



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

POSGRADO EN CIENCIAS  
BIOLÓGICAS

INSTITUTO DE GEOLOGÍA

EVALUACIÓN CIENTÍFICA DE LA COLECCIÓN DE TIPOS,  
COLECCIÓN NACIONAL DE PALEONTOLOGÍA DEL INSTITUTO  
DE GEOLOGÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**(SISTEMÁTICA)**

P R E S E N T A

ALEJANDRO CRISTÍN PONCIANO

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARÍA DEL CARMEN PERRILLIAT MONTOYA

MÉXICO, D. F.

MAYO DE 2007



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Por medio de la presente me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 26 de febrero del 2007, se acordó poner a su consideración el siguiente jurado para el examen de grado de Maestría en Ciencias Biológicas (Sistemática) del alumno **Alejandro Cristin Ponciano** con número de cuenta **94069752** con la tesis titulada: **"Evaluación científica de la Colección de tipos, Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México"** bajo la dirección de la **Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya**.

Presidente: Dr. Fernando Chiang Cabrera  
Vocal: Dra. Edna Naranjo García  
Secretario: Dra. María del Carmen Perrilliat Montoya  
Suplente: Dr. Fernando A. Cervantes Reza  
Suplente: M. en C. Moisés Armando Luis Martínez

Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F. a 16 de mayo del 2007



Dr. Juan Núñez Farfán  
Coordinador del Programa

## **RECONOCIMIENTOS**

Este trabajo se realizó con el apoyo económico del Programa de Becas para la Formación de Científicos y Tecnólogos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, **registro 188985**, y con el Programa de Becas para Apoyo de Tesis del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, **Folio IG -27**.

Expreso el merecido reconocimiento al comité tutorial y jurado revisor, Dra. María del Carmen Perrilliat, M. en C. Moisés Armando Luis Martínez, Dra. Edna Naranjo García, Dr. Fernando Chiang Cabrera y Dr. Fernando A. Cervantes Reza, por su esfuerzo conjunto que significó las numerosas revisiones, críticas y observaciones hechas a este trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Dra. Ana Luisa Carreño, Dra. Marisol Montellano Ballesteros, Dr. Sergio R. S. Cevallos Ferríz, Dra. Gloria Alencaster Ibarra, Dr. Victor Hugo Reynoso Rosales, Mr. Christopher J. Collins, Mr. Adrian Doyle, Mr. Scott Moore – Fay, Mr. David Gray, Ms. Felicity Bolton, Mr. Clive Jones, Mrs. Irene Palmer, Ms. Olivia Palmer, Dr. Warren D. Allmon, Lic. Alejandro Tablado, Dr. Jesús Alvarado Ortega, Sr. Gerardo Álvarez Reyes, M. en C. René Hernández Rivera, Yanci Márquez y M. en C. José Manuel Padilla Gutiérrez. Su ayuda fue indispensable para la realización del trabajo presentado en esta tesis.

Al Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y Paleontology Conservation Unit, Natural History Museum.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE PALEONTOLOGÍA.....	3
BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA COLECCIÓN NACIONAL DE PALEONTOLOGÍA.....	4
OBJETIVOS.....	11
MÉTODO.....	11
MUESTREO DE EJEMPLARES.....	11
CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	15
ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	17
RESULTADOS.....	19
LA MUESTRA.....	19
RELEVANCIA CIENTÍFICA DEL ACERVO.....	21
CURACIÓN.....	26

DISCUSIÓN.....	48
PARTE I: EL MÉTODO Y SU APLICACIÓN.....	48
PARTE II: EL VALOR CIENTÍFICO DE LA COLECCIÓN DE TIPOS.....	51
CONCLUSIONES.....	73
APÉNDICE.....	75
REFERENCIAS.....	92

## CONTENTS

ABSTRACT (SPANISH).....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCTION.....	3
AIM AND OBJECTIVES OF PALEONTOLOGY NATIONAL COLLECTION.....	3
HISTORY OF THE PALEONTOLOGY NATIONAL COLLECTION, A SHORT REVIEW.....	4
OBJECTIVES.....	11
METHOD.....	11
SPECIMENS ´ SAMPLING.....	11
EVALUATION CRITERIA.....	15
ACRONYMS AND ABBREVIATIONS.....	17
RESULTS.....	19
THE SAMPLE.....	19
SCIENTIFIC RELEVANCE OF THE COLLECTION´S SPECIMENS.....	21

CURATION.....	26
DISCUSSION.....	48
PART I: THE METHOD AND THEIR APPLICATION.....	48
PART II: THE SCIENTIFIC VALUE OF TYPE COLLECTION.....	51
CONCLUSIONS.....	73
APPENDIX.....	75
REFERENCES.....	92

## RESUMEN

Las colecciones paleontológicas son indispensables para producir y validar nuevo conocimiento científico, por lo cual es importante su manejo y conservación y las evaluaciones científicas son herramientas auxiliares para estas actividades.

A lo largo de su historia, la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología ha carecido de una evaluación científica y consecuentemente, de sus múltiples beneficios. El objetivo de este trabajo fue diseñar y aplicar un método de evaluación científica, enfocada a dos aspectos del acervo de la Colección de Tipos: 1. la relevancia científica, y 2. la calidad curatorial. El método se desarrolló a partir de la adaptación de técnicas de muestreo utilizadas en ecología (distribución bidimensional y muestreo estratificado) y la incorporación de un conjunto de criterios de evaluación propuestos por otros autores.

En esta investigación se evaluaron los ejemplares de invertebrados y vertebrados de la Colección de Tipos. Con respecto a la relevancia científica del acervo, la muestra abarca un registro temporal desde el Paleozoico hasta el Cenozoico, y presenta una riqueza taxonómica de cinco *phyla*: Brachiopoda, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata y Chordata. El *phylum* dominante con la mayor cantidad de registros es Mollusca. La muestra se constituye por cuatro categorías de tipos, a saber, holotipos, sintipos, paratipos e hipotipos; sin embargo, la última categoría no está reconocida por los códigos de nomenclatura taxonómica zoológica.

Al evaluar la calidad curatorial se observó un par de importantes deficiencias, la primera en el registro de la información de los ejemplares, mientras que la segunda se presenta en la preparación deficiente de algunos de los fósiles. No obstante, la condición curatorial general de la Colección de Tipos es óptima en los términos del conjunto de criterios utilizados.

El método y los criterios empleados en esta evaluación presentan una serie de ventajas y desventajas, sin embargo, son más los beneficios que se obtienen con su uso, por lo que se puede concluir que este sistema de evaluación fue eficiente en la obtención rápida de datos útiles para el manejo de la colección, administración de recursos y planeación de futuros proyectos de investigación dependientes de la colección. Por ello, se sugiere la implementación periódica de esta evaluación como parte de los procedimientos básicos de manejo y curación.

## ABSTRACT

Paleontological collections are essential to produce and support new scientific knowledge, therefore their management and conservation are very important, and scientific valuations are an aid to those activities.

There have not been any scientific valuation and their benefits in the history of the National Paleontological Collection. The goal of this thesis was to design and to execute a scientific evaluation focused on two issues from the Type Collection: 1. Scientific relevance and 2. curatorial quality. The method implied to adapt sampling ecological techniques (bidimensional distribution and stratification) and to incorporate valuation criteria proposed by some valuator.

Invertebrate and vertebrate specimens from the Type Collection was valued. The sample includes a temporal record from Paleozoic to Cenozoic, and it shows a taxonomic richness consisting of five phyla: Brachiopoda, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata and Chordata. The *phylum* with the largest number of records is Mollusca. The sample includes four type categories, holotypes, syntypes, paratypes and hypotypes; the last category, however, is not recognized by taxonomic zoological nomenclature.

The evaluation of curatorial quality shows two important deficiencies, the first consists in the written record of specimens' information, while the second is insufficient preparation of some of the fossils. In spite of these results, general curatorial condition of the Type Collection is optimal according to the criteria used here.

There are some advantages and disadvantages in the method and criteria employed in this valuation, but the benefits are more. It allows to conclude that this evaluation system was efficient to get useful dates quickly to manage the collection, administrate resources and planning research projects depending on the collection. Therefore is suggested the incorporation of this valuation to the basic management and curatorial procedures, on a periodical basis.

## INTRODUCCIÓN

Las colecciones paleontológicas son piezas indispensables para la producción del conocimiento paleontológico, por lo cual es importante que éstas sean manejadas y conservadas adecuadamente. Las evaluaciones de las colecciones científicas son herramientas valiosas para estas actividades (numerosas propuestas se han publicado en Nudds y Pettit 1997).

Desde su origen la Colección Nacional de Paleontología ha carecido de la información útil que ofrecen las evaluaciones. De acuerdo con Ordóñez (1946) se conoce una evaluación monetaria realizada durante la primera mitad década de 1940.

En este trabajo se presenta el diseño y la aplicación de un método para evaluar la Colección de Tipos (invertebrados y vertebrados) en dos aspectos: la relevancia científica del acervo y la calidad curatorial de los ejemplares. Con base en los resultados obtenidos se argumentará los beneficios inmediatos de esta evaluación como auxiliar en las actividades del manejo y conservación de la colección, así como en la planeación y vinculación de futuros proyectos de investigación paleontológica.

### **Finalidad y objetivos de la Colección Nacional de Paleontología**

La Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología alberga numerosos especímenes de diversos grupos fósiles, aunque hasta la fecha se desconoce el número exacto o incluso aproximado del total de ejemplares. Éstos han sido distribuidos, de acuerdo con su naturaleza y uso, en cinco áreas: a) Colección de Tipos, b) Colección Geográfica de Referencia, c) Colección de Moldes y Duplicados, d) Colección de Material Extranjero para Comparación y e) Colección de Material Reciente para Comparación (Perrilliat *et al.* 1986).

La colección tiene como finalidad apoyar y promover la paleontología en México. Para ello se establecieron cuatro objetivos. Éstos son (tal como se publicaron en Perrilliat *et al.* 1986):

*“1) Incorporar, preparar, catalogar y ordenar mediante un sistema operante la totalidad del material fósil y mantener así en funcionamiento expedito la Colección Paleontológica.*

*2) Alojar el material fósil recolectado proveniente de los trabajos de investigación, así como de colectas, donaciones y otras fuentes.*

*3) Controlar el préstamo e intercambio del material paleontológico con otras instituciones nacionales y extranjeras.*

*4) Proporcionar periódicamente material para su exhibición en el Museo de Geología.”*

En cumplimiento de estos objetivos, durante los últimos 20 años, la Coordinación de la Colección Nacional de Paleontología ha participado en encuentros nacionales de colecciones paleontológicas (Perrilliat y González - Rodríguez 1991), publicado catálogos de ejemplares tipo (Perrilliat 1981, 1992, 1993, 2002; Perrilliat y Carreño 1989), ha promovido acuerdos de cooperación con instituciones extranjeras para el intercambio, donación y recuperación de fósiles mexicanos. También ha sistematizado la organización del acervo (Perrilliat *et al.* 1986), creado y actualizado la base de datos *Paleosis* (Pérez *et al.* 1995) y participado en la formación de estudiantes interesados en las Ciencias de la Tierra. Paralelamente, ha adecuado las instalaciones y obtenido el reconocimiento y membresía activa en la Natural Science Collections Alliance (NSCA 2004).

### **Breve reseña histórica de la Colección Nacional de Paleontología**

La colección paleontológica, con sus 120 años de existencia, es una de las colecciones científicas de mayor trascendencia histórica en el país. Su origen está vinculado a la creación, por decreto del Congreso de la Unión, del Instituto Nacional Geológico (ING) el 18 de diciembre de 1888 (Figura 1). Esta institución era dependiente de la Secretaría de Estado, Despacho de Fomento, Colonización, Industria y Comercio (Ordóñez 1946, Enciso de la Vega 1979a, b, 1980, 1988; Perrilliat *et al.* 1986).



**Figura 1. Instituto Nacional Geológico.**

El edificio de arquitectura ecléctica, ubicado en la colonia Santa María la Ribera de la Ciudad de México, albergó la colección paleontológica a principios del siglo XX (fotografía tomada de Ordóñez 1946).

La formación de la colección paleontológica tuvo relación directa con los fines para los que se creó el ING, enunciados en el Proyecto de Estatuto del director fundador, Antonio del Castillo:

*“Artículo 1.- El objetivo del Instituto Nacional Geológico es practicar y dirigir el estudio geológico del Territorio Mexicano, dándole a conocer desde el punto de vista científico e industrial.*

*Artículo 2.- Son obligaciones del Instituto Nacional Geológico:*

*[...] III.- Formar y conservar un museo geológico del Territorio, que comprenda colecciones clasificadas, y sirvan para la construcción de los mapas; los originales de estas, vistas, perfiles, modelos, publicaciones que, unidas a aquellas colecciones y a las otras de los gabinetes de la Escuela Especial de Ingenieros, den una idea completa de las formaciones geológicas del terreno, de las propiedades del suelo, de sus aguas subterráneas, de su riqueza mineral y de las industrias que a ellas se refieren. [...]*

*[...] Artículo 4.- La ejecución de todos estos trabajos científicos, técnicos e industriales se subdivide en las secciones siguientes:*

*1.- Sección de Paleontología (Fauna y Flora fósiles). [...]*

*[...] Artículo 5.- Constituye el personal del Instituto:*

*[...] Un subdirector encargado de la sección Iª.[...].”*

(Fragmento tomado de Ordóñez 1946 y Enciso de la Vega 1988)

Como consecuencia de la reestructuración social y política que sufrió el país, en 1917 el Instituto se transforma en el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos de la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo; y en 1929, al decretarse la Ley Orgánica de la Universidad, pasó a formar parte de la Universidad Nacional Autónoma de México con el nombre de Instituto de Geología (Enciso de la Vega 1979 a, b, 1988; Perrilliat y González – Rodríguez 1991). Así, todas las colecciones del ING se integraron al patrimonio universitario

El acervo original de la colección estaba constituido principalmente por ejemplares de procedencia europea, obtenidos por el Ingeniero en Minas José Guadalupe Aguilera (Perrilliat *et al.* 1986, Gío *et al.* 2003). No se conoce la cantidad de ejemplares de procedencia mexicana en la colección sino hasta mediados de la década de 1940, sin embargo, utilizando el catálogo de registros de la colección (no publicado), se han contabilizado 1521 ejemplares depositados entre 1888 y 1940. Ordóñez (1946) provee los primeros datos precisos del acervo. El total de ejemplares era de 19 734, de los cuales 1642 fueron recolectados en el Territorio Nacional (Cuadro 1).

<b>Cuadro 1. Acervo de la colección en la década de 1940.</b>	
Tomado de Ordóñez (1946).	
Subcolecciones	Ejemplares
Colección de ejemplares escojidos	11
Colección de ejemplares extranjeros	18000
Colección de fósiles mexicanos	1292
Colección de vertebrados (material extranjero)	81
Colección de vertebrados(material mexicano)	350
<b>Total</b>	<b>19734</b>

Es muy probable que el acervo se haya incrementado en las décadas de 1950 y 1960, época en la que se realizaron numerosos estudios paleontológicos en el país (Perrilliat *et al.* 1986, Gío *et al.* 2003, Carreño y Montellano – Ballesteros 2005). La Colección de Tipos comenzó a formarse entre los años 1953 - 1956 con el trabajo del Dr. Heinrich Karl Erben, quien organizó el material recolectado y publicado por Karl Burckhardt, 26 años antes (Burckhardt 1930, Erben 1956).

Desde 1970 el uso de la mayor parte de la colección paleontológica se restringe a la investigación científica, cuando el edificio de Santa María la Ribera comenzó a utilizarse como museo de exhibición, desde entonces conocido como Museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM (Perrilliat *et al.* 1986, Perrilliat y González – Rodríguez 1991).

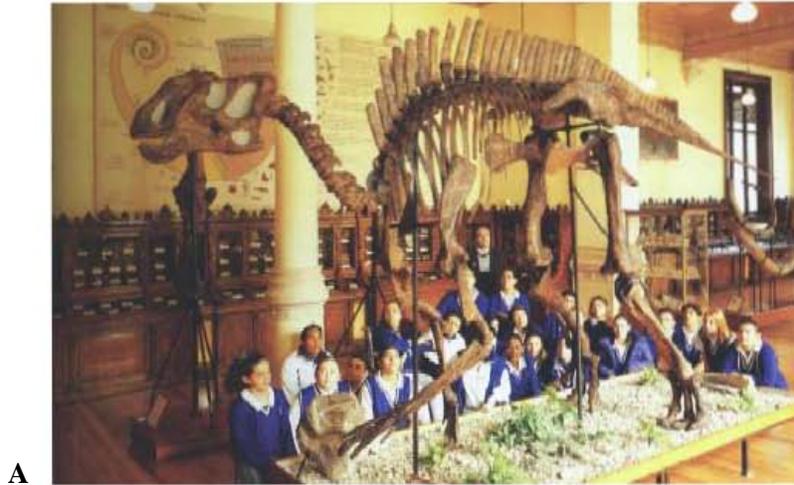
Actualmente, los únicos ejemplares de la colección que se encuentran en exhibición permanente son los fósiles de origen europeo y algunos fósiles mexicanos (incluido material tipo). Éstos se encuentran en la sala de paleontología del Museo de Geología (Figura 2A). Algunos ejemplares más, recolectados en la cantera Tlayúa y en sus alrededores, se exhiben en el Museo Regional Mixteco Tlayúa, museo de sitio dependiente del Instituto de Geología, ubicado en Tepexi de Rodríguez, Puebla (Figura 2B).

La base operacional moderna de la colección comienza a establecerse a partir de 1975, año en el cual la colección se traslada a las actuales instalaciones del Instituto de Geología. En este año también se formaliza el funcionamiento moderno de la colección, con la estancia en 1978 – 1979 del investigador visitante J. W. Durham del Departamento de Paleontología de la Universidad de California en Berkeley (Perrilliat *et al.* 1986, Perrilliat y González - Rodríguez 1991, Figura 3).

El acervo de la colección se organizó en subcolecciones formales a partir de 1986. La Colección de Tipos contaba con 6,300 fósiles en 1991 (Perrilliat *et al.* 1986, Perrilliat y González - Rodríguez 1991) y la base de datos electrónica *Paleosis*, fue creada en 1995 (Pérez *et al.* 1995). En ésta se han capturado 8300 *registros* de ejemplares tipo depositados hasta julio de 2006.

La colección paleontológica fue nombrada como Colección Nacional de Paleontología, cuando la Coordinación de la colección fue reconocida por la Dirección del Instituto de Geología en 1999 (com. pers. Dra. María del Carmen Perrilliat, actual coordinadora de la colección).

Recientemente, se ha nombrado Museo María del Carmen Perrilliat al espacio que desde 1975 alberga a la colección (Chavarría 2004) en reconocimiento al trabajo que ha desempeñado la Dra. Perrilliat en la Coordinación de la colección.



A



B

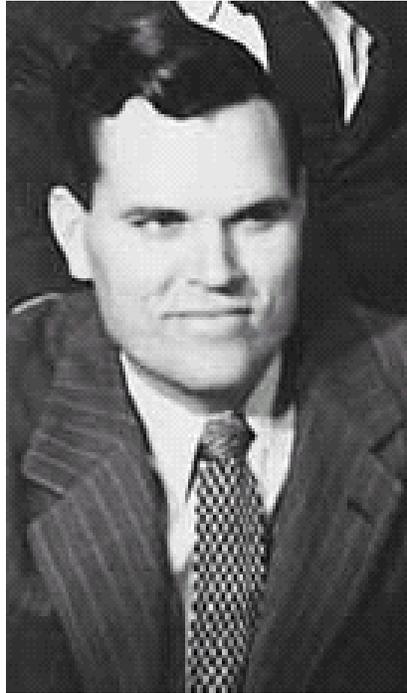
**Figura 2. Exhibiciones y museos dependientes del Instituto de Geología de la UNAM.**

A: sala de paleontología del Museo de Geología de la UNAM (fotografía publicada en De la Peña 2003).

B: Museo Regional Mixteco Tlayúa.



A



B

**Figura 3. Fundadores de la moderna base operacional de la colección paleontológica.**

A: Dr. Ismael Ferrusquía Villafranca en 1970, responsable de reubicar la colección en 1975.

B: Dr. John Wyatt Durham aproximadamente por 1955 (fragmento de una fotografía publicada en Lipps 2004).

## OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la Colección de Tipos de la Colección Nacional de Paleontología.

Objetivos particulares:

1. Elaborar un procedimiento de evaluación científica.
2. Evaluar la relevancia científica del acervo.
3. Evaluar la calidad en la curación de los ejemplares.

## MÉTODO

### Muestreo de ejemplares

Para la evaluación se utilizó una muestra de los ejemplares tipo de invertebrados y vertebrados. El muestreo de los ejemplares se realizó adaptando dos técnicas utilizadas en ecología de poblaciones propuestas por Greenwood (1996): 1. distribución bidimensional y 2. muestreo estratificado.

1. Distribución bidimensional. Las coordenadas geográficas de los sitios de recolecta o localidades fosilíferas registradas en la colección permitieron la selección de los ejemplares por distribución bidimensional. Esta técnica consiste en cuadricular una determinada área para formar celdas. En esta área se encuentra contenida la *población* a muestrear, que en términos de este trabajo son las localidades. La muestra se obtiene al seleccionar una cantidad determinada de celdas, por medio de una tabla de números aleatorios (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Tabla de números aleatorios.**  
Tomada de Greenwood (1996).

Bloque	1	2	3	4	5
1	41530	97900	58557	73058	28651
	06574	10732	62978	09675	33356
	86198	54445	05595	08445	23506
	03381	62043	59755	55082	69309
	44452	96628	96650	70454	29352
2	79317	34204	19936	01927	44427
	92933	55336	05370	54991	41203
	18645	24577	87864	94257	30397
	48784	64416	71630	66256	17507
	91095	31323	45772	12202	84280

El número mínimo de celdas requerido para obtener una muestra representativa se calcula utilizando el algoritmo [1]:

$$M' = \left(\frac{200}{Q}\right)^2 \left(\frac{\sigma}{\bar{x}}\right)^2 \left(1 + \left(\frac{2}{m_1}\right)\right)$$

Donde,

$M'$  = Número adicional de celdas en la prospección

$Q$  = Porcentaje de precisión relativa = **20 %**

$\sigma$  = Desviación estándar de la muestra

$\bar{x}$  = Media calculada a partir de la muestra preliminar

$m_1$  = Número de celdas en una prospección preliminar

$$M_o = M' + m_1$$

Si  $M_o < 25$  entonces  $M_o + 2$ ; si  $50 > M_o > 25$  entonces  $M_o + 1$ ;

si  $M_o > 50$  entonces  $M_o$  no se modifica.

Esta técnica permite además estimar el tamaño de la población o el número de localidades totales utilizando el algoritmo [2]:

$$\hat{N} = n\bar{x}$$

Donde,

$\hat{N}$  = Estimado del número total de localidades

$n$  = Número de celdas totales

$\bar{x}$  = Media de localidades muestreadas

Este estimado tiene límites de confianza, determinados por el algoritmo [3]:

$$n \left[ \bar{x} \pm (ee_{\bar{x}}) \left( t_{n-1}^{\frac{\alpha}{2}} \right) \right]$$

Donde,

$n$  = Número de celdas totales

$\bar{x}$  = Media de localidades muestreadas

$ee_{\bar{x}}$  = Error estándar de la media =  $\frac{\sigma}{n_m}$

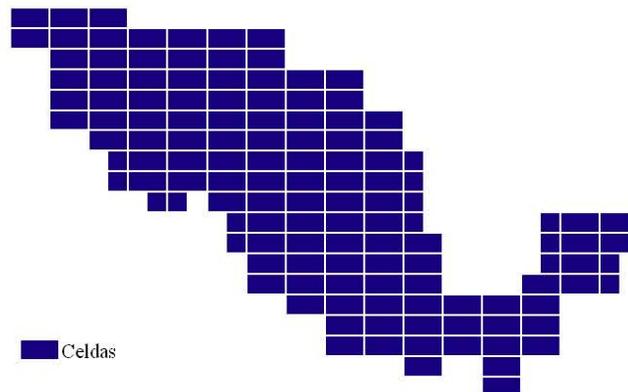
$t_{n-1}^{\frac{\alpha}{2}}$  = Valor para pruebas de t de Student con  $\frac{\alpha}{2}$  de 0.05 y  $n - 1$  grados de libertad

$\sigma$  = Desviación estándar de la muestra

$n_m$  = Número de celdas utilizadas

$n - 1 = n_m - 1$

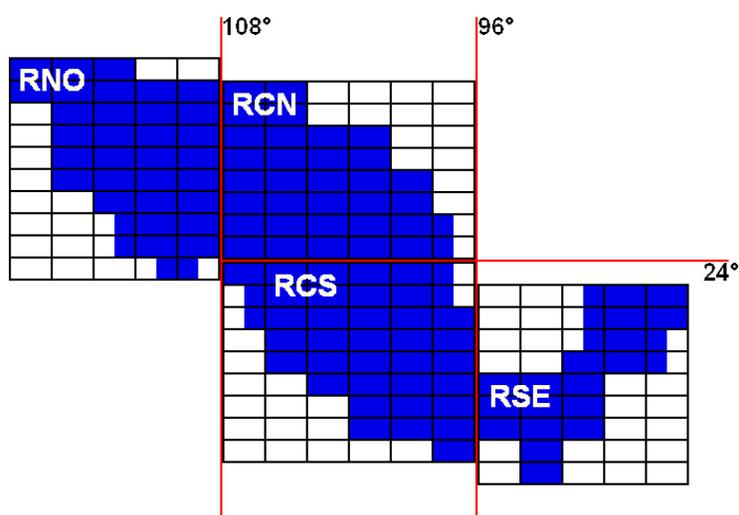
Se cuadrículó la superficie continental del país utilizando como base el plano guía de cartas escala 1:250 000, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Figura 4, el plano guía de cartas se muestra en la Figura 18 del Apéndice).



**Figura 4. Cuadrículado del Territorio Nacional.**

123.5 celdas totales.

2. Muestreo estratificado. La técnica permite homogenizar la muestra, condición importante para la comparación y análisis de los resultados. A partir de la agrupación de celdas, se establecieron cuatro regiones, es decir, se estratificó el muestreo. Las regiones están delimitadas por el paralelo 24° N y los meridianos 96° y 108° W (Figura 5).



**Figura 5. Estratificación.**

RNO, región noroeste; RCN, región centro norte; RCS, región centro sur; RSE, región sureste.

El algoritmo [1] requiere que una cantidad de celdas sean previamente muestreadas por lo que en cada región se seleccionaron diez celdas al azar. Las referencias geográficas de las localidades y los registros de ejemplares tipo se tomaron de la base de datos *Paleosis*, las tarjetas de registro y de los cuatro catálogos publicados por Perrilliat (1981, 1992, 1993 y 2002). Para poder identificar estas celdas, fueron enumeradas las columnas y filas en cada región.

## Criterios de evaluación

Relevancia científica del acervo. Los criterios utilizados para determinar la relevancia científica fueron la riqueza de tipos en la muestra (número de registros por cada categoría de tipos), la riqueza taxonómica (número de registros por cada *phylum*) y la representación temporal de los ejemplares (número de registros por cada periodo geológico). En este trabajo se consideró al hipotipo como otra categoría tipo. Éste fue definido por Frizzel (1933) como

“[...] a described or figured specimen, used in publication in extending or correcting the knowledge of a previously defined species.”

Curación. Los criterios utilizados para determinar la calidad de la curación de los ejemplares se basaron en el esquema de curación denominado *curatorial continuum*, propuesto por Hughes *et al.* (2000), el cual se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Continuo curatorial.	
Cuadro modificado de Hughes <i>et al.</i> (2000).	
Grados	Actividades de curación.
1	Ejemplar adquirido.
	Ejemplar incorporado.
2	Ejemplar separado por localidad.
	Descripción de la colección difundida a la comunidad científica.
3	Todos los elementos del grado 2.
	Colección ordenada por grupos taxonómicos mayores o características geológicas.
	Registro y captura electrónica de los datos de la localidad.
	Datos de la localidad ligados a la colección por medio de etiquetas o números de registro.
4	Todos los elementos del grado 3.
	Taxón identificado o problema resuelto (p. ej. Biofacies).
	Taxón o conjuntos taxonómicos separados.
5	Preparación completa en contenedores adecuados.
	Todos los elementos del grado 4.
	Lotes del taxón o localidad catalogados.
	Ejemplares marcados con número de catálogo.
	Ejemplares completamente etiquetados.
	Colección arreglada con entramado taxonómico o geológico.
	Datos de los lotes (historia de adquisición y de la localidad).
Datos capturados electrónicamente.	
Descripción de la colección completamente difundida a la comunidad científica.	

Del total de registros muestreados, se evaluó únicamente el 10%. Los ejemplares se re – seleccionaron con el auxilio de la tabla de números aleatorios (Cuadro 1). Adicionalmente, se evaluaron ejemplares pertenecientes a otras subcolecciones. La selección de estos ejemplares se realizó adaptando otro método de muestreo independiente a los ecológicos: selección del primer fósil almacenado en la primera gaveta de cada décimo gabinete, según O'Dwyer *et al.* (2004).

## **Acrónimos y abreviaturas**

Se presentan los acrónimos y abreviaturas utilizados en este trabajo.

### I. En Figuras y Cuadros

C <i>xy</i>	Celda ( <i>x</i> , columna; <i>y</i> , renglón).
CGR	Colección Geográfica de Referencia (subcolección)
CME	Colección de Material Extranjero (subcolección)
CMR	Colección de Material Reciente para Comparación (subcolección)
Ejem.	Ejemplar(es).
ET	Ejemplares tipo.
Fr.	Frecuencia relativa.
Gpo.	Grupo(s).
IGM	Número de registro institucional utilizado en la Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
Loc.	Localidades.
Reg.	Registros.
RCN	Región centro norte.
RCS	Región centro sur.
RM	Región(es) de muestra.
RNO	Región noroeste.
RSE	Región sureste.
sd	Sin datos.
UM	Unidad(es) de muestra = celdas

## II. Instituciones, comisiones y direcciones

CETENAL	Comisión de Estudios del Territorio Nacional (1969 – 1980).
CETENAP	Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación (1968 - 1969).
DETENAL	Dirección de Estudios del Territorio Nacional (1980 - 1982).
IGM	Colección Nacional de Paleontología, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
ICS	International Commission on Stratigraphy
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México.

## III. Geológicas

J – K	Límite Jurásico – Cretácico
ISC 2004	International Stratigraphic Chart 2004

## IV. Biológicas

ICBN	International Code of Botanical Nomenclature
ICZN	International Code of Zoological Nomenclature

## RESULTADOS

### La muestra

La muestra se obtuvo de sólo diez celdas por región, pues de acuerdo con el valor obtenido en el algoritmo [1] no era necesario añadir más celdas (Cuadro 4 y Figura 6).

Medidas	RNO	RCN	RCS	RSE
$m_1$	10	10	10	10
$\bar{x}$	2.1	3.4	4.2	0.4
$\sigma$	3.10	6.07	5.47	0.84
$M_o$	270.4	391.6	212.8	539.2
$M'$	0	0	0	0

RNO, región noroeste; RCN, región centro norte; RCS, región centro sur; RSE, región sureste. La notación matemática está descrita junto con el algoritmo [1].

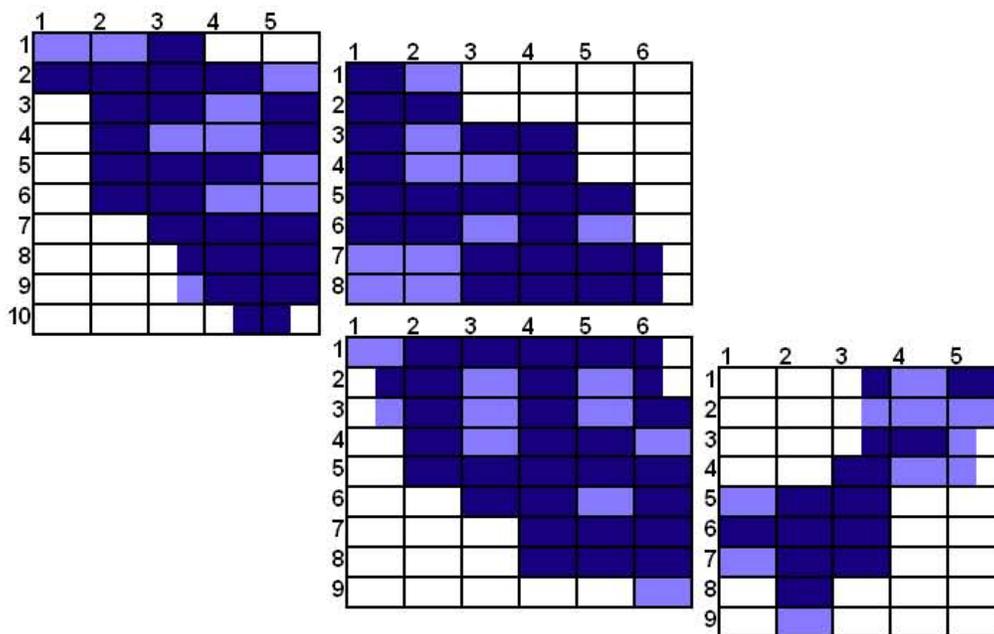


Figura 6. Celdas seleccionadas .

Cuadro 6. Número estimado de localidades totales.			
RNO	RCN	RCS	RSE
69,3	112,2	155,4	8,2
Límites de confianza		46,10 - 92,49	66,83 - 157,56
		109,59 - 201,20	4,30 - 12,09

El número estimado de localidades totales, para cada una de las regiones, se presenta en el Cuadro 6. En éste puede observarse que la región con el mayor número de localidades esperadas es la región centro sur, seguida por la región centro norte y noroeste. La región con el menor valor estimado es la sureste.

Cuadro 5. Número de localidades y registros de la muestra.												
RNO			RCN			RCS			RSE			
Celda	Loc.	Reg.	Celda	Loc.	Reg.	Celda	Loc.	Reg.	Celda	Loc.	Reg.	
1,1	0	0	1,7	0	0	1,1	0	0	1,5	2	79	
2,1	0	0	1,8	1	11	1,3	0	0	1,7	0	0	
3,4	4	144	2,1	2	10	3,2	2	31	2,9	0	0	
3,9	0	0	2,3	4	80	3,3	18	102	3,2	0	0	
4,3	9	53	2,4	1	18	3,4	0	0	4,1	2	3	
4,4	0	0	2,7	20	81	5,2	7	150	4,2	0	0	
4,6	0	0	2,8	0	0	5,3	7	118	4,4	0	0	
5,2	3	16	3,4	0	0	5,6	4	38	5,2	0	0	
5,5	3	68	3,6	1	4	6,4	5	43	5,3	0	0	
5,6	0	0	5,6	5	8	6,9	1	1	5,4	0	0	
Total	19	281	Total	34	212	Total	44	483	Total	4	82	

RNO, región noroeste; RCN, región centro norte; RCS, región centro sur; RSE, región sureste; Loc., localidades; Reg., registros.

La muestra esta constituida por 101 localidades y 1058 registros (Cuadro 5). La mayor parte de los registros proviene de las regiones centrales del país: la región centro norte y la región centro sur. De estas dos regiones, sobresale la región centro sur, ya que es la región con el mayor número de celdas, localidades y registros. Por otra parte, la región sureste posee la menor cantidad de celdas, localidades y registros (Cuadro 5).

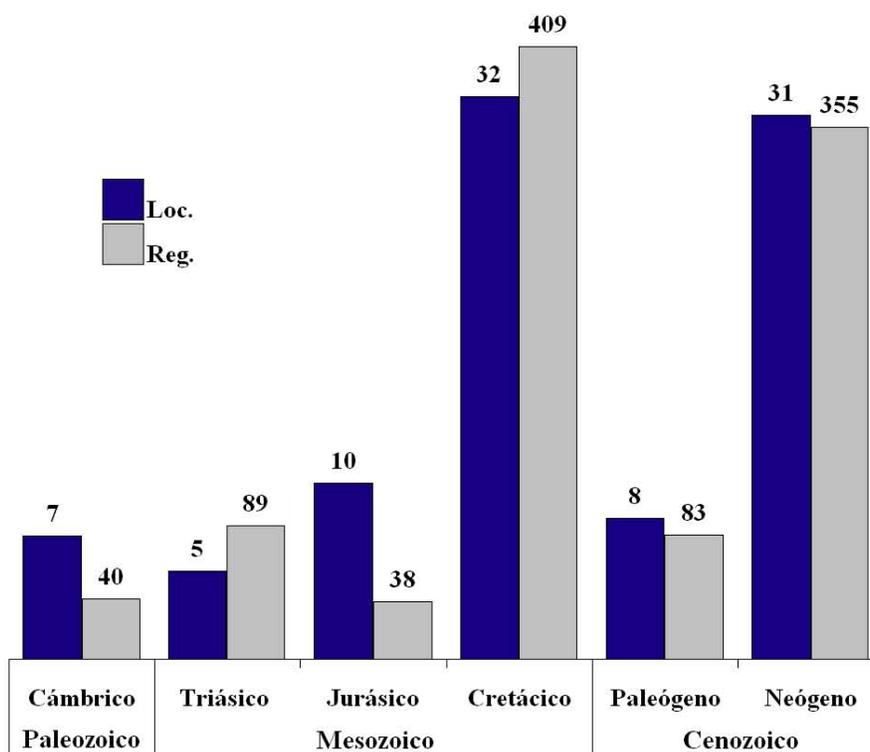
## Relevancia científica del acervo

1. Representación temporal. La representación temporal de la muestra abarca un periodo ininterrumpido de 228 millones de años, comprendido entre el Triásico y Neógeno (Cuadro 7).

<u>Era geológica</u>	<u>Periodo geológico</u>	<u>RM</u>	<u>Loc.</u>	<u>Reg.</u>
Cenozoico	Neógeno	RSE	4	82
	Neógeno	RCS	22	124
	Neógeno	RNO	5	149
	Paleógeno	RCS	1	24
	Paleógeno	RCN	7	59
Mesozoico	Cretácico	RCS	1	3
	Cretácico	RCN	2	42
	Cretácico Superior	RCS	14	170
	Cretácico Superior	RCN	1	2
	Cretácico Superior	RNO	2	16
	Cretácico Inferior	RCS	1	101
	Cretácico Inferior	RCN	9	57
	Cretácico Inferior	RNO	2	18
	J - K	RCN	6	15
	Jurásico Superior	RCS	1	1
	Jurásico Superior	RCN	8	28
	Jurásico	RCN	1	9
	Triásico Superior	RCS	2	31
	Triásico Superior	RNO	3	58
	Paleozoico	Cámbrico Inferior	RNO	7

RM, región de muestra; J - K, Jurásico - Cretácico.

Los periodos geológicos con la mayor cantidad de registros son el Cretácico y Neógeno (Figura 7).



**Figura 7. Número de localidades y registros por periodo geológico.**

Aunque la muestra carece de la mayor parte de los periodos de la Era Paleozoica, los registros más antiguos de la muestra pertenecen a siete localidades cámbricas de Sonora (Cuadro 7; para una referencia temporal en millones de años, consúltese la Carta Estratigráfica Internacional 2004 en la Figura 2 del apéndice).

Al sintetizar la información del cuadro 7, utilizando la unidad geocronológica de Era geológica (Cuadro 8) se observa que la región noroeste es la que tiene mayor espectro temporal, mientras que el Cenozoico es la Era mejor representada en todas las regiones. La región sureste únicamente cuenta con registro fósil proveniente del Neógeno, último periodo del Cenozoico.

RM	Era geológica		
	Paleozoico	Mesozoico	Cenozoico
RNO	+	+	+
RCN		+	+
RCS		+	+
RSE			+

2. Riqueza de tipos. Los registros muestreados revelan cuatro clases de tipos: holotipos, sintipos, paratipos e hipotipos. La categoría hipotipo presenta la mayor cantidad de ejemplares. (Cuadro 9). Adicionalmente, se observó el registro de 14 hipodigmas y 47 registros de ejemplares que no son considerados tipo.

Excepto la región sureste, el resto de regiones poseen las cuatro clases de tipos (Cuadro 9).

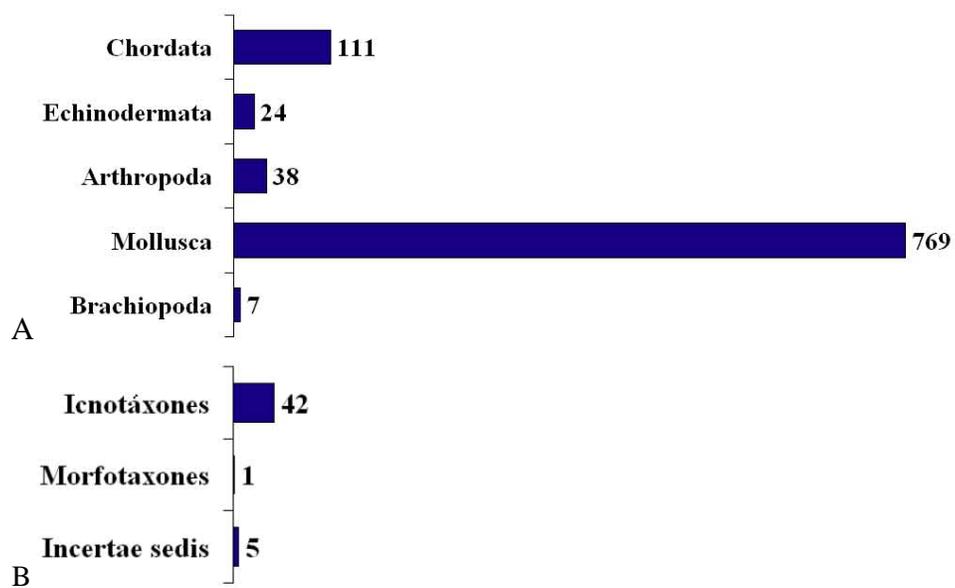
3. Riqueza taxonómica. Se observó que un máximo de cinco *phyla* está representado en la muestra (Cuadro 9A). El *phylum* con la mayor cantidad de registros es Mollusca, seguido del *phylum* Chordata (Figura 8). Adicionalmente, se obtuvo el registro de ejemplares *incertae sedis*, algunos de ellos categorizados como paratipos y uno como hipotipo. También están presentes icnotáxones y morfotaxones, cuyos ejemplares han sido considerados como hipotipos (Cuadro 9B, Figura 8).

**Cuadro 9. Número de tipos por cada taxón representado en la muestra.**

A		Tipos			
RM	Táxones	Holotipos	Sintipos	Paratipos	Hipotipos
	Brachiopoda	0	0	0	7
RNO	Mollusca	5	2	39	182
	Arthropoda	2	0	7	2
	Echinodermata	1	0	0	5
	Chordata	1	0	0	0
RCN	Mollusca	3	64	13	85
	Echinodermata	0	5	0	9
	Chordata	5	0	0	18
RCS	Mollusca	7	148	55	87
	Arthropoda	2	0	6	19
	Echinodermata	0	0	0	4
	Chordata	2	0	1	83
RSE	Mollusca	5	0	7	67
	Chordata	1	0	0	0
		34	219	132	569
B		Tipos			
RM	Categoría	Paratipos	Hipotipos		
	Incertae sedis	4	1		
RNO	Icnotáxones	0	18		
	Morfotaxones	0	1		
RCN	Icnotáxones	0	24		
		4	44		

A: Número de tipos por *phylum*.

B: Número de tipos en otras categorías taxonómicas.



**Figura 8. Riqueza taxonómica de la muestra (todas las regiones).**

A: Número de ejemplares por *phylum*.

B: Número de ejemplares en otras categorías.

Moluscos y cordados están presentes en las cuatro regiones, mientras que los icnotáxones únicamente se observan en dos (Cuadro 10). La región noroeste es la única donde se conjuntan todas las categorías taxonómicas mencionadas, mientras que la región con menor riqueza taxonómica es la sureste (Cuadro 10).

<b>Cuadro 10. Presencia de taxones por región.</b>					
A					
RM	Brachiopoda	Echinodermata	Arthropoda	Mollusca	Chordata
RNO	+	+	+	+	+
RCN		+		+	+
RCS		+	+	+	+
RSE				+	+
B					
RM	Incertae sedis	Icnotáxones	Morfotaxones		
RNO	+	+	+		
RCN		+			
RCS					
RSE					
A: <i>phylum</i> .					
B: otras categorías.					

### Curación

De los 1058 registros que constituyen la muestra, se evaluó únicamente 106 ejemplares tipo, lo que representa el 10% de los registros obtenidos. Adicionalmente se evaluaron otros 106 ejemplares no tipo (*i. e.* ejemplares de otras subcolecciones). En estos 212 ejemplares evaluados se observaron numerosas condiciones (Cuadro 11 y 12).

**Cuadro 11. Matriz de evaluación curatorial, ejemplares tipo.**

Ejemplares	RM	Grados																					
		1				2				3				4				5					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t		
IGM 96	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 415	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	8	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 416	RCN	1	0	1	1	1	2	1	1	0	1	2	9	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 429	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 439	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 499	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	9	0	1	15	16	21	0	0	1	1
IGM 503	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 507	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	9	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 775	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 778	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 780	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 784	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 786	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	17	1	0	0	1	1		
IGM 787	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1	0	0	1	1		
IGM 790	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 791	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 792	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 793	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 795	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 796	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 798	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 1065	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1	0	0	1	1		
IGM 1087	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 1095	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 1119	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 1343	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1367	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	17	21	0	0	1	1	
IGM 1397	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1402	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	9	0	1	15	16	21	0	0	1	1	
IGM 1408	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1412	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1419	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1444	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1445	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 1475	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	9	0	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 1481	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 2309	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1		
IGM 2588	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		
IGM 2592	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	1	0	0	1	1		
IGM 2881	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	9	10	0	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 2896	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1		
IGM 2966	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	21	0	0	1	1		
IGM 2972	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	19	21	0	0	1	1		
IGM 2978	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	21	0	0	1	1		
IGM 2979	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	19	21	0	0	1	1		
IGM 2994	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	8	0	1	16	21	0	0	1	1		
IGM 3006	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	18	21	0	0	1	1	
IGM 3021	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	19	21	0	0	1	1		
IGM 3037	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	20	21	0	0	1	1		
IGM 3039	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	4	1	8	0	1	20	21	0	0	1	1		

Cuadro 11 (continuación).

Ejemplares	RM	Grados																				
		1		2		3			4			5										
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	
IGM 3058	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 3060	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	8	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 3066	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	8	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 3303	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 3616	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	6	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 3621	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	?	?	0	1	?	?	0	0	1	1	
IGM 3624	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	?	?	0	1	?	1	0	0	1	1	
IGM 3708	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 3816	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 4001	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 4318	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 4589	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 4629	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	0	1	17	1	0	0	1	1	
IGM 5202	RNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 5235	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 5253	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	4	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 5261	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	9	12	0	1	15	18	1	0	1	1
IGM 5263	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	12	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 5277	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	13	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 5279	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	13	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 5296	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 5297	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 5300	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	20	21	0	0	1	1	
IGM 5891	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	1	0	0	1	1	
IGM 5893	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	1	0	0	1	1	
IGM 5896	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	1	0	0	1	1	
IGM 5897	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	1	0	0	1	1	
IGM 5955	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	12	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 5966	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	19	21	0	0	1	1	
IGM 5975	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	21	0	0	1	1	
IGM 5979	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 6040	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	10	12	0	1	18	21	0	0	1	1
IGM 6047	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 6050	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 6053	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	18	1	0	0	1	1	
IGM 6237	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 6332	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	19	1	0	0	1	1	
IGM 6335	RCS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	1	0	0	1	1	
IGM 6763	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 6767	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 7107	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 7201	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	19	21	0	0	1	1
IGM 7212	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 7231	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0	1	1	21	0	0	1	1	
IGM 7243	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	0	1	19	21	0	0	1	1	
IGM 7244	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	14	0	1	15	21	0	0	1	1
IGM 7273	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	
IGM 7325	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	19	1	0	0	1	1
IGM 7326	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1	0	1	16	19	1	0	0	1	1
IGM 7524	RNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	12	0	1	19	1	0	0	1	1
IGM 7533	RNO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0	1	1	1	0	0	1	1	1

**Cuadro 11 (continuación).**

		Grados																						
		1					2					3					4				5			
Fósiles	RM	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t			
IGM 7614	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1		0	1	15	16	1	0	0	1	1	
IGM 7624	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1		0	1	16	19	1	0	0	1	1	
IGM 7629	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1		0	1	19		1	0	0	1	1	
IGM 7637	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1		0	1	1		1	0	0	1	1	
IGM 7644	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1		0	1	1		1	0	0	1	1	

RM Región de muestra

RNO Región noroeste

RCN Región centro norte

RCS Región centro sur

RSE Región sureste

sd Sin datos

a Ejemplar adquirido.

b Ejemplar incorporado.

c Ejemplar separado por localidad.

d Descripción de la colección difundida a la comunidad científica.

e Todos los elementos del grado 2.

f Colección ordenada por grupos taxonómicos mayores o características geológicas.

g Registro y captura electrónica de los datos de la localidad.

h Datos de la localidad ligados a la colección por medio de etiquetas o números privados o institucionales.

i Todos los elementos del grado 3.

j Taxón identificado o problema resuelto (p. ej. Biofacies).

k Taxón o conjuntos separados.

l Preparación completa en contenedores adecuados.

m Todos los elementos del grado 4.

n Lotes del taxón o localidad catalogados.

o Ejemplares marcados con número de catálogo.

p Ejemplares completamente etiquetados.

q Colección arreglada con entramado taxonómico o geológico.

r Datos de los lotes (historia de la adquisición y de la localidad).

s Datos capturados electrónicamente.

t Descripción de la colección completamente difundida a la comunidad científica.

**Cuadro 11 (continuación).**

?	Característica desconocida.
0	Criterio no cumplido.
1	Criterio cumplido.
2	Dos ejemplares como conjunto sin correspondencia taxonómica.
3	Información incompleta y/o errónea en tarjetas de registro y/o etiquetas.
4	Determinación taxonómica a nivel genérico.
5	Sin determinación taxonómica.
6	Determinación taxonómica a nivel familia.
7	Determinación taxonómica a nivel orden.
8	Preparación deficiente: Exceso de sedimentos.
9	Preparación deficiente: Exceso de pegamentos y/o sedimentos.
10	Caja modificada.
11	Sin caja (por tamaño).
12	Ejemplar recientemente dañado, fracturado o roto.
13	Fósil con reconstrucción.
14	Preparación deficiente: presenta película mineral.
15	Marcas en blanco.
16	Número IGM no adherido al fósil.
17	Uno o más ejemplares de un conjunto taxonómico sin número IGM.
18	Más de dos marcas y/o números de registro.
19	Dos números de registro en el fósil.
20	Dos números de registro en el fósil, uno cubriendo a otro.
21	Sin datos de la Formación.

Cuadro 12. Matriz de evaluación curatorial, ejemplares adicionales.

Ejemplares	Colección	RM	Grados																						
			1		2		3			4			5												
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l		m	n	o		p	q	r	s	t	
CME 1	CME		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		0	0	0	1	0	
CU 7-980	sd		1	0	1	1	1	1	0	0	0	5	1	1			0	0	0		0	0	0	0	0
Loc. 38	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	9	11	13	0	1	19		1	0	0	1	0
CMR 64	CMR		1	0	1	1	1	1	1	?	0	1	1	?			0	1	?		1	0	0	1	0
Loc. 121	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	9	12	13	0	1	18		21	0	0	1	0
Loc. 189	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1			0	1	0		0	0	0	1	0
CMR 205	CMR		1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
C - 211	CME		1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1			0	0	0		0	0	0	1	0
Loc. 213	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 231	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 240	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 312	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 332	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	12			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 338	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 338	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 370	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	0			0	1	1		0	0	0	1	0
Loc. 370 - 401	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 370 - 1789	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	?	0	5	1	?			0	1	?		21	0	0	1	0
Loc. 370 - 2122	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	11			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 387	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	10			0	1	1		21	0	0	1	0
CMR 508	CMR		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 508A	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 511	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19		0	0	0	1	0
Loc. 516	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19		0	0	0	1	0
Loc. 523A	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	18		1	0	0	1	0
Loc. 532	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18		1	0	0	1	0
CMR 538	CMR		1	0	0	1	1	0	0	0	0	6	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 539	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18		1	0	0	1	0
Loc. 539 B	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18		1	0	0	1	0
Loc. 611	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	19		21	0	0	1	0
Loc. 653	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8			0	1	19		1	0	0	1	0
CME 655	CME		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10			0	1	18		1	0	0	1	0
CMR 709	CMR		1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
CMR 711	CMR		1	0	0	1	1	1	0	0	0	7	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
CMR 748	CMR		1	0	0	1	1	1	1	1	1	6	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 761	CGR	RSE	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1		21	0	1	1	0
Loc. 775	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 775	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1		0	0	0	1	0
Loc. 775	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1		0	0	0	1	0
Loc. 778	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	19		21	0	0	1	0
Loc. 796	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1 15		21	0	0	1	0
Loc. 900	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
Loc. 906	CGR	RCS	1	0	1	1	1	0	1	1	0	5	1	8			0	1	0		21	0	0	1	0
Loc. 949	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1		21	0	0	1	0
CMR 997	CMR		1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 1001	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19		0	0	0	1	0
Loc. 1005	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19		0	0	0	1	0
Loc. 1010	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19		1	0	0	1	0
CMR 1023	CMR		1	0	0	1	1	1	0	0	0	4	1	1			0	1	1		1	0	0	1	0
Loc. 1026	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	12			0	1	1		1	0	0	1	0

**Cuadro 12 (continuación).**

Ejemplares	Colección	RM	Grados																					
			1				2				3				4				5					
			a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t		
Loc. 1044	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	1	0	0	5	1	9	10	12	0	1	0	21	0	0	1	0
Loc. 1076	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 1134	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1300	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1313	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1394	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	4	1	10	12		0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1427	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 1432	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	9			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 1518	CGR	RCS	1	0	1	1	1	0	1	1	0	5	0	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1556	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1564	CGR	RNO	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 1571	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 1635	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1			0	1	1	0	0	0	1	0
Loc. 1641	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1670	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	0	21	0	0	1	0
Loc. 1704	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 1798	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 1802	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 1958	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	19	21	0	0	1	0
Loc. 1971	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2010	CGR	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 2018	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 2047	CGR	RSE	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	?			0	1	?	21	0	0	1	0
Loc. 2106	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2175	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2262	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8			0	1	0	21	0	0	1	0
Loc. 2397	CGR	RSE	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	0	1	0	0	1	0
Loc. 2421	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2432 - 2088	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8	11		0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2432 - 3436	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2432 - IGM 7444	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	?	1	8	11		0	1	18	?	0	0	1	0
Loc. 2457	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	1	1	5	1	9			0	1	18	0	0	0	1	0
Loc. 2557	CGR	RNO	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 2573	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2573 - 14475	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 2624	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	8	11		0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2653	CGR	RCN	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8	12		0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 2734	CGR	RCN	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	16	21	0	0	1	0
Loc. 2774 - 4673	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	11			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2776 - 4442A	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	11			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2777 - 5451	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2777 - 6122	CGR	RCS	1	1	1	1	1	0	3	1	0	5	1	1			0	1	18	1	0	0	1	0
Loc. 2826	CGR	RNO	1	0	1	1	1	1	3	1	0	1	1	1			0	1	1	21	0	0	1	0
Loc. 2828 - 5404	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2828 - 5743	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2862	CGR	RCN	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	8			0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 2875	CGR	RCN	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 2890	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 2892	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1			0	1	1	1	0	0	1	0
Loc. 3394	CGR	RCS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	11			0	1	19	1	0	0	1	0
Loc. 3490	CGR	RCN	1	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1			0	1	18	1	0	0	1	0

**Cuadro 12 (continuación).**

			Grados																						
			1		2		3		4		5														
Loc. 3490	CGR	RCN	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	8			0	1	18		1	0	0	1	0	
Loc. 3554	CGR	RCS	1	0	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1		0	1	0	21	0	0	1	0	
Loc. 3561	CGR	RSE	1	0	1	1	1	1	1	3	1	0	5	1	1		0	1	1		0	0	0	1	0
16054a	CMR		1	0	1	1	1	1	0	0	0	5	1	1		0	0	0		0	0	0	0	0	
17902b	CMR		1	0	1	1	1	1	0	0	0	5	1	1		0	0	0		0	0	0	0	0	
sd	sd		1	0	0	1	1	1	0	0	0	5	1	8		0	0	0		0	0	0	0	0	

CGR Colección Geográfica de Referencia

CME Colección de Material Extranjero para Comparación

CMR Colección de Material Reciente para Comparación

RM Región de muestra

RNO Región noroeste

RCN Región centro norte

RCS Región centro sur

RSE Región sureste

sd Sin datos

a Ejemplar adquirido.

b Ejemplar incorporado.

c Ejemplar separado por localidad.

d Descripción de la colección difundida a la comunidad científica.

e Todos los elementos del grado 2.

f Colección ordenada por grupos taxonómicos mayores o características geológicas.

g Registro y captura electrónica de los datos de la localidad.

h Datos de la localidad ligados a la colección por medio de etiquetas o números privados o institucionales.

i Todos los elementos del grado 3.

j Taxón identificado o problema resuelto (p. ej. Biofacies).

k Taxón o conjuntos separados.

l Preparación completa en contenedores adecuados.

m Todos los elementos del grado 4.

n Lotes del taxón o localidad catalogados.

o Ejemplares marcados con número de catálogo.

p Ejemplares completamente etiquetados.

q Colección arreglada con entramado taxonómico o geológico.

r Datos de los lotes (historia de la adquisición y de la localidad).

s Datos capturados electrónicamente.

t Descripción de la colección o completamente difundida a la comunidad científica.

**Cuadro 12 (continuación).**

?	Característica desconocida.
0	Criterio no cumplido.
1	Criterio cumplido.
2	Dos ejemplares como conjunto sin correspondencia taxonómica.
3	Información incompleta y/o errónea en tarjetas de registro y/o etiquetas.
4	Determinación taxonómica a nivel genérico.
5	Sin determinación taxonómica.
6	Determinación taxonómica a nivel familia.
7	Determinación taxonómica a nivel orden.
8	Preparación deficiente: Exceso de sedimentos.
9	Preparación deficiente: Exceso de pegamentos y/o sedimentos.
10	Caja modificada.
11	Sin caja (por tamaño).
12	Ejemplar recientemente dañado, fracturado o roto.
13	Fósil con reconstrucción.
14	Preparación deficiente: presenta película mineral.
15	Marcas en blanco.
16	Número IGM no adherido al fósil.
17	Uno o más ejemplares de un conjunto taxonómico sin número IGM.
18	Más de dos marcas y/o números de registro.
19	Dos números de registro en el fósil.
20	Dos números de registro en el fósil, uno cubriendo a otro.
21	Sin datos de la Formación.

Las condiciones 2 a 21 de los Cuadros 11 y 12 se clasificaron en cinco actividades o áreas del trabajo curatorial (Cuadro 13).

<b>Cuadro 13. Áreas curatoriales.</b>	
I	Conservación de los ejemplares.
II	Registro y manejo de la información básica.
III	Clasificación taxonómica de los ejemplares.
IV	Preparación y conservación de ejemplares.
V	Catalogación (numeración de ejemplares).

En el Cuadro 14 se integra el número de ejemplares por cada área y condición curatorial observada.

<b>Cuadro 14. Número de ejemplares por condición curatorial.</b>			
<b>A</b>			
Área	Condición.	EO	ET
I	Caja modificada	2	106
	Sin caja (por tamaño)	0	106
II	Información incompleta y/o errónea en tarjetas de registro y/o etiquetas	47	106
	Sin datos de la Formación	46	106
III	Dos ejemplares como conjunto sin correspondencia taxonómica	1	106
	Sin determinación taxonómica	2	106
	Determinación taxonómica a nivel genérico	7	106
	Determinación taxonómica a nivel familia	1	106
	Determinación taxonómica a nivel orden	0	106
IV	Fósil con reconstrucción	2	106
	Preparación deficiente: Presenta película mineral	2	106
	Ejemplar recientemente dañado, fracturado o roto	5	106
	Preparación deficiente: Exceso de pegamentos y/o sedimentos	12	106
	Preparación deficiente: Exceso de sedimentos	13	106
V	Dos números de registro en el fósil, uno cubriendo a otro	3	106
	Uno o más ejemplares de un conjunto taxonómico sin número IGM	5	106
	Marcas en blanco	6	106
	Dos números de registro en el fósil	13	106
	Número IGM separado del fósil	15	106
	Más de dos marcas y/o números de registro	22	106
<b>B</b>			
Área	Condición.	EO	ET
I	Caja modificada	4	106
	Sin caja (por tamaño)	9	106
II	Información incompleta y/o errónea en tarjetas de registro y/o etiquetas	44	106
	Sin datos de la Formación	36	106
III	Dos ejemplares como conjunto sin correspondencia taxonómica	0	106
	Sin determinación taxonómica	85	106
	Determinación taxonómica a nivel genérico	4	106
	Determinación taxonómica a nivel familia	2	106
	Determinación taxonómica a nivel orden	1	106
IV	Fósil con reconstrucción	2	106
	Preparación deficiente: Presenta película mineral	0	106
	Ejemplar recientemente dañado, fracturado o roto	6	106
	Preparación deficiente: Exceso de pegamentos y/o sedimentos	5	106
	Preparación deficiente: Exceso de sedimentos	31	106
V	Dos números de registro en el fósil, uno cubriendo a otro	0	106
	Uno o más ejemplares de un conjunto taxonómico sin número IGM	0	106
	Marcas en blanco	0	106
	Dos números de registro en el fósil	16	106
	Número IGM separado del fósil	1	106
	Más de dos marcas y/o números de registro	18	106
A: ejemplares tipo (fracción del 10% de la muestra original).			
B: ejemplares adicionales.			
EO: ejemplares observados con la condición señalada, ET, ejemplares totales.			

1. Curación en ejemplares tipo. A continuación se describirán las condiciones observadas por área en el cuadro 14A.

#### Área I: *Conservación de los ejemplares*

La mayoría de los ejemplares se encuentran conservados en los contenedores apropiados (cajas de cartón de dimensiones adecuadas), con excepción de dos ejemplares: IGM 2881 e IGM 6040 (1.8%, Cuadro 14A). Estos fósiles se encuentran contenidos en un conjunto de cajas unidas por uno de sus lados recortados (Figura 9).



**Figura 9. Caja modificada.**

Ejemplar IGM 6040 *Equus conversidens* Owen.

#### Área II: *Registro y manejo de la información básica*

En el 43.3% de los ejemplares se observó la carencia de información geológica, mientras que en el 44.3% se observó un registro deficiente de la información geológica y/o temporal y/o geográfica y/o biológica (Cuadro 14A); 22 ejemplares (el 20.7%) presentan ambas condiciones. El total de ejemplares clasificados en esta área es 71 (66.9% del total, Cuadro 11).

Se advirtió que la información geológica faltante es sobre la Formación, mientras que el registro deficiente de la información fue observado entre la base de datos, las tarjetas de localidad y las etiquetas que acompañan al ejemplar. Estas deficiencias se clasificaron en cuatro clases: 1. Información totalmente errónea; 2. Información incompleta; 3. Información imprecisa; y 4. Información incongruente (parcialmente errónea).

La primera clase está compuesta por ejemplares, de los cuales se desconoce la información de acceso, es decir, la fecha y la forma (sea por donación o por colecta) en que los ejemplares ingresaron a la colección. Sin embargo, durante la captura electrónica de los datos de acceso, se escribió arbitrariamente un número o un par de ellos, en vez de utilizar la clave para la información inexistente (el número 9999). Como consecuencia, al leer los datos electrónicos y las tarjetas de localidad, se genera una falsa idea de acceso (Figura 10).

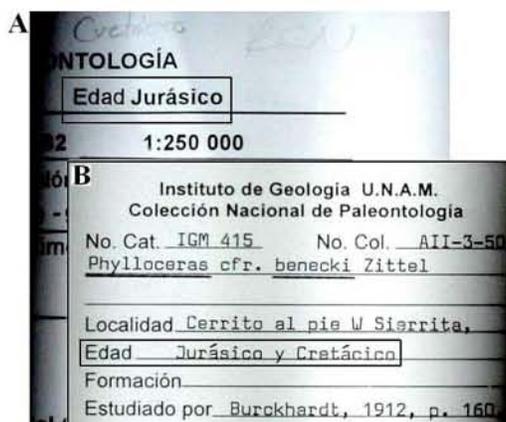
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. ' C			INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. C		
Localidad	328	Nº de Acceso 9	Localidad	2588	Nº de Acceso 14-91
Sonora	Pitiquito	SOP	Sonora	Caborca	SPP-H-12
Estado	Municipio	Mapa	Estado	Municipio	Mapa
29° 19' 39" N	112° 22' 30" W	ND	30° 51' 99" N	111° 52' 99" W	ND
Latitud	Longitud	Formación	Latitud	Longitud	Formación

**Figura 10. Deficiencias en la captura de información: Información totalmente errónea.**

A: registro incorrecto en la tarjeta de la localidad 328.

B: registro correcto en la tarjeta de la localidad 2588.

La segunda clase está representada por un conjunto de ejemplares, cuyo registro electrónico y/o escrito, sobre la edad geológica, sólo considera un periodo geológico en vez de los que tenían que haberse registrado (Figura 11).



**Figura 11. Deficiencias en la captura de la información: Información incompleta.**

A: registro incompleto, sección de la tarjeta de localidad correspondiente al ejemplar IGM 415

B: registro completo, etiqueta que acompaña al mismo ejemplar IGM 415. Puede observarse el registro de dos periodos geológicos.

La tercera clase está caracterizada por la falta de cuidado al momento del registro electrónico y escrito. Esta falta de atención afecta la precisión que se tiene en la información temporal de los ejemplares (Figura 12).

**A**

INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. COLECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA				
Localidad	2972	Nº de Acceso	9999	Edad Pleistoceno
Aguascalientes	Aguascalientes	INEGI-F-13-D-19	1987	1:50 000
Estado	Municipio	Mapa	Edición	Escala
21° 49' 99" N	102° 13' 99" W	Tacubaya	99 - 99 - 1956	
Latitud	Longitud	Formación	Fecha y Número de Campo	
O. Mooser				
Colectado Por				
Descripción de la Localidad				
Arroyo se San Francisco, frente a la ranchería "Parga".				
Katia Adriana González R				
Registrado Por				
Foraminifera				
Radiolaria				
Porifera				
Coelenterata				
Vermes				
Brachiopoda				
Bryozoa				
Gastropoda				
Bivalvia				
Cephalopoda				
Trilobitomorpha				
Crustacea				
Insecta				
Echinocera				
Crinocera				
Asterocera				
Graptolites				
Chondrichthyes				
Outelchthyes				
Amphibia				
Reptilia				
Aves				
Mammalia	✓			
Algae				
Tracheophyta				
Intrudencia				

**B**

Instituto de Geología U.N.A.M.	
Colección Nacional de Paleontología	
No. Cat. IGM 5263	No. Col. CI-4-12
Asinus aguascalentensis Mooser	
Localidad Arroyo del Cedazo.	
Edad Pleistoceno medio	
Formación	
Estudiado por Mooser, 1958, p. 434,	

**Figura 12. Deficiencias en la captura de la información: Información imprecisa.**

A: información imprecisa de la edad geológica, tarjeta de localidad 2972 correspondiente al ejemplar IGM 5263.

B: información precisa de la edad geológica, etiqueta que acompaña al mismo ejemplar IGM 5263.

A la última clase pertenecen los ejemplares cuyas tarjetas de acceso, localidad y/o etiquetas, presentan información incongruente entre ellas. Esta información corresponde a la edad y Formación geológica, así como en la descripción de las localidades (Figura 13, 14 y 15).

**A** IGM 7614

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. COLECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA**

Localidad **895** N° de Acceso **9999** Edad ND

---

Querétaro Landa de Matamoros SPP 1982 1:250 000

Estado Municipio Mapa Edición Escala

21° 17' 99" N 99° 10' 99" W El Abra 99 - 99 - 9999

---

Latitud Longitud Formación Fecha y Número de Campo

**Hizakichi Hizazumi**

Colectado Por

Descripción de la Localidad

El Madroño. Aproximadamente en el Km 233 de la Carretera Federal 120, que va de Querétaro a Ciudad Valles.

Foraminifera	
Radiolaria	
Porifera	
Coelenterata	
Vermes	
Brachiopoda	
Bryozoa	
Gastropoda	✓
Bivalvia	✓
Cephalopoda	
Trilobitomorpha	
Crustacea	
Insecta	
Echinoidea	
Crinoidea	
Asteroidea	
Graptolithina	
Chondrichthyes	
Osteichthyes	
Amphibia	
Reptilia	
Aves	
Mammalia	
Algae	
Tracheophyta	
Ichnofossilia	

**Maria del Carmen Perrilliat Montoya**

Registrado Por

**B**

Instituto de Geología U.N.A.M.  
Colección Nacional de Paleontología

No. Cat. IGM 7614 No. Col. BIV-2-22

Monopleura marcida White, 1984

---

Localidad El Madroño, Querétaro

Edad Albino medio

Formación El Abra

Estudiado por Alencáster y Pichardo,

**Figura 13. Deficiencias en la captura de la información: Información incongruente, edad.**

A: tarjeta de localidad 895 correspondiente al ejemplar IGM 7614 sin información de la edad.

B: etiqueta del mismo ejemplar IGM 7614 con registro de la edad.

**A**

INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. COLECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA

Localidad 2971      N° de Acceso 9999      **Edad Pleistoceno**

---

Aguascalientes      Aguascalientes      INEGI-F-13-D-19      1987      1:50 000

Estado      Municipio      Mapa      Edición      Escala

21° 53' 99" N      102° 15' 99" W      **Tacubaya**      99 - 99 - 1953

---

Latitud      Longitud      **Formación**      Fecha y Número de Campo

O. Mooser

Colectado Por

Descripción de la Localidad

Arroyo del Cedazo.

**Katia Adriana González Rodríguez**

Registrado Por

Foraminifera	
Radiolaria	
Porifera	
Coelenterata	
Vermes	
Brachiopoda	
Bryozoa	
Gastropoda	
Bivalvia	
Cephalopoda	
Trilobitomorpha	
Crustacea	
Insecta	
Echinoidea	
Crinoidea	
Asteroidea	
Graptolithina	
Chondrichthyes	
Osteichthyes	
Amphibia	
Reptilia	
Avés	
Mammalia	<input checked="" type="checkbox"/>
Algae	
Tracheophyta	
Ichnofossilia	

**B**

Instituto de Geología U.N.A.M.  
Colección Nacional de Paleontología

No. Cat. IGM 5955      No. Col. CVI-3-37

Glyptotherium cf. G. floridanum

Localidad Arroyo El Cedazo, Aguascalientes

Edad Rancholabreana, Pleistoceno

Formación \_\_\_\_\_

Estudiado por Montellano-Ballesteros,

**Figura 14. Deficiencias en la captura de la información: Información incongruente, Formación / edad.**

A: tarjeta de localidad 2971 correspondiente al ejemplar IGM 5955. Esta tarjeta contiene el nombre de la Formación, pero no se tiene un registro preciso de la edad.

B: etiqueta del mismo ejemplar IGM 5955 con un registro preciso de la edad pero carente del nombre de la Formación.

**A** 212

**INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM. COLECCIÓN DE PALEONTOLOGÍA**

Localidad <b>2976</b> ✓	N° de Acceso <b>9999</b>	<b>Edad Pleistoceno</b>
<b>Aguascalientes</b>	<b>Aguascalientes</b>	<b>INEGI-F-13-D-19</b>
Estado	Municipio	Mapa
<b>21° 51' 99" N</b>	<b>102° 12' 99" W</b>	<b>ND</b>
Latitud	Longitud	Formación
		<b>1987</b>
		<b>1:50 000</b>
		Edición
		<b>99 - 99 - 1990</b>
		Fecha y Número de Campo

**Marisol Montellano Ballesteros**

Colectado Por

Descripción de la Localidad

**Paso Hondo.**  
*Arroyo*

Foraminifera	
Radiolaria	
Porifera	
Coelenterata	
Vermes	
Brachiopoda	
Bryozoa	
Gastropoda	
Bivalvia	
Cephalopoda	
Trilobitomorpha	
Crustacea	
Insecta	
Echinoidea	
Crinoidea	
Asteroidea	
Graptolithina	
Chondrichthyes	
Osteichthyes	
Amphibia	
Reptilia	
Aves	
Mammalia	✓
Algae	
Tracheophyta	
Ichneofossilia	

**Katia Adriana González Rodríguez**

Registrado Por

**B**

Instituto de Geología U.N.A.M.  
Colección Nacional de Paleontología

No. Cat. IGM 5975 No. Col. CVI-4-6  
Equus conversidans Owen

Localidad Arroyo Paso Hondo,  
Edad Irvingtoniano, Pleistoceno  
Formación \_\_\_\_\_  
Estudiado por Montellano-Ballesteros,

**Figura 15. Deficiencias en la captura de la información: Información incongruente, localidad / edad.**

A: tarjeta de localidad 2976 correspondiente al ejemplar IGM 5975. Esta tarjeta carece de una palabra que describa a que se le llama Paso Hondo. Adicionalmente, se observa un registro impreciso de la edad.

B: etiqueta del mismo ejemplar IGM 5975 con un registro preciso de la edad y de la localidad.

### Área III: Clasificación taxonómica de los ejemplares

Se observó que el 1.8% de los ejemplares no ha sido determinado taxonómicamente, y el 7.5% están determinados a un nivel superior a especie, esto es género o familia (Cuadro 14A).

También se observó un conjunto taxonómico falso, es decir, dos fragmentos de moluscos amonoideos en la misma caja, como si ambos fuesen parte de un solo ejemplar, recolectados de la misma localidad, y fuesen incorporados a la colección al mismo tiempo (Figura 16).



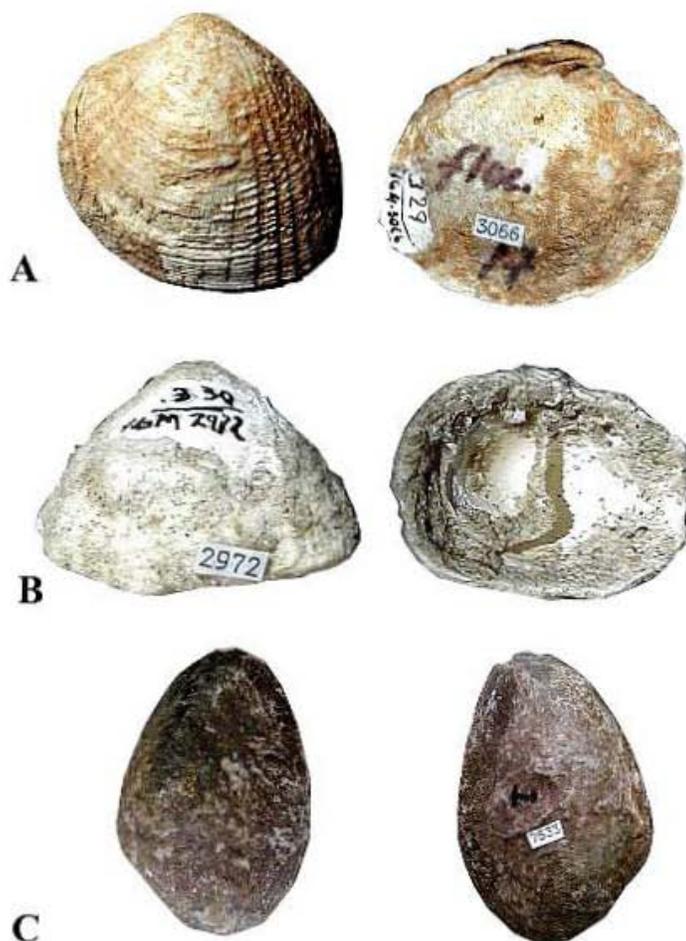
**Figura 16. Conjunto taxonómico dudoso.**

El ejemplar grande, IGM 416 *Perisphinctes lagunitasensis* Burckhardt, fue almacenado junto con otro ejemplar sin aparente relación taxonómica y geológica alguna.

### Área IV: Preparación y conservación de los ejemplares

Se observó que el 1.8% de los ejemplares presentan partes reconstruidas, el 4.7% ha sufrido un daño y no ha recibido el tratamiento adecuado, y el 22.6% restante, presenta una preparación deficiente, manifestada en tres variantes: exceso de sedimento, exceso de sedimento con pegamento, y presencia de película mineral (Cuadro 14A).

En todos los ejemplares preparados deficientemente se ve afectada la visibilidad de estructuras morfológicas, sobre todo aquellos que no fueron totalmente liberados de la roca o sedimentos encajonantes (Figura 17 y 18).

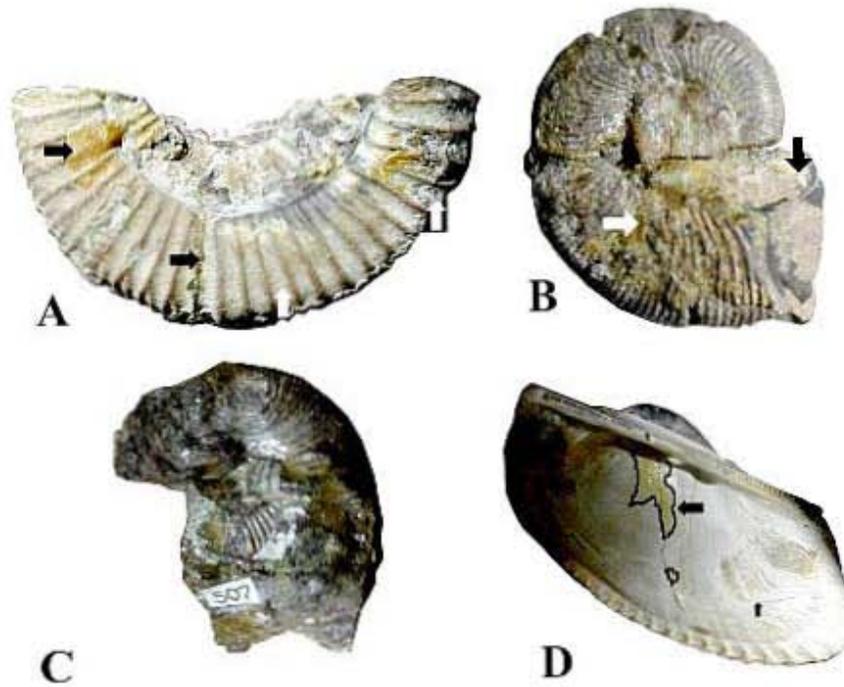


**Figura 17. Ejemplares tipo deficientemente preparados: exceso de sedimento.**

A: ejemplar IGM 3066, *Chione (Chionista) fluctifraga* (Sowerby). Las superficies externa e interna de la valva están cubiertas por una delgada capa de sedimentos limosos.

B: ejemplar IGM 2972, *Crucibulum (Crucibulum) lignarium* (Broderip). Las superficies externa e interna de la valva están cubiertas por sedimentos arenosos.

C: ejemplar IGM 7533, *Plesielliptio sonoraensis* Kues. Las valvas izquierda y derecha se encuentran totalmente cubiertas por la roca encajonante.



**Figura 18. Ejemplares tipo deficientemente preparados: exceso de sedimento y pegamento.**

A: ejemplar IGM 416, *Perisphinctes lagunitasensis* Burckhardt, donde se observa la presencia de bastante sedimento entre las costillas (flechas blancas) y grandes manchas de pegamento (flechas negras).

B: ejemplar IGM 503, *Durangites densestriatus* Burckhardt, vista lateral mostrando goma laca adherida en toda la superficie del fósil (flecha blanca) y sedimento recubriendo algunas regiones del ejemplar (flecha negra).

C: ejemplar IGM 507, *Durangites fisicostatus* Burckhardt, embebido en pegamento y sedimentos.

D: ejemplar IGM 778, *Anadara (Anadara) lienosa* (Say), mostrando una delgada capa de pegamento sobre una porción de la superficie interna de la valva.

Es importante mencionar que en sólo tres ejemplares se observó la presencia de dos condiciones distintas, es decir, los ejemplares IGM 5261 e IGM 7524 se observa una preparación deficiente junto con un daño físico, mientras que en el ejemplar IGM 7244 se hace evidente la remoción deficiente de la película mineral y los sedimentos que cubren al fósil, previo a la aplicación de pegamento (Cuadro 11).

#### *Área V: Catalogación (designación de números de catálogo a los ejemplares y lotes)*

Se observó que el 4.7% de los ejemplares que pertenecen a distintos conjuntos taxonómicos, no presentan número de registro IGM. Por otra parte, el 15% de los ejemplares tiene más de dos números, el 5.6% presenta marcas en blanco, el 14.1% no tienen marcado sobre la superficie el número IGM, y el restante 20.7% posee más de dos marcas en blanco y/o números (Cuadro 14A). El total de ejemplares clasificados en esta categoría es 54 (50.9%). De éstos, diez ejemplares (9.4%) presentan dos condiciones distintas (véanse las cinco combinaciones observadas entre las condiciones 15 a 19, en el Cuadro 11). El significado curatorial que tienen estos conjuntos de condiciones se abordará en la discusión.

2. Curación en ejemplares no tipo. A continuación se describirá por área, las condiciones observadas en el cuadro 14B.

#### *Área I: Conservación de los ejemplares*

Se observó que el 12.2% de los ejemplares tienen dimensiones superiores a las cajas más grandes utilizadas para el almacenamiento de los ejemplares, por lo que cuatro ejemplares fueron almacenados con sus respectivas cajas modificadas, y nueve ejemplares sin éstas, con un hule espuma entre la gaveta y el espécimen (Cuadro 14B).

#### *Área II: Registro y manejo de la información básica*

Se advirtió que el 41.5% de los ejemplares tienen deficiencias en el registro de su información, mientras que el 33.9% carecen de la información geológica sobre la formación (Cuadro 14B). Nueve ejemplares (el 8.4%) presentan ambas condiciones (véase los especímenes con las condiciones 3 y 21 en el Cuadro 12). El total de ejemplares clasificados en esta área alcanza es el 66.9%.

### Área III: *Clasificación taxonómica de los ejemplares*

La mayoría de los ejemplares no han sido determinados taxonómicamente (80.1%). Las razones de esta situación son discutidas más adelante. Por otra parte, el 6.6% de los ejemplares han sido determinados a niveles superiores al de especie, a saber, género, familia u orden (Cuadro 14B).

### Área IV: *Preparación y conservación de ejemplares*

El 1.8% de los ejemplares tienen porciones reconstruidas, el 5.6% han sufrido daño y no han recibido el tratamiento necesario, y el 33.9% fueron deficientemente preparados (Cuadro 14B). El total de ejemplares clasificados en esta área representan el 37.7%. De estos ejemplares, cuatro (3.7%) presentan dos condiciones distintas: exceso de sedimentos o películas minerales, y reconstrucciones de partes (Cuadro 12; Loc. 38, Loc. 121, Loc. 1044 y Loc. 2653).

### Área V: *Catalogación (numeración de ejemplares)*

Se observó que el 0.9% de los ejemplares no tiene el número de registro IGM marcado en la superficie, el 15% presenta el número IGM junto con otro número, y el 16.9% tiene más de dos números y/o marcas en blanco. El total de los ejemplares clasificados en esta categoría representa el 33% del total (Cuadro 14B).

3. Comparación de resultados: Ejemplares tipo vs. ejemplares adicionales. En el Cuadro 15 se muestra la comparación entre los dos conjuntos de resultados (expresado en porcentaje) de la evaluación curatorial. Puede observarse que en casi todas las condiciones existe una diferencia mínima. Ello permite suponer que al extrapolar estos resultados a todo el acervo, las condiciones curatoriales mantendrán una proporción de ejemplares semejante.

**Cuadro 15. Comparación entre los resultados obtenidos de la evaluación curatorial.**

Área	Condiciones	Ejemplares (%)	
		Tipo	Adicionales
I	Ejemplares sin cajas de dimensiones adecuadas	1,80	12,2
II	Registro deficiente de la información	43,9	41,5
	Sin información geológica de la Formación	42,9	33,9
III	Conjuntos taxonómicos falsos	0,9	0
	Ejemplares sin determinación taxonómica	1,8	80,1
	Ejemplares determinados (orden a género)	7,5	6,6
IV	Ejemplares reconstruidos	1,8	1,8
	Preparación deficiente de los ejemplares	25,4	33,9
	Ejemplares dañados	4,6	5,6
V	Ejemplares con dos números de registro IGM	15	15
	Conjuntos taxonómicos con uno o más ejemplares sin número de registro IGM	4,6	0
	Ejemplares con marcas en blanco	5,6	0
	Ejemplares sin IGM pintado en su superficie	14	0,9
	Ejemplares con dos o más números y/o marcas en blanco	20,5	16,9

La comparación entre regiones muestra que la región sureste es la que posee la mayor cantidad de ejemplares con mejor calidad curatorial (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Areas de condición curatorial por región.**

A						B					
RM	Areas					RM	Areas				
	I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
RNO		+	+	+	+	RNO	+	+	+	+	+
RCN		+	+	+	+	RCN	+	+	+	+	+
RCS	+	+	+	+	+	RCS	+	+	+	+	+
RSE				+	+	RSE		+	+	+	

A: ejemplares tipo.  
B: ejemplares adicionales.

## DISCUSIÓN

Este capítulo fue dividido en dos partes. En la primera se discuten algunos aspectos sobre el diseño del método y su aplicación. En la segunda parte se aborda la naturaleza de los resultados, la utilidad de esta información y los *puntos débiles* de los criterios utilizados en la evaluación.

### Parte I: El método y su aplicación

Ejemplares tipo utilizados. El diseño y la aplicación de la evaluación se enfocó a los ejemplares tipo, en específico a invertebrados y vertebrados. Existen tres razones para ello:

1) Respaldo curatorial y científico. Los ejemplares de invertebrados y vertebrados han sido un conjunto de ejemplares estudiados y respaldados por un trabajo curatorial consolidado en los últimos 20 años. A diferencia de éstos, los ejemplares tipo de plantas fósiles o micropaleontológicos carecen de este respaldo curatorial, por ejemplo, no existe un catálogo interno ni mucho menos uno publicado.

2) Representatividad. Uno de los propósitos del método de evaluación, es trabajar con una muestra que pueda representar de manera confiable, las condiciones curatoriales y plusvalía científica de una sección de ejemplares (por ejemplo, invertebrados y vertebrados tipo), una subcolección (por ejemplo, la Colección de Tipos) o todo un acervo. Para ello se supuso que los ejemplares de invertebrados y vertebrados tipo, deben reflejar estas características.

3) Tiempo. El tiempo es uno de los recursos más importantes en el manejo y la conservación de una colección científica. Este trabajo de evaluación, restringido a una porción de la Colección de Tipos, permitió la obtención de datos útiles a corto plazo.

Ejemplares adicionales. Los ejemplares adicionales fueron seleccionados al azar. Tales ejemplares pertenecen a tres subcolecciones (Figura 21 del apéndice). Es por ello que están incluidos ejemplares que ciertamente no son fósiles, por ejemplo, todos los ejemplares que pertenecen a la Colección de Material Reciente para Comparación, o algunos de los ejemplares de la Colección de Material Extranjero para Comparación (duplicados de resina plástica, véase también el Cuadro 12).

La inclusión de estos ejemplares no fósiles no es una variable que influye en los resultados de la evaluación de la calidad curatorial pues se supone que todos los ejemplares deben presentar los mismos procedimientos básicos de curación (acceso, registro en la base de datos, catalogación, preparación y conservación).

Muestreo. El tamaño, la forma y la disposición de cada una de las celdas utilizadas se basaron en el tamaño, la forma y la organización de las áreas cubiertas por cada una de las cartas topográficas de escala 1:250 000, publicadas por la CETENAP, CETENAL, DETENAL o INEGI (Figura 18 del apéndice). De esta forma, se garantizó la total cobertura del país con celdas uniformes. Según Greenwood (1996) esta característica es un aspecto importante para obtener representatividad en la muestra.

Con las 123.5 celdas se pudo estimar el total de localidades por región (Cuadro 4), sin embargo, estimados mucho más precisos pueden obtenerse con el uso de unidades más pequeñas (Greenwood 1996). El uso de cartas 1: 50 000 disminuye el área de cobertura de 24 000 a sólo 1000 km<sup>2</sup>, lo que hubiera significado trabajar con aproximadamente 2000 celdas repercutiendo en estimados mucho más confiables. No obstante, se descartó el uso de tales celdas debido a que se proponía obtener datos a corto plazo, y el muestreo de estas 2000 unidades hubiera requerido mucho mayor inversión de tiempo.

Otro aspecto que se consideró previo a la ejecución del muestreo, fueron los heterogéneos rasgos geológicos y geográficos del país, los cuales determinan la distribución de las localidades fosilíferas sobre la superficie continental; por lo tanto, se conjeturó la existencia de zonas de mayor y menor densidad de localidades, para lo cual el muestreo estratificado (Figura 5) fue un auxiliar en la disminución de posibles sesgos (Greenwood 1996).

Se ha señalado que la estratificación puede determinarse de dos formas. La primera se hace a partir de un análisis estadístico de datos previos, mientras que la segunda, se basa en la observación de un conjunto de condiciones (Greenwood 1996). Las regiones fueron erigidas en función de tres observaciones:

1. La superficie continental cubierta por una región.
2. La historia geológica de las regiones.
3. Rasgos fisiográficos comunes.

Por ejemplo, en las regiones noroeste y sureste se ubican las dos penínsulas del país, cuyas extensiones son 143,790 km<sup>2</sup> para la península de Baja California y 138,000 km<sup>2</sup> para la de Yucatán. La primera tiene un origen tectonovolcánico, lo que determinó sus actuales características fisiográficas de sierras y planicies. Por otro lado, la península de Yucatán se formó a partir del levantamiento de una plataforma marina, determinando su extensión planicie (Morán – Zenteno 1994, Ferrusquía – Villafranca 1998).

La rapidez para obtener una muestra al azar fue la razón de utilizar el método *del décimo gabinete* de O`Dwyer *et al.* (2004). Empero, se presentaron situaciones que, si bien no alteraban la obtención de la muestra, sí requerían una solución. Resulta conveniente describir cuáles fueron estas situaciones debido a que en el trabajo de O`Dwyer *et al.* (2004) no se explican los detalles sobre la ejecución de su muestreo y los problemas que enfrentaron estos autores.

El muestreo se realizó en un conjunto de 486 gabinetes dispuestos en la porción central del espacio destinado a la Colección Nacional de Paleontología. Los gabinetes se encuentran distribuidos en hileras de 18 gabinetes –nueve gabinetes arriba de otros nueve– (Figura 21 del apéndice). Si se presume que todos los gabinetes contienen ejemplares, y que se requerían 106 ejemplares, entonces éstos se podrían haber muestreado de los primeros 108 gabinetes. No obstante, el muestreo requirió la exploración de todas las hileras en aproximadamente tres ocasiones (Figura 21 del apéndice). La existencia de numerosos gabinetes vacíos y su frecuencia de aparición propiciaron dicha situación. En ocasiones se llegaron a presentar hasta tres gabinetes vacíos consecutivos. Cuando se encontraba un gabinete vacío, se marcaba y a partir de éste, se continuaba con el muestreo. De manera semejante algunos gabinetes mantenían la(s) primera(s) gaveta(s) vacía(s). Ante esta otra situación se optó por muestrear el primer fósil de la primer gaveta que contuviera fósiles.

En contadas ocasiones sólo se hallaba el contenedor vacío (las cajas) y las etiquetas que acompañan al ejemplar, a veces con una tarjeta de préstamo. Aunque se careciera de los ejemplares, los contenedores vacíos y las tarjetas fueron consideradas en la evaluación (en los Cuadros 11 y 12 la ausencia de ejemplares ha sido indicado por el símbolo “?”).

Otro beneficio de este método es la posibilidad de obtener información complementaria, como lo es el siguiente ejercicio para estimar el número de gabinetes vacíos. Si idealmente se requerían 106 gabinetes para la muestra, y ésta se adquirió de 135, se deduce la existencia de 29 gabinetes vacíos, lo que significa una proporción de gabinetes vacíos /ocupados de 1:4.6. Al dividir el total de gabinetes (486) entre el valor 4.6, se infiere que 105 gabinetes (21.6%) se encuentran vacíos. El valor empírico de este estimado puede ser comprobado al contar la cantidad de gabinetes vacíos totales.

A partir de este estimado, junto con el área y volumen promedio de los ejemplares, el área por gaveta, el volumen de los gabinetes, el número máximo de gavetas por gabinete y sencillas operaciones aritméticas, se puede planear un consumo eficiente del espacio disponible para el resguardo. El espacio es uno de los principales y más escasos recursos de todas las colecciones paleontológicas (Allmon 2000)

Se ha demostrado que el método de O`Dwyer *et al.* (2004) es una forma práctica y rápida de muestrear ejemplares, diferente al método de muestreo derivado de los métodos ecológicos de Greenwood (1996). Además, el método *del décimo gabinete* es simple, con lo cual se abren las posibilidades de estimar algunos parámetros que se quieran o se necesiten conocer. Mas allá de las comparaciones con el principal método de muestreo [derivado de los métodos ecológicos] propuesto en este trabajo, se propone explorar y complementar ambas formas, con el fin de obtener la mayor cantidad de beneficios posibles.

## **Parte II: El valor científico de la Colección de Tipos**

Relevancia científica del acervo. Los resultados de la relevancia científica se obtuvieron a partir de los registros vinculados a cada una de las localidades. Es por ello que los 1058 registros de la muestra no representan la cantidad precisa de los fósiles implicados. Cada localidad puede incluir uno o más ejemplares con números de catálogo distintos. A su vez, cada ejemplar puede ser un conjunto formado por la roca encajonante que porta uno o más fósiles.

Esta es la principal razón por la cual es imposible estimar el número de fósiles totales en la colección. Sin embargo, se puede contar con otros parámetros para medir *el tamaño* del acervo, como el número de localidades y los números de catálogo por cada localidad. En la base de datos *Paleosis*, el número de registros de ejemplares tipo sumaba 8300 registros hasta julio del 2006. Obviamente, el número mínimo de estos ejemplares/fósiles en la Colección de Tipos es 8300 pero la cantidad real de fósiles rebasa, con toda probabilidad a favor, los 10 000. La muestra obtenida de 1058 registros representa el 12.7%.

Cabe recordar que la región centro sur es la que aporta la mayor parte de los ejemplares tipo (Cuadro 5). Este resultado es coherente si se considera que en esta región se concentra la mayor parte del poder político, económico y cultural del país, así como la tendencia centralista que ha tenido nuestra sociedad a lo largo de su historia, reflejada en el desarrollo histórico de la paleontología mexicana (véanse algunas evidencias indirectas en Gío *et al.* 2003, y en Carreño y Montellano – Ballesteros 2005).

El número total de localidades registradas en la colección alcanza la cifra de 3600. La muestra de 101 localidades representa sólo el 2.8%, sin embargo se desconoce la cantidad total de localidades donde se han recolectado ejemplares tipo. En este punto se puede apreciar otro aporte importante de este trabajo. El método de muestreo, al ser una adaptación de los métodos ecológicos (distribución bidimensional y muestreo estratificado), ofrece un estimado estadísticamente confiable sobre la cantidad de esta clase de localidades. La suma de los estimados es 345 localidades (Cuadro 6). Si este valor es muy próximo al de la realidad, la muestra de 101 localidades representó al 29.2%, y en términos totales al 9.5% del total.

A partir del simple conteo del número de localidades y registros por periodo de tiempo, se obtuvo una visión general del tiempo geológico representado por el registro fósil (Cuadro 7 y 8, Figura 7). Esta información resulta coherente cuando se compara con el conocimiento geológico que se tiene del país (Morán - Zenteno 1994, Ferrusquía - Villafranca 1998): Los resultados concuerdan con el pobre registro sedimentario que existe de prácticamente todo el Paleozoico, Triásico y Paleógeno en México. Además, son coherentes con el (relativamente) escaso conocimiento paleontológico y geológico que se tiene del Jurásico y del Neógeno temprano. Los cuerpos rocosos más abundantes y relativamente mejor conocidos del registro sedimentario, tienen edades que los ubican en el Cretácico y Neógeno

tardío (véase la Figura 7).

Estas coincidencias prueban la confiabilidad de la información obtenida. Con base en esta afirmación, y utilizando la Figura 7 a manera de ejemplo, se puede afirmar que la muestra permitirá extraer información e interpretaciones adicionales, al ser extrapolada a diferentes escalas temporales (eras, periodos, épocas y edades), y espaciales (región, estados de la república, zona, área, etc.). Así se pueden abrir panoramas para futuros proyectos de investigación paleontológica que dependan directamente de la colección.

Por ejemplo, recientemente Sour *et al.* (2006, 2007) han reportado el descubrimiento del límite Ediacárico – Cámbrico (véase la Figura 20 del apéndice para la referencia en millones de años). Esto fue posible al estudiar icnofósiles y fósiles que se encuentran en rocas de la zona de Pitiquito, Sonora. Este límite representa la posibilidad de encontrar más evidencias (o redescubrirlas en el seno de las colecciones) de uno de los acontecimientos más importantes en la historia de la vida animal: la Explosión del Cámbrico (Fortey *et al.* 1996).

Este antecedente, junto con la declaración de Giribet (2002) sobre la [obvia] importancia de estudiar a los icnofósiles y fósiles de esta época, son argumentos suficientes que justificarían dos posibles acciones que promoverían un reconocimiento mayor de la colección paleontológica por parte de la comunidad científica internacional. Éstas son:

1) La búsqueda de ejemplares depositados en la colección (descritos y no descritos) que pertenezcan a esta zona o edad, con la finalidad de interpretar o reinterpretar información que permita contribuir al entendimiento de la evolución de los metazoos.

2) La obtención e incorporación a la Colección Nacional de Paleontología de ejemplares, cuya preservación resulta [obviamente] importante.

Como ha sido mencionado y ejemplificado a lo largo de esta tesis, los resultados de la evaluación y sus bondades nacen a partir del simple conteo de localidades y registros. Sin embargo, evaluar a partir del *simple* conteo fue criticado por Jeram (1997):

*“ The most practical method of quantification, [...] and used as a universal measure of comparison, is simply to count number of specimens in each category. [...] However, numbers are not necessarily the best guide to scientific value of material... ”.*

Este autor propuso el empleo de parámetros y criterios cualitativos para complementar la información obtenida de las evaluaciones científicas. Tomando en cuenta esta propuesta, a continuación se discute y puntualiza información relevante, pero oculta tras las cantidades mostradas.

Los resultados (el conteo de ejemplares por categoría) han mostrado que la región sureste posee la menor cantidad de registros y la más pobre representación temporal (Cuadros 5, 7 y 8). Con base en las diferentes clases de tipos y sus respectivos grados de importancia otorgados por la comunidad científica (consúltese CINZ 2000 y Greuter *et al.* 2003) se puede asegurar que la región sureste no es científicamente menos importante que las otras regiones. La proporción de ejemplares holotipos con respecto a las otras categorías tipo, es menor en la región sureste: seis holotipos por cada 80 ejemplares tipo, sean estos sintipos, paratipos y/o hipotipos, *i. e.* una relación 1:12. La región noroeste posee, a diferencia de la sureste, una proporción de 1:30; la centro norte 1:24, y la centro sur 1:40 (consúltese las cantidades parciales y totales de ejemplares tipo en el Cuadro 9).

Si se comparan estas proporciones con la cantidad total de registros por región (véase el Cuadro 5) se puede inferir que a mayor número de ejemplares descritos, existe una tendencia a disminuir el descubrimiento de nuevas especies, y por lo tanto, disminuye la cantidad de ejemplares holotipo. Esta observación concuerda con la *asíntota de descubrimientos* de Meehl (1983), la descripción matemática basada en “...*el fenómeno bien conocido de que cuando uno colecta fósiles, las especies comunes son encontradas rápidamente [...]pero a medida que la colecta crece toma progresivamente más esfuerzo añadir una especie adicional*” (Chacón 2003). Por lo tanto, la región sureste es aún una fuente potencial de nuevos descubrimientos taxonómicos, [evidentemente] relevantes para la sistemática y la paleontología.

Llegado a este punto, se abre la discusión hacia los tipos reconocidos por los códigos de nomenclatura y el uso y validez de la categoría hipotipo, utilizada en los ejemplares que constituyen la mayor parte de la muestra (Cuadro 9). Las cuatro categorías tipo reportadas en este trabajo fue el resultado de haber considerado a los hipotipos como una categoría más; sin embargo, sólo tres de éstas son reconocidas por los Códigos de Nomenclatura Zoológica y Botánica: holotipos, sintipos y paratipos (CINZ 2000, Greuter *et al.* 2003). Por lo tanto, estos ejemplares no poseen un grado de relevancia taxonómica comparable a cual-

quier otro tipo.

Aunque los códigos recomiendan usar únicamente las categorías de tipos reconocidas por la ICBN e ICZN (esto evita inestabilidad en la taxonomía), el asignar hipotipos es una práctica común entre los paleontólogos (véase un ejemplo en la Figura 22 del apéndice). Se puede sospechar que esta práctica se debe a una costumbre histórica aunada a la convicción y convención sobre la característica *complementaria* de los hipotipos. En otras palabras, el concepto y relevancia implícita que encierra el término hipotipo es, para los paleontólogos, una herramienta útil en la preservación, conservación y estudio del registro fósil de la vida. Esta sospecha tiene su origen en la definición de hipotipo (pág. 15).

Este concepto parece indicar que el requisito mínimo para la asignación de hipotipo a un ejemplar es una determinación taxonómica a nivel de especie y la descripción de una parte de un organismo no conocida o descrita antes en holotipos, sintipos, paratipos, etc. Una analogía al uso del hipotipo, es el epitipo, tipo utilizado y reconocido en la taxonomía botánica. De acuerdo con Greuter *et al.* (2003) un epitipo es

*“[...] a specimen or illustration selected to serve as an interpretative type when the holotype, lectotype, or previously designated neotype, or all original material associated with a validly published name, is demonstrably ambiguous and cannot be critically identified for purposes of the precise application of the name of a taxon. When an epitype is designated, the holotype, lectotype, or neotype that the epitype supports must be explicitly cited.”*

En otras palabras, un epitipo sirve para complementar la descripción original, la misma función otorgada a los hipotipos.

No obstante, en la muestra se observó el uso de la categoría hipotipo en ejemplares determinados a nivel de género, *incertae sedis* o incluso en ejemplares no determinados. Sea cual fuese la razón, la enorme cantidad de ejemplares descritos y categorizados como hipotipos genera confusión entre taxónomos no paleontólogos. En párrafos posteriores se ofrecerán algunos comentarios adicionales a este punto.

Otro beneficio que ofrece esta evaluación es una perspectiva sobre el estado del conocimiento taxonómico de algunos grupos, los cuales tienen registro fósil en el país. En la muestra se observó que la cantidad de registros correspondientes a braquiópodos, equino-

dermos y artrópodos (Cuadro 9) es muy pobre en comparación con los dos grupos mejor conocidos: moluscos y cordados. Es probable que la escasa cantidad de ejemplares tipo de esos grupos sea la manifestación de la carencia histórica de especialistas. Esta aseveración se fundamenta en los afloramientos rocosos sedimentarios más abundantes y mejor conocidos (véase Morán – Zenteno 1994 y Ferrusquía – Villafranca 1998). Por otra parte, al revisar el desarrollo histórico de la paleontología mexicana, es evidente que ésta ha tenido una tendencia en concentrarse en el estudio de moluscos, mamíferos y algunos otros grupos de importancia económica, como los foraminíferos (véase las citas utilizadas en Barrios 1985, Gío *et al.* 2003 y Carreño y Montellano – Ballesteros 2005).

No obstante, si existen ejemplares tipo de braquiópodos, equinodermos y artrópodos, significa que éstos fueron reconocidos y recolectados en el campo por una o varias personas, por lo cual existe la posibilidad de encontrar ejemplares en el seno de la Colección Geográfica de Referencia, fuente de los futuros descubrimientos paleontológicos, pues como Allmon (2005) puntualizó, uno de las ventajas de las colecciones paleontológicas de ejemplares no tipo, es que nadie sabe qué se tiene guardado entre gabinetes y gavetas. A partir de este conocimiento, se puede planear e implementar proyectos para la búsqueda y estudio de dichos ejemplares.

Hay que dejar claro que éstos no son los únicos grupos de los cuales se tenga carencia, por lo cual sería benéfica una futura evaluación considerando los ejemplares tipo no incluidos en este estudio (plantas y microfósiles) así como la inclusión de todas las subcolecciones.

Una desventaja del método manifestada en los resultados fue un efecto de *sombra jerárquica*. La riqueza taxonómica medida a nivel de *phylum* no permite observar la presencia / ausencia de las diversas clases, órdenes, familias, géneros y especies de cada *phylum*, ni mucho menos sus proporciones. Por ejemplo, las perspectivas del lector cambiarían si en los resultados se menciona que el *phylum* dominante en la muestra, Mollusca, está representado por las clases Bivalvia, Gastropoda y Cephalopoda; o que el *phylum* Chordata está representado únicamente por el grupo de los mamíferos.

Tal como es mostrado por los numerosos estudios sobre diversidad biológica o extinción, la *sombra jerárquica* es inevitable, ocasionando resultados dispares y diversos grados de interpretación.

Entre las categorías taxonómicas observadas (Cuadro 9) hay que mencionar que los morfotaxones se establecieron a partir de una forma particular de estromatolitos, estructuras de origen organo-sedimentario asociadas a las cianobacterias (Weber *et al.*, 1979). Los morfotaxones son reconocidos en el artículo 1.2 del Código de Nomenclatura Botánico, y debido a que las reglas y las recomendaciones del Código de Nomenclatura Botánico también se aplican a algunos organismos distintos a las plantas como lo son las cianobacterias, los hongos, y los protistas fotosintéticos junto con algunos grupos no fotosintéticos (Greuter *et al.* 2003); y que se ha demostrado el origen biológico de dichas estructuras (algunas morfotipos más viejos pero muy semejantes se han descrito recientemente en Allwood *et al.*, 2006), los morfotaxones observados en la muestra son técnicamente válidos. Por otra parte, los icnotáxones es una categoría reconocida únicamente por el Código de Nomenclatura Zoológica, lo que permite establecer taxones a partir de rastros y huellas (CINZ 2000).

En el Cuadro 9B se observan cuatro ejemplares *incertae sedis* considerados como paratipos. El Código de Nomenclatura Zoológica deja claro que los ejemplares pertenecientes a una serie tipo (en este caso los paratipos) deben estar determinados a nivel de especie, por lo que no existe una razón para que los ejemplares *incertae sedis* hayan sido categorizados como paratipos.

Calidad en la curación de los ejemplares. Se mencionó que la evaluación de la calidad curatorial se efectuó únicamente en una fracción de la muestra. Se determinó arbitrariamente que esta fracción fuese constituida por una cantidad de ejemplares que representara el 10%. La razón obedeció a las limitaciones de tiempo en el que se tenía que desarrollar este proyecto. Consecuentemente, los resultados de esta evaluación potencialmente son el *punto débil* de todo este trabajo, pues no existen evidencias matemáticas que respalden la representatividad de la fracción, y por lo tanto, estaría comprometida la confiabilidad de las conclusiones derivadas.

Afortunadamente este planteamiento ofreció la oportunidad de efectuar un muestreo adicional de ejemplares (muestra control) y su evaluación curatorial. Si se había supuesto que invertebrados y vertebrados tipo son un fiel reflejo de los procedimientos de curación ejecutados en la colección paleontológica (pág. 45) con la muestra control se pretendía comprobar, por comparación, la representatividad de esta fracción.

Antes de abordar la calidad curatorial de los ejemplares cabe aclarar que el uso del continuo curatorial como criterio de evaluación permitió observar numerosas condiciones y diversas manifestaciones de las mismas (véase el Cuadro 11 y 12). Esta situación dificultó el análisis, por lo cual se clasificaron dichas condiciones en actividades [o áreas] de la curación (Cuadro 13).

En el área I, se agrupó a todos los ejemplares que presentaron una condición muy particular de la conservación, campo dedicado a la preservación física de los ejemplares. A grandes rasgos, la preservación implica la preparación, el almacenamiento y la reparación. El almacenamiento consiste en resguardar los ejemplares en las mejores condiciones posibles, a fin de evitar futuros daños o pérdida de los especímenes. Por ello los ejemplares se resguardan en contenedores, cajas o frascos.

En la Colección Nacional de Paleontología se manejan ocho dimensiones fijas de cajas ( $75\text{cm}^3$ ,  $165\text{cm}^3$ ,  $412.5\text{cm}^3$ ,  $577.5\text{cm}^3$ ,  $825\text{cm}^3$ ,  $1320\text{cm}^3$ ,  $2000\text{cm}^3$  y  $2500\text{cm}^3$ ) lo cual explica por qué para algunos ejemplares de ciertas dimensiones se almacenan sin ellas o se requiere modificar cajas (dos cajas son recortadas para formar una de mayor tamaño).

En ambas muestras, pocos son los ejemplares que exceden las dimensiones del contenedor más grande (Cuadro 15). Esto implica que la mayoría de los ejemplares no superan un tamaño mayor a  $2500\text{cm}^3$ . Esta información es útil si se integra a un plan de consumo del espacio disponible, aspecto previamente comentado en este trabajo.

En el área II se agruparon las condiciones que tienen que ver con el registro de la información. Esta información (número de catálogo asignado al ejemplar, número de registro de la localidad, nombre de la localidad con las correspondientes referencias geográficas, edad, formación, taxón, colector(es), fecha de colecta y fecha de acceso a la colección) es registrada en tres tipos de formatos: tarjetas de incorporación (access), tarjetas para el registro de localidades y tarjetas que acompañan a los ejemplares tipo (aquí denominadas etiquetas a fin de evitar confusión). A partir de estos formatos, la información se captura en la base de datos *Paleosis*. Con base en la revisión detallada y comparación de estos cuatro elementos de registro, se establecieron las cuatro clases de deficiencias (pág. 35).

Aunque la mayor parte de las deficiencias identificadas parecieran ser insignificantes por ser de fácil solución, hay que considerar que una parte de la plusvalía científica de los ejemplares radica en la obtención de información precisa derivada de éstos. Si esta in-

formación es alterada, entonces la relevancia científica de los ejemplares se vería disminuida, lo cual representa la antítesis a la finalidad de una colección paleontológica:

*“The goal of paleontological collections is to provide physical documentation of paleontological research by making available through curation a representative sample of and allied information of about every taxon in the history of life” (Allmon 2000).*

Tomando en cuenta la pequeña diferencia entre los porcentajes observados en el Cuadro 15, parece evidente que este problema no es exclusivo de los vertebrados e invertebrados tipo, sino que es común a todo el acervo. Si extrapolamos estos porcentajes a los registros totales en *Paleosis*, observaríamos que la cantidad de registros a revisar (y corregir si se presentara el caso) alcanza la cifra de 3320. En otro ejercicio sencillo, extrapolamos este porcentaje empíricamente a todo el acervo, y puede visualizarse la dimensión que adquiere la problemática. Estas inferencias son, por mucho, el mejor aporte que ha dado esta evaluación al manejo de la colección paleontológica.

La otra condición observada en esta categoría tiene que ver con la ausencia de la información geológica (Cuadro 15). La formación es la unidad de estudio básica de cualquier cuerpo rocoso, lo que la hace una pieza fundamental para la construcción del conocimiento geológico y obviamente paleontológico. A toda formación descrita se le asigna un nombre y una localidad tipo. El nombre de una formación geológica asegura un conocimiento litológico básico. Por lo tanto, y en función del porcentaje observado en ambas muestras (Cuadro 15), la carencia de los nombres de las formaciones en las tarjetas de registro es la consecuencia de cuatro posibles causas:

1. El grado de conocimiento geológico de la República Mexicana
2. Falta de proyectos de actualización de la información geológica en los registros de la colección
3. Falta de interés en el marco geológico que [históricamente] tiene un gran sector de los paleontólogos mexicanos, en especial los que estudian ejemplares macroscópicos sin impacto directo en la economía.
4. La conjunción de todas.

No hay que perder de vista que en los últimos 20 años la geología mexicana ha tenido grandes avances, y de acuerdo con González - Torres (2005) la última etapa histórica de la geología mexicana es un periodo de integración del conocimiento geológico. La actualización de toda esta información en la colección paleontológica es un proyecto de grandes dimensiones, para el cual se necesita dinero, tiempo y personal, tres de los principales recursos más escasos de toda colección científica.

El área III agrupa tres condiciones relacionadas con la clasificación taxonómica. La primera hace referencia a los conjuntos taxonómicos o asociaciones de ejemplares. Este término aparece en el continuo curatorial de Hughes *et al.* (2000); aunque no está definido ni ejemplificado, la interpretación de su significado es fácil.

Con base en las observaciones de los ejemplares, se interpretó a los conjuntos taxonómicos como asociaciones de ejemplares los cuales pueden pertenecer a un mismo individuo o taxón, recolectados en la misma localidad y accesados a la colección al mismo tiempo. En la pág. 51 se mencionó la existencia de un conjunto taxonómico falso, es decir, un lote de dos ejemplares que no tienen correspondencia morfológica ni taxonómica.

La validez de este conjunto taxonómico fue puesta en duda cuando se observaron una serie de características físicas de los ejemplares, como el tipo y forma de fosilización, las dimensiones, los rasgos morfológicos, la carencia de superficies fracturadas con patrones concordantes entre ambos ejemplares, la preparación y la falta de un número de registro en el ejemplar pequeño. Con estas observaciones, es evidente que estos ejemplares no comparten relación directa alguna (Figura 16).

La combinación de características físicas resultaron útiles para revisar la correspondencia taxonómica y geológica, en otros conjuntos taxonómicos de la muestra (Cuadro 14). Todos los conjuntos resultaron válidos, por lo que no es arriesgado declarar que la mayoría de conjuntos taxonómicos existentes en la colección también lo sean. Algunos de los ejemplares que conforman a los conjuntos taxonómicos de la muestra carecen del número IGM, tema que se discutirá en párrafos adelante.

La segunda condición del área III hace referencia a los niveles de determinación taxonómica en los ejemplares. Se da por hecho que los ejemplares pertenecientes a la Colección de Tipos están determinados taxonómicamente al nivel de máxima precisión: especie. La determinación a especie es la causa del grado de relevancia taxonómica de estos

ejemplares, motivo por el cual se les asigna la categoría de tipo; sin embargo, se observaron siete ejemplares determinados hasta género, uno a orden y dos ejemplares sin determinación (Cuadro 14A).

Una crítica que se deriva de estos resultados. Si estos ejemplares no ofrecían los elementos morfológicos para una determinación a nivel de especie, entonces éstos nunca debieron ser asignados a la categoría de tipo. La categoría asignada a la mayoría de estos ejemplares es hipotipo, aspecto que aparentemente refleja la flexibilidad [o tal vez el desconocimiento] que muestran la mayoría de los paleontólogos sobre el concepto hipotipo/tipo, y de las recomendaciones de los códigos de nomenclatura zoológica y botánica. También hay que considerar la flexibilidad que presentaron tanto los comités de revisión científica de las revistas en las cuales se publicaron estos trabajos.

A diferencia de los ejemplares Tipo, en la muestra control, la cantidad de especímenes no determinados corresponde con lo esperado. La mayor parte de los ejemplares de esta muestra pertenece a la Colección Geográfica de Referencia (Cuadro 12). Esta subcolección se caracteriza por estar constituida de ejemplares que no han sido estudiados. No obstante, en la muestra se observó la presencia de siete ejemplares determinados hasta especie (Cuadro 12).

De estos ejemplares, el espécimen Loc. 2432, es considerado en función de lo que muestra su etiqueta, como un ejemplar tipo con el registro IGM 7444. Cabe recordar que los otros seis ejemplares (identificados como Loc. 653, Loc. 1635, Loc. 1641, Loc. 2262, Loc. 2624 y Loc. 2826) no están considerados como hipotipos, con lo cual se profundiza más la discusión sobre el uso, la flexibilidad y la validez de esta categoría tipo. En este punto es necesario aclarar que los valores mostrados en el cuadro 14B sobre las determinaciones taxonómicas en niveles superiores al de especie corresponden en su mayoría a ejemplares de la Colección de Material reciente para Comparación (Véase el cuadro 12).

Los resultados obtenidos en el área IV, que corresponde a las condiciones de preparación y conservación [física] de los ejemplares, obligan a discutir primeramente, sobre la plusvalía científica de los ejemplares tipo. Con este término se nombra al uso potencial de los ejemplares y de información producida a partir de éstos, en la construcción de nuevo conocimiento científico preciso. Así, se esperaría que todos los ejemplares tipo estuvieran preparados de manera óptima, por el hecho de ser ejemplares estudiados; empero, en los

resultados que aporta este trabajo se ha demostrado la existencia de ejemplares preparados de manera parcial o deficiente, siendo el más relevante de todos los casos observados el grupo de ejemplares cubiertos por sedimentos, con lo cual se ve afectado el examen de los caracteres morfológicos (Figura 17 y 18). Si el concepto de especie utilizado por los paleontólogos es prácticamente morfológico y tipológico (Benton y Pearson 2001) ¿Cómo se pudo determinar a ejemplares cubiertos? Además ¿Por qué, bajo estas obvias condiciones, se les ha considerado ejemplares tipo?

Sin duda, la deficiencia en la preparación atenta contra la validez de las determinaciones taxonómicas en algunos de estos ejemplares, y contra su categorización como tipos [tal vez sea otro ejemplo de la flexibilidad/ignorancia de los conceptos hipotipo/tipo]. Los ejemplares tipo que están parcialmente preparados poseen el beneficio de la duda respecto a su valor científico (algunos ejemplos se muestran en Figura 18), pues en la mayoría, gran parte de sus caracteres morfológicos son visibles.

Por otra parte, existe la posibilidad de que estos ejemplares fuesen preparados en un momento histórico en el cual no se tenía un adelanto tecnológico en materiales y herramientas semejante al actual, ni mucho menos personal con la preparación profesional suficiente, es decir, muchos de estos ejemplares pudieron haberse preparado previo a la década de los 1980, cuando el desarrollo tecnológico se vuelve accesible y se consolida la profesionalización del personal y de los procesos de preparación de ejemplares (com. pers. Sr. Gerardo Álvarez Reyes, Jefe de los Laboratorios de Paleontología del Instituto de Geología, quien ha trabajado en la recolecta, preparación y conservación de fósiles por más de 30 años).

Una segundo aspecto a discutir parte del hecho que aproximadamente el 25% de los ejemplares evaluados, en ambas muestras, han sido afectados por esta preparación parcial o deficiente (Cuadro 15). ¿Por qué es semejante, en términos relativos, esta proporción de ejemplares? Dos probables causas podrían explicar esta situación. La primera sería una sobrestimación de mi parte, sobre el grado de limpieza que presentan los ejemplares de la muestra control. Una segunda causa se debería al tipo de fósiles y/o fosilización dominante en la muestra, por ejemplo los rudistas, moluscos bivalvos generalmente embebidos en roca que sólo requieren cortes transversales para su estudio y no una liberación completa de la matriz sedimentaria.

Otro ejemplo son los peces, que en muchas ocasiones se encuentran en lajas con las estructuras perfectamente libres de sedimentos. Sin embargo, cualquiera de las dos causas son independientes a los procesos de curación, por lo que la semejanza entre los dos valores obtenidos sólo es una coincidencia, no una condición que se generalice a toda la colección paleontológica.

La única generalización que se puede hacer para todo el acervo, es la proporción de ejemplares reconstruidos y dañados. Los porcentajes entre ambas muestras son prácticamente iguales (Cuadro 15) y al no tener elementos que evidencien una coincidencia, se pueden extrapolar estos valores a todo el acervo y deducir que la mayor parte de especímenes se encuentra resguardado en buenas condiciones.

No obstante, no hay que subestimar la proporción. Recientemente se ha identificado la destrucción de un conjunto de ejemplares por el decaimiento de pirita (para una caracterización del problema véase Waller 1987). La cantidad de ejemplares es de tal magnitud que, si bien puede representar una fracción de ese 1.8% del acervo de la colección pronosticado en malas condiciones, en términos prácticos esta cifra se vuelve un problema para el tratamiento que se requiere, incluyendo un aumento en costos y la inversión tiempo y personal necesario.

El tercer aspecto a discutir es sobre las reconstrucciones de partes en los ejemplares. La reconstrucción es una práctica común en ejemplares de exhibición, especialmente en vertebrados tetrápodos, pero en ocasiones también llega a ser práctica común en algunos ejemplares de estudio, como lo son los numerosos cráneos fósiles de homínidos (pueden observarse estos ejemplares con porciones reconstruidas en Schwartz y Tattersall, 2003). No obstante, la reconstrucción no es recomendada por los principales preparadores del Instituto de Geología, el Sr. Gerardo Álvarez Reyes y el M. en C. René Hernández Rivera (com. pers.) debido a que esta práctica es la mayoría de las veces subjetiva, ocasionando interpretaciones morfológicas erróneas.

En el área V se hace referencia al registro de los ejemplares, en especial al proceso de marcado del número IGM sobre la superficie del ejemplar. Los resultados mostrados en el Cuadro 15 son el reflejo de los diversos registros a los que han sido expuestos los ejemplares, excepto aquellos que estén vinculados a los conjuntos taxonómicos o los que únicamente tienen número IGM pero no lo tienen marcado en la superficie.

Así, los distintos números pueden representar 1) número IGM, 2) números de inventario de patrimonio universitario, 3) números que fueron escritos con algún propósito durante la colecta o estudio de los ejemplares, y/o 4) números de un antiguo registro en la colección, actualmente inválido. Por otro lado, las marcas en blanco, eran espacios destinados a portar un número que nunca se escribió. Aunque parezca excesivo, todo este conjunto de números y marcas en blanco debe conservarse, pues forman parte de la historia de cada ejemplar por lo que proporciona información de diversa naturaleza, por ejemplo, un nivel estratigráfico, el número de colecta dado por el científico que lo colectó, el número de registro de una colección a la que perteneció un ejemplar, etc.

Respecto a los conjuntos taxonómicos, con excepción del conjunto descrito en la pág. 41, todos fueron válidos, pero la carencia de un número IGM en varios de los ejemplares que los conforman puede propiciar la pérdida parcial o total de estos conjuntos.

Al observar entre ambas muestras (ver Cuadro 15) se puede deducir que más del 30% del total de ejemplares de la colección tiene más de dos números de registro y/o marcas en blanco. Este hecho implica que dichos ejemplares cuentan con información adicional. Un aspecto que debe evaluarse es si esta información está disponible o no en los archivos de la colección, lo cual ofrecería un patrón de referencia sobre el cuidado que se ha tenido de la información durante el acceso de los ejemplares. También se debe evaluar qué tan efectivo son los medios para recobrar esta información. Ello permitirá detectar qué procedimientos eliminan información valiosa y cuáles dificultan su búsqueda y recuperación.

Criterios de evaluación. La evaluación de la Colección de Tipos es, sin duda, un proyecto que fue y será criticado de inútil, ambicioso o indispensable en el manejo de la colección paleontológica. También será fuente de discusión sobre las extrapolaciones y propuestas derivadas de los resultados presentados en esta tesis.

Toda esta discusión alrededor de los muchos aspectos de este trabajo es hasta cierto punto, normal y esperado, pues el objetivo implica las múltiples acepciones que pueden tener los lectores sobre los conceptos de valor y evaluación en el campo de la ciencia, es decir, una diversidad de significados que sólo reflejan la subjetividad que pueden adquirir estos conceptos. Esta característica de las evaluaciones ya había sido señalada por algunos autores (véase Nudds y Pettit 1997). Timberlake (1997) declaró que el concepto de valor

científico es

*“... a statement which despite of all the theories and formulae in the world is just as subjective as many of classifications of ‘good’ art”.*

Por su parte y refiriéndose a las evaluaciones, Jeram (1997) puntualizó que,

*“...some aspects of valuation are subjective and context sensitive, depending upon the purpose of the valuation and the perspective of the valuer”*

Entonces se puede visualizar que el primer y más importante problema con el que me enfrenté al realizar este proyecto [y al cual se enfrenta toda evaluación que se desee ejecutar en una colección científica] es resolver el dilema de la subjetividad.

Existen algunas propuestas para *brincar esta zanja* aparentemente *insalvable*. Se han planteado diversos tipos de evaluación en función de sus objetivos, evaluaciones monetarias, científicas o culturales, cada una con sus respectivos métodos y criterios (numerosas propuestas se encuentran recopiladas en Nudds y Pettit 1997). Los criterios son quizás las piezas más importantes de las evaluaciones, pues con ellos se disminuye, en grado, la subjetividad de los evaluadores y las tendencias de las evaluaciones.

De los numerosos tipos de evaluaciones propuestas, se optó por una evaluación de tipo científico, debido a que éstas se basan en el concepto de científicidad, y sobre él, se construyen criterios de evaluación. Al respecto Jeram (1997) escribió:

*“The reason for concentrating on scientific value is not because it is inherently more important than other attributes (it certainly is not), but because the underlying philosophy of science is one of objectivity, and so, for this attribute at least, it should be possible to construct an objective set of criteria to establish value”.*

Los primeros tres criterios utilizados en este trabajo, que corresponden a la parte de la evaluación sobre la relevancia científica, se seleccionaron a partir de un conjunto de criterios propuestos en los trabajos de Jeram (1997), Krikken (1997) y Uribe (1997). Estos se escogieron por ser fuentes de información útil a corto y a largo plazo, con impacto directo

en futuros proyectos de investigación profesional y académica.

Originalmente, y al igual que en la propuesta de Uribe (1997), algunos criterios formaban, junto con los tres criterios mencionados en el párrafo anterior, un conjunto único de evaluación. Sin embargo, la naturaleza y cantidad de la información derivada de estos criterios propició que éstos adquirieran gradualmente mayor peso hasta derivar en el uso del continuo curatorial de Hughes *et al.* (2000) como otro conjunto independiente de criterios de evaluación. Este fue el motivo por el cual la evaluación curatorial llegó a constituirse como la parte complementaria del proyecto de evaluación de la Colección de Tipos.

El continuo curatorial es en realidad un esquema de procedimientos curatoriales básicos de cualquier colección científica. Algunos de estos procedimientos fueron especialmente adaptados a las necesidades de colecciones paleontológicas de invertebrados y colecciones de microfósiles. Este esquema organiza gradualmente todos los procedimientos en cinco niveles (Cuadro 3) y fue sugerido por Hughes *et al.* (2000) como un parámetro de evaluación.

Cada procedimiento fue utilizado como un criterio de evaluación al considerar éstos como *requisitos cumplidos* o *requisitos no cumplidos* en cada ejemplar evaluado, sin embargo, en gran parte de los ejemplares no fue sencillo determinarlo. Las diversas características físicas observadas en los ejemplares y la interpretación que se le dio a cada *requisito*, dificultó la tarea, pues en numerosas ocasiones y bajo cierto grado de tolerancia, un *requisito* podía cumplirse con variantes, por ejemplo el caso del *requisito d* en el Cuadro 11 y 12. El *requisito d* hace referencia a la difusión entre la comunidad científica, de la descripción sobre un conjunto o una colección de ejemplares, que hayan sido adquiridos y accedidos en una colección paleontológica.

Esta descripción debe alcanzar cierto nivel en la comunidad científica, con el objetivo de que,

“[...] *A potential user should be able to assess both the volume and curatorial grade of material prior to visiting the collection or requesting a loan*” (Hughes *et al.* 2000).

En su artículo, los autores del continuo dan como ejemplo una lista de ejemplares (o *checklist*, término en inglés) de la colección paleontológica de invertebrados del Cincinnati

Museum Center (CMC) disponible en la página electrónica de esta institución. Al consultar el sitio electrónico, se observó una breve y completa descripción del acervo junto con el listado alfabético de ejemplares en formato PDF. A continuación se reproduce esta descripción (una sección del *checklist* puede consultarse en la Figura 22 del apéndice, donde se muestra la determinación taxonómica, el número de lote y la ubicación de los ejemplares en los gabinetes de esa colección).

*“Collection Holdings The vast majority of the fossil invertebrate collections are from Ordovician through Carboniferous-aged sites of the local tri-state region. The collection is strongest in specimens from the Cincinnati Series and includes more than 200,000 specimen lots, of which over 49,500 are catalogued. Large, significant Ordovician collections have also been acquired from sites in Canada and New York. In addition, there are over 5,000 type and figured specimens in the collections, most of which are listed in two published type catalogs (Chappars, 1936; Hansman, Shaw and Pettyjohn, 1962). Type specimens feature the materials of Samuel A. Miller, Rousseau Flower, Kenneth E. Caster, August F. Foerste, Richard G. Osgood Jr., Colin D. Sumrall, and many others. Other notable collections are those of the Glendale Lyceum, Henry Probasco, Max J. Kopf, Uriah P. James, Charles L. Faber, Ernst Vaupeel, John Pope, Nigel C. Hughes, Thomas Weaver, and Charles and Ralph Dury. A National Science Foundation (NSF) funded transfer of the University of Cincinnati invertebrate paleontology collections to Cincinnati Museum Center occurred in late 1998.”*

Tomado de la página electrónica del Cincinnati Museum Center,

<http://cincymuseum.org>

La página electrónica del Instituto de Geología tiene un espacio dedicado a la Colección Nacional de Paleontología, en la cual se puede observar una descripción del acervo, aunque carece de un listado disponible electrónicamente. Con la intención de comparar, a continuación se reproduce esta descripción:

*“La Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología UNAM, esta dividida en:*

*a) Colección de Tipos: compuesta por holotipos, paratipos, sintipos, lectotipos y en general cualquier fósil que a juicio de los especialistas tenga alguna característica que lo haga singular o importante desde el punto de vista científico. Está arreglada por orden de acceso. Actualmente cuenta con 7,000 ejemplares.*

*b) Colección Geográfica de Referencia: los fósiles están arreglados por los Estados de la República Mexicana y dentro de ellos por faunas locales; esto es, conjunto de fósiles colectados en una misma localidad o en localidades adyacentes. Estas faunas están ordenadas para fines prácticos por orden de entrada. Actualmente cuenta con 3, 200 localidades fosilíferas en la República Mexicana.*

*c) Colección de Material Extranjero para comparación: ésta sirve como apoyo a la investigación paleontológica ya que al estar formada por más de 8,000 especies (no ejemplares), representa sin duda alguna el material básico de comparación que se necesita en cualquier colección. Está arreglada taxonómicamente por phyla o divisiones y clases, ya que su utilidad máxima es de tipo comparativo.*

*d) Colección de Material Reciente para comparación: Tiene la misma función que la colección antes mencionada, sólo que en infinidad de casos no existen fósiles previamente descritos cuyo estudio requiere de la comparación con los representantes actuales del grupo a que pertenece dicho fósil "problema", haciéndose indispensable esta colección de material reciente.*

*El propósito de mantener las colecciones en condiciones óptimas, además de la importancia cultural que representa el patrimonio paleontológico, es que este material desde finales del siglo pasado ha sido publicado en las diversas revistas, boletines, actas, etc., de Paleontología, Geología e Historia Natural que se han editado en nuestro país y en algunos casos en el extranjero.*

*Como un control y con la finalidad de obtener la información relacionada con las publicaciones del material alojado en la Colección Nacional de Paleontología, se cuenta con un Catálogo Sistemático basándose en tarjetas, así como libros de registro y una base de datos para la consulta electrónica.*

*El poseer un sistema de organización completo, así como el elemento humano*

*calificado para el trabajo de la colección, la infraestructura necesaria y el apoyo académico de los investigadores del Departamento de Paleontología, ha incrementado el área de influencia de la colección y de ser simplemente un servicio para el Instituto de Geología, ha sido reconocido por instituciones nacionales y extranjeras y, actualmente es miembro activo de la Association of Systematics Collections.*

*De acuerdo con las necesidades de los proyectos de investigación paleontológica que se desarrollan en el Instituto de Geología y/o a petición de instituciones en el país o en el extranjero, la Colección Nacional de Paleontología ha desarrollado un sistema de intercambio que permite formar colecciones compuestas de paratipos cuando es posible, y cuando no sucede así, la sección de laboratorios cuenta con el personal y equipo necesarios para duplicar todos aquellos tipos (holotipos) requeridos para dicho intercambio.”*

Tomado de la página electrónica del Instituto de Geología de la UNAM,  
<http://geologia.igeolcu.unam.mx>

Es evidente que ambas descripciones, sin importar la extensión, difunden a cierto nivel de la comunidad científica las características para que cualquier persona, profesional o estudiante, tenga los elementos suficientes para juzgar el volumen y el grado curatorial de los ejemplares disponibles en estas colecciones. Se reitera que la única diferencia es el ya mencionado listado. No obstante, el listado del CMC presenta lotes de ejemplares determinados a nivel de género, una característica que en la propuesta de Hughes *et al.* (2000) corresponde al cuarto grado del continuo y no al segundo, al cual corresponde el *requisito d*. ¿Debe o no considerarse cumplido este criterio? Sí, los fines que los autores del continuo buscaban con el *requisito d* está cubierto con la descripción, por lo que el listado de ejemplares es una fuente de información secundaria; por lo tanto, éste es un *requisito cumplido*.

Pero este caso fue, en comparación con los otros *requisitos*, el más sencillo de resolver. En los cuadros 11 y 12 puede observarse que excepto unos cuantos *requisitos* totalmente *cumplidos* y *no cumplidos*, la mayoría presenta una o diversas variantes, por ejemplo, los ejemplares que fueron preparados hasta el punto de reconstruir sus porciones físicas faltantes, o aquellos ejemplares que han sido marcados, con números privados o institucionales, en varias ocasiones.

Otros *requisitos* que deben discutirse son aquellos que no fueron *cumplidos* por ningún ejemplar. Estos son los *requisitos b, q y r* (Cuadro 11 y 12). El *requisito b* hace referencia a la realización de las formas [y formalidades] para la incorporación de los ejemplares (access), que en el caso de la Colección Nacional de Paleontología implica registrar la fecha de ingreso del material, el número de acceso, la naturaleza de los ejemplares, nombre y dirección del colector o colectores, existencia de libretas [o notas] de campo, modalidad de la adquisición, fecha de colecta, nombre de la localidad, coordenadas geográficas, número de catálogo de ejemplares y de las localidades, fecha de registro y la persona que realizó el registro. Todos estos datos se registran en tarjetas y en la base de datos *Paleosis*.

Aunque los autores del continuo declararon que:

*“Collections are dynamic because their composition and internal character changes with time”* (Hughes *et al.* 2000)

un aspecto que no considera este *requisito b* es el mismo desarrollo histórico de toda colección. La mayoría de los ejemplares evaluados [y con base en la extrapolación se puede deducir que son la mayoría de los ejemplares del acervo] fueron colectados y depositados en tiempos donde no se tenían políticas ni lineamientos establecidos sobre el manejo de la colección, por lo cual no todos los datos de incorporación se encuentran disponibles o definitivamente no existe ningún dato.

El criterio *q* establece que el arreglo o la disposición física de los ejemplares en los gabinetes debe seguir un marco sistemático o geológico. A diferencia de las otras condiciones del continuo, ésta es bastante específica, sobre todo si los autores del continuo han sugerido este esquema como un parámetro de evaluación y de curación aplicable a cualquier colección paleontológica, incluso comparable con otros esquemas de curación semejantes (Hughes *et al.* 2000).

Los resultados observados en el cuadro 11 y 12 han demostrado la incompatibilidad de esta condición en la Colección Nacional de Paleontología, puesto que ésta no tiene un arreglo sistemático ni mucho menos geológico. No obstante, hay que considerar el contexto en el cual fue creado el continuo.

La lectura a conciencia del trabajo de estos autores permite deducir que el origen del *requisito q* tiene relación con el tipo de uso más frecuente que se les da a las colecciones paleontológicas de invertebrados en los Estados Unidos:

*“According to the poll around 40 – 50% of the total usage of most collections is for systematic and evolutionary questions, for which systematic arrangement is most convenient. The second most common organizational structure in invertebrate paleontological collections is stratigraphic arrangement. This kind [...] is useful for both paleoecologic and stratigraphic research questions. The poll shows that 95% of collections receive usage for palaeological studies and 86% of collections receive usage for stratigraphy” (Hughes et al. 2000).*

Sin embargo, este hecho no es suficiente para que se justifique el carácter específico del *requisito q*, sobre todo si se considera la clasificación de las colecciones paleontológicas, que hacen los mismo Hughes *et al.* (2000):

*“They [the collections] can be divided into those which are organized according to usage (e. g., geographic, stratigraphic or systematic collections), and those which are organized on the basis of some special property (e. g., type or microscopic slide collections)” (Hughes et al. 2000).*

En otras palabras, la crítica al *requisito q* radica en que, si los autores proponen un sistema de curación universal para colecciones paleontológicas de los Estados Unidos, debieron haber considerado su propia clasificación sobre el tipo de colecciones, que es más general que el arreglo sistemático o geológico, ambos pertenecen al mismo tipo de colección: “...according to use...”.

Por su parte el *requisito r* hace referencia al registro de la historia del lote y de la localidad. Esta actividad no ha formado parte de los procedimientos curatoriales efectuados en la Colección Nacional de Paleontología, por lo cual se explica su incumplimiento. Debido a que las localidades no son permanentes en el tiempo, el potencial uso de esta información en el futuro justifica el registro de todas localidades que existen en la base de datos de la colección paleontológica o, al menos, de todas aquellas en la cual se puede recuperar los

datos históricos de su descubrimiento y *explotación* científica. Esta empresa no es fácil de realizar, mucho menos si se carece de personal y dinero, pero se pueden modificar las políticas de acceso e implementar programas de servicio social para alcanzar este fin.

Para finalizar este análisis, dos breves comentarios. Primer comentario, Hughes *et al.* (2000) propusieron que una colección de tipos paleontológicos debe tener un grado cinco, mientras que una colección geográfica se ubica en los grados dos y tres. Con base en los resultados mostrados en el Cuadros 11 y 12 y el análisis de éstos, se afirma que una parte de la Colección de Tipos de la Colección Nacional de Paleontología tiene un grado cuatro, y otra parte del acervo tiene un grado cinco. Por otra parte, una gran porción de ejemplares pertenecientes a la Colección Geográfica de Referencia tiene un grado tres, y otra un grado dos.

El segundo comentario se enfoca en sumarizar algunas modificaciones al continuo curatorial, a fin de adaptarlo eficientemente a la Colección Nacional de Paleontología, no sin antes aclarar que, sin la existencia de una guía de trabajo como lo fue el continuo curatorial, difícilmente hubiese sido posible la construcción de un método que abarcara las áreas de curación mas relevantes, y al mismo tiempo difusas. Las modificaciones son sencillas, y consistirían en flexibilizar el *requisito b*, utilizar en el *requisito q* la clasificación general de la colecciones hecha por los mismo Hughes *et al.* (2000), y adaptar el *requisito r* a las condiciones existentes en la colección paleontológica (Cuadro 21 del apéndice). Por último, hay que tener presente que la asignación de valores también dependerá de las condiciones y el desarrollo histórico de la colección, sin olvidar las distintas perspectivas de los miembros de la comunidad científica sobre lo que tiene valor científico y todo lo que no.

## CONCLUSIONES

El método de evaluación científica propuesto en esta tesis permitió valorar científicamente el acervo de la Colección de Tipos, perteneciente a la Colección Nacional de Paleontología del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Este trabajo también mostró que para evaluar se requiere considerar las múltiples propiedades científicas de la colección.

La Colección de Tipos es relevante para la paleontología mexicana debido a lo amplio de su registro temporal, pues en su acervo están representados 540 millones de años de la historia de la vida (Cámbrico – Neógeno), con los periodos Cretácico y Neógeno mejor representados, manifestándose así, el estado del conocimiento geológico de la República Mexicana. También es relevante por los *phyla* peor y mejor representados en esta colección. En el primer caso, la carencia de ejemplares de algunos *phyla* es un reflejo del sesgo en el conocimiento paleontológico de muchos grupos de organismos, por lo que la riqueza taxonómica del acervo se constituye en un auxiliar para la innovación de proyectos de investigación. Por otra parte, la gran cantidad de ejemplares pertenecientes al *phylum* Mollusca es otra oportunidad para estudiar muchos aspectos paleobiológicos de los taxones fósiles pertenecientes a este grupo. Otro aspecto relevante de esta colección radica en la riqueza de categorías tipo, pues como se demostró con las proporciones número de holotipos/número de tipos totales, también constituyen otra guía para la innovación de proyectos de investigación. Por último, el grado de relevancia de esta colección se debe a una buena cobertura geográfica de la colección, que si bien existen zonas del país que no están representadas en el acervo de ejemplares tipo, sí se cuenta con un registro de la mayor parte del Territorio Nacional.

La parte complementaria del valor científico de esta colección radica en los procedimientos de curación a los que fueron sometidos los ejemplares. En este rubro, la evaluación de la calidad curatorial mostró que, a pesar de que existen deficiencias en el registro de la información, en la preparación, en la dudosa determinación taxonómica y en la designación injustificada de categorías tipos en algunos ejemplares, el nivel de la calidad curatorial es la que normalmente se espera para una colección paleontológica norteamericana. Esta calidad ha sido mantenida por los procedimientos básicos de curación ejecutados a lo largo

de 20 años. Un aspecto adicional mostrado por esta parte de la evaluación fue la discusión generada por el uso del término hipotipo como una categoría tipo, destacándose algunos aspectos positivos y negativos de tal situación.

Por último, este método aportó beneficios adicionales que tendrán impacto en la futura investigación científica y manejo de la colección. Estos beneficios fueron: 1. Ofrecer parámetros objetivos para *medir* el tamaño del acervo; 2. La identificación de los principales campos taxonómicos que requieren trabajo científico, y sobretodo científicos que lo hagan; 3. La identificación de zonas geográficas con potencial para descubrimientos paleontológicos inmediatos y zonas para la prospección complementaria de ejemplares; 4. La identificación de las principales deficiencias científicas y curatoriales presentes en la Colección de Tipos; 5. Extrapolación confiable de algunas condiciones curatoriales observadas en la Colección de Tipos al acervo total de la colección paleontológica; 6. Algunos ejemplos puntuales de proyectos novedosos vinculados directamente a la colección. Para finalizar esta tesis, basta recordar la conclusión más valiosa de todas, la del paleontólogo de invertebrados Douglas H. Erwin, del National Museum of Natural History: “*Paleontology does not exist without collections.*” 

# **APÉNDICE**

Cuadros, Figuras e información complementaria.

En el cuadro 17 se presentan el número de localidades muestreadas por región. Cada localidad esta identificada por su número de catálogo. La distribución de localidades fue 19 en la región noroeste, 34 en la centro norte, diez más en la centro sur y solamente tres en la región sur. En el Cuadro 18 se puede observar que estados los estados de la República mexicana le corresponden a cada región de muestra. Los límites regionales no dependen de los límites políticos de las entidades federativas, razón por la cual siete estados pueden encontrarse en dos regiones y uno en tres. El cuadro 19 muestra la distribución de dichas localidades por cada estado de la República Mexicana representado en la muestra. El estado mejor representado es Durango, representado por 22 localidades, mientras que de Nuevo León, Oaxaca, Puebla y Yucatán aportan una localidad. La localidad de este último estado carece de un número de catálogo o de su registro en la base de datos *Paleosis*.

<b>Cuadro 17. Localidades por región de muestra.</b>											
RNO		RCN				RCS				RSE	
75	3103	367	2476	3021	3228	895	2451	2976	3198	3281	2297
328	3158	387	3012	3022	3229	944	2599	2977	3199	3282	2397
329	3173	388	3013	3023	3250	945	2602	2978	3200	3283	3091
330	3174	392	3014	3024	3251	946	2615	2999	3201	3284	
331	3181	423	3015	3025		947	2616	3010	3202		
337	3241	810	3016	3026		1132	2617	3011	3204		
2588	3272	1892	3017	3027		1513	2971	3094	3211		
3097	3273	1893	3018	3093		1558	2972	3134	3218		
3100	3274	1894	3019	3136		2182	2974	3161	3219		
3102		1895	3020	3194		2448	2975	3197	3220		

<b>Cuadro 18. Estados de la República por región de muestra.</b>	
Regiones de muestra	Estados de la República Mexicana
Región noroeste	Baja California Sinaloa Baja California Sur Sonora Chihuahua
Región centro norte	Chihuahua San Luis Potosí Coahuila Sinaloa Durango Tamaulipas Nuevo León Zacatecas
Región centro sur	Aguascalientes Nayarit Colima Nuevo León Distrito Federal Oaxaca Durango Puebla Estado de México Querétaro Guanajuato San Luis Potosí Guerrero Sinaloa Hidalgo Tamaulipas Jalisco Tlaxcala Michoacán Veracruz Morelos
Región sureste	Campeche Tabasco Chiapas Veracruz Oaxaca Yucatán Quintana Roo

<b>Cuadro 19. Localidades por entidad federativa.</b>										
Estado	Localidades									
Ags.	2451	2971	2972	2974	2975	2976	2977	2978	3197	3198
	3199	3200	3201	3202						
Chih.	367	387	388	392	423	3093	3136			
Dgo.	2476	3012	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3019	3020
	3021	3022	3023	3024	3025	3026	3027	3194	3228	3229
	3250	3251								
Gro.	1558	2448	3094	3204						
Jal.	3281	3282	3283	3284						
NL	1892									
Oax.	3211									
Pue.	1513									
Qro.	895	3220								
SLP	944	945	946	947	1132	2615	2616	2617	3134	3161
	3218	3219								
Son.	75	328	329	330	331	337	2588	3097	3100	3102
	3103	3158	3173	3174	3181	3241	3272	3273	3274	
Tamps.	810	1893	1894	1895						
Ver.	2182	2599	2602	2999	2297	2397	3091			
Yuc.	Localidad sin número de catálogo									
Zac.	3010	3011								

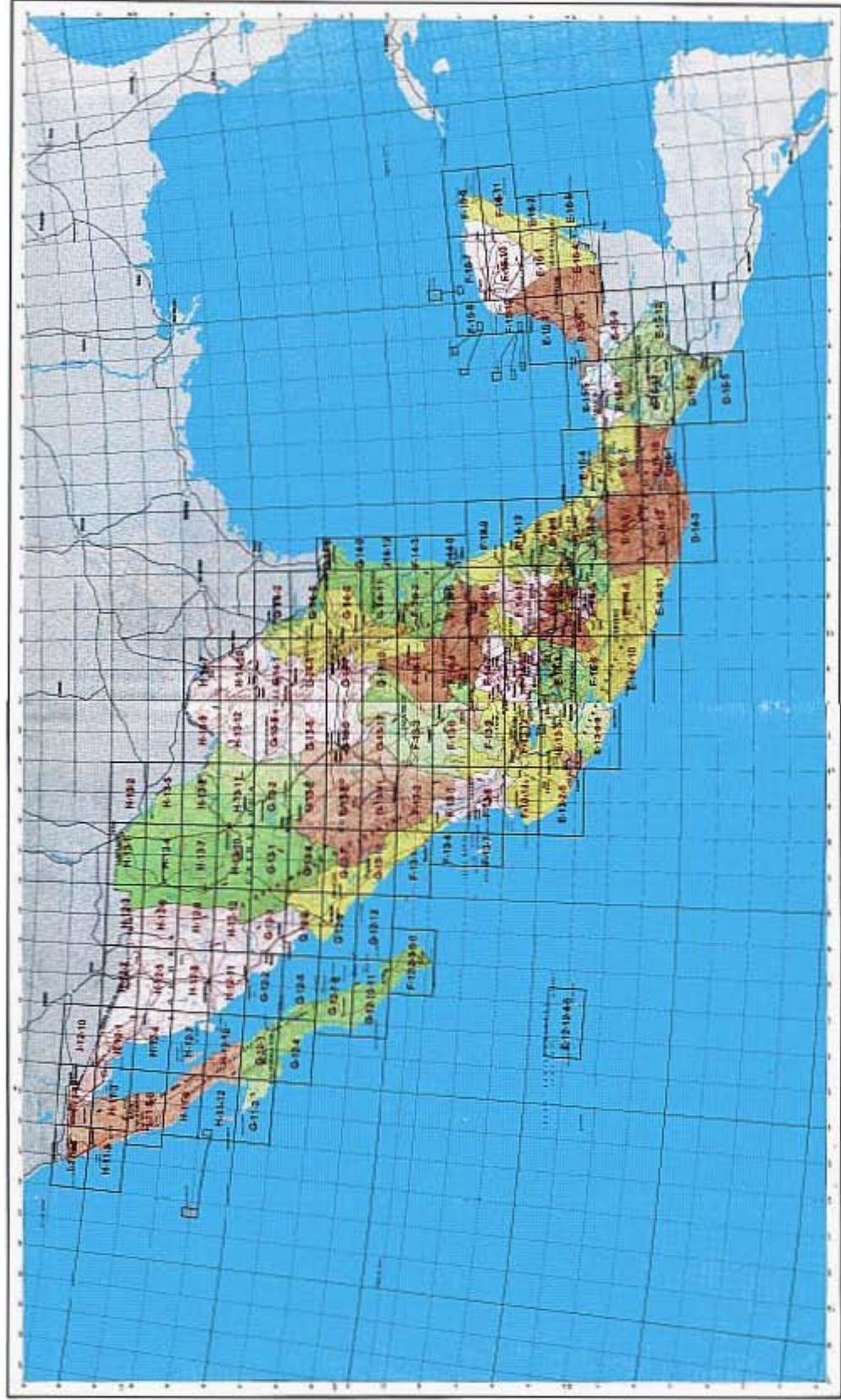
En el Cuadro 20 se presentan todos los registros IGM obtenidos del muestreo, distribuidos por región.

Cuadro 20. Registros IGM por región.																						
RNO					RCN					RCS							RSE					
1058	2975	3025	3075	3656	7533	414	1480	4328	7187	7244	96	1375	1425	2516	2895	4625	5961	6061	6763	7620	774	1109
1060	2976	3026	3076	3657	7534	415	1481	4329	7188	7245	97	1376	1426	2524	2896	4626	5962	6062	6764	7621	775	1110
1061	2977	3027	3077	3658	7535	416	1482	4330	7192	7246	98	1377	1427	2525	3301	4627	5963	6063	6765	7622	776	1111
1062	2978	3028	3078	3659	7536	424	1483	4331	7193	7247	99	1378	1428	2526	3302	4628	5964	6064	6766	7623	777	1112
1064	2979	3029	3079	4001		429	1484	4332	7194	7248	100	1379	1429	2527	3303	4629	5965	6065	6767	7624	778	1113
1065	2980	3030	3080	4002		431	1485	4333	7195	7249	101	1380	1430	2535	3304	4630	5966	6066	6768	7625	779	1114
1066	2981	3031	3081	4003		438	1486	5270	7196	7250	102	1381	1431	2536	3305	5224	5967	6067	6769	7626	780	1115
1067	2982	3032	3082	4004		439	1487	5271	7200	7321	103	1382	1432	2539	3306	5225	5968	6068	6770	7627	781	1116
1068	2983	3033	3083	4005		497	1488	5272	7201	7322	520	1383	1433	2540	3307	5226	5969	6069	6771	7628	782	1117
1069	2984	3034	3084	5202		498	1489	5273	7202	7325	1207	1384	1434	2584	3308	5227	5970	6070	6772	7629	783	1118
1070	2985	3035	3085	5203		499	1490	5274	7203	7326	1208	1385	1435	2585	3309	5228	5971	6071	6773	7630	784	1119
1071	2986	3036	3086	5231		503	1491	5275	7204		1209	1386	1436	2586	3310	5229	5972	6072	6774	7631	785	1120
1451	2987	3037	3087	5232		507	1492	5276	7205		1210	1387	1437	2587	3311	5230	5973	6073	6805	7632	786	1121
1452	2988	3038	3088	5233		509	2242	5277	7206		1211	1388	1438	2588	4334	5252	5974	6074	6806	7633	787	1122
1453	2989	3039	3491	5234		510	2243	5278	7207		1336	1389	1439	2589	4581	5253	5975	6078	7062	7634	788	1123
1454	2990	3040	3608	5235		511	2244	5279	7208		1337	1390	1440	2590	4582	5254	5976	6236	7098	7635	789	1124
1455	2991	3041	3610	5236		512	2265	5280	7209		1338	1391	1441	2591	4583	5255	5977	6237	7099	7636	790	1125
2245	2992	3042	3615	7258		513	2266	5281	7210		1339	1392	1442	2592	4584	5256	5978	6238	7100	7637	791	1126
2246	2993	3043	3616	7259		514	2267	5282	7211		1340	1393	1443	2593	4585	5257	5979	6239	7101	7638	792	1127
2280	2994	3044	3619	7261		515	2268	5283	7212		1341	1394	1444	2594	4586	5258	5980	6240	7102	7639	793	1128
2945	2995	3045	3620	7262		516	2269	5284	7213		1342	1395	1445	2595	4587	5259	5981	6241	7103	7640	794	1129
2946	2996	3046	3621	7263		517	2270	5285	7214		1343	1396	1446	2596	4588	5260	5982	6242	7104	7641	795	2613
2947	2997	3047	3622	7264		518	2274	5286	7215		1344	1397	1447	2597	4589	5261	5983	6243	7105	7642	796	2614
2948	2998	3048	3623	7265		1164	2275	5287	7216		1345	1398	1448	2632	4590	5262	5984	6244	7106	7643	797	3312
2949	2999	3049	3624	7266		1165	2278	5288	7217		1348	1399	1449	2633	4591	5263	5985	6325	7107	7644	798	3313
2950	3000	3050	3625	7267		1177	3707	5289	7218		1350	1400	1450	2634	4592	5264	5986	6326	7108	7645	799	3314
2951	3001	3051	3627	7271		1182	3708	5290	7219		1351	1401	1968	2711	4593	5265	5987	6327	7109	7646	800	3315
2952	3002	3052	3632	7272		1456	3810	5291	7220		1352	1402	1969	2712	4594	5266	5988	6328	7110	7647	1086	3316
2953	3003	3053	3633	7273		1457	3811	5292	7221		1353	1403	1970	2873	4595	5267	5989	6329	7111	7648	1087	3317
2954	3004	3054	3634	7274		1458	3812	5293	7223		1354	1404	1971	2874	4596	5268	6040	6330	7112	7649	1088	4190
2955	3005	3055	3635	7275		1459	3813	5294	7224		1355	1405	1974	2875	4597	5887	6041	6331	7113	7650	1089	4191
2956	3006	3056	3636	7276		1460	3814	5295	7225		1356	1406	1975	2876	4606	5888	6042	6332	7114	7651	1090	4568
2957	3007	3057	3637	7277		1461	3815	5296	7226		1357	1407	1976	2877	4607	5889	6043	6333	7115	7652	1091	
2958	3008	3058	3638	7278		1462	3816	5297	7227		1358	1408	1977	2878	4608	5890	6044	6334	7117		1092	
2959	3009	3059	3639	7279		1463	3822	5298	7228		1359	1409	1978	2879	4609	5891	6045	6335	7118		1093	
2960	3010	3060	3640	7280		1464	3823	5299	7229		1360	1410	2303	2880	4610	5892	6046	6336	7119		1094	
2961	3011	3061	3641	7281		1465	3826	5300	7230		1361	1411	2305	2881	4611	5893	6047	6337	7120		1095	
2962	3012	3062	3643	7282		1466	3830	5301	7231		1362	1412	2306	2882	4612	5894	6048	6338	7121		1096	
2963	3013	3063	3644	7521		1467	4316	5302	7232		1363	1413	2307	2883	4613	5895	6049	6339	7608		1097	
2964	3014	3064	3645	7522		1468	4317	7175	7233		1364	1414	2308	2884	4614	5896	6050	6340	7609		1098	
2965	3015	3065	3646	7523		1469	4318	7176	7234		1365	1415	2309	2885	4615	5897	6051	6341	7610		1099	
2966	3016	3066	3647	7524		1470	4319	7177	7235		1366	1416	2310	2886	4616	5898	6052	6677	7611		1100	
2967	3017	3067	3648	7525		1471	4320	7179	7236		1367	1417	2311	2887	4617	5899	6053	6678	7612		1101	
2968	3018	3068	3649	7526		1473	4321	7180	7237		1368	1418	2421	2888	4618	5954	6054	6679	7613		1102	
2969	3019	3069	3650	7527		1474	4322	7181	7238		1369	1419	2510	2889	4619	5955	6055	6680	7614		1103	
2970	3020	3070	3651	7528		1475	4323	7182	7239		1370	1420	2511	2890	4620	5956	6056	6681	7615		1104	
2971	3021	3071	3652	7529		1476	4324	7183	7240		1371	1421	2512	2891	4621	5957	6057	6682	7616		1105	
2972	3022	3072	3653	7530		1477	4325	7184	7241		1372	1422	2513	2892	4622	5958	6058	6683	7617		1106	
2973	3023	3073	3654	7531		1478	4326	7185	7242		1373	1423	2514	2893	4623	5959	6059	6684	7618		1107	
2974	3024	3074	3655	7532		1479	4327	7186	7243		1374	1424	2515	2894	4624	5960	6060	6696	7619		1108	

En la Figura 19 se muestra el plano guía que utiliza el INEGI para la cobertura de sus cartas 1:250,000. La forma, la cobertura y la distribución de estas cartas es la misma que se utilizó para determinar el tamaño y la distribución las celdas utilizadas en el muestreo bidimensional.

Figura 19. Plano guía de cartas escala 1:250 000 del INEGI.

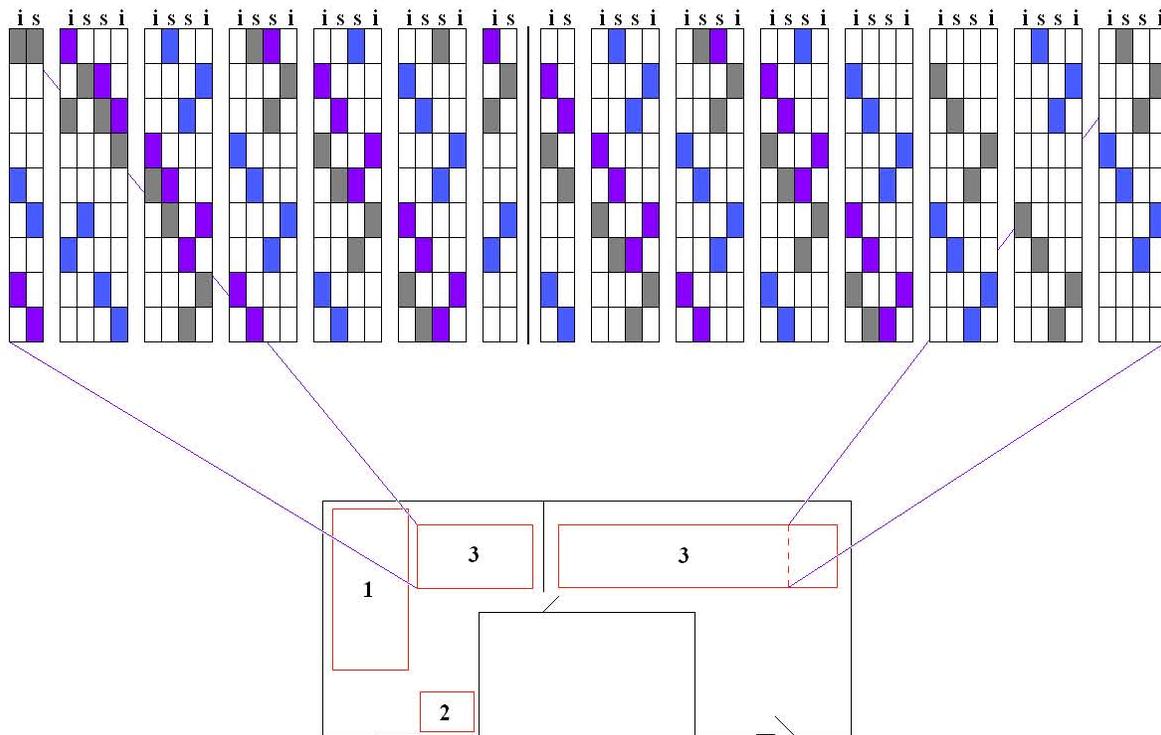
Tomada de INEGI (2005).



En la Figura 20 se muestra la Carta Estratigráfica Internacional del 2004. Ello tiene el objetivo de ofrecer al lector un marco temporal preciso (en millones de años) para cada uno de los periodos mencionados en esta tesis.



La Figura 21 muestra la distribución de los gabinetes y las subcolecciones en el espacio asignado a la Colección Nacional de Paleontología (en la parte inferior del diagrama). También se muestra en la parte superior del diagrama, cuáles fueron los gabinetes muestreados con la técnica de O'Dwyer *et al.* (2004).



**Figura 21. Muestreo por el método del *décimo gabinete*.**

1, gabinetes que contienen la Colección de Tipos.

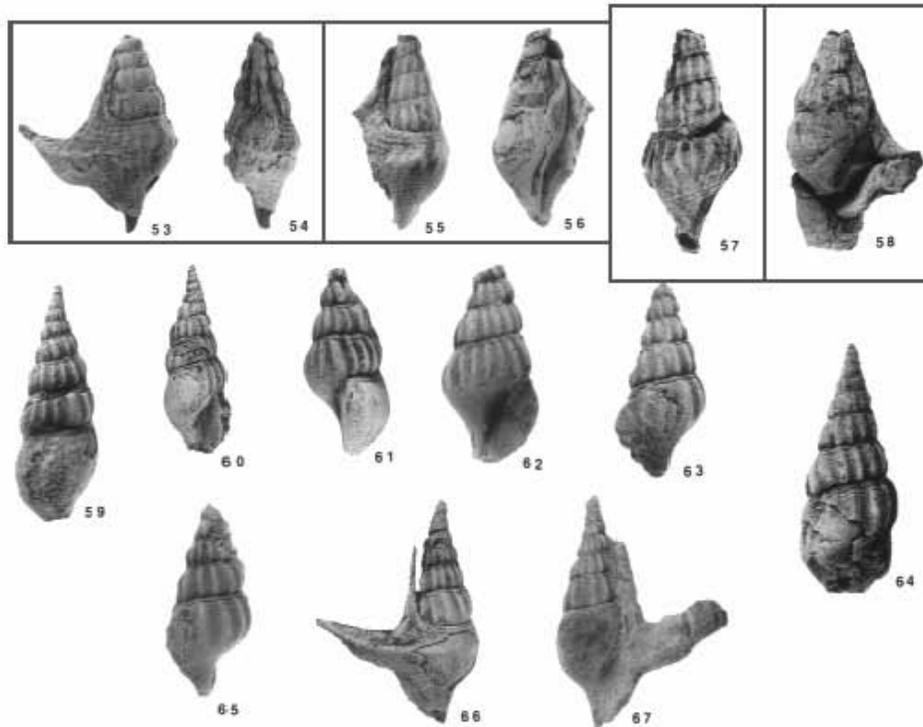
2, gabinetes que contienen la Colección de Moldes.

3, gabinetes que contienen a la Colección Geográfica de Referencia, Colección de Material Extranjero y Colección de Material Reciente para Comparación.

*i*: hileras inferiores

*s*: hileras superiores.

En la Figura 22 se ejemplifica el actual uso del término hipotipo. Se ha señalado, por medio de rectángulos, a los ejemplares y sus respectivos números de catálogo, así como sus designaciones de categoría tipo.



**Figures 53–67.** All whitened with ammonium chloride. **53–58.** *Alarimella teta* (Packard) [hypotypes. **53–54.** USNM 494820 from USGS loc. 2759.  $\times 1$ . **53.** back view, **54.** labral side showing wing angle, **55–56.** LACMIP 11415 [from CIT loc. 978.  $\times 1$ . **55.** back view, **56.** apertural view, **57.** LACMIP 11416] from CIT loc. 1067.  $\times 1.5$ . ablabral side, **58.** USNM 494821] from USGS loc. 2759.  $\times 1$ . apertural view showing channel in wing. **59–67.** *Alarimella anae* n. sp. from CIT loc. 1065. **59–60.** paratype LACMIP 11412. **59.**  $\times 2$ . back view, **60.**  $\times 1.5$ . apertural view. **61–62.** paratype LACMIP 11411.  $\times 2$ . **61.** labral side, **62.** apertural view. **63.**  $\times 3$ . back view, **65.** ablabral side. **64.** paratype LACMIP 11414.  $\times 2$ . apertural view. **66–67.** holotype LACMIP 11410.  $\times 2$ . **66.** apertural view, **67.** back view.

**Description:** Shell medium sized, high spired with pleural angle of about  $26^\circ$ ; whorl profile on spire flatly convex becoming angulate on ultimate whorl; suture appressed, shallow; body whorl relatively enlarged with a short, straight rostrum; body whorl carina extending onto expanded, triangulate outer lip of nearly equal height and breadth and having a short posterior digitation at its distal margin; posterior edge of outer lip extended upward along spire to form outer, thickened edge of posterior canal; inner lip thickened and extended to form inner edge of canal along spire; interior of outer lip channeled opposite the carina. Sculpture of spire dominated by straight axial ribs, about 16 per whorl, nearly aligned from whorl to whorl, narrower than the interspaces, axial ribs evanescent on apertural side of ultimate whorl but present on back; spiral sculpture of fine cords on spire and about four posterior to carina on ultimate whorl,

nearly effaced on mid whorl, becoming stronger anteriorly, about six on base.

**Type specimens:** Holotype UCBMP 12298.

**Hypotypes:** LACMIP 11415 from CIT loc. 978 and 11416 from CIT 1067; USNM 494820–494821 from USGS loc. 2759, all in the Santa Ana Mountains, Orange County, California.

**Type locality:** UCBMP loc. 2171, "4 miles [6.44 km] SW of Corona, Corona Sheet. At clay mine, 200 feet [61 m] up the cañon from a cabin" (Packard, 1922), Riverside County, California.

**Dimensions:** See Table 9.

**Geologic age:** Turonian.

**Geographic distribution:** Upper Baker Canyon

## Figura 22. Uso de hipotipos en paleontología.

Tomado de Saul (1998).

La figura 23 es un fragmento de una lista de lotes y ejemplares depositados en el Cincinnati Museum Center. Esta lista se encuentra disponible en la página electrónica del CMC, <http://cincymuseum.org>



**Invertebrate Paleontology Specimens  
Phylum Brachiopoda**

GENUS	NUMBER*	CABINET
<i>Acambona</i>	2	47
<i>Acanthothyris</i>	1	47
<i>Acrothele</i>	14	33b
<i>Acrotreta</i>	3	33b
<i>Acrospirifer</i>	1	48
<i>Arctospirifer</i>	1	49
<i>Ambocoelia</i>	41	48
<i>Ambothyris</i>	1	48
<i>Amphigenia</i>	3	50
<i>Anastrophia</i>	32	45
<i>Anoplotheca</i>	2	47
<i>Athyris</i>	72	48
<i>Atrypa</i>	254	47
<i>Atrypina</i>	4	47
<i>Aulacothyris</i>	1	51
<i>Aulosteges</i>	5	44
<i>Austinella</i>	2	35t
<i>Avonia</i>	3	44
<i>Barroisella</i>	1	33t
<i>Beachia</i>	1	50
<i>Beecheria</i>	1	50
<i>Billingsella</i>	3	34b
<i>Brachyspirifer</i>	3	48
<i>Brachythyris</i>	1	50
<i>Branconia</i>	1	51
<i>Brevispirifer</i>	3	48
<i>Camarella</i>	13	45
<i>Camorphorina</i>	16	47
<i>Camarotoechia</i>	68	46
<i>Camerisma</i>	1	47
<i>Cancrinella</i>	4	45
<i>Caryorhynchus</i>	2	46
<i>Catazyga</i>	47	47
<i>Centronella</i>	12	50
<i>Chonetes</i>	197	44
<i>Chonetina</i>	4	44
<i>Chonopectos</i>	1	44
<i>Chonostrophia</i>	3	44
<i>Choristothyris</i>	1	51
<i>Cleiothyridina</i>	15	48

1301 Western Avenue Cincinnati, OH 45203 (513) 287-7000 www.cincymuseum.org

*\*Please note: The "number" column refers to number of lots. Each lot can contain numerous specimens.*

**Figura 23. Braquiópodos fósiles hospedados en Geier Collections, Cincinnati Museum Center.**

El cuadro 21 presenta las modificaciones hechas al esquema del continuo curatorial para su aplicación como criterios de evaluación. Los dos niveles del grado uno se unificaron en un solo nivel, y se sugiere el *tipo de uso* de las colecciones paleontológicas, como un criterio más amplio para el aspecto del arreglo de la colección.

**Cuadro 21. Modificaciones al esquema original del continuo curatorial**

A		B	
Grados	Actividades de curación.	Grados	Actividades de curación.
1	Ejemplar adquirido.	1	Ejemplar adquirido y/o incorporado.
	Ejemplar incorporado.	2	Ejemplar separado por localidad.
2	Ejemplar separado por localidad.		Descripción de la colección difundida a la comunidad científica.
	Descripción de la colección difundida a la comunidad científica.	3	Todos los elementos del grado 2.
Todos los elementos del grado 2.	Colección ordenada por grupos taxonómicos mayores o características geológicas.		
3	Colección ordenada por grupos taxonómicos mayores o características geológicas.	Registro y captura electrónica de los datos de la localidad.	
	Registro y captura electrónica de los datos de la localidad.	4	Datos de la localidad ligados a la colección por medio de etiquetas o números de registro.
Datos de la localidad ligados a la colección por medio de etiquetas o números de registro.	Todos los elementos del grado 3.		
4	Todos los elementos del grado 3.	Taxón identificado o problema resuelto (p. ej. Biofacies).	
	Taxón identificado o problema resuelto (p. ej. Biofacies).	Taxón o conjuntos taxonómicos separados.	
5	Taxón o conjuntos taxonómicos separados.	Preparación completa en contenedores adecuados.	
	Preparación completa en contenedores adecuados.	5	Todos los elementos del grado 4.
Todos los elementos del grado 4.	Lotes del taxón o localidad catalogados.		
5	Lotes del taxón o localidad catalogados.	Ejemplares marcados con número de catálogo.	
	Ejemplares marcados con número de catálogo.	Ejemplares completamente etiquetados.	
5	Ejemplares completamente etiquetados.	Colección arreglada con base en el tipo de uso.	
	Colección arreglada con entramado taxonómico o geológico.	Datos de los lotes (historia de adquisición y de la localidad).	
Datos de los lotes (historia de adquisición y de la localidad).	Datos capturados electrónicamente.		
Datos capturados electrónicamente.	Descripción de la colección completamente difundida a la comunidad científica.		
Descripción de la colección completamente difundida a la comunidad científica.			

A: propuesta original de Hughes *et al.* (2000).

B: esquema modificado para su aplicación en la colección paleontológica.

## REFERENCIAS

- Allmon, W. D. 2000. "Collections in paleontology." En: R. H. Lane, F. F. Steininger; R. L. Kaesler; W. Ziegler & J. Lipps (eds.). *Fossils and the future: Paleontology in the 21<sup>st</sup> century*. Deutsche Forschungsgemeinschaft, National Science Foundation. Senckenberg – Buch Nr. 74. Frankfurt am Main: Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft, 290 p.
- Allmon, W. D. 2005. "The importance of museum collections in paleobiology." *Paleobiology*, 31(1): 1 – 5.
- Allwood, A. C., M. R. Walter, B. S. Kamber, C. P. Marshall & I. W. Burch. 2006. "Stromatolite reef of Early Archean era of Australia." *Nature*, 441: 714 – 718.
- Barrios, R. H. 1985. *Estudio analítico del registro paleovertebradológico de México*. Tesis de licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 474 p.
- Benton, M. J. y P. N. Pearson. 2001. "Speciation in the fossil record." *Trends in Ecology and Evolution*, 16(7): 405 - 411
- Burckhardt, C. 1930. "Étude synthétique sur le mésozoïque mexicain." En: *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 49 – 50: 1 – 280.
- Carreño, A. L. y M. Montellano – Ballesteros. 2005. "La Paleontología mexicana; pasado, presente y futuro." *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. Volumen Conmemorativo del Centenario. Aspectos Históricos de la Geología en México*. Tomo 52, 2: 137 – 147.
- Chacón G., A. V. 2003. *La controversia entre la teoría del equilibrio puntuado y el neodarwinismo*. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 273 p.
- Chavarría R., M. 2004. "Nuevas instalaciones para la investigación científica." *Gaceta UNAM*, 3(687): 6 – 7.
- Cincinnati Museum Center. Sin año. "Geier Center. Invertebrate paleontology: Collections holdings." En: [http://cincymuseum.org/educators\\_researchers/researchers/geier\\_center/invertebrate.asp#facilities](http://cincymuseum.org/educators_researchers/researchers/geier_center/invertebrate.asp#facilities)

- Cincinnati Museum Center. Sin año. "Geier Center: Invertebrate paleontology inventory." En:  
[http://cincymuseum.org/educators\\_researchers/researchers/geier\\_center/invert\\_paleo\\_inventory.asp](http://cincymuseum.org/educators_researchers/researchers/geier_center/invert_paleo_inventory.asp)
- CINZ (Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica). 2000. *Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. 4a. ed. adaptada por la Unión Internacional de Ciencias Biológicas. Museo Nacional de Ciencias Naturales – Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Caja España, Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica, The International Commission on Zoological Nomenclature, Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 156 p.
- De la Peña S., P. 2003. "Museo del Instituto de Geología." *El Faro, Boletín Informativo de la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 3 (25): 8 – 9.
- Enciso de la Vega, S. 1979a. "Breve reseña histórica del Instituto de Geología de la UNAM." *La Gaceta Geológica*. Sociedad Geológica Mexicana, 5(28): 18 – 19.
- Enciso de la Vega, S. 1979b. "Evolución cronológica del Instituto de Geología." *La Gaceta Geológica*. Sociedad Geológica Mexicana, 5(28): 20 – 21.
- Enciso de la Vega, S. 1980. "Algunos datos para la cronología de la minería y geología en México." *La Gaceta Geológica*. Sociedad Geológica Mexicana, 5(30): 14 – 29.
- Enciso de la Vega, S. 1988. "Creación y evolución del Instituto de Geología de la UNAM." *Ciencia y Desarrollo*, 14(81): 41 – 47.
- Erben, H. K. 1956. *El Jurásico Inferior de México y sus amonitas. Contribución al XX Congreso Geológico Internacional del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México*, México, D. F., 393 p.
- Ferrusquía – Villafranca, I. 1998. "Geología de México: Una Síntesis." En: T. P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa. *Diversidad Biológica de México. Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., p. 3-109.
- Fortey, R. A., D. E. G. Briggs y M. A. Wills. 1996. "The Cambrian evolutionary explosion: decoupling cladogenesis from morphological disparity." *Biological Journal of the Linnean Society*, (57): 13 - 33

- Frizzell, D. L. 1933. "Terminology of types." *The American Midland Naturalist*, 14(6): 637 - 668
- Gío A., F. R., E. Hugo e Y. Rodríguez A. 2003. "Panorama general de la paleontología mexicana." *Ciencia Ergo Sum*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, 10(1): 85 – 95.
- Giribet, G. 2002. "Current advances in the phylogenetic reconstruction of metazoan evolution. A new paradigm for the Cambrian explosion?" *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 24: 345 – 357.
- González - Torres, E. 2005. "Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904 – 2004)." *Boletín de la Sociedad Geológica de México. Volumen conmemorativo del centenario de la Sociedad Geológica Mexicana. Aspectos históricos de la geología en México*. Tomo LVII, número 2: 123 – 136.
- Greenwood, J. D. 1996. "Basic techniques." En: Sutherland, W. J. (ed.). *Ecological census techniques*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 10 – 111.
- Greuter, W., J. McNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicolson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Trehane, N. J. Turland y D. L. Hawksworth (eds. y comps.). 2003. "International Code of Botanical Nomenclature (Saint Louis Code) adopted by the Sixteenth International Botanical Congress St. Louis, Missouri, July - August 1999." En: *International Association for Plant Taxonomy Web Site*. <http://www.bgbm.fu-berlin.de/iapt/nomenclature/code/SaintLouis/0000St.lui stile.htm>
- Hughes, N. C., F. J., Collier, J., Kluessendorf, J. H., Lipps, W. L., Taylor y R. D., White. 2000. "Fossil invertebrate and microfossil collections: Kinds, uses and users." *Paleontological Society Special Publication*, 10:25-35.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2005. "Catálogo de entidades federativas, municipios y localidades. Formato electrónico." En: <http://mapserver.inegi.gob.mx/mgnzk/?c=646>
- Instituto de Geología. Sin año. "Colección Nacional de Paleontología." En: <http://geologia.igeolcu.unam.mx/PALEO/Conapal/Colpaleo.htm>
- ICS (International Commission on Stratigraphy). 2004. "International Stratigraphic Chart." En: *International Commission on Stratigraphy*. <http://www.stratigraphy.org/chus.pdf>

- Jeram, A. J. 1997. "Criteria for establishing the scientific value of natural science collections." En: Nudds, J. R. y C. W. Pettit (eds.). *The value and valuations of natural science collections. Proceedings of the International Conference. Manchester, 1995.* The Geological Society, Londres, p. 61 – 67.
- Krikken, J. 1997. "A Dutch exercise in the valuation of natural history collections." En: Nudds, J. R. y C. W. Pettit (eds.). *The value and valuations of natural science collections. Proceedings of the International Conference. Manchester, 1995.* The Geological Society, Londres, p. 124 – 126.
- Lipps, J. H. 2004. "Success story: The history and development of the Museum of Paleontology at the University of California, Berkeley." *Proceedings of the California Academy of Sciences*, volumen 55, suplemento I, artículo 9: 209 – 243.
- Meehl, P. E. 1983. "Consistency test in estimating the completeness of the fossil record: A new neo - popperian approach to statistical paleontology." *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, 10: 413 – 473.
- Morán - Zenteno, D. 1994. *Geology of the Mexican Republic*. American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology 39, 160 p.
- NSCA (Natural Science Collections Alliance). 2004. "Natural Science Collections Alliance memberships list". En: [http://www.nscalliance.org/about/members\\_alpha.asp#i](http://www.nscalliance.org/about/members_alpha.asp#i)
- Nudds, J. R. y C. W. Pettit (eds.). 1997. *The value and valuations of natural science collections. Proceedings of the International Conference. Manchester, 1995.* The Geological Society, Londres, 230 p.
- O'Dwyer, D., P. R. Ratcliffe, G. Comerford y F. Bolton. 2004. "The Collection Survey: Linking observation to cause across disparate collections." *Natural Science Collections Association Newsletter*, 4: 20 – 24.
- Ordóñez, E. 1946. *El Instituto de Geología. Datos históricos*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 51 p.
- Pérez, M. C., M. C. Perrilliat y L. Espinosa - Arrubarrena. 1995. "La Colección Paleontológica del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su sistematización." En: Perrilliat, M. C. (ed.). *Memoria de la III Reunión Nacional de Colecciones Paleontológicas*. Sociedad Mexicana de Paleontología, A. C. México D. F., p. 19 – 20.

- Perrilliat, M. C. 1981. "Catálogo de ejemplares Tipo de Invertebrados fósiles en el Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM, México." *Paleontología Mexicana* 45. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 183 p.
- Perrilliat, M. C. 1992. "Catálogo de ejemplares tipo de invertebrados fósiles de la Colección Paleontológica del Instituto de Geología, UNAM, México, de los años 1977 a 1988." *Paleontología Mexicana* 58. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F., 55 p.
- Perrilliat, M. C. 1993. "Catálogo de ejemplares tipo de vertebrados fósiles en la Colección Paleontológica del Instituto de Geología, UNAM, México." *Paleontología Mexicana* 61. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México. D. F., 52 p.
- 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*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 106 p.
- Perrilliat, M. C., S. P. Applegate y L. Espinosa - Arrubarrena. 1986. "Organización y funcionamiento de las Colecciones Paleontológicas del Museo de Geología del Instituto de Geología de la UNAM." *Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*, 6(2): 272 – 274.
- Perrilliat, M. C. y A. L. Carreño (eds.). 1989. *Fósiles tipo mexicanos*. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., 531 p.
- Perrilliat, M. C. y K. A. González - Rodríguez. 1991. "La Colección Paleontológica del Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México." En: Perrilliat, M. C. (ed.). 1991. *Memoria de la II Reunión Nacional de Colecciones Paleontológicas*. Sociedad Mexicana de Paleontología A. C., México D. F., p. 52 – 54.
- Saul, L. R. 1998. "Eight Aporrhaid gastropod species from Cretaceous of the Pacific slope of North America and clarification of the type species of Perissoptera." *The Nautilus*, 111 (4): 119 – 142.

- Schwartz, J. H. e I. Tattersall. 2003. *The human fossil record. Volume 2. Craniodental morphology of genus Homo (Africa and Asia)*. John Wiley and Sons, Nueva York, 315 p.
- Sour – Tovar, F., J. W. Hagadorn y T. Huitrón - Rubio. 2006. “Nuevos fósiles del Ediacareense – Cámbrico temprano del área de Caborca – Pitiquito, Sonora.” En: *Memoria del X Congreso Nacional de Paleontología y Libro guía de la excursión a Tepexi de Rodríguez, Puebla*. Instituto de Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F., p. 77.
- Sour – Tovar, F., J. W. Hagadorn y T. Huitrón - Rubio. 2007. “Ediacaran and Cambrian index fossils from Sonora, Mexico.” *Paleontology* 50(1): 169 - 175
- Timberlake, S. 1997. “A scientific/historical/educational heritage for whom: the value of geological collections in a small museum.” En: J. R. Nudds y C. W. Pettit (eds.). *The value and valuations of natural science collections. Proceedings of the International Conference. Manchester, 1995*. The Geological Society, Londres, p. 129 – 135.
- Uribe, F. 1997. “The evaluation of natural history collections: some remarks.” En: Nudds, J. R. y C. W. Pettit (eds.). *The value and valuations of natural science collections. Proceedings of the International Conference. Manchester, 1995*. The Geological Society, Londres, p. 158 – 162.
- Waller, R. 1987. “An experimental ammonia gas treatment method for oxidized pyretic mineral specimens.” En: K. Grimstad y J. Hill (eds.). *8th Triennial meeting, Sydney, Australia, 6 – 11 September, 1987: preprints*. The Getty Conservation Institute, International Council of Museums, Committee for conservation, Los Angeles, California, Volumen 2, p. 625 – 630.
- Weber, R., S. R. S. Cevallos-Ferriz, A. López - Cortez, A. Olea-Franco y S. Singer Sochet. 1979. “Los estromatolitos del Precámbrico tardío de los alrededores de Caborca, Estado de Sonora, México. Introducción, reconstrucción de *Jacutophyton* Shapovalova e interpretación paleoecológica preliminar.” *Revista del Instituto de Geología*, Universidad Nacional Autónoma de México, 3(1):9-23.