

Iniciativa mexicana en taxonomía: biota marina y costera

Sergio I. Salazar-Vallejo *, Elva Escobar-Briones **, Norma Emilia González *,
Eduardo Suárez-Morales *, Fernando Álvarez ***, Jesús Ángel de León-
González **** & Michel E. Hendrickx *****

Resumen

La taxonomía es una ciencia fundamental, especialmente por la actual crisis de la biodiversidad y en particular para un país megadiverso como México. Sin embargo, la situación de la taxonomía en el planeta es muy grave; incluso una serie de reuniones internacionales y varias recomendaciones concretas no han logrado cambiar la situación. Se presenta una breve relación histórica sobre el desarrollo de la disciplina y sus problemas globales, incluyendo su agudización en lo que se denomina el impedimento taxonómico. A continuación, se presenta una iniciativa concreta para potenciar la taxonomía de la biota marina, costera y oceánica, con un énfasis particular en los invertebrados marinos. Como esperamos que sea un programa nacional, anexamos un marco presupuestal general. Se espera que instituciones y sociedades científicas discutan este tipo de propuestas y logremos impulsar la mejoría de la Ciencia nacional.

Palabras clave: Colecciones científicas, impedimento taxonómico, invertebrados marinos, México.

Abstract

Taxonomy is a fundamental science, especially under the current biodiversity crisis, and particularly for a megadiverse country like Mexico. However, the current state for taxonomy in the world is disappointing; despite the concrete recommendations from a series of international meetings that have not improved the situation. A brief historical development for taxonomy and its global problems is presented, including the taxonomic impediment. This is followed by a concrete initiative to increase the growth of the taxonomy of marine, coastal and offshore biota, with an emphasis on marine invertebrates. Expecting it to reach a national program status a general budget is herein presented. We expect that Mexican higher education and research institutions, together with academic societies, undertake the analysis of this type of proposals such that the overall scientific activities are national wise improved.

Key words: Marine invertebrates, Mexico, scientific collections, taxonomical impediment.

Résumé

La taxonomie est une science fondamentale, spécialement importante dans l'actualité à cause de la crise de la biodiversité, en particulier pour le Mexique qui jouit d'une megadiversité. La situation actuelle de la taxonomie est très grave. Plusieurs réunions internationales et diverses recommandations concrètes n'ont pu changer cette situation. Un résumé historique du développement de cette discipline et ses problèmes est présenté, l'un d'eux étant critique et reconnu comme l'empêchement taxonomique. Une initiative concrète est présentée afin d'améliorer la taxonomie du biota marin et côtier, en particulier dans le cas des invertébrés marins. Dans l'espoir de promouvoir un programme national, un cadre budgétaire général est annexé, afin que les institutions et les sociétés scientifiques discutent ce type de propositions et puissent impulser l'amélioration de la science nationale.

Mots clefs: Collections scientifiques, empêchement taxonomique, invertébrés marins, Mexique.

* El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal, Avenida Centenario Km 5.5, Chetumal, Quintana Roo, 77900, MÉXICO

Correos electrónicos: salazar@ecosur-qroo.mx, emilia@ecosur-qroo.mx, esuarez@ecosur-qroo.mx

** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, Apdo. Postal 70-305, Distrito Federal, 04510, MÉXICO Correo electrónico: escobri@mar.icmyl.unam.mx

*** Instituto de Biología, UNAM, Colección Nacional de Crustáceos, Apdo. Postal 70-153, Distrito Federal, 04510, MÉXICO

Correo electrónico: falvarez@servidor.unam.mx

**** Facultad de Ciencias Biológicas, UANL, Laboratorio de Biosistemática, Apdo. Postal 5 "F", San Nicolás de los Garza, Nuevo León, 66451, MÉXICO Correo electrónico: jadeleon@ccr.dsi.uanl.mx

***** Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Mazatlán, UNAM, Laboratorio de Invertebrados Bentónicos, Apdo. Postal 811, Mazatlán, Sinaloa, 82000 MÉXICO Correo electrónico: michel@ola.icmyl.unam.mx

Taxonomía

La taxonomía es la ciencia del orden. En Biología, es la disciplina responsable de la asignación de los nombres, o nomenclatura, del agrupamiento de los organismos con respecto a sus semejantes, o clasificación, y de las relaciones ancestro-dependientes que tienen entre sí, o filogenia. Las dos primeras fueron atendidas durante los primeros 100 años después de Lineo que, en 1758-1766, combinó la nomenclatura binomial y las estructuras morfológicas o reproductivas para la clasificación. Darwin, en 1859, impulsó la búsqueda de las relaciones filogenéticas entre las especies ya que se consideraba que eran inmutables por la "creación". Durante la segunda mitad del XIX hubo muchas expediciones de exploración. Una consecuencia fue la acumulación de materiales biológicos abundantes y desconocidos y su descripción se convirtió en prioridad. Dichas colecciones repercutieron en el desarrollo de la taxonomía, aunque la mayor parte del esfuerzo se concentró en la descripción y clasificación de las especies.

En los albores del XX, se redescubrió el mecanismo de la herencia, que Mendel había bosquejado, con lo que surgió la genética. Las expediciones se multiplicaron y las colecciones y museos de historia natural continuaron su crecimiento, pero las dos guerras mundiales y la gran depresión en los Estados Unidos, cambiaron la situación. Se erosionó la capacidad económica necesaria para mantener los museos y su crecimiento se estancó.

A pesar de esas dificultades, se describieron la mayor parte de las especies de aves del mundo y se les pudo utilizar para avanzar, junto con otros grupos relativamente bien conocidos, para incursionar en estudios de comportamiento, de especiación, de dinámica o de genética de poblaciones. Sin embargo, el conocimiento sobre muchos grupos de invertebrados acuáticos o marinos quedó rezagado y, a pesar de los esfuerzos de muestreo, una extensión considerable del planeta se mantenía inexplorada.

A fines de los 1930, se percibían diferencias en las relaciones entre ecólogos y taxónomos (Davy *et al.* 1939, Diver 1939, Huxley 1939, Richards 1939, Salisbury 1939, Summerhayes & Turrill 1939, Tansley 1939, Valentine 1939) y, en los primeros años de los 1940, surge la "Nueva Sistemática" (Mayr, 1942) que aspiraba a incluir aspectos de la vida de los organismos y sus poblaciones, además de lo tradicional limitado a ejemplares de museos. Entonces sistemática y taxonomía eran consideradas equivalentes, pero luego se dejó a la segunda en un nivel inferior, equivalente a la nomenclatura y clasificación, mientras que la primera apuntaba a la filogenia.

Crisis y problemas

La segunda guerra mundial modificó los intereses hacia la ciencia, con un impulso para aspectos tecnológicos y bélicos. Además, la segregación de los "viejos" y los "nuevos" taxónomos generó efectos negativos. Así, privó la consideración de que toda la taxonomía debería seguir el mismo patrón, sin considerar cuál era la situación particular para cada grupo de organismos. Había diferencias considerables entre el nivel de dicho conocimiento de los vertebrados en relación con la mayoría de los grupos de invertebrados, lo que hizo más difícil el que la brecha se angostara.

Mayr (1969) consideró que la taxonomía tendría tres fases más o menos sucesivas: alfa, beta y gama. La primera se concentraría en cuestiones descriptivas y nomenclaturales, la segunda incluiría la primera y tendría actividades en clasificación, mientras que la tercera incluiría las dos previas y perseguiría estudios de filogenia. Aunque parecía ser sólo una propuesta de clasificación, se convirtió en dogma y el efecto práctico fue que se desalentó el estudio de los grupos menos conocidos. El taxónomo practicante mantenía el interés por la realización de estudios pseudo-ecológicos en los que la actividad taxonómica se debía disfrazar con enfoques ecológicos, como los estudios de "abundancia y distribución".

La llegada de las computadoras y de los métodos estadísticos en los 1960 y 1970, permitió la realización de análisis rápidos con muchas variables. En la taxonomía, se estableció una agrupación científica orientada a la taxonomía cuantitativa que usaba atributos de la apariencia de los organismos y se denominó fenética, para distinguirla de la tradicional u ortodoxa. La combinación de muchos atributos sometidos a la discriminación de la computadora era muy superior al uso subjetivo de los pocos atributos definidos por la experiencia del taxónomo. Entonces, los impulsores de la "nueva" taxonomía quedaron relegados ante el uso de las computadoras. No obstante, la traducción al inglés del libro de Hennig, "Sistemática Filogenética", en 1966, ocasionó otra división entre los taxónomos.

Hennig (1966) postuló que las especies deberían agruparse usando los caracteres derivados compartidos, no todos, como pensaban los fenetistas, y que dichos atributos deberían seleccionarse con varios métodos que limitaban el criterio o experiencia del taxónomo. A sus seguidores y por usar diagramas ramificados o cladogramas, se denominaron cladistas; por cierto, también los fenetistas usan diagramas similares pero quizá porque apuntaban hacia abajo, les llamaron dendrogramas. La argumentación sobre los beneficios del método propio o los defectos de los otros métodos, ocasionó una nueva grave división entre los taxónomos, aunque fueron los cladistas los que terminaron dominando el escenario (Salazar-Vallejo 1998).

La sociología de la ciencia, reflejada en la investigación paradigmática, explica la distinción o incluso la discriminación por los otros enfoques en taxonomía (Hull 1990); es decir, contrario a la percepción entre los ecólogos en donde el pluralismo se consideró relevante, en taxonomía la exclusión es común, quizá debido al aislamiento intelectual que se supone requiere un taxónomo. A esta situación, se agregó el efecto del uso del factor de impacto (FI) para caracterizar y comparar la calidad de la investigación, de los grupos de

trabajo e, incluso, de las instituciones. El FI depende del número de artículos publicados, del número de revistas en la disciplina y del número de investigadores por disciplina; ninguno depende de la calidad de la investigación (Salazar-Vallejo & Carrera-Parra 1998). Por ello, no sorprende que sean mayores los FI de temas ecológicos y mucho mayores los de aspectos moleculares (Amin & Mabe 2000), sin que esto implique diferencias de la calidad de los temas o personas involucrados.

La generalización de los métodos moleculares basados en ácidos nucleicos, su implementación en programas de gran escala como el DNA "barcoding", o la búsqueda del famoso "tricolor" de la serie televisiva "Viaje a las Estrellas", han magnificado las diferencias en la taxonomía (Salazar-Vallejo *et al.* en revisión). Así, se ha recomendado que la taxonomía sea integrativa, combinando los distintos métodos y enfoques para tener mejores resultados. No obstante, dado que se mantienen diferencias marcadas en el nivel del conocimiento de los distintos grupos biológicos, también se debe tener un enfoque pluralista para fortalecer las actividades más básicas, pero reconociendo que los taxónomos deben incorporar, en la medida de lo posible, los nuevos métodos disponibles, algo que fue recomendado por Constance (1951) y que debería incluir la lógica (Sattler 1964).

Biodiversidad

A fines de los 1980 se popularizó la biodiversidad. Las sociedades se percataron del acelerado deterioro del ambiente y se impulsaron diversas iniciativas en el planeta. Además, la riqueza de especies podría llegar a ser mucho más alta de lo que se había considerado: 5-100 millones de especies. Como el esfuerzo taxonómico mundial durante 250 años había logrado describir apenas 1.6 millones de especies, se consideró que la tarea de describirlas todas era monumental, mítica, como define Margalef a la diversidad total. Se acuñó el término "impedimento taxonómico" porque la capacidad profesional estaba

menguada, dado que muchos taxónomos estaban retirándose o muriendo y no había reemplazos, se había abandonado el entrenamiento taxonómico en las escuelas de Biología y los fondos para la investigación taxonómica o el mantenimiento de las colecciones eran cada vez menores.

Ante esta crisis, se organizó la Convención sobre Diversidad Biológica en 1992 en Río de Janeiro; el mismo año, el gobierno de México estableció la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Ambas instancias dieron relevancia a la taxonomía y la primera impulsó el establecimiento de una Iniciativa Global en Taxonomía (IGT) en 1997, misma que se formalizó en 1998 y fue firmada por muchos países. Sin embargo, a pesar de los acuerdos internacionales y guías para su implementación, no se ha podido concretar debido al desinterés de los gobiernos, a la falta de recursos económicos, a la falta de organización y promoción por los taxónomos, o a una combinación de estos factores.

En marzo de 2006, durante una mesa redonda sobre biodiversidad marina anticipando la VIII Conferencia de las Partes de la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, en Curitiba, Brasil, expertos a nivel mundial subrayaron la urgente necesidad de intensificar las recolecciones de material, en particular en las regiones de alta biodiversidad, de normalizar los intercambios de material científico para estudios de biodiversidad y de apoyar las colecciones en general, particularmente en países en vía de desarrollo con elevada biodiversidad marina.

Aunque muchos esperarían generar recursos de países ricos, debe ser responsabilidad de los gobiernos optimizar el gasto público, preservar la biodiversidad e impulsar el desarrollo de la ciencia y la tecnología, incluyendo a la taxonomía. En este contexto, es de suma importancia hacer unas recomendaciones generales.

Propuestas

Recolección de ejemplares

Para completar la tarea de describir las especies del planeta faltan colecciones de muchos sitios. Por ello, deberíamos capacitar y emplear parataxónomos, residentes del medio rural y pagados por el gobierno para que recolecten materiales y enriquezcan las colecciones.

Marco de estudio

La faunística debería orientarse a regiones biogeográficas tan completas como sea posible, y no a los límites políticos de los estados o de la nación. Deberíamos realizar revisiones regionales y planetarias de grupos completos. Los resultados de estos trabajos deberán incluir claves para identificación o convertirse en catálogos ilustrados para las especies; así, se optimizaría el impacto del esfuerzo taxonómico entre los usuarios (docentes o ecólogos).

Política editorial

Es urgente modificar la política editorial de las revistas científicas en ecología y en biología molecular. Debería indicarse que de los materiales estudiados, debe depositarse una parte como referencia o comprobante ("vouchers") en alguna colección establecida, y que deberán incluirse todos los datos relevantes para la recolección. También deberían referirse las obras usadas para la identificación, por los frecuentes cambios en la nomenclatura, o en los criterios para la ubicación de las especies. Estos lineamientos ocasionarían una mayor demanda de la infraestructura de las colecciones y, al mismo tiempo, un reconocimiento de los ecólogos y biólogos moleculares por el papel fundamental que tienen estos espacios y los expertos asociados con los mismos. Fomentaría, incluso, el respaldo de este tipo de investigaciones. El problema es mundial. En revistas sobre ecología, ninguna de las más

conocidas recomienda el depósito de los materiales de referencia, aunque algunas resaltaban aspectos de métodos estadísticos o de secuenciación, y una incluso detalla cuestiones sobre fraude (Tabla 1).

A menudo el 50% de los materiales depositados en colecciones están mal identificados, un problema compartido por el GeneBank en el que una parte de sus secuencias no pueden asignarse inequívocamente a una especie. La importancia de contar con colecciones

amplias, bien identificadas, es cada vez mayor considerando que estas colecciones son un reflejo del estado de la biodiversidad, o contienen representantes de comunidades naturales que en ocasiones ya desaparecieron o sufrieron daños considerables. También proporciona información acerca de los cambios en la composición de especies, o para detectar especies invasoras, que son una de las principales amenazas a la biodiversidad.

Tabla 1. Revistas selectas en Ecología, incluidas en MedBioWorld (www.medbioworld.com), que no enfatizan aspectos taxonómicos (método de identificación, depósito de materiales de referencia, o “vouchers”).

Acta Oecologica	Ecology ³
Ambio	Helgolander Marine Research
American Naturalist ¹	Hydrobiologia
Aquatic Conservation	Journal of Chemical Ecology ⁴
Biochemical Systematics and Ecology	Journal of Ecology ³
Biodiversity and Conservation ²	Journal of Tropical Ecology
Biological Conservation	Marine Ecology
Biotropica	Marine Ecology Progress Series
BMC Ecology ¹	Marine Pollution Bulletin ¹
Bulletin of the Ecological Society of America ³	Molecular Evolution Notes
Conservation Biology ³	Oecologia
Ecological Applications ³	Studies on Neotropical Fauna and Environment
Ecological Monographs ³	Tropical Ecology

Notas:

¹ Con indicaciones sobre métodos de estadística, moleculares o de secuenciación.

² Con indicaciones sobre depositar materiales tipo en museos.

³ Con indicaciones sobre métodos estadísticos.

⁴ Incluye un enunciado sobre fraudes.

Programa nacional

Se propone el establecimiento de un Programa de Acciones Nacionales respaldado por la Secretaría de Educación Pública (SEP), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Secretaría de Marina

(SEMAR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), entre otras. Dicho programa se orientará al fortalecimiento a la infraestructura y deberá acompañarse de financiamiento a proyectos de investigación, a diferencia de otras

propuestas que se quedaron sólo en publicaciones (Salazar-Vallejo & González 1993, Pérez-Ponce de León *et al.* 2002). Esta iniciativa se ha enviado a la Cámara de Diputados y se buscará el respaldo de las instituciones de educación superior e investigación científica y de sociedades científicas. El programa apuntaría principalmente a fomentar la taxonomía en las instituciones de docencia e investigación que se localizan en los estados litorales del país, sencillamente porque ahí se ubica la biota que sería estudiada.

Para establecer el programa nacional, debemos reconocer que:

A) Los mares y costas son de interés para la seguridad nacional y para el mantenimiento de los servicios ambientales en dichas regiones.

B) La biodiversidad continental mexicana es una de las más altas del mundo y se estima que la correspondiente al medio marino es por lo menos comparable por su ubicación geográfica y variedad de ambientes.

C) La actividad taxonómica es crucial para conocer la riqueza de especies, elaborar censos de la misma y optimizar la gestión de los recursos naturales y que las colecciones biológicas son bienes nacionales que deben salvaguardarse y desarrollarse.

D) Los avances realizados con el respaldo del CONACYT, SEP, SEMARNAT y CONABIO, son positivos y deben acompañarse de acciones y financiamientos más elevados y enfocados para potenciar el desarrollo de todas las actividades taxonómicas.

E) Contamos con varias colecciones importantes que deben ser reconocidas como Centros Regionales de Biodiversidad para algunos grupos de la biota marina y costera. En el litoral occidental serían la Universidad

Autónoma de Baja California en Ensenada, la Universidad Autónoma de Baja California Sur y el CIBNor en La Paz, la Unidad Académica Mazatlán de la UNAM, la Universidad de Guadalajara, y la Universidad del Mar en Puerto Ángel. En el litoral oriental serían la Universidad Veracruzana en Veracruz, CINVESTAV en Mérida, la Unidad Académica Morelos de la UNAM, y el ECOSUR en Chetumal. En el interior del país, se incluiría a las correspondientes al Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana, y la Universidad Nacional Autónoma de México en la capital, así como las de la Universidad Autónoma de Nuevo León en Monterrey. Muchos otros que están en desarrollo se incorporarán paulatinamente conforme se fortalezcan.

Para establecer un programa nacional en taxonomía, proponemos que:

1) La Cámara de Diputados, a través de las Comisiones de Ciencia y Tecnología, de Comunicaciones, de Educación Pública, de Marina, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Pesca, y de Presupuesto y Cuenta Pública, recomienden el otorgamiento de un fondo especial, en el presupuesto correspondiente a la SEP y CONACYT, para garantizar un programa de acciones nacionales para la taxonomía de los invertebrados marinos mediante la asignación de fondos ponderables (Tabla 2).

2) Que es necesario establecer, con el auspicio de la CONABIO y a nivel nacional, una Coordinación de las Colecciones Nacionales y Regionales de Organismos Marinos, cuyo papel será velar por el desarrollo del programa y por la permanencia de las colecciones establecidas, fomentar los intercambios de material y de información, así como la organización de cursos de capacitación a nivel nacional y apoyar el mejoramiento de la infraestructura. Las colecciones se clasificarán, de acuerdo con los acervos, el nivel de curación y de difusión en

Colecciones Nacionales, Colecciones Regionales y Colecciones de Referencia (Tabla 3). Asimismo, los miembros de este consejo coordinador impulsarán ejercicios de síntesis de su información y promoverán la creación de un foro de discusión en la Internet.

3) Nuestras colecciones, debidamente registradas en CONABIO y el Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, a través de los directores de cada institución, soliciten la contratación de curadores y de taxónomos especialistas en cada grupo de acuerdo con el tamaño y el grado de representatividad de las

colecciones (Tabla 4). Para impulsar la atención a los grupos relevantes poco estudiados, así como el desarrollo de otras colecciones para grupos o regiones específicas, las instituciones podrían concursar para la obtención de becas especializadas reservadas para la contratación, a corto plazo, de académicos que cuentan con la formación adecuada. Todas las plazas deberán sujetarse a las normas de concurso, promoción y permanencia de cada institución.

4) Las Comisiones de Ciencia y Tecnología, de Comunicaciones, de Marina, de Medio

Tabla 2. Presupuesto estimado para establecer un programa nacional en taxonomía de invertebrados marinos y costeros de México.

Concepto	Monto en millones de pesos
Curadores (responsables de colecciones o de secciones de colecciones) cinco curadores por institución, serían 70 plazas (200 mil por 70)	14
Especialistas. Diez por institución (para concentrarse en los grupos prioritarios que cada institución defina), serían 140 plazas (350 mil por 140)	49
Microscopios:	
210 estereomicroscopios (150 mil c/u) y 105 compuestos (250 mil c/u)	57.8
Computadoras	
cinco equipos completos por institución (computadora, impresora, escáner); serían 70 equipos totales (30 mil pesos por equipo, por 70 equipos; renovación cada tres años)	2.1
Mobiliario básico	
Juego de mesa, silla y librero (15 mil por juego, para 210 personas, o a razón de 15 juegos para cada institución)	3.2
Entrenamientos. Profesores invitados y cursos (100 mil anuales por institución)	1.4
Estancias en museos (250 mil anuales por institución)	3.5
Total anual fijo	71.1
Inversión	
Cómputo cada trienio	2.1
Microscopía	57.8
Total año 1	131

Ambiente y Recursos Naturales, y de Pesca recomienden a las autoridades ambientales que se impulsen estudios de prospección de la biota de muelles y puertos, del agua de lastre, y en la vecindad de áreas de maricultura, para detectar especies exóticas invasoras y que la revisión de los materiales sea hecha de manera colectiva en cada región geográfica.

5) Los taxónomos debemos motivar y participar en el entrenamiento y capacitación en métodos tradicionales y moleculares para estudios taxonómicos y filogenéticos y en bioinformática para el manejo de las colecciones, de modo que se potencie y armonice su desarrollo y no se margine uno en beneficio del otro. Del mismo modo, debemos comprometernos a impartir talleres en distintas regiones del país, como lo organizara

la CONABIO hace algunos años y que es indispensable el contar con fondos para realizar estancias de investigación en los grandes museos del mundo.

6) Las Comisiones de Ciencia y Tecnología, de Marina, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Pesca, y de Turismo recomienden a las autoridades ambientales que revisen la normatividad para estudios de impacto, de modo que sea obligatorio el compromiso de recursos económicos por parte de las empresas o dependencias responsables, y se destinen a los centros regionales más cercanos para realizar programas de monitoreo del impacto de la obra y de las posibles medidas de mitigación comprometidas en el proyecto.

Tabla 3. Clasificación de las colecciones de organismos marinos de acuerdo con el acervo, el estado de curación y el nivel de difusión de la información.

Categoría	Acervo especies	Acervo lotes	Acervo ejemplares	Curador institucional	Catálogo disponible
Colección Nacional ¹	> 2,500	> 10,000	> 50,000	Si	Si
Colección Regional	> 1,000	> 5,000	> 25,000	Si	Si
Colección de Referencia	> 100	> 100	> 100	No	No

¹ Las colecciones nacionales ya reconocidas permanecerán con su estatuto, independientemente de sus características.

Tabla 4. Criterios para la contratación de curadores asociados y de taxónomos especialistas en grupos florísticos o faunísticos específicos.

Plaza	Acervo (especies)	Número de plazas
Curador asociado	> 500	1
	> 1,500	2
	> 3,000	3
Taxónomo especialista en un grupo específico	> 300 (50% del grupo)	1

Referencias

- Amin, M. & M. Mabe. 2000. Impact factors: use and abuse. Elsevier Science, Perspectives in Publishing 1: 1-6 (reimpreso en Medicina, Buenos Aires, 2003, 63: 347-354).
- Constance, L. 1951. The versatile taxonomist. *Brittonia* 7: 225-231.
- Davy, J.B., A.J. Wilmott, P. Uvarov, C. Diver, A.R. Clapham, C. Elton, A.S. Watt, H. Godwin, R.B. Freeman, F.T.K. Pentelow, W.B. Turrill, H. Baker, H. Montford, R. Ross & C.B. Williams. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 8. General discussion. *Journal of Ecology* 27(2):429-435.
- Diver, C. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 6. The measurement of ecological factors of use in taxonomy. *Journal of Ecology* 27(2): 421-424.
- Hennig, W. 1966. *Phylogenetic systematics*. University of Illinois Press, Urbana and Chicago, 263 pp.
- Hull, D. 1990. *Science as a Process: An evolutionary account of the social and conceptual development of Science*. Chicago, University of Chicago Press.
- Huxley, J.S. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 4. Ecology and taxonomic differentiation. *Journal of Ecology* 27(2): 408-420.
- Mayr, E. 1942. *Systematics and the origin of species from the viewpoint of a zoologist*, New York, Dover Publications.
- Mayr, E. 1969. *Principles of Systematic Zoology*. McGraw-Hill, Nueva York.
- Pérez-Ponce de León, G., L. García-Prieto & U. Razo-Mendivil. 2002. Species richness of helminth parasites in Mexican amphibians and reptiles. *Diversity and Distributions* 8: 211-218.
- Richards, O.W. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 3. The use of ecological data in taxonomy. *Journal of Ecology* 27(2):406-408.
- Salazar-Vallejo, S.I. 1998. Historia de la taxonomía y escuelas contemporáneas. *AvaCient* 24: 12-19.
- Salazar-Vallejo, S.I. & L.F. Carrera-Parra. 1998. Taxonomía biológica, factor de impacto y evaluación curricular para el siglo XXI. *Interciencia* 23(5): 1-7. Disponible también en: www.interciencia.org/v23_05/salazar.pdf.
- Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González. 1993. Panorama y fundamentos para un programa nacional. Pp: 6-38, *In* Salazar-Vallejo, S.I. & N.E. González (eds.). *Biodiversidad marina y costera de México*. CONABIO y CIQRO, México.
- Salazar-Vallejo, S.I., N.E. González & E. Schwindt. 2007. Taxonomía global: Urgencia latinoamericana para la biota costera. *Interciencia* (en revisión).
- Sattler, R. 1964. Methodological problems in taxonomy. *Systematic Zoology* 13: 19-27.
- Salisbury, E.J. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 2. The ecologist appreciates and criticizes the taxonomist. *Journal of Ecology* 27(2): 402-405.
- Summerhayes, V.S. & W.B. Turrill. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 7. Ecology and taxonomy: the taxonomist viewpoint. *Journal of Ecology* 27(2): 424-428.
- Tansley, A.G. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 1. Introduction. *Journal of Ecology* 27(2): 401-402.
- Valentine, D.H. 1939. A Symposium on the reciprocal relationship of ecology and taxonomy. 5. Detailed taxonomy and autecology. *Journal of Ecology* 27(2): 420.