

**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**REGISTRO DEL SERVICIO SOCIAL
POR INVESTIGACIÓN**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA COMUNIDAD HERPETOFAUNÍSTICA
PRESENTE EN CUATRO ECORREGIONES DIFERENTES DE DURANGO,
MÉXICO CON DATOS HISTÓRICOS HASTA 2019.**

QUE PRESENTA EL ALUMNO

Rodríguez Ayala Eduardo André

Matricula: 2153023835

ASESOR

**Dr. Servín Martínez Jorge Ignacio
Núm. Económico: 32615**



México, D.F.

Fecha: diciembre 2020

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	4
4. HIPÓTESIS	4
5. ANTECEDENTES	4
6. METODOLOGÍA	6
6.1 Área de estudio.....	6
6.2 Obtención de datos.....	7
6.8 Gabinete	8
7. CRONOGRAMA	10
8. RESULTADOS ESPERADOS.....	11
9. LITERATURA CITADA.....	11

1. INTRODUCCIÓN

La ecología de comunidades es el estudio de los patrones de diversidad, abundancia y composición de las especies, relacionando sus procesos subyacentes con el espacio y el tiempo (Vellend, 2010). Una comunidad se puede definir como una integración de poblaciones que viven en el mismo lugar, que mantiene características que no se encuentran presentes en las poblaciones, también denominadas de estructura y funcionamiento; Estos atributos incluyen el número y tipo de especie presente, así como su abundancia, interacción intraespecífica, resiliencia a las perturbaciones y flujo de energía además de su productividad dentro y fuera de la comunidad (Solomon *et al.*, 2013). De modo que, para estudiar la diversidad de las especies, debemos enfocarnos en el análisis de las métricas de diversidad (Riqueza, abundancia, diversidad, dominancia y uniformidad). Las comunidades de herpetofauna integran a los grupos más importantes de especies dentro de las comunidades ecosistémicas de todo el mundo, y esto se debe a las

funciones que realizan en dichos entornos, como controladores biológicos y como parte de la estabilidad ecológica, además de formar parte de los recursos económicos más importantes para el ser humano como la alimentación, la medicina y la cultura. (Gadsden y Castañeda, 2012).

En México se han descrito 1 164 especies de anfibios que existen a nivel global, posicionándose como el segundo país con mayor diversidad de este grupo (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

La evaluación ecológica de las comunidades de anfibios y reptiles es de vital importancia para comprender la condición ambiental de las zonas que habitan, pues muchas de estas especies son sensibles a ligeros cambios que se dan en sus entornos, por lo cual se les considera como buenos indicadores de perturbación (Tay *et al.*, 2002).

La información sobre algunos de los grupos de anfibios y reptiles en México más relevantes y el estudio de estrategias de manejo que conduzcan a la conservación y al establecimiento de estas especies es apenas escasa (Calmé, 2000). La sobreexplotación de los recursos naturales en México provoca la reducción y fragmentación de las poblaciones de herpetofauna afectando en cadena al equilibrio ecológico de estas comunidades.

Detectar los patrones y entender los procesos que determinan la distribución y abundancia de los seres vivos son los objetivos principales de la ecología (Townsend *et al.*, 2000). Para algunos estados de la república mexicana los aspectos detallados de la herpetofauna presente se encuentran disponibles, pero en otros, como Durango, el conocimiento de sus especies está lejos de ser completado. La interacción entre las características fisiográficas y climáticas del estado de Durango proporcionan una variedad de ecosistemas que sustentan la existencia de diversas especies de anfibios y reptiles (Valdez-Lares *et al.*, 2013).

Los primeros registros de la herpetofauna de Durango se remontan a mediados del siglo XIX (Baird 1859; Kennicott 1860), y desde entonces ha habido muchos informes esporádicos y dispersos en la literatura. En contraste, la

herpetofauna en la parte sur del estado es poco conocida y la única lista dedicada a la herpetofauna de esta región es la de la Reserva de la Biosfera La Michilía (Álvarez y Polaco, 1984). Por lo tanto, una lista completa de las especies de anfibios y reptiles que se sabe se encuentran en Durango no está disponible.

En resumen, la diversidad de herpetofauna en México ha sido estudiada desde hace varias décadas y, sin embargo, aún no puede considerarse completamente conocida. Aun es necesario reunir información acerca de la historia natural, ecológica, sistemática y biogeográfica de estas especies (Pough *et al.*, 2001).

Por tales razones, se invierte bastante esfuerzo en el desarrollo de métodos de muestreo para estimar la diversidad y la composición de las comunidades animales (Magurran y McGill, 2011). Esta investigación tiene como objetivo comparar el patrón de diversidad beta de la comunidad de herpetofauna presente en cuatro ecorregiones diferentes (Quebradas, Valles, Sierras y Árido Semiárido) del estado de Durango, buscando contribuir al conocimiento de la herpetofauna en México aportando información actualizada sobre la estructura y función de la comunidad y generar propuestas de manejo que ayuden a su conservación.

2. OBJETIVOS

2.1 General

Analizar la diversidad beta de la comunidad de herpetofauna presente en cuatro ecorregiones diferentes del estado de Durango, México.

2.2 Específicos

- Generar un listado potencial de las especies de herpetofauna presentes en cuatro ecorregiones diferentes.
- Analizar la diversidad de cada una de las cuatro ecorregiones por medio de la estimación de índices de riqueza (S), abundancia (absoluta y relativa), diversidad (Shannon H'), dominancia (Simpson D) y equitatividad (Pielou J).
- Generar un análisis de agrupamientos cluster.

- Identificar los gremios presentes.
- Realizar propuestas de conservación, manejo y aprovechamiento.

3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La diversidad de la comunidad de herpetofauna en las cuatro ecorregiones se mantendrá constante?

4. HIPÓTESIS

Si, la distribución de las especies de herpetofauna en el estado de Durango es uniforme; entonces al hacer una comparación, no habrá diferencias significativas en la diversidad de estas cuatro ecorregiones del estado de Durango.

5. ANTECEDENTES

Para este estudio se hizo una revisión bibliográfica y de artículos científicos que describieran el estudio de la diversidad beta y de las comunidades de anfibios y reptiles en el norte de México, pero los estudios de este tipo son muy escasos, por lo cual se seleccionaron algunas citas que comparten similitudes entre sí y que resultan de gran utilidad para esta investigación.

Álvarez y Polaco (1984) fueron de los primeros autores en describir la comunidad de herpetofauna en la reserva de la biosfera La Michilía en Durango, realizando un inventario general y contribuyendo con la ecología poblacional de la comunidad.

Ortega-Rubio *et al.* (1998 y 1999), son otros de los autores con estudios realizados de herpetofauna en la Reserva de la Biosfera La Michilía, Durango. Sin embargo, estas investigaciones no generan un listado de especies.

El estudio realizado por Ramírez-Bautista y Claudia E. Moreno (2006) compara la herpetofauna de cuatro regiones geográficas de México con base en su riqueza de especies, complementariedad y diversidad de dos zonas costeras (Los

Tuxtlas y Chamela) y dos regiones montañosas (La Sierra Madre Occidental y Las montañas del Distrito Federal) utilizando registros previamente descritos por colecciones científicas.

Las investigaciones realizadas de Estrada-Rodriguez *et al.* (2006 y 2008), comprenden estudios de herpetofauna de Durango, siendo más específico, de dos bosques mixtos y de la cuenca media del río “Nazas” utilizando capturas de ejemplares de forma directa (a mano).

Algunos estudios de otros estados de la república mexicana son citados también debido al patrón de distribución que presentan estas especies, tal es el caso de Canseco y Gutiérrez (2010). que generan una composición de anfibios y reptiles en el valle de Tehuacán-Cuicatlán, Puebla; o el de Vite-Silva *et al.* (2010) realizado en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo.

Mas tarde Cruz–Elizalde y Ramírez–Bautista (2012) estudian la diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México, siendo bosque mesófilo de montaña, bosque de pino–encino y bosque de pino. En este estudio, analizan la diversidad alfa y beta entre los tipos de vegetación presentes.

El estudio de estado de Durango realizado por la CONABIO (2017). brinda información útil acerca de la situación y el estado actual de conservación de algunas de las especies de anfibios y reptiles más representativas además de una breve descripción, distribución y posibles problemas y amenazas.

Muñoz-Alonso *et al.* (2018) presenta un estudio sobre la diversidad y riqueza de la herpetofauna de la cuenca del río Usumacinta, realizado a partir del análisis de registros provenientes de colecciones científicas, de la base de datos faunística de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, de referencias bibliográficas y de trabajo de campo para tres diferentes zonas (selva, lagunas y costa).

Otros autores como Lemos-Espinal *et al.* (2019), también generan una composición de especies del estado de Durango además de realizar una comparación y una Checklist con otros estados aledaños.

6. METODOLOGÍA

6.1 Área de estudio

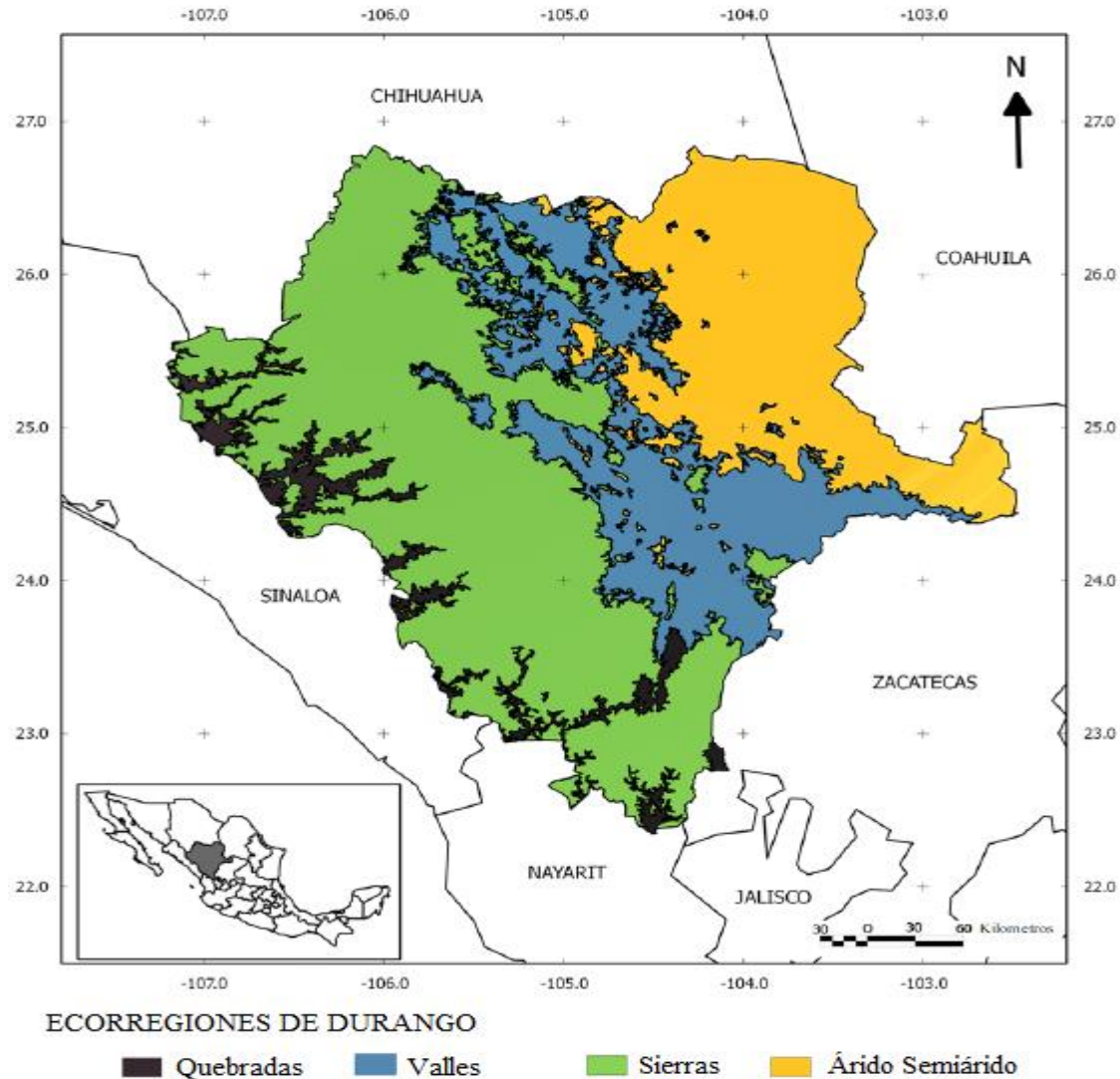


Figura 1. Ecorregiones del estado de Durango, México (modificado de Valdez-Lares *et al.* 2013).

Durango se ubica al noreste de la república mexicana. Posee una superficie de 123 451.29 km² y colinda con los estados de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas, Nayarit y Sinaloa. Las altitudes varían entre los 150 a 3 440 msnm. Para obtener una visión general de la distribución y el hábitat de cada registro de las especies se

utilizó la división de ecorregiones propuestas para el estado de Durango (Fig. 1) (González-Elizondo y Márquez-Linares, 2007) de la siguiente manera:

1) Región de Quebradas. Está ubicada en la parte baja de la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental (SMO) con elevaciones de 130 a 2000 m. Esta región es accidentada, con pendientes pronunciadas y profundos cañones que contienen los ríos que llegan a Nayarit y Sinaloa. Los climas predominantes son cálidos y húmedos, la vegetación se compone de elementos de afinidad tropical como bosques tropicales, bosques secos, bosques caducifolios y áreas de matorral espinoso.

2) Región de los Valles. Es una amplia franja de tierra entre la SMO y la zona árida. Incluye pastizales, mesetas y pequeñas cadenas montañosas. En el sur, conforma parte del Altiplano Mexicano. La elevación media es de 1900 m (1600–2400 m). El clima es templado y seco y la vegetación abarca desde pastizales de mezquite hasta uso de suelo para agricultura y ganadería.

3) Región de las Sierras. Incluye la SMO y sus llanuras. Las elevaciones oscilan entre 1900 y 2400 m en la parte del este y 2000 a 3340 m en el oeste. El tipo de clima varía desde templado a seco en toda la ladera oriental y más fría en las zonas superiores. La vegetación incluye chaparral, bosque abierto, bosques de pino-encino y neblinosos.

4) Región Árido y Semiárido. Representa las llanuras y sierras del Bolsón de Mapimí y parte del Desierto Chihuahuense. Rango de elevaciones de 1076 a 2200 m. El clima predominante es seco y la vegetación es de tipo matorral espinoso y algunas comunidades de halófilos y plantas gypsophilas.

6.2 Obtención de datos

Se generará una base de datos con el inventario de anfibios y reptiles tomados de la literatura previamente publicada además de catálogos de colecciones científicas, bases de datos, distribuciones potenciales y registros de incidencia como

los de Ramírez-Bautista *et al.* (2019), los realizados por la CONABIO y del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) para el estado de Durango (Valdez-Lares *et al.*, 2013; CONABIO, 2017; Ochoa-Ochoa *et al.*, 2016; Ramírez-Bautista *et al.*, 2019; Lemos-Espinal *et al.*, 2019).

6.8 Gabinete

Se generará un listado potencial de la composición de herpetofauna presente de las cuatro ecorregiones presentes utilizando datos ya registrados con anterioridad donde se incluirán componentes como: familia, género, especie y su presencia en el listado de la UICN y la NOM-059-SEMARNAT-2010, además de los gremios funcionales presentes, con estos datos se realizará una curva de acumulación rango-abundancia para evaluar la biodiversidad y el esfuerzo de muestreo con base a las especies observadas y esperadas utilizando el estimador no paramétrico Chao 1 que requiere de datos referentes a abundancias de individuos que pertenecen a una determinada clase en una muestra (Chao, 1984). Esta grafica señala en qué número de muestreo se alcanzará la asíntota, indicando el momento de finalización del trabajo o bien indicar que aún no se alcanza la completitud del listado (Moreno y Halffter, 2000; Colwell *et al.*, 2005).

En hojas de cálculo, se realizará una base de datos bruta y se estimarán índices de: riqueza (S), abundancia (absoluta y relativa), diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima (H_{máx}), dominancia de Simpson (D) y equitatividad de Pielou (J') (Moreno, 2001) y se cuantificarán el número de especies de cada región y el número de especies compartidas entre regiones, mediante el programa EstimateS V.910 (Colwell *et al.*, 2005).

Para calcular la abundancia relativa (Pi) se utilizará la fórmula:

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Para calcular el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') se utilizará la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \log(P_i)$$

Para calcular el valor de diversidad máxima ($H_{\text{máx}}$) se utilizará la fórmula:

$$H_{\text{máx}} = \text{Log } S$$

Para calcular el valor de Dominancia por el índice de Simpson (D) se usará la fórmula:

$$\lambda = \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Para calcular el valor de equitatividad de Pielou (J') se utilizará la fórmula:

$$J' = \frac{H'}{H'(\text{máx})}$$

Se decidió utilizar el índice de diversidad de Shannon-Wiener en este estudio porque considera estadísticamente a la comunidad como una muestra finita y es sensible al cambio entre el número de especies (Moreno y Halffter *et al.*, 2001); además, actúa bajo la suposición de que los individuos se muestrean al azar a partir de una población inmensamente grande, y que todas las poblaciones de las especies están presentes en una sola muestra (Magurran, 1988).

Se decidió utilizar el índice de Pielou para estimar la equidad en términos de abundancia, tomando como base las especies más representativas (dominantes) y raras (poco comunes) (Halffter, 2000).

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el recambio o grado de reemplazamiento de las especies a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de la diversidad alfa y gamma que pueden ser medidas en función del número de especies, la medición de la diversidad beta está basada en las proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden

evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie) (Magurran, 1988). Para este estudio se calculará el índice de similitud de Sørensen para datos cuantitativos por ser uno de los más confiables utilizando datos de abundancias (Magurran,1988) Los valores de este índice van de 0 a 1 indicando que el valor máximo de similitud corresponde al mínimo valor de complementariedad. Estos valores expresan el grado en el que dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas, por lo que son una medida inversa de la diversidad beta, que se refiere al cambio de especies entre dos muestras (Magurran, 1988; Pielou, 1976).

Para calcular el coeficiente de similitud de Sørensen para datos cuantitativos se utilizará la siguiente fórmula:

$$I_{scuant} = \frac{2 pN}{aN + bN}$$

7. CRONOGRAMA

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
	Semana																							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Protocolo de investigación	X	X	X	X																				
Revisión bibliográfica de datos					X	X																		
Base de datos							X	X																
Análisis de datos									X	X	X	X												
Resultados													X	X	X	X								
Discusión y conclusión																	X	X	X	X				
Revisión final por asesor																					X	X		
Entrega de informe																							X	X

8. RESULTADOS ESPERADOS

La composición de especies tendrá un comportamiento de tipo “clásico” mostrando las especies dominantes, abundantes, frecuentes, ocasionales y raras. Esto también se verá reflejado en una gráfica de rango-abundancia.

La diversidad de especies obtenida con el índice de Shannon-Wiener (H') obtendrá valores altos de diversidad (mayor a 1.5).

La equitatividad por el índice de Pielou (J') obtendrá valores mayores a 0.5, buscando representar una distribución uniforme, lo que indica que la dominancia por el índice de Simpson (D) obtendrá valores menores a 0.5. registrando una menor dominancia.

Con la información registrada se obtendrá un panorama general de cómo se encuentra el estado actual de la composición de herpetofauna en el estado de Durango y con ello realizar propuestas de conservación, estrategias de manejo y aprovechamiento.

9. LITERATURA CITADA

- Álvarez, T. y Polaco, O. 1984. Herpetofauna de La Michilía, Durango, México. An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex. 20: 73-97.
- Baird, S. F. 1859. Reptiles of the boundary, with notes by the naturalists of the survey. Report of the United States and Mexican Boundary Survey 3(2): 1-35.
- Calmé, S. 2000. Conservación y Manejo de Vertebrados en el Trópico de México: Diplomado en conservación, manejo y aprovechamiento de vida silvestre. INE-SEMARNAP. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. México, D. F.

- Canseco-Márquez, L. y G. Gutiérrez-Mayén. 2010. Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán-Cuicatlán. CONABIO, Fundación para la Reserva de la Biosfera Cuicatlán, A. C, y la Benemérita Universidad de Puebla, México. 302 p.
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*. num 11, pp. 256-270.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente de Durango (SRNYMA). 2017. La biodiversidad en Durango. Estudio de Estado. CONABIO, México.
- Colwell, R. K., C. Xuan-Mao y Jing-Chang. 2005. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. In *Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gamma*, G. Halffter, J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds.). Monografías 3er Milenio. SEA/ CONABIO/ Diversitas/ CONACYT/, Zaragoza. p. 73-84.
- Cruz-Elizalde, R. y Ramírez-Bautista, A. 2012. Diversidad de reptiles en tres tipos de vegetación del estado de Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), 458-467.
- Estrada-Rodríguez, J., Gadsden, H., Pacheco, L. y Long, M. 2006. Herpetofauna del cañón "Piedras Encimadas", Sierra "El Sarnoso", Durango, México. Centro de estudios ecológicos, Escuela Superior de Biología, UJED.
- Estrada-Rodríguez, J., Ortiz, R., Pacheco, L. y Gadsen, H. 2008. Anfibios y reptiles de la cuenca media del río Nazas (Segmento Nazas-Rodeo, Durango, México). Universidad Juárez del Estado de Durango. Centro de Estudios Ecológicos-Escuela Superior de Biología.
- Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) 20:1-31.

- Gadsden, H. y G. Castañeda. 2012. Los lagartos al filo de la navaja climática. Extinción de lagartos por el calentamiento global. Editorial Académica Española.
- González-Elizondo, S. M. y Márquez-Linares M. A. 2007. Vegetación y Ecorregiones de Durango. México, D.F.: Plaza y Valdés-IPN. 219 p.
- Halffter, G. 2000. Medir la biodiversidad. In F. Martín-Piera, J.J. Morrone y A. Melic (eds.). Hacia un proyecto CYTED para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. Pp 11-18. Monografías Tercer Milenio, Vol. 1, Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza, 326 pp.
- Kennicott, R. 1860. Descriptions of new species of North American serpents in the museum of the Smithsonian. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 12: 328-338..
- Lemos-Espinal, J. A, Smith G. R. y Valdez-Lares R. 2019. Amphibians and Reptiles of Durango, Mexico. ECO Herpetological Publishing and Distribution, Rodeo, NM.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 179 pp.
- Magurran A. E., y McGill, B. 2011. Biological Diversity. First ed. New York: Oxford University Press Inc. pp.56-58.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T - Manuales y Tesis S.E.A. Vol. 1. Zaragoza, España.
- Moreno, C. E. y G. Halffter. 2000. Assessing the completeness of bat biodiversity inventories using species accumulation curves. Journal of Applied Ecology 37:149-158.

- Muñoz-Alonso, Luis A., Nora P., González-Navarro y Nieblas-Camacho, Jorge Alberto. 2018. Diversidad de la herpetofauna en la cuenca del Usumacinta, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 89 (Supl. dic), pp. 79-99.
- Ochoa-Ochoa, L. M., O. A. Flores-Villela. 2016. Distribución potencial actual. Museo de Zoología, Alfonso L. Herrera. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ortega-Rubio A., Halffter G., Barbault B., Castellanos A., y Salinas F. 1999. Growth of *Sceloporus grammicus* in La Michilía Biosphere Reserve, Mexico. Instituto de Ecología, La Paz, Baja California Sur, México
- Ortega-Rubio, A, Barbault, Robert, Halffter, Gonzalo, Castellanos, Aradit y Salinas, Federico. 1998. Growth effort of *Sceloporus scalaris* (Sauria: Phrynosomatidae) at La Michilía Biosphere Reserve, México, *Revista de biología Tropical*, 46(1), 145-155
- Pielou, E. C. 1976. *Population and Community Ecology*. 424 pp. Gordon and Breach, Chicago.
- Pough, F., R. M. Andrews, J.E. Cadle *et al.* 2001. *Herpetology*. 2a edition. Prentice Hall, Nueva York.
- Ramírez-Bautista, A. y C. Moreno. 2006. Análisis comparativo de la herpetofauna de cuatro regiones geográficas de México. *Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad 3*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla/ Sociedad Herpetológica Mexicana, México, D. F. p. 74-98.
- Ramírez-Bautista, A., F. Torres-Ángeles, R. Cruz-Elizalde, I. Magno-Benítez. 2019. Registros de presencia usados para elaborar mapas de distribución potencial. Centro de Investigaciones Biológicas. México.
- Solomon E. P., Berg LR. y Martin DW. 2013. *Ecología de comunidades*. Biología. Mexico: Cengage Learning.

- Tay Z, J., Sánchez, J. G. D., Vega, J. T. S., Sánchez, D. R., y Castillo, L. 2002. Serpientes y reptiles de importancia médica en México. *Revista de la Facultad de Medicina UNAM*, 45(5), 212-219.
- Townsend P. A., Sánchez C., y Escalante P. 2000. El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica.
- Valdez-Lares R., R. Muñiz-Martínez, H. Gadsden *et al.* 2013. Checklist of amphibians and reptiles of the state of Durango, México. *Check List* 9(4): 714-724.
- Vellend, M. 2010. Conceptual synthesis in community ecology. *The quarterly review of biology*, 85(2), pp. 183-206.
- Vite-Silva, Víctor D., Ramírez B. Aurelio, y Hernández S. Uriel. 2010. Diversidad de anfibios y reptiles de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 81(2), 473-485.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21(2/3): 213-251.