde son resguardados en cajas dentro de muebles especiales y se organizan según el juicio de los especialistas. Esto puede incluir la clasificación por ejemplares tipos (holotipos, paratipos, sintipos, lectotipos o cualquier otra denominación), ubicación geográfica, grupo taxonómico o si se trata de un material de origen extranjero (Perrilliat *et al.*, 1986; Perrilliat, 2002).

2.4. REGISTRO PALEONTOLÓGICO EN CHIAPAS

A pesar de que en la actualidad Chiapas es uno de los Estados con mayor diversidad y riqueza biológica, las investigaciones acerca del origen de dicha biodiversidad son escasos y se desconoce parte de la evolución de la biota del Estado (Gómez-Pérez, 2011). Posiblemente, esta biodiversidad se deba, en parte, a la compleja historia geológica de Chiapas, puesto que las evidencias indican que gran parte del territorio que actualmente ocupa Chiapas, estuvo cubierto por ambientes marinos desde el Paleozoico hasta el Mioceno (García-Barrera *et al.*, 2011). Hasta la fecha se han encontrado restos fósiles de braquiópodos, crinoideos, foraminíferos, corales y rudistas gigantes; dientes de tiburones; flores e insectos conservados dentro del ámbar, pertenecientes al Mioceno, así como megafauna del Cuaternario (Buitron, 1974; Aguilar, 1993; García-Barrera *et al.*, 2011).

El primer registro acerca de los fósiles de Chiapas fue realizado por el Fraile Víctor Flores en 1849, donde narró en un escrito sus descubrimientos sobre huesos colosales que habían sido recolectados en la zona de la Frailesca y poseían una consistencia pétreo (Bezarez, 1984). Asimismo, mencionó hallazgos de succino

(ámbar) encontrados por grupos indígenas en el municipio de Simojovel de Allende (Bezarez, 1984; Avendaño, 1995).

Durante los años siguientes, una parte considerable de la labor paleontológica en esta parte del país fue llevada a cabo por investigadores extranjeros, mayormente geólogos y paleontólogos europeos como Karl Sapper, Frans Blom, Emil Böse y Federico K. Müllerried, por señalar algunos (Carreño y Montellano-Ballesteros, 2005; Altamirano *et al.*, 2006, Carbot-Chanona *et al.*, 2020). No fue hasta el año 1941 cuando el Profesor Eliseo Palacios Aguilera destacó por convertirse en uno de los primeros mexicanos en contribuir formalmente al campo de la paleontología del sur-sureste de México. En ese año, realizó una expedición a los municipios de Villaflores y Villa Corzo (Figura 3), donde identificó cinco yacimientos fósiles: El Reparito, Los Amates y El Sabino en Villaflores; Finca el Tesoro y Finca Chahuite en Villa Corzo. Posteriormente, el Prof. Palacios compartió sus hallazgos en un escrito, detallando que había identificado molares y huesos aislados de gliptodonte, mamuts, perezosos gigantes y gonfoterios (Palacios, 1950). Un año más tarde, el 1° de noviembre de 1942, el entonces gobernador del Estado, Rafael Pascasio Gamboa, inauguró el Museo de Historia Natural y Viveros Tropicales donde el Prof. Eliseo fue designado director y se exhibieron los restos de megafauna que había recolectado (Carbot-Chanona *et al.*, 2020).

Las aportaciones del Prof. Eliseo continuaron en los años 1943 y 1944, cuando colaboró con el geólogo alemán Dr. Federico K. Müllerried en la recolecta y estudio de los fósiles de bivalvos rudistas de la región central de Chiapas (Müllerried, 1946). De esta manera, el trabajo del Prof. Palacios marcó un hito histórico, debido a que dio importancia al estudio, resguardo y exhibición del material fósil. Al mismo tiempo, fomentó y estableció una línea de investigación en Chiapas que no era tan reconocida por las principales instituciones académicas del país en ese entonces. Estas aportaciones culminaron en la consolidación de una colección paleontológica de renombre nacional y en la fundación de un museo de paleontología que lleva su nombre (Carbot-Chanona *et al.*, 2020).



Figura 3. El profesor Eliseo Palacios sosteniendo una ulna de mamut, la cual fue encontrada en el municipio de Villaflores en 1941. Fuente: Colección personal de Miguel Ángel Palacios Rincón.

2.5. PATRIMONIO PALEONTOLÓGICO

El patrimonio paleontológico (material e inmaterial) son todos los restos directos e indirectos de la actividad biológica de un organismo del pasado. Los fósiles son parte del registro paleontológico y geológico (Vegas *et al.*, 2018) y son considerados bienes históricos (Morales *et al.*, 1999). Además, forman parte del patrimonio de una nación, puesto que hablamos de objetos únicos e irremplazables (Jérez y Narvaéz, 2020; Montero y Diéguez, 2001). Las colecciones paleontológicas y los yacimientos forman parte del patrimonio paleontológico y su valor engloba aspectos científicos, socio-culturales y socioeconómicos (Figura 4) (Morales *et al.*, 1999).

En México, la legislación del patrimonio paleontológico experimentó un desarrollo significativo durante el siglo pasado. Sin embargo, a pesar de este

avance, persisten inconsistencias jurídicas que respalden su conservación y protección (Morales-Ortega *et al.*, 2021). Estas inconsistencias se atribuyen principalmente a la falta de claridad y coherencia en los conceptos y criterios establecidos, lo que a menudo genera confusión. Además, resulta inaceptable que se homologuen los bienes paleontológicos y arqueológicos (Cristín y Perrillat, 2011; Morales-Ortega, 2017).

A partir de 1986, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), ha desempeñado el papel de entidad responsable para garantizar el cumplimiento de las leyes destinadas a proteger y salvaguardar el patrimonio paleontológico. Actualmente, esta institución se encuentra bajo la jurisdicción de la Secretaría de Cultura (DOF, 2018).

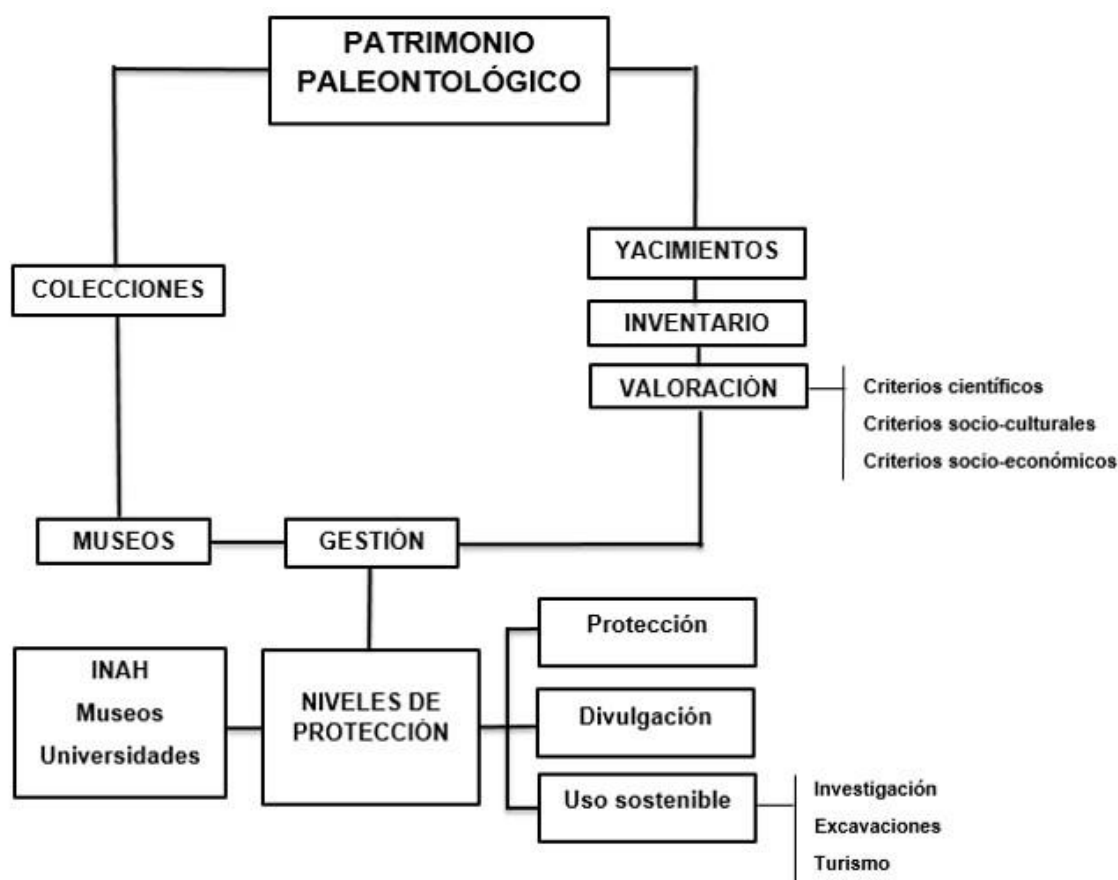


Figura 4. Esquema general del patrimonio paleontológico (Modificado de Morales *et al.*, 1999 citado en Morales-Ortega *et al.*, 2021).

III. ANTECEDENTES

3.1. HISTORIA DE LA COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA DE LA SEMAHN

La historia de la CP-SEMAHN, se conforma por tres etapas principales ocurridas en un transcurso de hace más de 60 años (Avendaño, 2004a).

La primera etapa se remonta al año 1941 con el profesor Eliseo Palacios Aguilera, quien salvaguardó fósiles de mamuts, perezosos gigantes y mastodontes provenientes de los municipios de Villaflores y Villa Corzo (Palacios, 1950). Durante este tiempo, el Profesor Palacios colaboró con el geólogo Dr. Federico K. Müllerried, un académico de renombre que por más de 20 años realizó recolectas e investigaciones sobre material paleontológico y geológico de Chiapas (Avendaño, 1995). En la actualidad, los restos rescatados por el Prof. Eliseo están integrados a la sección histórica de la CP-SEMAHN (Carbot-Chanona *et al.*, 2020).

La segunda etapa comenzó en 1942 con la creación del Instituto de Historia Natural (IHN) al mando del Dr. Miguel Álvarez del Toro, quien se encargó de consolidar la colección mediante el aporte de donaciones y recolectas ocasionales (Cuarón, 1997; Altamirano *et al.*, 2006). Tras la muerte prematura del Prof. Eliseo en 1944, el Dr. Miguel Álvarez del Toro asumió la responsabilidad de proteger la colección paleontológica que se había formado en ese entonces y por más de 45 años la mantuvo bajo resguardo dentro del IHN (Ahora parte de la SEMAHN) (Esquinca-Cano *et al.*, 2017).

La tercera etapa inició en 1989, cuando el maestro en ciencias Manuel Javier Avendaño Gil expresó la importancia de los estudios paleontológicos y mediante la aprobación de Miguel Álvarez del Toro dio inicio a recolectas sistemáticas en diferentes municipios del Estado (Carbot-Chanona, 2015). El material recolectado fue utilizado para establecer formalmente la colección paleontológica. Asimismo, se realizó la primera exposición pública del IHN con el título “Fósiles de Chiapas: antiguas formas de vida” en el Museo Regional de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, teniendo un buen recibimiento ante la comunidad científica y el público en general (Avendaño, 2004b; Carbot-Chanona, 2015).

El gobierno del Estado financió en 1997 el proyecto “Rescate del Patrimonio Paleontológico de la carretera Ocozocoautla-Cosoleacaque” (Avendaño, 2005). Esto trajo consigo la recolección de fósiles presentes en los estratos expuestos tras la construcción de la autopista que inicia en Ocozocoautla, Chiapas, hasta las Choapas, Veracruz (Avendaño *et al.*, 1998). Este proyecto fue decisivo para la consolidación de la creación del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera” (Esquinca-Cano *et al.*, 2017). En la actualidad, el proyecto de gasto de inversión del gobierno del Estado de Chiapas ejecutado a través de la Dirección de Gestión, Investigación y Educación Ambiental de la SEMAHN lleva por nombre “Rescate de la Paleobiodiversidad de Chiapas” y abarca varios municipios de Chiapas. Posteriormente, la dirección del IHN quedó a manos del Biol. Froilán Esquinca Cano; su estadía trajo consigo la continuidad de los proyectos “Creación del Museo de Paleontología de Chiapas” y “Formalización de la Colección Paleontológica del IHN” impulsando de esta manera la vinculación con diferentes instituciones, como el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) (Esquinca-Cano *et al.*, 2017).

En 1999 se dio luz verde al trabajo de remodelación del acuario abandonado, para reajustarlo a lo que hoy en día es el Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera” (Coutiño-José, 2013). Después de permanecer tres años en construcción, el museo, al igual que la colección paleontológica fueron inauguradas oficialmente el 21 de octubre del 2002 (Avendaño, 2005). Hoy por hoy, se ha mantenido como una de las colecciones paleontológicas más importantes del país, así como el único acervo de su tipo en Chiapas enfocado en resguardar el patrimonio paleontológico del Estado (Carbot-Chanona, 2015; Esquinca-Cano *et al.*, 2017).

3.2. ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES

El índice de salud de las colecciones se ha realizado en diversos grupos taxonómicos. A nivel internacional se llevó a cabo la diagnosis de la colección de insectos de la familia Cicadellidae del Museo de La Plata, Argentina; el buen estado de la colección entomológica permitió determinar la representatividad taxonómica de esta familia de hemípteros con base al estado de salud de 2,576 ejemplares (Paradell y Defea, 2017). Asimismo, se realizó una evaluación de 1,497 ejemplares

pertenecientes a la colección de mamíferos del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia, con la finalidad de determinar su estado de salud (Castaño-Ramírez y Ramírez-Chaves, 2018).

En México, se llevó a cabo la evaluación de la calidad curatorial de 212 ejemplares fósiles pertenecientes a la colección nacional de paleontología de la Universidad Nacional Autónoma de México, de los cuales 106 eran ejemplares tipo. En dicha evaluación se empleó el esquema de curación denominado *curatorial continuum* (Cristín, 2007), propuesto por Hughes *et al.* (2000). Es importante aclarar que, aunque en ese trabajo no se empleó el Índice de Salud de Colecciones (ISC), se destaca por el trabajo curatorial de los ejemplares resguardados.

En Chiapas, se examinó el estado de salud de la colección regional de aves de la SEMAHN (Altamirano-González y Riechers, 2020), donde se revisaron 2,146 especímenes utilizando el índice de 10 niveles propuesto por McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.* (2005). El primer y único trabajo realizado formalmente sobre la CP-SEMAHN, fue realizado por Carbot-Chanona (2015), quien sistematizó 1,005 ejemplares en una base de datos elaborada con el programa Biótica 5.0. Sin embargo, en este trabajo únicamente se revisó la diversidad taxonómica de una parte de los ejemplares depositados en la CP-SEMAHN, sin aportar detalles sobre el estatus curatorial de dicha colección.

IV. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

- Evaluar el estado de salud de la sección de vertebrados del Pleistoceno Superior de los municipios Villaflores y Villa Corzo resguardados en la Colección Paleontológica de la SEMAHN, mediante la aplicación del Índice de Salud para Colecciones (ISC).

4.2. PARTICULARES

- Determinar el porcentaje de ejemplares catalogados, etiquetados y sistematizados de los municipios de Villaflores y Villa Corzo.
- Determinar el grado de resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares de Villaflores y Villa Corzo depositados en la colección paleontológica.
- Contribuir al mejoramiento de la salud de la Colección Paleontológica de la SEMAHN.

V. MÉTODO

El presente trabajo fue realizado en el área de la Colección Paleontológica, la cual se encuentra dentro del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, perteneciente a la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), ubicada en la Calzada de las Personas Ilustres, en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

5.1. ENFOQUE DEL PRESENTE TRABAJO

Inicialmente, se decidió delimitar el acervo a dos municipios específicos: Villaflores y Villa Corzo. Esta elección se realizó en virtud de su relevancia histórica, ya que en estos municipios se llevaron a cabo las primeras recolectas formales por parte de investigadores mexicanos en el sur-sureste de México; dichas recolectas desempeñaron un papel crucial en la consolidación de la CP-SEMAHN, así como del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”.

Posteriormente, se ubicaron las gavetas que albergaban el material designado y se realizó un registro de la información contenida en las etiquetas de todos los ejemplares resguardados (número de catálogo, número de control, municipio, localidad, nombre científico, estructura y fecha de colecta). Los datos obtenidos fueron recopilados en una hoja de cálculo diseñada en el programa Microsoft Excel. Por último, se revisó y separó apropiadamente a aquellos ejemplares que pertenecían a otros municipios y que habían sido almacenados de manera incorrecta.

5.2. PRIMERA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES (ISC) Y PRIORIDADES DE MANEJO

Se optó por utilizar el Índice de Salud para Colecciones (ISC), propuesto por McGinley (1993) y modificado por Fernández *et al.* (2005), debido a que plantea resultados que se asemejan a las cinco categorías establecidas en el *curatorial continuum* (Hughes *et al.*, 2000), al mismo tiempo que establece niveles prioritarios para la conservación de los ejemplares resguardados de una colección. El ISC

consta de 10 niveles diferentes (Cuadro 1). Una colección se considera con una salud óptima cuando al menos el 70% de los ejemplares analizados se encuentren en niveles superiores al 6 y el 30% en niveles inferiores a 6.

Cuadro 1. Niveles del Índice de Salud de las Colecciones

Nivel	Descripción
0	Ejemplar extraviado o en préstamo.
1	Ejemplar deteriorado, esparcido, sin información o con problemas que amenacen su situación de conservación. Puede ser restaurado mediante trabajo curatorial.
2	Ejemplar que ingresará a la colección.
3	Ejemplar sin clasificar u ordenar taxonómicamente.
4	Ejemplar ordenado taxonómicamente, sin estar catalogado dentro de la colección.
5	Ejemplar catalogado y ordenado taxonómicamente, sin estar capturado o respaldado en una base de datos.
6	Ejemplar catalogado, curado, ordenado taxonómicamente y con su información capturada en una base de datos.
7	Ejemplar catalogado, curado, sistematizado en una base de datos, con información de campo puesta en sus etiquetas e identificado taxonómicamente a nivel género o especie.
	Ejemplar catalogado, curado, identificado, etiquetado,

8	sistematizado y con información geográfica, climática, etológica o ecológica.
9	Ejemplar catalogado, curado, identificado, sistematizado, etiquetado y disponible para mediciones, descripciones, fotos, dibujos, ilustraciones o cualquier trabajo de investigación.
10	Ejemplar catalogado, curado, identificado, sistematizado, etiquetado y que ha sido utilizado para trabajos de investigación. Incluye holotipos, paratipos y otras designaciones.

Las prioridades para la gestión, crecimiento y administración de una colección engloban el análisis de los niveles del ISC (Cuadro 2), siguiendo la propuesta de Fernández *et al.* (2005), se establecen cuatro categorías enfocadas en atender y satisfacer las diversas necesidades y áreas de mejora de los ejemplares resguardados. Asimismo, los niveles de prioridad proponen un perfil ideal para una colección, se considera así cuando al menos el 70% de los ejemplares examinados se encuentra en la prioridad 4 y el 30% en niveles inferiores a 4.

Cuadro 2. Niveles de prioridad del ISC establecidos para colecciones

Nivel	Descripción
Prioridad 1:	Estado de pertenencia, conservación: enfocada en la pertenencia, protección y conservación de los ejemplares, así como de su información asociada, asegurando su preservación a largo plazo dentro de la colección (Niveles 0 - 1).
Prioridad 2:	Crecimiento, organización física e identidad taxonómica: consiste en la identificación y disposición lógica de los

	ejemplares dentro de la colección (alfabética o taxonómica), así como el crecimiento de esta mediante el ingreso de nuevos ejemplares (Niveles 2 - 4).
Prioridad 3:	Accesibilidad: Encargada de asegurar la accesibilidad de los ejemplares y su disposición a usuarios o investigadores interesados en su estudio, considera todos aquellos factores que faciliten su localización, como la sistematización de la información de los ejemplares en una base de datos, el correcto etiquetado y el trabajo curatorial (Niveles 5 - 6).
Prioridad 4:	Inventario de especies y material de investigación: Implica la creación de listados de especies como una herramienta útil para la gestión de las colecciones, el uso activo de la colección en proyectos de investigación y la publicación de la información relevante (Niveles 7 - 9).

5.3. PRIORIDADES DE CONSERVACIÓN: ESTRATEGIAS ENFOCADAS EN EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO, CUIDADO Y CRECIMIENTO DE LAS COLECCIONES

Primero, se llevó a cabo una evaluación piloto en la que se recopiló la información de 623 ejemplares; sin embargo, se observó que 59 de estos no correspondían a los municipios de Villaflores y Villa Corzo. En consecuencia, se reasignaron a sus respectivos espacios y se aplicó el Índice de Salud de Colecciones a los 564 ejemplares restantes.

. Estos ejemplares fueron examinados individualmente y se les asignó una calificación o nivel del ISC, según las características que presentaron. Una vez evaluados todos los ejemplares, se aplicaron los niveles de prioridad.

5.3.1. Prioridad 1: estado de pertenencia y conservación (Niveles 0 - 1)

Este nivel busca atender las principales áreas de mejora de los primeros niveles del ISC. En el nivel 0, se evaluó la ausencia de ejemplares, ya sea debido a su extravío

dentro o fuera de la colección, o porque habían sido prestados a otras instituciones.

En el nivel 1, se rescató la información de las libretas de control y catálogo, con el fin de mantener una correcta documentación y corregir errores en la información asociada de cada ejemplar (ausencia de datos o inconsistencias en el etiquetado). Asimismo, se reubicaron a los ejemplares que estaban dispersos fuera de sus gavetas dentro de la colección.

5.3.2. Prioridad 2: crecimiento, organización física e identidad taxonómica: (Niveles 2 - 4)

En el nivel 2, se identificaron a los ejemplares que podrían ser formalmente incorporados a la colección.

En el nivel 3, se realizaron arreglos para mejorar la identidad taxonómica de los ejemplares, debido a que se detectó el uso de nombres genéricos, como "caballo", "venado" o "gliptodonte". Estos términos no deben emplearse, ya que generan ambigüedad al no especificar correctamente la especie a la que pertenece cada ejemplar. Asimismo, algunos ejemplares carecían de su respectiva clasificación taxonómica. Estos ejemplares fueron entregados al Dr. Gerardo Carbot Chanona, curador de la Colección Paleontológica, y al M. en C. Luis Enrique Gómez Pérez, responsable principal de las recolectas fósiles, quienes determinaron su identidad taxonómica.

En el nivel 4, se identificaron a los ejemplares que, aunque habían sido curados y depositados de manera adecuada, no contaban con un número de catálogo, sino únicamente con un número de control o colecta, lo que indicaba que aún no habían sido formalmente registrados en la colección.

5.3.3. Prioridad 3: Accesibilidad: (Niveles 5 - 6)

En este nivel de prioridad, se solicitó la autorización y el uso de la base de datos de la colección. La CP-SEMAHN cuenta con una base de datos diseñada en Microsoft Acces (Figura 5), en la cual había 1,056 ejemplares sistematizados, pero solo 99 ejemplares correspondían a los municipios de Villaflores y Villa Corzo. Denotando, que una cantidad considerable de los ejemplares analizados en este trabajo no se encontraban en dicha base de datos. Adicionalmente, los ejemplares que no

estaban sistematizados fueron fotografiados, dado que uno de los campos requeridos en la base de datos de la CP-SEMAHN es la asociación de una fotografía para cada ejemplar, la cual sirve para la validación de cada uno de ellos, al tiempo de facilitar su referencia y consulta.

Las fotografías se capturaron utilizando una cámara modelo Sony Alpha A290 con una resolución de 21 megapíxeles. En cada fotografía se utilizó una escala gráfica, lo que permitió tener una referencia de las dimensiones de los ejemplares. Por último, cada fotografía fue nombrada con el número de catálogo del ejemplar para facilitar su identificación y asociación con su registro en la base de datos.

COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE E HISTORIA NATURAL

Datos Curatoriales Datos Taxonómicos Datos Geológicos y Geográficos

Letras en rojo son campos obligatorios

No de Catálogo: IHNFG-00002

No de Gabinete: 2

No de Control: 6219

No de Gaveta: 1

Tipo: No aplica

Fecha de Alta en la Colección: 02/05/2008

Tipo de Estructura: Exoesqueleto

Observaciones:

Tipo de Fosilización: Petrificación

Colector (es): María Gabriela Palacios Mendoza

Imagen

Fecha de Colecta: 31/03/2002

Publicación asociada:

Determinador (es): No aplica

Fecha de Determinación:

editar registr nuevo registro guardar registro elimina registro

MUSEO DE PALEONTOLOGIA ELISEO PALACIOS AGUILERA

Figura 5. Interfaz de la base de datos virtual de la SEMAHN, digitalizada en Microsoft Acces.

Posteriormente, se solicitó el alta en la colección para los ejemplares que aún no formaban parte de esta, asignándoles números de catálogo, se rotularon, y posteriormente fueron depositados en cajas dentro de los gabinetes.

En el nivel 6, se optó por unificar y actualizar el formato de etiquetado (Figura 6), debido a que se identificó la existencia de múltiples formatos de etiqueta en diversos ejemplares, así como la ausencia de estas. En las etiquetas se utilizó el acrónimo IHNFG (Instituto de Historia Natural, Fósil Geográfico) para asignar los números de catálogo, dado a que estas siglas han sido empleadas desde el inicio de la colección, cuando era conocida como Instituto de Historia Natural.

También se trabajó en el proceso de curación de los ejemplares fósiles, utilizando diversas herramientas para asegurar la integridad de los ejemplares resguardados. Aquellos que requirieron atención curatorial fueron sometidos a tareas de restauración, según las necesidades individuales de cada caso. En los procesos de restauración se empleó espuma de poliuretano y un adhesivo insoluble en agua a base de cianoacrilato diluido en acetona (Figura 7).

Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera	
COLECCIÓN PALEONTOLÓGICA	
No. Catálogo: IHNFG-	No. Control:
Nombre científico: _____	
Estructura: _____	
Localidad: _____ Municipio: _____	
Colector(es): _____ Fecha de colecta: _____	
Determinadores(es): _____	

Figura 6. Formato de etiqueta actualizado



Figura 7. Comparación del proceso de restauración de fósiles. Se ejemplifica el ejemplar IHNFG-4699, que corresponde a una rama mandibular derecha del caballo *Haringtonhippus francisci*. A) Ejemplar inadecuadamente preparado y con riesgo de daño y B) Ejemplar después del trabajo de restauración. Fotografías tomadas por Gómez-Pérez (A) y Rodas-Farrera (B), en los años 2018 y 2023 respectivamente.

5.3.4. Prioridad 4: Inventario de especies y material de investigación (Niveles 7 - 9)

En este nivel de prioridad, se evaluó el grado de resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares resguardados, es decir, hasta qué punto estaban identificados. Lo ideal, según este criterio, es que los ejemplares estén identificados a nivel de género o especie. Esta evaluación se realizó utilizando la base de datos de la CP-SEMAHN.

5.4. SEGUNDA APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES

Antes de llevar a cabo la segunda aplicación del ISC, se efectuó un seguimiento bibliográfico de los ejemplares incorporados en esta sección de la colección que habían sido utilizados o mencionados en publicaciones científicas, ya sea revistas, artículos, tesis y/o cualquier trabajo de investigación. Esta medida se realizó en consideración del nivel 10 del ISC, que establece la aspiración de que todos los ejemplares resguardados en una colección científica tengan aportaciones científicas y/o de divulgación.

. Por último, se aplicó por segunda vez el ISC con el propósito de comparar el estado en el que se encontraba la CP-SEMAHN antes y después de la ejecución de este trabajo.

VI. RESULTADOS

6.1. APLICACIÓN DEL ÍNDICE DE SALUD DE COLECCIONES Y PRIORIDADES DE MANEJO

6.1.1. Primera evaluación

El análisis del Índice de Salud de Colecciones (Figura 8), reveló que el 20.04% de los ejemplares fósiles se encontraban en un nivel superior al 6 y todo este porcentaje era parte del nivel 7; mientras que el 79.96% estaban entre los niveles 0 al 5, denotando que la sección de vertebrados fósiles de los municipios de Villaflores y Villa Corzo de la CP-SEMAHN no cumplía con los estándares óptimos establecidos para las colecciones científicas.

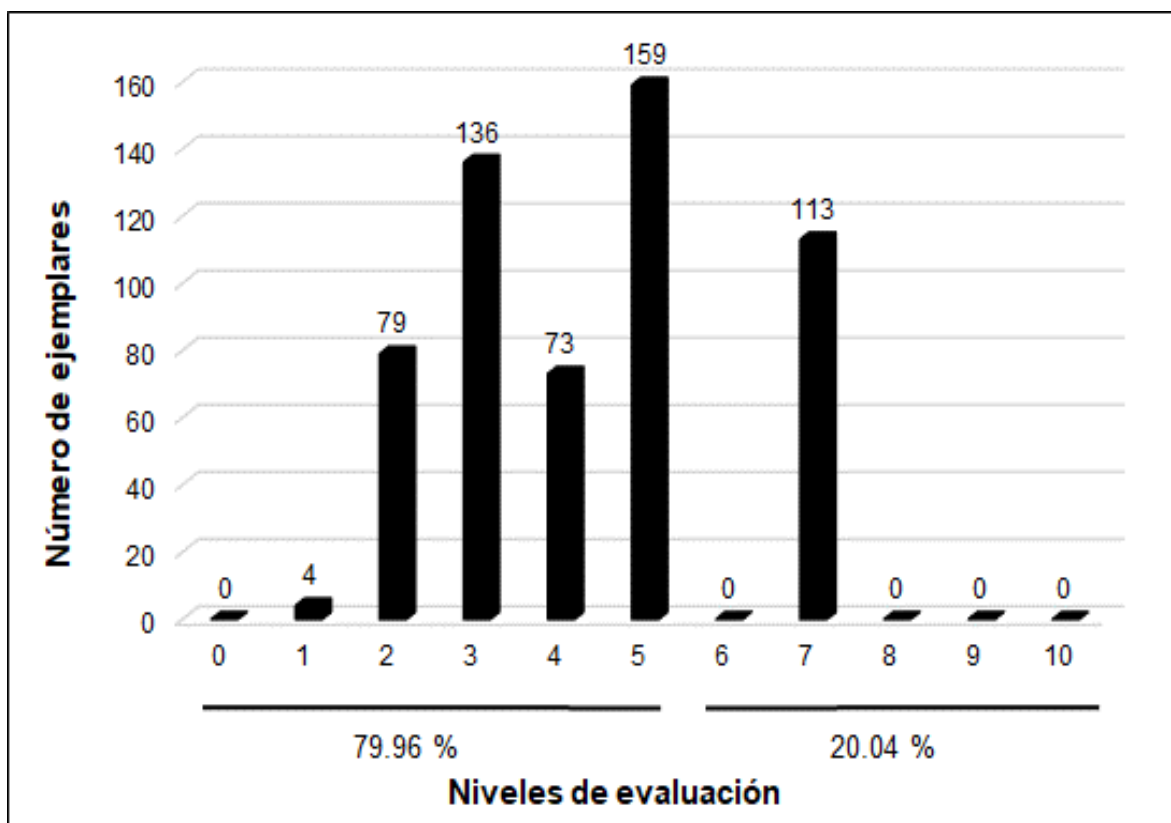


Figura 8. Evaluación del Índice de Salud de la sección de vertebrados de Villaflores y Villa Corzo de la CP-SEMAH. Se muestra que 113 ejemplares superan el nivel 6, es decir, el 20.04% se encuentra dentro de un perfil óptimo; mientras que 451 ejemplares (79.96%) no sobrepasan el nivel 5, superando el porcentaje de desorganización permisible.

Los niveles de prioridad (Figura 9), revelaron que la mayoría de los ejemplares pertenecientes a los municipios de Villaflores y Villa Corzo presentaban problemas curatoriales, a pesar de que muchos de estos habían sido sometidos a procesos de restauración. Se resalta la prioridad 2, siendo esta la que mayor número de ejemplares tuvo (37.06%), lo que denotó que se debía de trabajar en el vacío de información que presentaban ciertos ejemplares con respecto a la clasificación taxonómica, debido a que parte de estos se encontraban sin clasificar. Asimismo, la prioridad 4 se encontraba muy por debajo de alcanzar un perfil ideal, teniendo en esta categoría el 20.04% de los ejemplares, indicando que solamente esta parte de la colección se encontraba debidamente catalogada y sistematizada. Para abordar esta situación, se implementaron las medidas destinadas en mejorar el estado de salud de la colección.

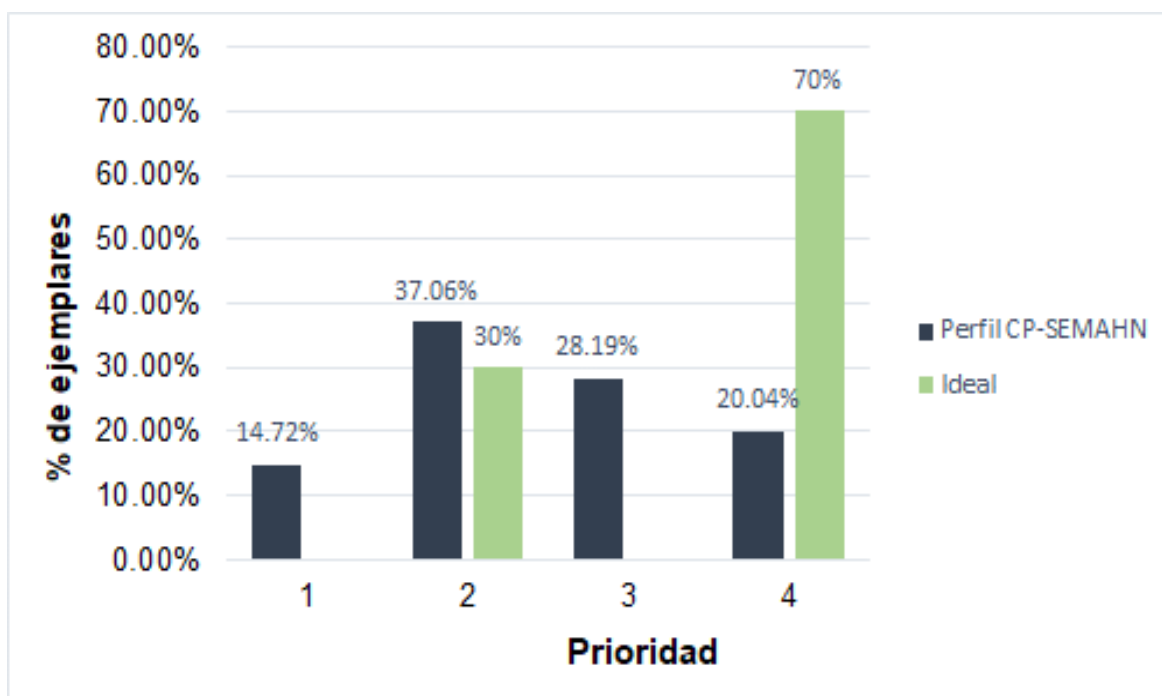


Figura 9. Niveles de prioridad obtenidos de la sección de vertebrados de Villaflores y Villa Corzo de la CP-SEMAHN. Se observa que la prioridad 4 se encuentra por debajo del porcentaje ideal, teniendo solamente un 20.04% del 70% esperado.

6.1.2. Segunda evaluación

Para llevar a cabo una segunda evaluación, se tomó la decisión de retirar de la colección un total de 96 ejemplares, puesto que consistían en fragmentos fósiles aislados y estructuras óseas que no conservaban caracteres útiles para una adecuada identificación taxonómica. Estos ejemplares fueron reasignados con un enfoque educativo y pasaron a formar parte de la colección didáctica del museo de paleontología, que es usada en los talleres dirigidos a estudiantes de niveles básicos.

Los 468 ejemplares restantes fueron sometidos a una segunda evaluación (Figura 10), en donde se logró reducir a un 26.71% aquellos ejemplares que presentaban problemas de curaduría y se encontraban clasificados entre los niveles 0-5. En contraparte, se incrementó en un significativo 73.29% la cantidad de ejemplares que se encontraban entre los niveles 6-10. Este resultado reflejó el esfuerzo exitoso en la mejora curatorial de los ejemplares resguardados en la CP-SEMAHN, lo que la convierte en un recurso valioso para futuros estudios científicos.

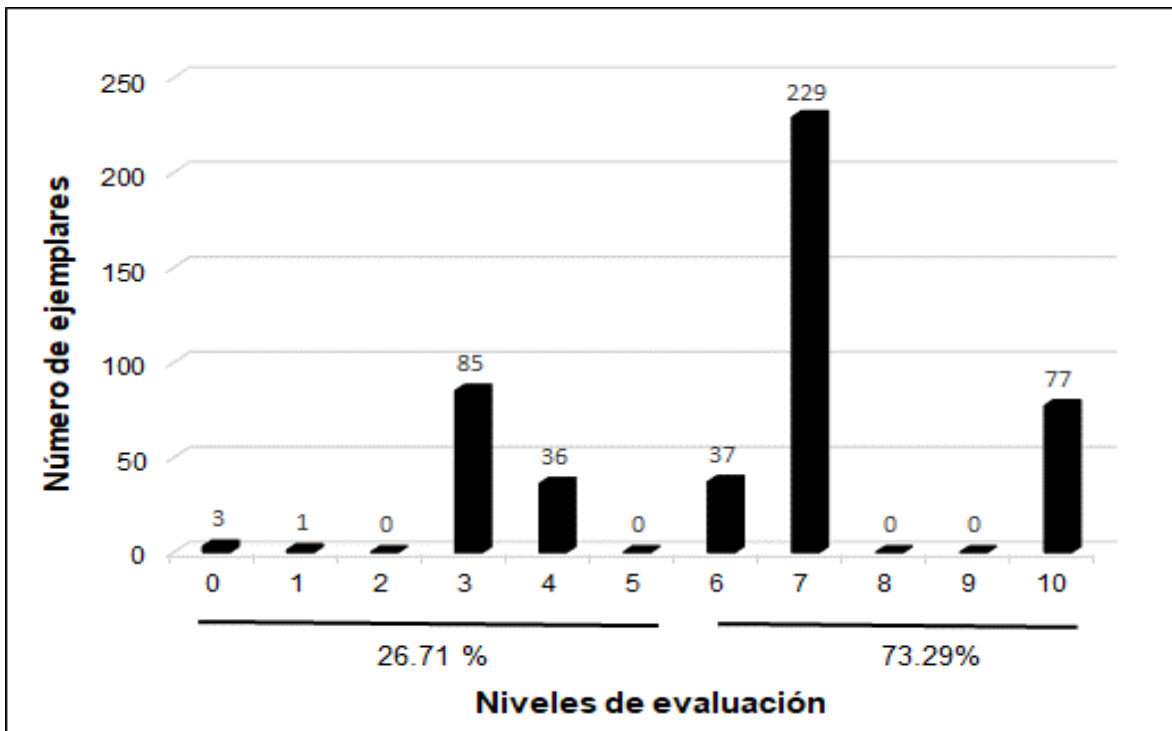


Figura 10. Resultados de la segunda evaluación del ISC, después de haber realizado las labores curatoriales correspondientes. Se muestra que 343 ejemplares superan el nivel 6, es decir, el 73.29% de la colección se encuentra dentro de un perfil óptimo; mientras que 125 ejemplares, es decir, el 26.71% no superan el nivel 5, presentando un porcentaje de desorganización aceptable.

Los niveles de prioridad (Figura 11), reflejaron una mejora sustancial en el trabajo realizado. La prioridad 1 se redujo significativamente del 14.72% al 0.85%. Por otro lado, la prioridad 4 (65.38%), mostró un incremento, indicando que gran parte de los ejemplares se encuentran en óptimas condiciones. Sin embargo, aún se requiere de una mayor precisión en la identidad taxonómica para alcanzar un perfil ideal dentro de la colección analizada.

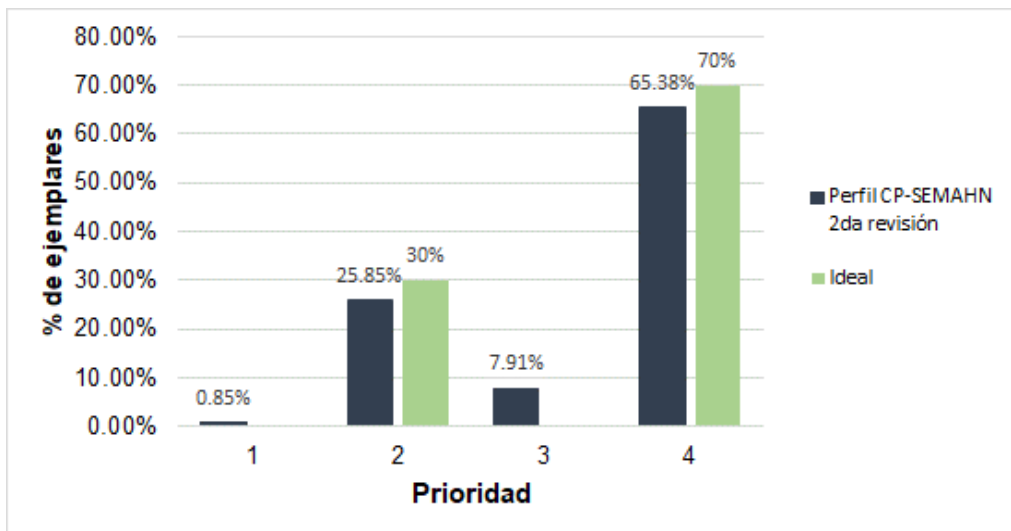


Figura 11. Niveles de prioridad obtenidos en la segunda revisión en la sección de vertebrados de Villaflores y Villa Corzo de la CP-SEMAHN. Los valores de la prioridad 2 y 4 todavía se encuentran por debajo del porcentaje ideal, teniendo solamente un 25.85% del 30% esperado y 65.38% del 70% esperado.

6.2. DISTRIBUCIÓN DE LOS EJEMPLARES FÓSILES

De los 468 ejemplares revisados, se observó que 264 fueron recolectados en seis localidades diferentes correspondiente al municipio de Villaflores, mientras que los 205 ejemplares restantes provenían de cinco localidades de Villa Corzo. Las localidades con el mayor número de registros fueron La Simpatía, ubicada en el municipio de Villa Corzo, así como las localidades Gliptodonte y Los Mangos, en el municipio de Villaflores (Figura 12). Estos datos nos muestran las localidades de los ejemplares fósiles depositados en la CP-SEMAHN (Anexo 1).

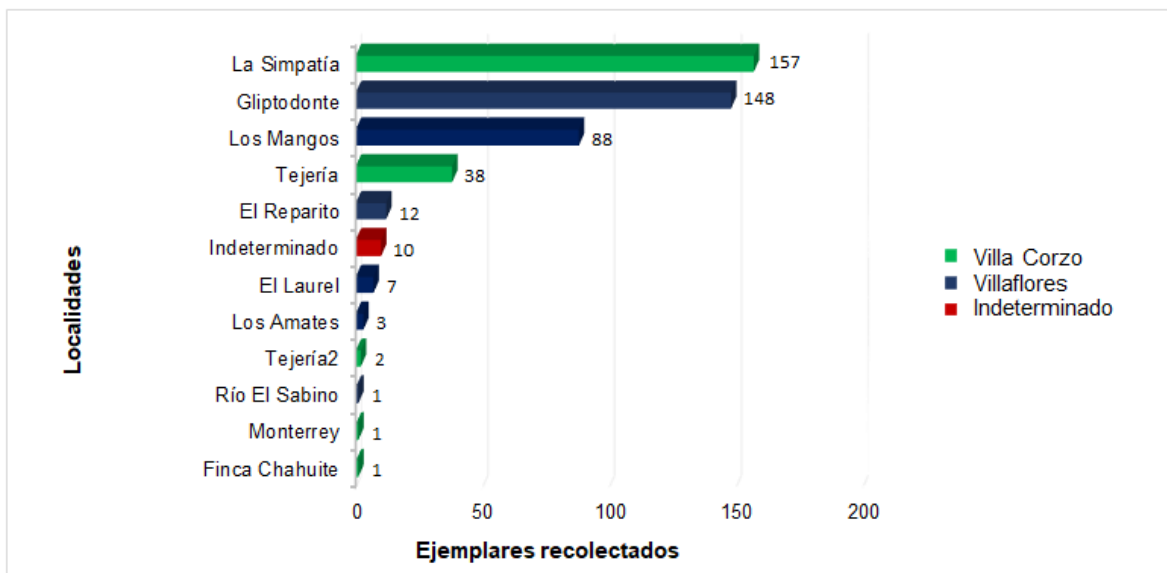


Figura 12. Número de fósiles recolectados en los municipios de Villa Flores y Villa Corzo. El municipio con mayor cantidad de registros fue Villaflores, con 264 ejemplares; mientras que Villa Corzo contó con 204 ejemplares. Además, se identificaron 10 registros cuya localidad de recolecta no está claramente identificada. Entre las localidades con mayor número de ejemplares recolectados se encuentran La Simpatía, Gliptodonte y Los Mangos y Gliptodonte.

6.3. REPRESENTATIVIDAD TAXONÓMICA

La representatividad taxonómica de los ejemplares fósiles revisados abarcó un total de dos clases principales (Reptilia y Mammalia), incluyendo un total de nueve órdenes, 19 familias, 23 géneros y 19 especies (Cuadro 3). El orden con el mayor

número de fósiles registrados es Cingulata, seguido de Perissodactyla y Proboscidea (Anexo 2).

Por otra parte, las especies que destacaron por ser las más representativas fueron *Glyptotherium cylindricum* (Gliptodonte), con un total de 111 ejemplares, seguido por *Equus conversidens* (Onagro mexicano), con 37 ejemplares y *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), con 33 ejemplares (Figura 13).

Es relevante resaltar que se actualizaron las asignaciones taxonómicas de ciertos ejemplares, ya que algunos estaban determinados usando nombres específicos que hoy se consideran sinonimias. Por ejemplo, había ejemplares determinados como *Glyptotherium floridanum*, hoy considerado un sinónimo de *G. cylindricum* (Zurita *et al.*, 2018), puesto que anteriormente se consideraban especies separadas. El mismo caso fue para *Haringtohippus francisci*, que antes de 2017 se clasificaba dentro del género *Equus* (Heintzman *et al.*, 2017).

Cuadro 3. Representación taxonómica y numérica de los fósiles procedentes de los municipios de Villaflores y Villa Corzo

Orden	Familia	Género	Especie	No. de ejemplares
Artiodactyla	4	5	4	44
Carnivora	1	2	2	5
Cingulata	2	2	1	112
Perissodactyla	1	2	3	87
Pilosa	2	3	3	8

Proboscidea	3	3	2	60
Rodentia	2	2	1	8
Squamata	1	1	1	1
Testudines	3	3	2	54
-	-	-	-	89
TOTAL: 9	19	23	19	468

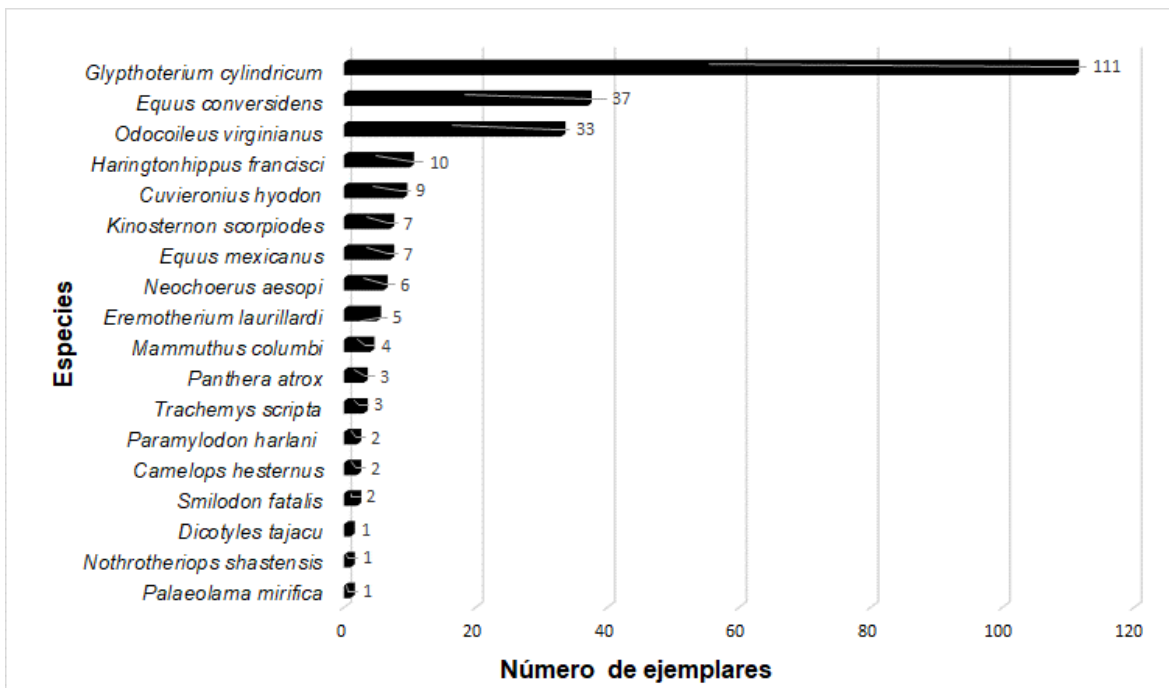


Figura 13. Número de fósiles por especie pertenecientes a los municipios de Villaflores y Villa Corzo. Los ejemplares con más registros fueron *Glyptotherium cylindricum*

(Gliptodonte), con un total de 111 ejemplares, seguido por *Equus conversidens* (Onagro mexicano), con 37 ejemplares y *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), con 33 ejemplares.

6.4. RESOLUCIÓN DE LA IDENTIDAD TAXONÓMICA DE LOS EJEMPLARES

Los 468 ejemplares registrados se distribuyen de la siguiente manera: 46 a nivel de orden (10%), 19 a nivel familia (4%), 70 a género (15%), 244 especies (52%) y 89 fueron clasificados como indeterminados (19%).

Finalmente, se llevó a cabo una comparación entre los resultados de ambas evaluaciones, con el propósito de demostrar las diferencias observadas después de la realización del trabajo curatorial correspondiente y de la depuración de ejemplares representados por fragmentos de hueso (Figura 14). En este proceso, se logró reducir el porcentaje de ejemplares no catalogados taxonómicamente, disminuyendo del 31%, al 19%. Por el contrario, los porcentajes de los niveles de orden y familia se mantuvieron sin cambios. Asimismo, el nivel de género mostró un aumento del 15%. Estos resultados denotan la mejora de la precisión de la identidad taxonómica de los ejemplares.

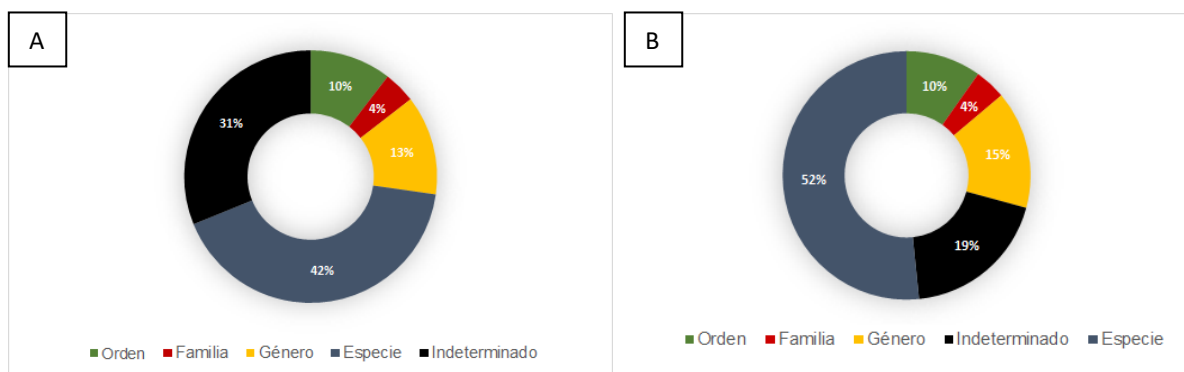


Figura 14. A) Resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares en la primera evaluación con todos los ejemplares (564 ejemplares). B) Resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares en la segunda evaluación después del trabajo curatorial y de la depuración de ejemplares fragmentarios (468 ejemplares).

VII. DISCUSIÓN

Es relevante destacar que se han identificado variaciones en la forma en que los niveles del ISC han sido definidos en trabajos anteriores. Diversos autores han empleado diferentes escalas, algunos abarcando desde los niveles 0-10 (Simmons y Muñoz-Saba, 2005; Paradell y Defea, 2017; Rubiano, 2020; Cascavita, 2021), otros desde los niveles 1-10 (Altamirano-González y Riechers, 2020) e incluso ha habido quienes han reestructurado por completo el índice original (Rivera-León, 2018). Estas variaciones entre autores no representan una desventaja inherente, ya que permiten establecer metodologías científicas especializadas que puedan satisfacer las necesidades específicas de cada institución museológica. Esto, a su vez, contribuye al correcto aprovechamiento del material biológico y los recursos financieros disponibles (Duarte, 2017; Rubiano, 2020). Este trabajo se basó en la propuesta de Simmons y Muñoz-Saba (2005). Sin embargo, pueden existir ligeras diferencias en la interpretación de los niveles propuestos. Además, este estudio representa la primera vez que se aplica el ISC en una colección paleontológica.

7.1. PRIMERA EVALUACIÓN

7.1.1. Estado de salud

En la primera evaluación el ISC se situó en un 79.96% (niveles 0-5) y 20.04% (niveles 6-10). Este valor demostró la existencia de problemas curatoriales en la sección de vertebrados de los municipios de Villaflores y Villa Corzo dentro de la CP-SEMAHN, puesto que el porcentaje de desorganización superó el 30% permitido por Simmons y Muñoz-Saba (2005). Esto se debió principalmente a presencia de dos problemas principales: curaduría y sistematización de la información (Figura 15).

Tras evaluar el perfil de la CP-SEMAHN, se observó que en el nivel 1 se contabilizaron cuatro ejemplares (0.71%). Estos ejemplares se caracterizaron por carecer de información en sus registros. En el nivel 2, se registraron 79 ejemplares (14.01%), que estaban en proceso de ser incorporados en la colección, lo que es favorable, puesto que indica un crecimiento activo de la misma (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

El nivel 3 se enfoca en la adecuada identificación taxonómica de los ejemplares (Rubiano, 2020). En esta categoría se encontraron 136 ejemplares, lo que representa un 24.11% del total evaluado. La cantidad de ejemplares en este nivel es significativa y podría deberse a factores que enfrenta la investigación paleontológica y la gestión de colecciones, puesto que uno de los desafíos recurrentes en paleontología es la necesidad de un enfoque interdisciplinario, especialmente en la identificación y clasificación sistemática del registro fósil. Dado que generalmente los ejemplares fósiles consisten en registros escasos, huesos aislados o fragmentados, dificultando su identificación taxonómica, debido principalmente a la falta de caracteres diagnósticos en el material conservado, lo que lo vuelve un proceso complicado (Fernández, 2000). Además, la falta o disminución de investigadores especializados puede limitar y/o afectar negativamente la documentación del conocimiento científico en las colecciones científicas (Corredores, 2009).

Los ejemplares no catalogados pertenecen al nivel 4 (Corredores, 2009), donde se encontraron 73 ejemplares (12.94%). Por otra parte, el nivel 5 hace hincapié en la importancia de sistematizar la información de los ejemplares en una base de datos (Simmons y Muñoz-Saba, 2005). La implementación de las bases de datos es esencial en la disponibilidad, organización, mantenibilidad y utilización de la información por parte de los investigadores, al mismo tiempo que contribuyen a mejorar la eficiencia de la gestión de una colección (Simmons y Muñoz-Saba, 2005; Leonard-Rodríguez, 2015; Rey *et al.*, 2017). En este nivel se identificaron 159 ejemplares sistematizados en la base de datos, que corresponde al 28.19% del material examinado. La razón de esta cifra radica en la falta de actualización de la base de datos de la colección, la cual no incluía una parte considerable de los ejemplares resguardados procedentes de las localidades de Villaflores y Villa Corzo en ese momento.

Finalmente, en el nivel 7, se identificaron 113 ejemplares (20.04%) Estos ejemplares se caracterizan por poseer una organización adecuada y estar completamente inventariados hasta el nivel de especie, además de contar con toda

su información respaldada en una base de datos y etiquetados de manera apropiada (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

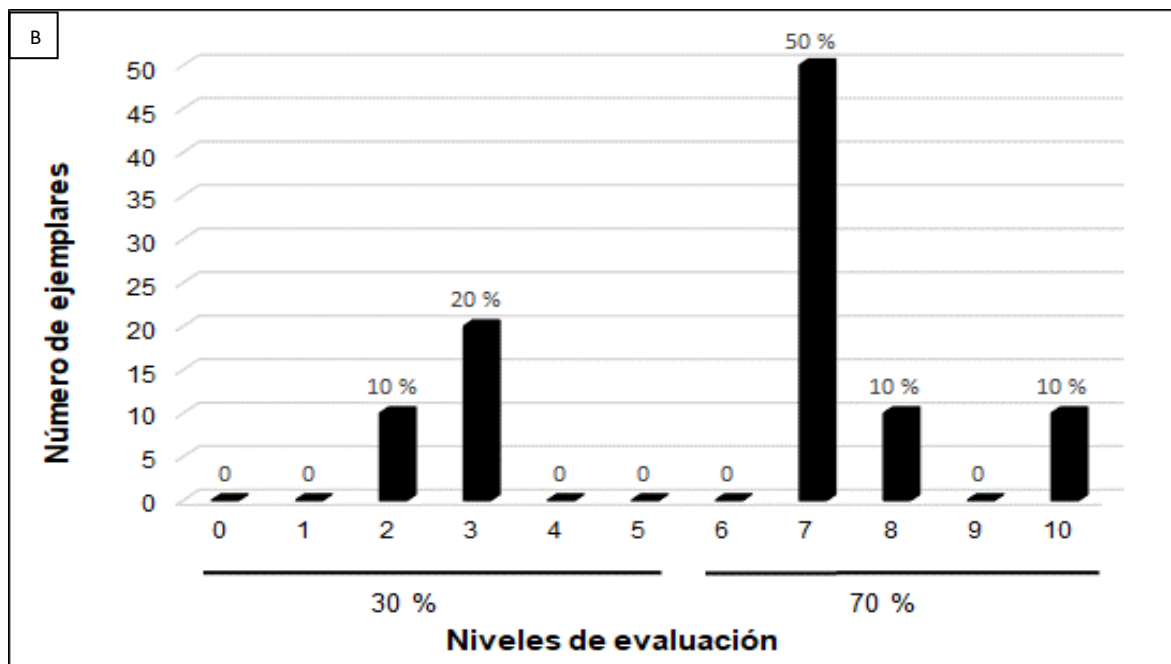
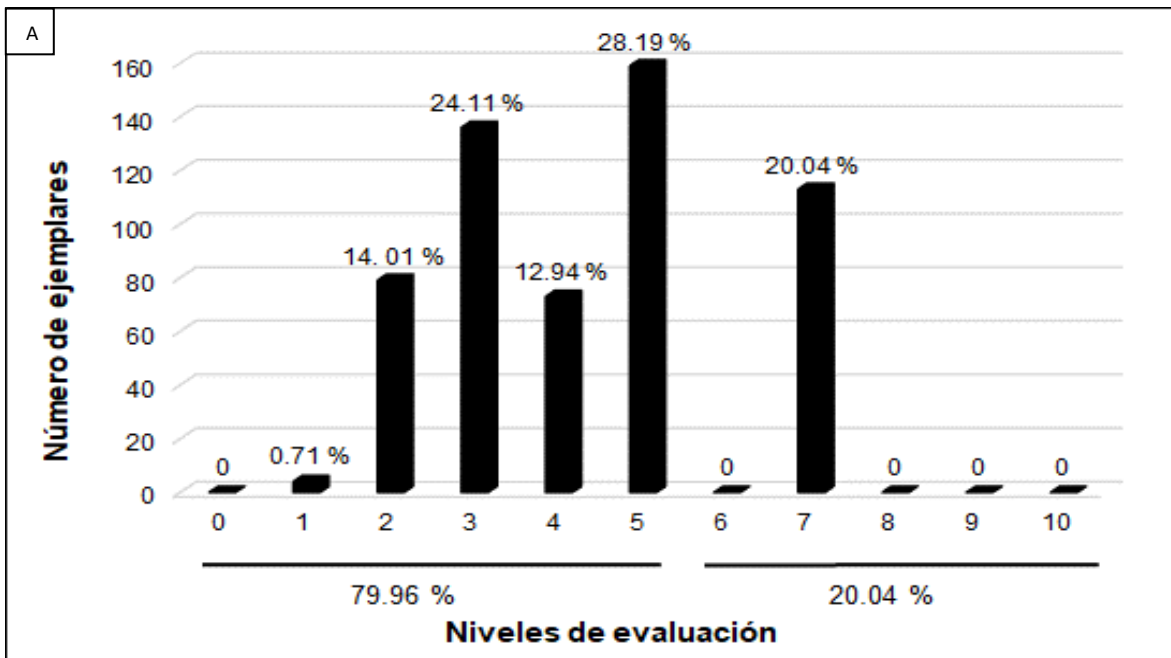


Figura 15. Índice de Salud de Colecciones. A) Perfil de la sección de vertebrados de los municipios de Villaflores y Villa Corzo en la CP-SEMAHN en su primera evaluación. B) Perfil de una colección ideal.

7.1.2. Prioridades de manejo

Las restricciones presupuestarias y de personal hacen necesario emplear los niveles de prioridad, ya que proporcionan directrices para abordar adecuadamente los ejemplares ubicados en cada una de las categorías del ISC (Simmons y Muñoz-Saba, 2005; Garzón *et al.*, 2022).

Respecto a la evaluación de los niveles de prioridad (Figura 16), la prioridad 1 (14.72%), reveló que algunos ejemplares se encontraban dispersos fuera de sus gavetas y se carecía del proceso de etiquetado en ciertos ejemplares resguardados. En esta categoría, es necesario mejorar las condiciones de organización de los ejemplares y realizar una búsqueda exhaustiva de las notas de campo (Rubiano, 2020). La mayoría de los ejemplares se encontraban en la prioridad 2 (37.06%). Esto indica la necesidad de categorizar e incorporar ejemplares a la colección (Rubiano, 2020). La prioridad 3 se situó como el segundo porcentaje más alto (28.19%), sugiriendo que, aunque el material esté disponible, se requiere de esfuerzos adicionales en la identificación taxonómica y sistematización de los ejemplares (Martínez y Medina, 2017). La prioridad 4, se encontraba lejos de estar en un porcentaje óptimo, puesto que solamente el 20.04% de los ejemplares se encontraban en este nivel, siendo esta categoría donde al menos el 70% de los ejemplares deberían situarse (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

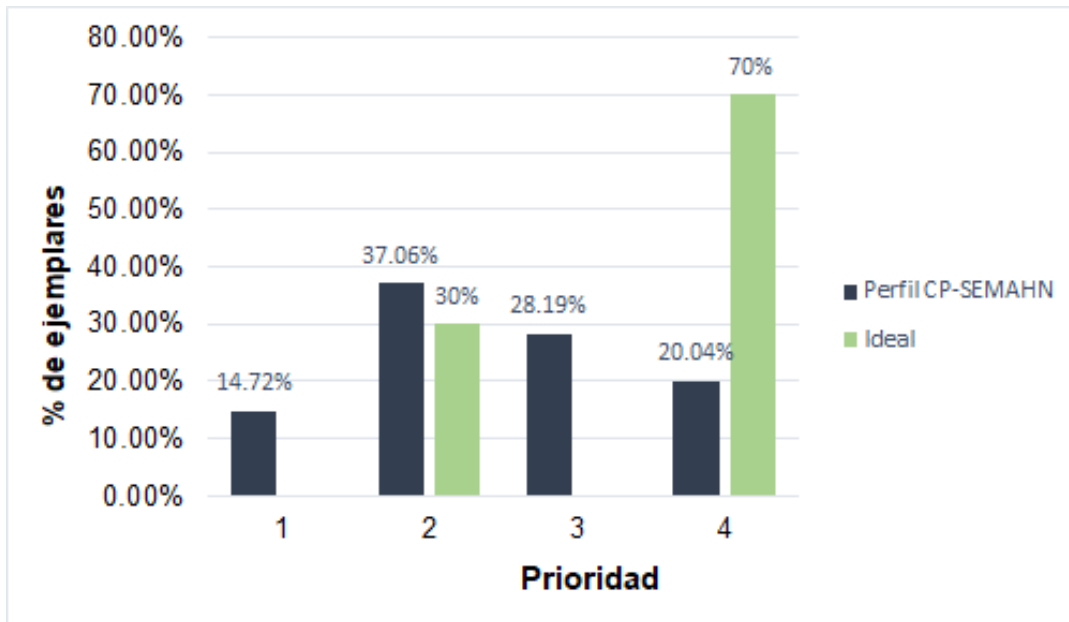


Figura 16. Prioridades de manejo de la primera evaluación.

7.2. Segunda Evaluación

7.2.1. Estado de Salud

En la segunda revisión, se pudo observar una serie de cambios significativos en el estatus de salud de la colección (Figura 17), puesto que el ISC se ubicó en un 26.71% (niveles 0-5) y 73.29% (niveles 6-10). Este valor se encuentra dentro de los parámetros óptimos según lo establecido por Simmons y Muñoz-Saba (2005).

En esta segunda evaluación, se observó que en el nivel 0 se identificaron tres ejemplares (0.64%), lo cual marcó un contraste con la primera evaluación, en la que no se halló ningún ejemplar en este nivel. Esta diferencia podría explicarse por el hecho de que, durante la segunda revisión, el museo estaba llevando a cabo una exposición de los ejemplares procedentes de los municipios de Villaflores y Villa Corzo (Gómez-Pérez, com. pers.), lo que explicaría la "ausencia" de estos tres ejemplares, ya que esta categoría corresponde a ejemplares extraviados o en estado de préstamo (Cascavita, 2021).

En el nivel 1, se redujo el número de ejemplares a solamente uno, debido a la obtención de la información faltante a través de la búsqueda de las notas de campo de los ejemplares. El nivel 2, no se registraron nuevos ejemplares, ya que los que anteriormente se encontraban en este nivel fueron incorporados a la colección, eliminando así la posibilidad de nuevos ingresos en esta categoría. En el nivel 3, se identificaron 85 ejemplares (18.16%), en esta categoría decreció el número de ejemplares, debido a la depuración y a la organización taxonómica del material. En el nivel 4, se contabilizaron 36 ejemplares (7.69%), lo que representa una disminución con respecto a la primera evaluación, ya que se catalogaron 79 ejemplares. En el nivel 5, no se registraron ejemplares, ya que todos los ejemplares de la colección fueron sistematizados. El nivel 6 presentó 37 registros (7.91%), los cuales representan ejemplares que fueron debidamente sistematizados y catalogados. En el nivel 7, se situaron 229 ejemplares (48.93%), lo que indica un esfuerzo significativo, ya que todos estos ejemplares están identificados a nivel de especie, han sido curados, sistematizados y sus etiquetas contienen información de campo. Finalmente, en el nivel 10, se contabilizaron 77 ejemplares (16.45%), y estos pertenecen a ejemplares incluidos en diferentes trabajos de divulgación científica (Simmons y Muñoz-Saba, 2005).

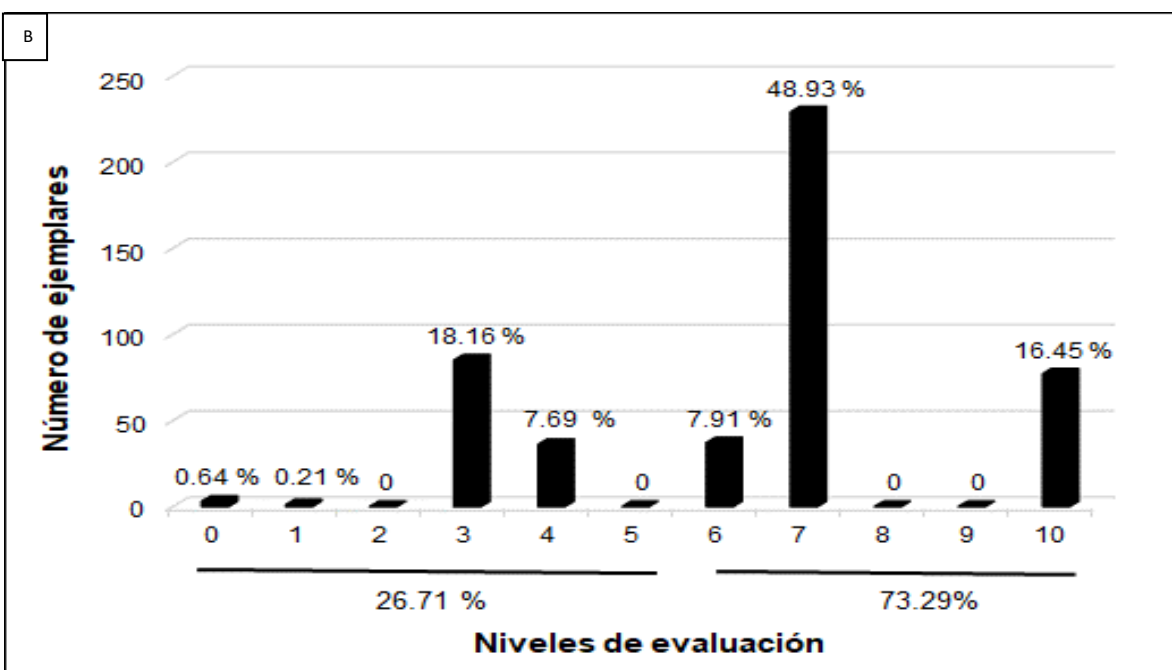
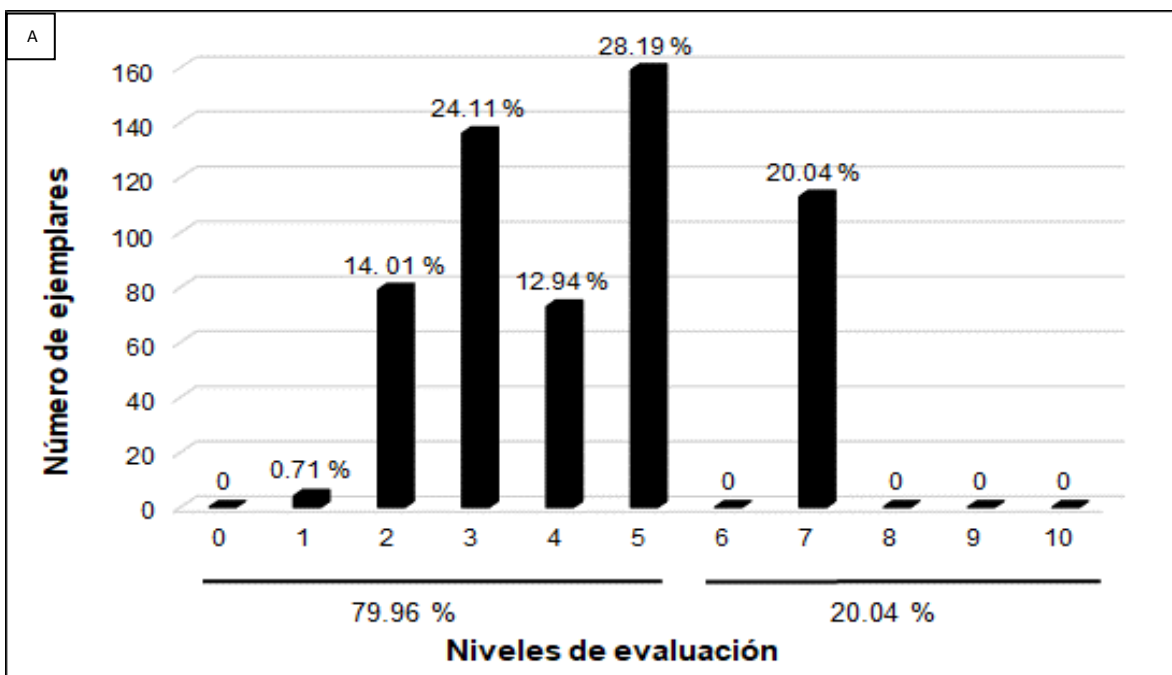


Figura 17. A) Perfil de la colección en su primera evaluación con todos los ejemplares (564 ejemplares). B) Perfil de la colección en la segunda evaluación (468 ejemplares).

7.2.2. Prioridades de manejo

Tras atender los niveles de prioridad en la primera evaluación, se observó (34.62%), corresponde a las categorías de prioridad 1, 2 y 3. El perfil de prioridades de la colección se acercó a un perfil “ideal” (Figura 18). puesto que el mayor número de ejemplares quedaron situados en la prioridad 4 (65.38%). Esto refleja el esfuerzo realizado y sugiere que los ejemplares resguardados en la colección pueden ser utilizados en publicaciones científicas (Rubiano 2020). Sin embargo, este porcentaje todavía se encuentra por debajo del nivel óptimo propuesto por Simmons y Samper (2005), lo que indica que aún existe un margen de mejora.

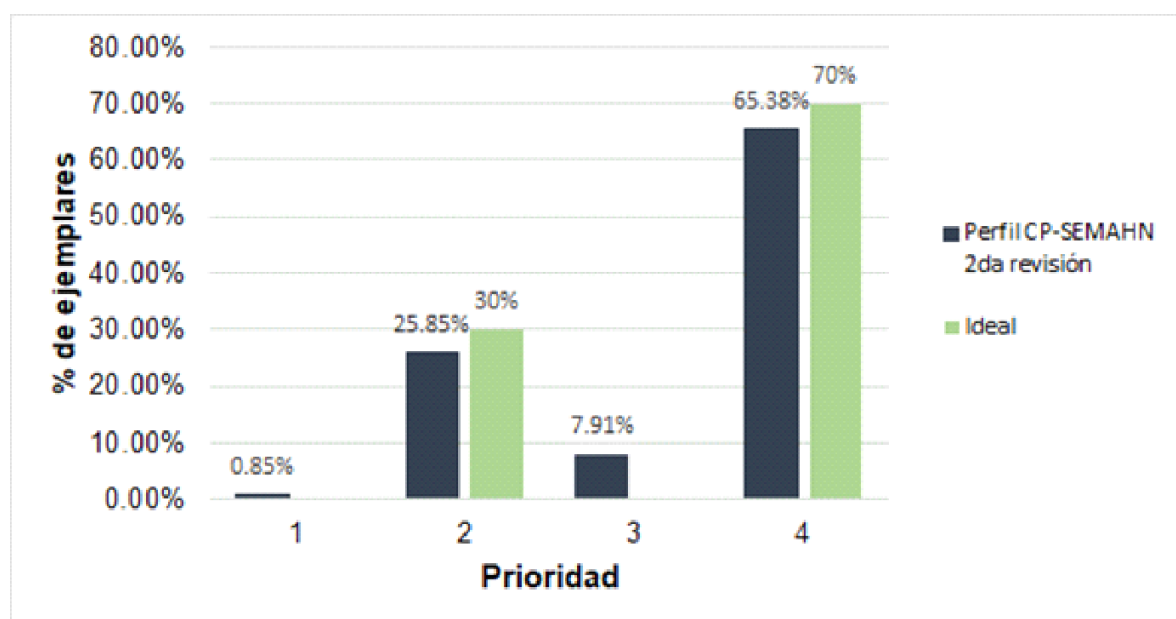


Figura 18. Prioridades de manejo de la segunda evaluación.

Es importante destacar que el ISC representa ideales que se aspiran a alcanzar en una colección, pero en la práctica, esto se convierte en una labor demandante. La razón de ello radica en que la CP-SEMAHN, al igual que otras colecciones, está constantemente recibiendo nuevo material, lo que impone limitaciones en cuanto al tiempo disponible para procesar a los ejemplares. En la actualidad, los curadores de las colecciones se ven en la necesidad de asumir

múltiples roles, que van desde la docencia hasta la investigación, además de su labor curatorial (Corredores, 2009).

La sección de vertebrados del Pleistoceno Superior de los municipios examinados resultó manejable, ya que el número de ejemplares no fue excesivo, lo que permitió una revisión minuciosa de cada uno de ellos aplicando el índice de salud de colecciones propuesto por Simmons y Muñoz (2005). Sin embargo, en colecciones más grandes, este método se vuelve menos eficaz, ya que proporciona márgenes poco realistas y requiere una inversión importante de recursos financieros, tiempo y personal calificado (Camacho y Burneo, 2009; Garzón *et al.*, 2022). Este desafío también se ve reflejado en otras colecciones científicas, por ejemplo, en el trabajo realizado para la colección de escarabajos coprófagos del Museo Entomológico Francisco Luis Gallego, Colombia, el ISC fue del 31.2%, estando muy por debajo de los valores ideales (Martínez y Medina, 2017). Lo mismo ocurrió en la colección ornitológica del Museo de La Salle, donde el ISC fue del 53.30% (Rubiano, 2020). La deficiencia más notable en estas colecciones se encuentra en los niveles correspondientes a la identificación, curaduría e inclusión de los ejemplares en medios electrónicos.

Otro desafío recurrente al llevar a cabo este tipo de proyectos son las múltiples acepciones que tiene que enfrentar el evaluador al momento de aplicar las categorías del índice. Este aspecto representó el problema más complejo durante la ejecución de este trabajo y que a su vez impactó en los resultados de la primera evaluación. A pesar de que las descripciones de los parámetros parecían ser claras, se demostró lo contrario, ya que en numerosos ejemplares resultó difícil determinarlo. La ausencia de información física, junto con la falta de precisión taxonómica y que una considerable parte de estos ejemplares no se encontraban sistematizados, complicó la tarea, puesto que, en varias ocasiones, un requisito podía cumplirse con variantes. Por ejemplo, algunos ejemplares estaban publicados, lo que automáticamente debería otorgarles el nivel 10, que hace referencia a la generación y difusión contenido de los ejemplares entre la comunidad científica. Sin embargo, estos ejemplares no se encontraban sistematizados en una

base de datos o la información encontrada en su etiqueta no coincidía con el registro físico de la colección. Para abordar esta problemática, se aplicó un enfoque riguroso a cada uno de los ejemplares de la colección y, aquellos que no cumplían con todos los parámetros de una categoría anterior, no recibían una calificación más alta. Esta situación condujo a que el trabajo curatorial se convirtiera en la parte complementaria de este trabajo y que dio lugar a la segunda evaluación.

A pesar de la importancia del ISC como una herramienta cuantitativa para determinar la salud en colecciones biológicas, su aplicación no debería limitarse a la simple obtención de porcentajes. La labor curatorial siempre será esencial (Altamirano-González y Riechers-Pérez, 2020) y para alcanzar un perfil ideal, es necesario brindar apoyo a las instituciones encargadas de resguardar el material biológico. Un ejemplo de esta perspectiva se encuentra en el trabajo de Cascavita (2021), quien evaluó el estado de salud de 30 ejemplares de la colección de referencia de mamíferos del museo de ciencias de la universidad el bosque, obteniendo inicialmente un ISC del 0%. Sin embargo, tras identificar y abordar los problemas curatoriales, se incluyeron 20 registros adicionales, elevando el total a 50 ejemplares y logrando un ISC final del 96%, lo que significó una mejora significativa.

Por esta razón, se optó por un enfoque que no sólo evaluara el estado de salud de la CP-SEMAHN, sino que también contribuyera a resolver los problemas curatoriales.

VIII. CONCLUSIONES

La Colección Paleontológica de la Secretaría del Medio Ambiente e Historial Natural (CP-SEMAHN) se compone principalmente por fósiles recolectados en el Estado de Chiapas y es considerada una de las más importantes a nivel nacional.

La sección de vertebrados del Pleistoceno Superior de los municipios de Villaflores y Villa Corzo destaca por ser pionera en la consolidación de la colección paleontológica y, posteriormente, del Museo de Paleontología “Eliseo Palacios Aguilera”, contando con ejemplares recolectados hace más de 80 años. A través del Índice de Salud de Colecciones (ISC), el cual, en este trabajo se implementó por primera vez en una colección paleontológica en México, se determinó que la colección cumple con los criterios de una colección ideal. Sin embargo, es necesario continuar con las labores curatoriales que una colección de esta índole demanda. Además, se insta a implementar políticas que fomenten el mantenimiento, crecimiento e inversión del acervo.

El nivel o grado de resolución de la identidad taxonómica de los ejemplares de los municipios de Villaflores y Villa Corzo se sitúa en un nivel medio, ya que aún hay ejemplares que requieren de trabajo curatorial. Es recomendable abordar los problemas de identificación taxonómica mediante la colaboración con especialistas que contribuyan al aumento de curaduría taxonómica de los ejemplares pertenecientes a los niveles 3 y 4. Esto no sólo mejoraría una sección de la colección, sino que también incentivaría la realización de diversos estudios paleontológicos.

El ISC proporcionó una guía detallada del perfil de la colección elaborando un diagnóstico de sus necesidades y del esfuerzo requerido. Además, contribuyó a la identificación de factores como la localidad, la representatividad y el grado de resolución de la identidad taxonómica, lo que constituye el punto de partida para emprender una variedad de estudios relacionados. Esta propuesta destaca por su alta aplicabilidad, siendo adoptada por diversas instituciones museológicas, permitiendo la comparación entre colecciones a nivel nacional como internacional. Asimismo, ofrece un uso confiable de los ejemplares depositados en la colección.

Esta característica resulta fundamental para los científicos, conservacionistas y administradores en la conservación y uso sostenible de una colección, al garantizar una base objetiva y consistente para su análisis y gestión.

Por último, se destaca que el ISC, aunque es una propuesta interesante y adaptable a diversas colecciones científicas, presenta limitaciones en su aplicabilidad. Esto se debe a que su implementación en colecciones de gran tamaño requiere una cantidad considerable de tiempo y de personal capacitado. Esta situación podría explicar por qué dicho modelo no se había utilizado previamente en el contexto de una colección paleontológica. Las dimensiones y la complejidad inherentes de las colecciones paleontológicas podrían representar desafíos adicionales para la implementación del ISC, así como la misma naturaleza del registro fósil.

IX. RECOMENDACIONES

1. Es fundamental que el personal de la CP-SEMAHN realice una búsqueda y posterior seguimiento de los ejemplares IHNFG-6123 y aquellos con número de control 12,730 y 14,568, los cuales no se encontraron tras realizar la segunda evaluación.
2. Es necesario continuar con el monitoreo de la colección, realizándose de manera periódica y extendiéndose a otras secciones de esta para obtener un perfil del ISC más completo de la misma.
3. Se hace una invitación al Museo de Paleontológica Eliseo Palacios Aguilera a continuar fomentando e incentivando la investigación, tanto por parte de estudiantes como de especialistas, con el objetivo de aumentar la producción científica y la identificación taxonómica de los ejemplares.
4. En caso de ser necesario, podrían realizar ajustes al ISC, siempre y cuando estos se aclaren y adapten a las necesidades únicas de cada colección.
5. La presencia de un técnico es crucial para la Colección Paleontológica de la SEMAHN, ya que actualmente solo cuenta con un curador. El capturista sería el encargado en sistematizar la información de los ejemplares, lo que ayudaría significativamente en la gestión y organización de la colección.

X. LITERATURA CITADA

- Adamonis, S. y Concheyro, A. 2007. Fosilización: Los fósiles y los procesos de fosilización. En: Camacho, H. y Longobucco, M. (eds.). 2007. Los invertebrados fósiles. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Pp. 25-45.
- Aguilar-Sierra, V. 2011. Recuento de la diversidad de especies de Chiapas registrada en el SNIB. En: Álvarez, F. (ed.). Chiapas: estudios sobre su riqueza biológica. Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 25-34.
- Allmon, W. D. 2005. The importance of museum collections in paleobiology. *Paleobiology*. 31(1): 1-5.
- Allmon, W. D. y Poulton, T. P. 2000. The value of fossils collections. *Paleontological Society Special Publications*. 10:5-24.
- Altamirano, M. A., Blas, M., Carbot, G., Luna, R., Morales-Pérez, J. E. y Riechers, A. 2006. El legado de Miguel Álvarez del Toro a la investigación científica. *Barum Informa*. 3: 7-15.
- Altamirano-González, M. A. y Riechers, A. 2020. Estado de salud de las colecciones biológicas: estudio de caso «Colección Zoológica Regional Aves». *Kuxulkab*. 26 (54), 13-20.
- Avendaño, J., Montero, Y., Coutiño, M. A., Carbot, G., Ovalles, E. y Perrilliat, M. C. 2004a. Colección paleontológica del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). Libro de resúmenes del IX Congreso Nacional de Paleontología. Pp. 70.
- Avendaño, J., Cartas, G., Coutiño, M., Carbot, C. y Ovalles, D. 2004b. Reseña histórica del museo de paleontología “Eliseo Palacios Aguilera” del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). Libro de resúmenes del IX Congreso Nacional de Paleontología.

- Avendaño, M. J. 1995. Fósiles de Chiapas. Memorias de la III Reunión Nacional de Colecciones Paleontológicas. V Congreso Nacional de Paleontología. Sociedad Mexicana de Paleontología. México, D. F. Pp. 3-4.
- Avendaño, M. J. 2000. Museos y colecciones de paleontología en México. *Barum Informa*. 26: 3-10.
- Avendaño, M. J. 2005. Colección paleontológica. En: Colecciones científicas del Instituto de Historia Natural y Ecología (IHNE). Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas. Chiapas, México. Pp. 16-19.
- Avendaño, M. J., Carbot-Chanona, G. y Coutiño, M. A. 2012. Estudio del ámbar con inclusiones biológicas de la Colección Paleontológica de la Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. *Lacandonia*. 6 (1): 23-29.
- Avendaño, M. J., Coutiño, M. A. y Pimentel, P., 1998. Rescate del Patrimonio Paleontológico de la carretera Ocozocoautla-Cosoleacaque. Memoria del VI Congreso Nacional de Paleontología. Sociedad Mexicana de Paleontología. México, D. F. Pp. 4-5.
- Bezarez, D. 1984. Fósiles encontrados en el estado de Chiapas. *Barum Informa*. 6 (20): 26.
- Bravo, M. I. 1982. Un capítulo fundamental de la museología: la seguridad en los museos. *B. anabad*. 17:3 319-323.
- Buitron, B. E. 1974. Algunas especies de la Familia Conulidae Lambert, 1911 (ECHINOIDEA) del Cretácico superior de Chiapas. *Paleontología Mexicana*. 39: 7-9.
- Camacho, M. A. y Burneo, S. 2009. Assessment of the mammal collection at the Museo de Zoología of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador QCAZ. *Museology, Museum of Texas Tech University* Number 12. Pp. 1-11.
- Carbot-Chanona, G. 2013. Aspectos geológicos y su influencia en la biodiversidad. En: *La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado*. Comisión Nacional para

el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas, México. Pp. 53-58.

Carbot-Chanona, G. 2015. La colección paleontológica de la SEMAHN: Análisis preliminar. *Lacandonia*. 9(2): 43-54.

Carbot-Chanona, G., Coutiño, M. A., Avendaño-Gil, M, J. 2020. El profesor Eliseo Palacios Aguilera y su contribución a la paleontología mexicana. *Paleontología Mexicana*. 9(2): 73 – 79.

Carreño y Montellano-Ballesteros. 2005. La paleontología mexicana; pasado, presente y futuro. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 57(2): 137-147.

Cascavita, C. A. 2021. Fortalecimiento de la colección de referencia de mamíferos del museo de ciencias de la Universidad El Bosque. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad El Bosque. Bogotá D.C.

Castaño-Ramírez, N. D. y Ramírez-Chaves, H. E. 2018. Sistematización y estimación del índice de salud de la colección de mamíferos (Mammalia) del Museo de Historia Natural de la Universidad de Caldas, Colombia. *Boletín Científico del Centro de Museos de Historia Natural de la Universidad de Caldas*. 22 (2): 90-103.

CONABIO. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2021. En: Coordinación de Estrategias de Biodiversidad y Cooperación-CONABIO. 2021. Resumen de La biodiversidad en Chiapas. Estudio de Estado. México. Pp. 2-11.

Corredores, L. M. 2009. Diagnóstico de la Colección de Referencia de Anfibios de la Pontificia Universidad Javeriana. Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá D.C.

Coutiño-José, M. A. 2013. Museo de Paleontología Eliseo Palacios Aguilera. En: La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Gobierno del Estado de Chiapas. Chiapas, México. Pp. 388-389.

Cristín, A. 2007. Evaluación científica de la colección de tipos, Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Maestría. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Cristín, A. y Perrilliat, M. C. 2011. Las colecciones científicas y la protección del patrimonio paleontológico. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*. 63 (3): 421-427.

Cuarón, A. D. 1997. Miguel Alvarez del Toro: first and last of a kind: *Conservation Biology*. 11(2): 566–568.

DOF (Diario Oficial de la Federación). 2018. Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. México, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, Última reforma el 16 de febrero de 2018. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/131_160218.pdf. Consultado el 21 de octubre de 2023.

Duarte, S. 2017. Valoración e índice de salud de la colección de Hymenoptera del museo nacional de Historia natural de Cuba. *Poeyana, Revista Cubana de Zoología*. Pp. 22-30.

Efremov, J. A. 1940. Taphonomy: new branch of paleontology. *Pan-American Geologist*. 74: 81-93.

Esquinca-Cano, F., Avendaño-Gil, M. J. y Carbot-Chanona, G. 2017. Establecimiento de un Geoparque en Chiapas, México: Experiencias y avances. En: Congreso Mesoamericano de la UNACH. 4ta Ed. Chiapas, México. Pp. 187-191.

Fernández, F., Simmons J. E., Muñoz-Saba Y. y Samper, C. 2005. y Samper, C. La gestión en la administración de las colecciones biológicas. En: Simmons, J. E., Muñoz-Saba, Y. (eds.). 2005. Cuidado, manejo y conservación de las

colecciones biológicas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia: Conservación Internacional I. Pp. 189-206.

Fernández, S. R. 1999. Tafonomía y Fossilización. En Meléndez, B. (ed.). Tratado de Paleontología. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. Pp. 51-107, 438-441.

Fernández-López, S. R. 1986. La tafonomía: un subsistema conceptual de la paleontología. *Coloquios de Paleontología*. 41: 9-34.

Fernández-López, S. R. 2000. Temas de Tafonomía. Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. Pp. 5-9.

García-Barrera, P., Vega, F. J., Carbot-Chanona, G. y Coutiño, M. A. 2011. El registro fósil en Chiapas: 250 millones de años de biodiversidad. En: Álvarez, F. (ed.). Chiapas: estudios sobre su riqueza biológica Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Pp. 35-53.

García-Villafuerte, M. 2021. El registro fósil como factor importante en el conocimiento de la biodiversidad actual: Un enfoque paleo aracnológico. *Lum*. 2 (1): 39-48.

Garzón, C. L., Proaño-Bolaños, C., Cadena-Ortiz, H. y Pozo-Zamora, G. 2022. Riqueza y estado de salud de la colección de ornitología del Instituto Nacional de Biodiversidad del Ecuador. *Biota Colombiana*. 23(2): 1-18.

Gío-Argáez, R., 2004. Los fósiles. *Ciencia*. 55: 4-7.

Gómez-Espinosa, C. y Gío, R. 2009. La tafonomía, una ciencia que estudia el pasado geológico. *Ciencias*. 96: 16-23.

Gómez-Pérez, L. E. 2011. Registro paleomasfaunístico del Pleistoceno tardío en la región central de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

- Hughes, N.C., Collier, F.J., Kluessendorf, J., Lipps, J., Taylor, W.L., White, R.D., 2000, Fossil invertebrate and microfossil collections: Kinds, uses and users. En: White, R.D., Allmon, W.D. (eds.). Guidelines of the management and curation of invertebrate fossil collections: Boulder, Colorado, E.U.A., The Paleontological Society Special Publications 10, 25-35.
- ICOM (International Council of Museums). 2007. Estatutos del Consejo Internacional de Museos. Adoptado por la 22^a Asamblea General celebrada en Viena (Austria). decom.museum/es/recursos/normas-y-directrices/definicion-del-museo/. Consultado 01 de marzo de 2022.
- Jerez J. y Narváz E. 2020 Patrimonio paleontológico y colección de fósiles de la Universidad de Santander Colombia. *Innovaciencia*. 8(1): 1-14.
- Jerez, J. y Suarez J. 2023. Organización y Gestión de Colección Geológica de Fósiles. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingenierías fisicoquímicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Leonard-Rodríguez, F. 2015. Una panorámica del concepto sistematización de resultados científicos. *EduSol*. 15 (53): 106-113.
- Marcos-Fernández, F. y Ortega, F. 2016. La conservación preventiva de materiales paleontológicos. En: Meléndez, G., Núñez, A. y Tomás, M. (eds.). 2016. Actas de las XXXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Cuadernos del Museo Geominero, nº 20. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid.
- Martínez D. y Medina C., 2017. Diagnóstico de la colección de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) del museo entomológico Francisco Luis Gallego, Universidad Nacional de Colombia, campus Medellín. *Revista de la Facultad de Ciencias*. 6 (1): 93-106.
- McGinley, R. J. 1993. Where's the management in collection's management? Planning for improved care, greater use, and growth of collections. En: Rose, C. L., Williams, S. L. y Gisbert, J. (eds.). International Symposium and First

World Congress on the preservation and conservation of Natural History Collections. 3ra Ed. Madrid, España. Pp. 308-338.

Montero, A. y Diéguez, C. 2001. Colecta y conservación de fósiles. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 9(2): 121-126

Morales. J., Azanza, B. y Gómez, E. 1999. El Patrimonio Paleontológico Español. *Coloquios de Paleontología*. 50: 53-62

Morales-Ortega, P., 2017, Legislación del patrimonio paleontológico: Una perspectiva para el futuro. *Nuestra Tierra*. 13(27): 16–19.

Morales-Ortega, P., Aguilar, F. y Nava-Sánchez, Enrique H. 2021. ¿Qué sabemos sobre la legislación de los fósiles en México?, un análisis preliminar. *Paleontología Mexicana*. 10(1): 1-23.

Müller, A. H. 1979. Fossilization (Taphonomy). En: Robinson, R. A. y Teichert, C. (eds.). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part. A, Introduction*. University of Kansas. Pp. 2-78.

Müllerried, F.K., 1946, A la memoria de Eliseo Palacios Aguilera, destacado biólogo chiapaneco (1896 a 1944): *Boletín de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas*. 4, 129–130.

Palacios, E. 1950. La Frailesca, maravillosa zona paleontológica. *Revista Chiapas*. 10, 23–34.

Palmqvist, P., Rivas, P., Torregrosa, V. 2010. Las colecciones de fósiles y su interés en la investigación científica y la divulgación, desde los gabinetes de curiosidades de historia natural a los museos paleontológicos gestionados por entidades privadas. *Art Natura*. 1: 55-64.

Paradell, S. y Defea B. 2017. Indicadores de biodiversidad en colecciones científicas: diagnosis de la colección Cicadellidae (Insecta: Hemiptera) del Museo de La Plata, Argentina. *Caldasia*. 39(1): 19-32.

- Perea, D., Cabrera, F., Corona, A., Daners, G., Martínez, S., Mesa, V., Rojas, A., Soto, M., Ubilla, M., y Verde, M. 2018. Fundamentos de paleontología. Universidad de la República, Uruguay. Pp. 13-23.
- Perrilliat, M. C. 2002. Catálogo de ejemplares Tipo de invertebrados y vertebrados fósiles en la colección de paleontología del Instituto de Geología, UNAM, México, Parte 2. México, D. F., Pp. 1-2.
- Perrilliat, M. C., Applegate, S. P. y Espinosa-Arrubarrena, L. 1986. Organización y funcionamiento de las colecciones paleontológicas del Museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM. *Revistas UNAM*. 6 (2): 272-274.
- Prokop, R. 1992. Fósiles. Susaeta. Madrid, España. Pp. 7-14, 214-216.
- Rey, J., Castro-Moreno, C., González, I., Vélez, D., Bastidas, R., Velásquez-Tibatá, J., López, D. & Grajales V. 2017. Propuesta de un sistema para la evaluación de calidad de datos a través de rutinas automatizadas y aportes de expertos incorporados en la arquitectura informática del Programa de Evaluación y Monitoreo de la Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogotá.
- Rivera-León, V. E., Hortelano-Moncada, Y. y Cervantes, F. A. 2018. Health level of a mammal collection. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89(2): 402-411.
- Rubiano, I. L. 2020. Diagnóstico del estado actual de conservación de la colección de ornitología perteneciente al Museo de La Salle – Bogotá. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Básicas. Universidad de La Salle, Bogotá D.C.
- Sarukhán, J., Koleff, P., Carabias, J., Soberón, J., Dirzo, R., Llorente-Bousquets, J., Halffter, G., González, R., March, I., Mohar, A., Anta, J., de la Maza, J., Pisanty, O., Urquiza, T., Ruíz, S. P. y García, G. 2017. Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

- Simmons, J. E., y Muñoz-Saba, Y. 2005. Teoría de Manejo de las colecciones biológicas. En: Simmons, J. E., Muñoz-Saba, Y. (eds.). 2005. Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C., Colombia: Conservación Internacional I. Pp. 44-52.
- Suarez, A. V. y Tsutsui, N. D. 2004. The Value of Museum Collections for Research and Society. *BioScience*. 54(1): 66-74.
- Vegas, J., Delvene, G., Menéndez, S., Rábano, I., García-Cortés, A., Díaz-Martínez, E., Jimenez, R., 2018. El patrimonio paleontológico en España: una necesidad de consenso sobre su gestión y marco legal. *Revista PH94 Perspectivas*. 94: 326-329.

Anexo 1. Distribución geográfica de los ejemplares fósiles del Pleistoceno Superior.

Municipio	Sitio de colecta	No. de ejemplares recolectados
Villaflores	El Laurel	7
	El Reparito	12
	Gliptodonte	148
	Los Amates	3
	Los Mangos	88
	Río El Sabino	2
	-	5
Villa Corzo	Finca Chahuite	1
	La Simpatía	157
	Monterrey	1
	Tejería	38
	Tejería 2	2
	-	5

Anexo 2. Representatividad taxonómica de los ejemplares revisados.

REPTILIA	
Squamata	
<i>Crotalus</i> sp.	1
TOTAL	1
Testudines	
<i>Kinosternon scorpiodes</i>	7
<i>Thracemmys scripta</i>	3
<i>Thracemmys</i> sp.	2
<i>Rhinoclemmys</i> sp.	2
Indeterminado	40
TOTAL	54

MAMMALIA	
Artiodactyla	
<i>Bison</i> sp.	7
<i>Camelops hesternus</i>	2
<i>Dicotyles tajacu</i>	1
<i>Odocoileus virginianus</i>	33
<i>Paleolama mirifica</i>	1
Total	44
Carnivora	
<i>Phantera atrox</i>	3
<i>Smilodon fatalis</i>	2
Total	5
Cingulata	

<i>Glyptotherium cylindricum</i>	111
<i>Pampatherium</i> sp.	1
Total	112
Perissodactyla	
<i>Equus</i> sp.	33
<i>Equus conversidens</i>	37
<i>Equus mexicanus</i>	7
<i>Haringtonhippus francisci</i>	10
Total	87
Pilosa	
<i>Eremotherium laurillardi</i>	5
<i>Nothrotetheriops shastensis</i>	1
<i>Paramylodon harlani</i>	2
Total	8
Proboscidea	
<i>Cuvieronius hyodon</i>	9
<i>Gomphotherium</i> sp.	2
<i>Mammuthus</i> sp.	20
<i>Mammuthus columbi</i>	4
Mammutidae	19
Indeterminado	6
Total	60
Rodentia	
<i>Neocherus aesopi</i>	6
<i>Sigmodon</i> sp.	2
Total	8