



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA
CARRERA DE BIOLOGÍA**

Patrones biogeográficos de México en la
segunda mitad del siglo XIX y primera mitad
del siglo XX

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
BIÓLOGA**

**PRESENTA:
América Soto Páramo**

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. Antonio Alfredo Bueno Hernández

Proyectos PAPIME PE 202422, PAPIME PE 210224 y
PAPIIT IA 400622

2024, Ciudad de México



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México por contribuir a mi educación y desarrollo personal.

Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación PAPIME PE 202422 por otorgarme una beca para impulsar y desarrollar mi proyecto de investigación. Así mismo agradezco el participar en el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica PAPIIT IA 400622 y en el Programa de Apoyo a Proyectos para Innovar y Mejorar la Educación PAPIME PE 210224, sinodales y familia y escuela

A mis sinodales a la Dra. Fabiola Juárez, al Dr. Antonio Bueno, a la M. en C. Guadalupe Bribiesca, al Dr. David Espinosa y al Dr. Carlos Pérez por ser mis mentores durante la elaboración de mi tesis.

Dedicatoria

A mi madre, María Eugenia, desde pararse temprano o ir tarde por mí a la escuela, por llevarme mis cosas olvidadas a la escuela, por darme su apoyo incondicional en todos mis proyectos, por su cariño infinito, muchas gracias. Aunque ya no hayas podido ver a tu hija titularse tus enseñanzas y amor me acompañaran siempre.

A mis familiares Lizbeht, Navil, Omar, Fidel y Dunkan que siempre me estuvieron apoyando para seguir avanzando con amor y gentileza.

Y a mis amigos Andy, Sharon, Alonso y Karen por otorgarme su compañía y cariño.

Tabla de contenido

Resumen.....	1
Introducción	2
Pregunta de investigación	9
Objetivos	9
Método	9
Capítulo 1: Patrones de gradiente de diversidad latitudinal	10
Capítulo 2: Patrones de distribución congruente entre diferentes linajes (homología biogeográfica)	20
Capítulo 3: Patrones de distribución disyuntos entre diferentes linajes	41
Discusión y conclusión	58
Referencias.....	67

Resumen

El estudio de la biogeografía mexicana está representado desde antes de la llegada de los españoles, no obstante tuvo un gran desarrollo en el siglo XIX con la llegada de los naturalistas que en su búsqueda del uso antropológico de las especies agregaban datos históricos, ecológicos a geográficos a las mismas dando camino para el estudio de los patrones biogeográficos. Un ejemplo de ello fue Humboldt que junto con Aimé Bonpland recorrieron el norte de América del Sur, las Antillas y México, en donde descubrieron ciertos hechos importantes sobre la distribución de las plantas, sucesión altitudinal de floras y latitudinal y la importancia de la correlación entre formación vegetal y ambiental. Por tanto el objetivo principal fue revisar algunos naturalistas del siglo XIX y XX quienes sentaron las bases para los inicios de la biogeografía de México. Mediante la búsqueda de fuentes primarias y secundarias sobre naturalistas que estudiaron la biogeografía de México en los años de 1850 hasta 1950 en páginas especializadas y la identificación de los patrones biogeográficos que ocuparon los naturalistas del siglo XIX y XX para explicar la biogeografía mexicana. Resultando en la identificación de los patrones de distribución de los helechos y gramíneas realizados por Fournier para dividir a México a partir del análisis de las colectas de distintos botánicos en 6 regiones: Litoral, Bosque Tropical, Sabana, Templada, Agaves y Superior. Alfonso Herrera y José Ramírez, que con la clasificación realizada por Martens y Galeotti logran observar y distinguir los patrones ya a nivel de familia, agregando además la identificación de las principales formaciones montañosas de México. Hemsley que con el sistema de regionalización de Wallace destaca la influencia del clima sobre la distribución geográfica de los organismos y los niveles de endemismos. En la actualidad, los patrones biogeográficos que estudiaron los naturalistas del siglo XIX y XX, continúan siendo de gran interés para el estudio de la distribución geográfica de los organismos, por ejemplo, se sigue teorizando como se generan los gradientes de diversidad latitudinal, ya sean teorías ecológicas, evolutivas o históricas.

Introducción

La distribución espacial de las especies en México es muy compleja debido a la gran heterogeneidad de la orografía y a la alta diversidad biológica con la que cuenta. En los variados ecosistemas que existen en el país se presentan distintos patrones de distribución, además de varias áreas de endemismo. La investigación de las causas de los diferentes patrones de distribución geográfica es un tema que no se halla exento de controversias y persiste en la actualidad. Existen distintas explicaciones provenientes de las diferentes disciplinas que han tratado de señalar las causas de la distribución de las especies, taxones superiores y biotas. (Espinosa et al. 2009: 34)

Morrone (2000) describe a la biogeografía como, la disciplina que estudia la distribución de los seres vivos en el espacio y a través del tiempo, siendo sus objetivos principales el describir y comprender los patrones de distribución geográfica de las especies y taxones supraespecíficos. (Morrone, 2000: 41). En el siglo XIX hubo un gran incremento de las exploraciones, sobre todo europeas, en el continente americano se realizaban ya desde el siglo XVIII. A partir de estas exploraciones, se obtuvo información sobre la flora y fauna de regiones con alta diversidad biológica que hasta ese momento era desconocida por los naturalistas del Viejo Mundo, permitiendo su descripción, clasificación y localización geográfica. También hubo avances notables en el campo de la geología, la geografía y la climatología. Este cúmulo de información permitió la regionalización del mundo en zonas propuestas por los biogeógrafos clásicos (Ruggiero y Ezcurra, 2003: 143).

Las explicaciones de los patrones geográficos de México se han propuesto desde finales del siglo XIX, cuando ya se tenían diversos estudios sobre la geografía de los vegetales y animales de México, como las regiones botánicas de Humboldt (1820), o las regiones botánicas de De Candolle (1820), que colocaban a México en una sola región. Martens y Galeotti (1842) crearon ocho subdivisiones, teniendo en cuenta la elevación, datos climatológicos, tipo de vegetación y presencia de algunos géneros endémicos de helechos. A partir de estos estudios a principios del siglo XX

se investigan y combinan nuevos patrones biogeográficos de México (Pérez-Malvárez y Ruiz-Gutiérrez, 2003: 226; Luna-Vega, 2008: 220-221).

Algunos autores importantes que contribuyeron a esta nueva investigación fueron, Fournier (1871), quien estudió a las gramíneas y criptógamas de México y su origen, destacando que este origen es una mezcla de flores neárticas y neotropicales; Grisebach (1876), quien propuso una división horizontal de tres regiones, basada en el relieve del territorio mexicano; Hemsley (1887), dio la discusión más completa sobre las relaciones geográficas y posibles orígenes de la flora de México, y Herrera (1892), estudió y analizó gran parte de la flora del Valle de México con una base geológica (Pérez-Malvárez y Ruiz-Gutiérrez, 2003: 226; Luna-Vega, 2008: 220-238).

Son muchos los científicos que han hecho aportes al estudio de la biota mexicana y al análisis de las explicaciones de los patrones biogeográficos de México. La geografía es uno de los pilares para el estudio de la biogeografía, no obstante, cuando se estudiaban los patrones de distribución de los organismos, se hacía por taxones individuales y sin buscar similitudes entre distintas especies. Fue hasta finales del siglo XIX y principios del XX que los patrones fueron abordados ya desde una visión comparativa.

Como primera teoría biogeográfica de la distribución de las especies, el libro del *Génesis* nos podría mostrar la más antigua y que por muchos años estuvo vigente; propone que tanto humanos, animales y plantas aparecieron en un mismo punto en el mundo, y a partir de este lugar se fueron dispersando (Papavero et al. 2004: 11). En la época de la Ilustración, tanto en Europa como en América, los “filósofos de la naturaleza”, como se conocían en ese tiempo a los científicos naturales, comenzaron a crear sistemas para nombrar y clasificar objetos, con éstos, nuevos sistemas abrieron el camino para la ciencia comparativa, que entre sus tareas tiene la de buscar relaciones entre distintas especies (Ezcurra, 2005: 11).

Linneo, padre de la taxonomía, en 1744 presentó un discurso en la Universidad de Upsala dónde expuso la teoría de la distribución de las plantas a través del sistema de dispersión titulado *Oratio de Telluris habitabilis incremento*. Entre sus conclusiones, menciona que el Creador situó a todos los seres vivos en un mismo

lugar en el planeta y que a partir de este punto, las especies se dispersarían. En un inicio el mar estaba cubriendo casi por completo la tierra, dejando al descubierto solo una isla que tenía una alta montaña, lo que sería el Edén, aparentemente situada en el ecuador; la montaña se caracterizaba por tener una zonificación climática altitudinal, esto quiere decir que Dios formó zonas climáticas con ecosistemas claramente determinados. Posteriormente, a medida que el mar iba bajando de nivel, se fueron despejando áreas terrestres a las cuales las especies migraron desde la montaña y comenzaron a esparcirse en diferentes regiones del globo, colonizando y habitando sus respectivos ambientes, semejantes a los que habitaban en la montaña (Papavero et al. 2004: 125). El problema del esquema linneano es su dificultad para explicar aquellas especies con poca vagilidad, es decir con baja capacidad de dispersión (Lomolino & Brown, 1998: 15).

Georges-Louis Leclerc de Buffon, en 1753 expone en el cuarto tomo de su libro *Histoire naturelle*, la cuestión de que las especies pueden ser variables y no fijas como se había pensado. A partir del análisis de todas las especies que se conocían hasta ese momento de mamíferos en el Viejo Mundo, en el volumen nueve evidenció que gran parte de estas especies eran distintas a las del continente americano y tanto en el Nuevo Mundo como en las regiones ya exploradas, había especies endémicas. Su teoría explica que los mamíferos tuvieron su origen en el Viejo Mundo, en un determinado centro de dispersión, apuntando que posiblemente se haya ubicado en Europa, y a partir de éste, las especies pasaron de un continente a otro por la zona del norte, partiendo de tierras inexploradas o que anteriormente estuvieron sumergidas (Papavero et al. 2004: 145-147).

Los aportes biogeográficos de Buffon influyeron en el desarrollo de la ciencia durante el siglo XVIII, así como fueron sus observaciones de que regiones con ambientes similares pero aisladas, tienen conjuntos distintos de mamíferos y aves, siendo este el primer principio de la biogeografía, conocido como la ley de Buffon (Lomolino, 1998: 16).

Johann Reinhold Forster, en la última parte del siglo XVIII, realizó importantes contribuciones sobre la fitogeografía y la biogeografía. En su exposición de 1778

sobre la circunnavegación del planeta presentó los primeros esbozos de la sistemática de las regiones bióticas, cada una de estas regiones se define por su distinta conformación de vegetación. Se percató que la ley de Buffon podía aplicarse tanto a los mamíferos y aves como a las plantas, además de que no solo se puede emplear para los trópicos, sino también a todas las áreas del planeta. Describió las condiciones ambientales de floras regionales, los cambios que hay en conjunto cuando hay una relación entre plantas y animales y la teoría de la diversidad de especies. Estableció bases sobre la biogeografía insular, así como señalar la diferencia que hay entre las comunidades que viven en islas que tienen menos especies y las comunidades que habitan en los continentes que cuentan con más especies; igualmente destacó que el número de especies cambiaba según los recursos disponibles. Además, fue de los primeros en observar la tendencia del decremento del número de especies del ecuador hacia los polos y explicó este patrón por medio de los cambios de temperatura que a su vez dependían de la latitud (Lomolino, 1998: 16).

Alexander von Humboldt junto con Aimé Bonpland, recorrieron el norte de América del sur, las Antillas y México, de los años 1799 a 1804, dónde descubrieron varios hechos importantes sobre la distribución de las plantas. Uno de ellos fue la sucesión altitudinal en la montaña del Chimborazo, dónde encontraron que había un desplazamiento altitudinal de la vegetación, es decir, cada zona de vegetación tenía una forma propia, el paisaje cambiaba. Esa sucesión a lo largo de la altitud era análoga a la sucesión latitudinal que hay en todo el planeta. Distinguió 15 conjuntos de asociaciones de biota vegetal en toda la tierra, que se reconocían por la proporción que poseían sus principales órdenes o clases vegetales y por la correspondencia que tenían con las características ambientales de la zona que habitaban. El vínculo que había entre las formas vegetales y el ambiente era tan cercano y característico que, a partir del estudio de especies específicas y de la proporción de sus organismos, se podía suponer el tipo de ambiente que habitaba (Papavero et al. 2004: 171).

“C'est par le secours de la géographie des plantes que l'on peut remonter avec quelque certitude jusqu'au premier état physique du globe: c'est elle qui

décide si, après la retraite de ces eaux dont les roches coquillières attestent l'abondance et les agitations, toute la surface de la terre s'est couverte à la fois de végétaux divers, ou si, conformée nient aux traditions de différents peuples, le globe, rendu au repos, n'a produit d'abord des plantes que dans une seule région, d'où les courans de la mer les ont transportées, par la suite des siècles et avec une marche progressive, dans les zones les plus éloignées. C'est cette science qui examine si, à travers l'immense variété des formes végétales, on peut reconnoître quelques formes primitives, et si la diversité des espèces doit être considérée comme l'effet d'une dégénération qui a rendu constantes, avec le temps, des variétés d'abord accidentelles (Humboldt, 1805: 20).”

“Es con la ayuda de la geografía de las plantas que podemos retroceder con cierta certeza al primer estado físico del globo: es ella quien decide si, después del retiro de estas aguas cuya abundancia atestiguan las conchas y las agitaciones, toda la superficie de la tierra está cubierta al mismo tiempo con varios vegetales, o si, conforme a las tradiciones de diferentes pueblos, el globo, puesto en reposo, ha producido al principio plantas únicamente en una sola región, de la cual las corrientes del mar las ha transportado, posteriormente durante siglos y con progresiva marcha, a las zonas más lejanas. Es esta ciencia la que examina si, a través de la inmensa variedad de formas vegetales, se pueden reconocer algunas formas primitivas, y si la diversidad de las especies debe ser considerada como el efecto de una degeneración que ha hecho constantes, con el tiempo, variedades en primer accidente (Humboldt, 1805: 20).”

Agustín Pyramus de Candolle, en 1820, en el volumen XVIII del *Dictionnaire des Sciences Naturelles*, publicó su artículo sobre “*Géographie Botanique*”, en donde explicó que Linneo fue el primero en reconocer el concepto de habitaciones, que serían las regiones en las cuales las plantas crecen. Propuso el concepto de estaciones para referirse a la naturaleza particular de las localidades en las cuales acostumbran a desarrollarse las especies (Papavero et al. 2004: 181).

Papavero (2004) menciona que De Candolle clasifica la geografía botánica bajo tres ideas generales:

-La influencia que los elementos externos ejercen sobre las plantas y las modificaciones que resultan, para cada especie, de la necesidad que ella tiene de cada substancia, o de los medios a través de los cuales ella puede escapar de su acción.

-Las consecuencias que resultan de esos datos generales para el estudio de las estaciones.

-El examen de las habitaciones de las plantas y las consecuencias que de ello resultan con relación al conjunto de la ciencia.

De Candolle declara que las barreras naturales como los desiertos, mares y grandes cadenas montañosas son un impedimento a su deseminación por todo el mundo. Hay distintos medios de transporte por el cuál las especies pueden facilitar su dispersión, estos son: hidrocoria, que es por medio de los cuerpos de agua, la anemocoria, a través de las corrientes de aire, la zoocoria, donde el agente que realiza el transporte es un animal y por último, la antropocoria, que hizo referencia a la intervención humana. Podemos encontrar especies comunes o similares en dos o más continentes, no obstante, como regla general, se circunscriben a una determinada zona del planeta (Papavero et al. 2004: 181).

De Candolle designó como regiones botánicas a áreas que, apartando a las especies introducidas, ofrecen un cierto número de taxones que les son particulares y que se podrían llamar verdaderamente endémicos; subdividió al mundo en 20 grandes regiones botánicas, entre ellas México e introdujo dos nuevos conceptos en biogeografía: el de endemismo y el de grupos esporádicos (Papavero et al. 2004: 182).

El enfoque biogeográfico que se aplicaba ya en la segunda mitad del siglo XIX e inicios del XX fue el dispersalista, el cual se considera que se originó a partir de las ideas de Darwin y Wallace (Contreras et al., 2001: 33), quienes interpretaron la distribución orgánica desde una perspectiva evolucionista (Bueno-Hernández A. y Bousquets J., 2000: 167). Esta corriente dispersalista tiene como objeto principal a

los taxones individuales, esto debido a que son los organismos los que se distribuyen sobre una región determinada (Contreras et al. 2001: 33).

Existen distintos objetivos y métodos para estudiar los patrones y las causas de la distribución de los organismos dentro de un período de tiempo relativamente corto y en un área particular o estudios que abarcan una escala geográfica continental o mundial y períodos de tiempo geológicos. (Bueno-Hernández A. et al., 1999). Los patrones biogeográficos se presentan en distintas formas, como, la observación de la ubicación geográfica de algún taxón en particular; la revisión de la adaptación de las especies a un ambiente determinado y localizar su distribución exacta en esta área; el estudio de la riqueza de especies entre distintas regiones bióticas; la capacidad que tiene las especies para mantenerse a lo largo del tiempo, es decir la capacidad para reproducirse y dejar descendencia fértil, y el reconocimiento de cómo actúan las barreras para la distribución de las especies. Cuando comparamos la distribución entre varias especies, se pueden encontrar múltiples coincidencias en su distribución, como el área que ocupan, el tamaño del área o si tiene una distribución continua o disyunta (Llorente J. et al., 2001: 1).

Para buscar relaciones y conexiones entre patrones biogeográficos, primeramente se debe de saber cómo es cada uno de ellos. Juárez-Barrera et al. (2018) señalan los principales patrones biogeográficos que ya se habían identificado en el siglo XIX:

1. Patrones de gradiente de diversidad latitudinal
2. Gradientes espaciales de grupos de especies funcionales
3. Variación espacial del fenotipo
4. Patrones de expansión geográfica-diferenciación de linajes
5. Patrones de distribución congruente entre diferentes linajes (homología biogeográfica)

Pregunta de investigación

¿Cuáles fueron las principales explicaciones de los patrones biogeográficos de la segunda mitad del siglo XIX y la primera mitad del siglo XX?

Objetivos

Conocer la historia de las explicaciones desarrolladas sobre los patrones biogeográficos de México durante finales del siglo XIX e inicios del siglo XX.

Particulares:

Identificar las principales ideas sobre patrones biogeográficos de México dadas por Humboldt, Fournier, Galleoti, Grisebach, Hemsley, Herrera y Ramírez.

Explicar las principales aportaciones de estos naturalistas para el conocimiento de la biota mexicana.

Método

Consistió en la búsqueda, traducción y lectura de libros, artículos y trabajos de tesis especializados, así como de páginas web como: Internet Archive Library, Biodiversity Heritage Library y Biblioteca Digital UNAM, sobre naturalistas que estudiaron la biogeografía de México en los años de 1850 hasta 1950.

Dichos temas fueron analizados y se discuten a continuación en el siguiente orden:

- 1) Patrones de gradiente de diversidad latitudinal
- 2) Patrones de distribución congruente entre diferentes linajes (homología biogeográfica)

3) Patrones de distribución disyuntos entre diferentes linajes (homología biogeográfica)

Resultados

Capítulo 1: Patrones de gradiente de diversidad latitudinal

El patrón espacial de vida más común reconocido por los primeros naturalistas es el gradiente de diversidad latitudinal. Uno de los primeros científicos que estudió la biogeografía de las plantas mexicanas fue Alexander von Humboldt, naturalista alemán (1769-1859), que realizó su viaje junto a Aimé Bonpland a las regiones equinocciales entre los años 1799 y 1804. Su estancia en México fue corta, del 23 de febrero de 1803, en que llega al puerto de Acapulco, hasta el 7 de marzo de 1804, terminando en Veracruz, sin embargo, durante el poco tiempo que duró su estancia, escaló y midió montañas y volcanes: el Jorullo, el Cofre de Perote y el Nevado de Toluca; visitó las minas de plata de Taxco, Real del Monte y Guanajuato; recorrió el Canal del desagüe y el Tajo de Nochistongo, en el Valle de México; determinó las posiciones geográficas de la altitud, latitud y longitud de los principales puntos y puertos; además de que realizó varias observaciones barométricas y termométricas, y recolectó muchos ejemplares botánicos y geológicos del país. El gran interés de estos naturalistas fue conocer la distribución geográfica de las plantas, y no enfocarse solamente en conocer la morfología y taxonomía vegetal, como lo hacía la mayoría de sus contemporáneos (Humboldt & Bonpland 1805: 13).

“C'est cette science qu'il considère les végétaux sous les rapports de leur association locale dans les différents climats.

Vaste comme l'objet qu'elle embrasse, elle peint à grands traits l'immense étendue qu'occupent les plantes, depuis la région des neiges perpétuelles jusqu'au fond de l'Océan, et jusque dans l'intérieur du obscures, des

cryptogames aussi peu connues que les insectes qu'elles nourrissent (Humboldt & Bonpland 1805: 13).”

“Es esta ciencia la que considera las plantas bajo las relaciones de su asociación local en diferentes climas.

Inmenso como el objeto que abraza, pinta a grandes trazos la inmensa extensión que ocupan las plantas, desde la región de las nieves perpetuas hasta el fondo del océano, y hasta el interior de las tinieblas, criptógamas tan poco conocidas como los insectos de los que se alimentan (Humboldt & Bonpland 1805: 13).”

Tenían sumo cuidado de poner su ubicación geográfica cuando se recolectaba una planta, además de registrar su latitud, longitud y altura de dónde se hubiera recolectado cada ejemplar (Juárez, 2020). Estos datos le permitían realizar explicaciones acerca de la distribución de las plantas, y como éstas pueden estar relacionadas y formar patrones en una misma región o entre distintos continentes.

“La limite supérieure de la végétation varie, comme celle des glaces perpétuelles, selon la distance des lieux au pôle, ou selon l'obliquité des rayons solaires. Nous ignorons jusqu'où s'étend la limite inférieure des plantes: mais des observations exactes, faites sur la végétation souterraine dans, les deux hémisphères, prouvent que l'intérieur du globe est animé partout où des germes organiques ont trouvé un espace propre à leur développement, une nourriture analogue à leur organisation. Ces cimes pierreuses et glacées que l'œil distingue à peine au-dessus des nuages, ne sont couvertes que de mousses et de plantes licheneuses. Des cryptogames analogues, tantôt étiolées, tantôt colorées, se ramifient sur les voûtes des mines et des grottes souterraines. Ainsi les deux limites opposées de la végétation produisent des êtres d'une structure semblable, et dont la physiologie nous est également inconnue (Humboldt & Bonpland 1805: 14).”

“El límite superior de la vegetación varía, como el de los hielos perpetuos, según la distancia del lugar al polo, o según la oblicuidad de los rayos solares. No sabemos hasta dónde se extiende el límite inferior de las plantas: pero las observaciones exactas, hechas en la vegetación subterránea en los dos hemisferios, prueban que el interior del globo está animado donde quiera

que los gérmenes orgánicos hayan encontrado un espacio apropiado para su desarrollo o un alimento análogo a su organización. Estas cumbres pedregosas y heladas, que el ojo apenas puede distinguir por encima de las nubes, están cubiertas únicamente de musgos y líquenes. Criptogamas similares, a veces etioladas, a veces coloreadas, se ramifican en las bóvedas de las minas y cuevas subterráneas. Así, los dos límites opuestos de la vegetación producen seres de estructura similar, y cuya fisiología nos es igualmente desconocida (Humboldt & Bonpland 1805: 14).”

Con la región de México, Humboldt tuvo problemas para determinar si pertenecía más a la región templada o tropical, debido a las mediciones que realizó sobre la altura a la que se encuentran las nieves perpetuas, que, según sus mediciones, estaban por debajo de los 19° de latitud, no obstante, no concuerda con regiones con las mismas latitudes.

“D'après les mesures géodésiques que j'ai exécutées au Mexique, la limite des neiges perpétuelles ne descend encore, sous le 19° degré de latitude boréale, que jusqu'à quatre mille six cents mètres (2400 toises), c'est-à-dire deux cents mètres (100 toises) plus bas que sous Téquateur. Mais le voisinage des zones tempérées, les courans qui s'établissent dans l'atmosphère, la direction que prend le vent alizé selon l'hémisphère dans lequel il souffle, et d'autres causes qui tiennent à la configuration des continens, donnent aux régions situées sous les 20° et 23° degrés de latitude boréale un climat et à leur végétation un caractère auxquels on ne devrait pas s'attendre sous les tropiques. A l'île de Cuba le thermomètre baisse quelquefois en hiver jusqu'à zéro, et souvent pendant plusieurs jours. Au niveau de l'Océan il ne se soutient qu'à sept degrés du thermomètre centigrade, tandis qu'à la VeraCruz et à S. Domingue, dans des latitudes un peu plus australes, on ne le voit pas au-dessous de dix-sept degrés. Dans le royaume de la Nouvelle -Espagne, on a vu tomber de la neige dans la capitale du Mexique, et dans la province de Michoacan même, à Valladolid, quoique le sol de ces villes ne soit élevé que de deux mille deux cent soixante quatre mètres (1163 toises), et de dix-huit cent soixante-dix mètres (959 toises), au-dessus du niveau de la mer (Humboldt & Bonpland 1805: 48).”

“De acuerdo con las mediciones geodésicas que realicé en México, el límite de las nieves perpetuas todavía descende solamente, por debajo del grado 19° de latitud norte, a cuatro mil seiscientos metros (2400 toesas), es decir, doscientos metros (100 toesas) por debajo del ecuador. Pero la vecindad de las zonas templadas, las corrientes que se establecen en la atmósfera, la dirección que toman los alisios según el hemisferio en que soplan, y otras causas que se deben a la configuración de los continentes, dan a las regiones situada por debajo de los 20° y 23° grados de latitud norte, un clima y una vegetación con un carácter que no se debe esperar en los trópicos. En la isla de Cuba, el termómetro a veces baja a cero en invierno y, a menudo, durante varios días. A nivel del océano sólo se sostiene a siete grados del termómetro centígrado, mientras que en Veracruz y en Santo Domingo, en latitudes algo más meridionales, no se ve por debajo de los diecisiete grados. En el reino de la Nueva España se ha visto nevar en la capital de México, y en la misma provincia de Michoacán, en Valladolid, aunque el suelo de estas ciudades no tiene más de dos mil doscientos sesenta y cuatro metros de altura (1163 toesas), y mil ochocientos setenta metros (959 toesas), sobre el nivel del mar (Humboldt & Bonpland 1805: 48).”

Hecho importante que Humboldt pudo notar a partir del análisis de la vegetación de México es que algunas plantas crecen aisladas y dispersas, y otras unidas en sociedad como lo hacen las hormigas y las abejas, este último grupo de vegetación que crece en sociedades, cubre áreas excluyendo la vegetación heterogénea. Esta vegetación es común en las zonas templadas a comparación de los trópicos, como ejemplo, menciona que, en el Continente Americano, desde el Orinoco hasta el Amazonas, toda esta extensión de territorio está cubierta por espesas selvas, no obstante, sigue habiendo manchas de plantas heterogéneas a comparación de la región del Anáhuac, que está a entre los 17° y 22° de latitud y a tres mil metros sobre el nivel del mar, cubierta por encinas y abetos (Humboldt & Bonpland 1805: 13).

“Sur la pente orientale de la Cordillère, dans les vallées de Xalapa, on trouve une vaste forêt de liquidamars: le sol, la végétation et le climat, y prennent le caractère des régions tempérées; circonstance que l'on n'observe nulle

part à égale hauteur dans l'Amérique méridionale. La cause de ce phénomène paroît dépendre de la structure du continent d'Amérique. Ce continent s'élargit vers le pôle boréal et se prolonge dans ce sens beaucoup plus que l'Europe ce qui rend le climat du Mexique plus froid qu'il ne devrait l'être d'après sa latitude et son élévation sur le niveau de la mer. Les végétaux du Canada et ceux des régions plus septentrionales ont reflué vers le Sud, et les montagnes volcaniques du Mexique sont couvertes de ces mêmes sapins qui paroîtroient ne devoir appartenir qu'aux isources du Gila et du Missouri (Humboldt & Bonpland 1805: 16).”

“En la vertiente oriental de la Cordillera, en los valles de Xalapa, encontramos una vasta selva de liquidámbar: el suelo, la vegetación y el clima adquieren allí el carácter de regiones templadas; circunstancia que en ninguna parte se observa a igual altura en América del Sur. La causa de este fenómeno parece depender de la estructura del continente americano. Este continente se ensancha hacia el polo boreal y se extiende en esta dirección mucho más que Europa, lo que hace que el clima de México sea más frío de lo que debería ser según su latitud y su elevación sobre el nivel del mar, regiones más septentrionales han fluido hacia el sur, y las montañas volcánicas de México están cubiertas de esos mismos abetos que parecerían pertenecer únicamente a las fuentes de Gila y Missouri (Humboldt & Bonpland 1805: 16).”

Durante la primera mitad del siglo XIX, muchos naturalistas no tuvieron la oportunidad de viajar a México debido a que en esta época se presentaban conflictos derivados de la independencia de México que puso fin al dominio español, y fue hasta 1821 cuando terminó esta guerra. Posterior a la independencia de México, aumentó el número de naturalistas que llegaron al país, entre ellos estuvo Frederick Michael Liebmann, botánico danés, quien permaneció en México cinco años, desde 1840 hasta 1845; otro naturalista europeo que vino a recolectar especies vegetales en México fue Karl Bartholomaeus Heller, botánico austriaco que estuvo desde 1845 hasta 1848. Tanto Liebmann como Heller siguieron el ejemplo de Humboldt al detallar geográficamente dónde recolectaban los ejemplares (Humboldt & Bonpland 1805: 13).

Humboldt, en su primera publicación después de su regreso a Europa, el *Essai sur la géographie des plantes*, estableció la geografía de las plantas como una disciplina naturalista, siendo de gran relevancia sus anotaciones de las condiciones fisiológicas, históricas, estéticas, culturales, migratorias y geológicas de las ubicaciones de las especies de plantas recolectadas (Cuesta, 2008). Por ejemplo, con la recolección de estos datos comparó las plantas que tenían en común tanto Asia oriental como California y México. Esta comparación también ayudó a crear su teoría de que América del Sur y África se separaron antes del desarrollo de gérmenes orgánicos sobre la superficie terrestre, y que ambos continentes en sus costas orientales estuvieron unidos en dirección hacia el Polo Norte (Juárez, *et al.*, 2021).

“Pour prononcer sur l'ancienne liaison des continens voil sins, la géologie se fonde sur la structure analogue des côtes, sur les basfonds de l'Océan, et sur l'identité des animaux qui les habitent. La géographie des plantes fournit des matériaux précieux pour ce genre de recherches: elle peut, jusqu'à un certain point, faire reconnoître les îles qui, autrefois réunies, se sont séparées les unes des autres^ elle annonce que la séparation de l'Afrique et de l'Amérique méridionale s'est faite avant le développement des êtres organisés. C'est encore cette science qui montre quelles plantes sont communes à l'Asie orientale et aux côtes du Mexique et de la Californie, s'il en est qui existent sou toutes les zones et à toute élévation au-dessus du niveau de la mer (Humboldt & Bonpland 1805: 20).”

“Para pronunciarse sobre la antigua conexión de los continentes vecinos, la geología se basa en la estructura análoga de las costas, en los bajos de los océanos y en la identidad de los animales que los habitan. La geografía de las plantas proporciona materiales valiosos para este tipo de investigación: puede, hasta cierto punto, dar a conocer las islas que, antes unidas, se han separado unas de otras; anuncia que la separación de África y América del Sur se hizo antes el desarrollo de los seres organizados. Es esta ciencia nuevamente la que muestra qué plantas son comunes en el este de Asia y las costas de México y California, si es que existen en todas las áreas y en todas las elevaciones sobre el nivel del mar (Humboldt & Bonpland 1805: 20)”

De los primeros estudios sobre la vegetación en montañas y volcanes de México, hechos por Humboldt, podemos observar que para este naturalista la topografía de México ocasiona que tengamos gran variedad de paisajes presentes en todo el planeta. Por ejemplo, reconoce el cambio latitudinal de las diferentes formas de vida a lo largo de la montaña.

Otro botánico que explicó este gradiente fue Agustín Pyrame De Candolle, quien fue un botánico suizo, considerado uno de los fundadores de la sistemática botánica, que, en su libro de 1820, *Essai élémentaire de géographie botanique*, trata los factores físicos que influyen en la distribución de las diferentes especies de plantas, lo que él llama estaciones, es decir, el medio donde se encuentran, mientras que las habitaciones, se refieren a las regiones donde crecen naturalmente (De Candolle, 1820).

“On désigne sous le nom de *géographie botanique* l'étude méthodique des faits relatifs à la distribution des végétaux sur le globe, et des lois plus ou moins générales qu'on en peut déduire. Cette branche des connoissances humaines n'a pu exciter l'attention des obserateurs que depuis que la géographie et la botanique, enrichies par un grand nombre de faits, ont su s'élever à des idées générales (De Candolle, 1820: 1)”

“Nosotros designamos bajo el nombre de geografía botánica el estudio metódico de los hechos relativos a la distribución de las plantas en el globo, y de las leyes más o menos generales que pueden deducirse de ellos. Esta rama del conocimiento humano ha podido excitar la atención de los observadores sólo desde que la geografía y la botánica, enriquecidas por un gran número de hechos, han sabido elevarse a ideas generales (De Candolle, 1820: 1)”

En este mismo libro menciona que la latitud y elevación son las causas predominantes de la temperatura media de un lugar, no obstante, existen otras más que afectan a la distribución del calor en las distintas estaciones del año y determinan la relación entre las plantas de localidades remotas, como son, la cercanía o distancia del mar, la dirección del viento, la forma de los continentes, etc., (Juárez, *et al.*, 2021).

“La influencia de la temperatura se hace evidente cuando se compara la naturaleza, el número y la variedad de plantas que crecen en diferentes países, en diferentes latitudes y en diferentes alturas. Esta influencia parece aún mayor, si se considera que estos elementos se compensan, con el fin de proporcionar a los individuos de la misma especie una temperatura algo similar, en las distintas localidades en las que se encuentra (De Candolle, 1820 citado en Juárez, et al., 2021)”.

Hay especies que se encuentran en solo un rango pequeño de temperatura y suelen habitar una sola región, mientras que otras soportan gran variación de temperaturas elevadas y bajas, por lo que se encuentran en varias regiones. En una escala mundial, el número de especies distintas en una región específica aumenta a medida que nos acercamos a los países más cálidos y disminuye en los países fríos (De Candolle, 1820).

“El número de especies diferentes en un área determinada aumenta a medida que se avanza hacia los países más cálidos, y disminuye hacia los países fríos. Esta ley es evidente en las montañas, las cuales tienen muchas menos plantas en su parte superior que en su base. (...) 1. El número proporcional de dicotiledóneas aumenta a medida que nos acercamos al ecuador y disminuye hacia los polos. 2. El número de acotiledóneas sigue una regla inversa, es decir, que aumenta hacia el polo, y disminuye hacia el ecuador (De Candolle, 1820: 4)”.

En 1868 se publicaron varios libros sobre misiones científicas a México y Centroamérica realizados por Francia. El botánico Eugène Pierre Nicolas Fournier, doctor en medicina, doctor en ciencias naturales, delegado de la Sociedad Hortícola Imperial y central de París, y socio de la Real Sociedad Botánica de Bélgica, se ocupó de enumerar las plantas mexicanas traídas por coleccionistas de expediciones científicas y depositadas en el herbario del Museo de París (Fournier, 1876).

Esta lista de plantas mexicanas consta de dos volúmenes: *Cryptogamia* (1872) y *Graminées* (1876). En el segundo volumen de plantas de México *Graminées* hizo un listado de la familia Poaceae. En el inicio del libro menciona de qué coleccionistas

obtuvo los ejemplares y en qué condiciones se encontraban, por orden de antigüedad: Humboldt y Bonpland, Schiede y Deppe, Berlandier, Linden, Galeotti, Hartwg, Karwinsky, Liebmann, Virlet d'Aoust, Heller, F. Müller, Bourgeau, Hahn, Gouin, Thiébaud, Weber, Thomas, Émy, Botteriy Sumichcrast, Schaffner, Bilimek, Parry y Palmer. Además, agrega unas explicaciones generales sobre las plantas, en donde aclara algunas diferencias en su clasificación taxonómica con la de otros taxónomos como Carl Sigismund Kunth, y finalmente hizo un análisis sobre la distribución geográfica de las especies de México. Teniendo México una gran diversidad de orografía y climas variados, permite la riqueza y abundancia de gran variedad de familias, Fournier encontró entre las más numerosas a las Gramineae, las Leguminosae y las Compositae que abarcaban una superficie muy extensa del país y que se mostraban aptas para permanecer en distintos climas (Fournier, 1876).

Fournier, esclarece que el listado de la flora de México junto con la de varios países de América y Europa permite ver, según la longitud, a veces incluso según la latitud, la relación entre vegetación de distintas regiones y como ésta va variando. Para facilitar su comparación Fournier realizó una tabla (Tabla 1) en donde colocaba el número de especies para cada género que se encontraban en México, cuántos de ellos son propios de México y cuántos se comparten entre Estados Unidos, las Indias Occidentales, la región tropical, los Andes, Brasil, Argentina y el Viejo Mundo. Un punto muy importante que resalta es que de las 643 especies estudiadas 371 son autóctonas y enfatizó en las plantas que se ubican en regiones frías y de gran altitud con límites de confinamiento muy marcados.

“Quand on passe de la distribution géographique des espèces à un point de vue plus étendu, celui de la distribution des genres, on remarque un ensemble de faits digne d'être mis en lumière: c'est qu'un certain nombre de ces genres sont cantonnés d'une manière très nette. Ainsi, toutes les espèces des genres Anachym, Ataxia, Hilaria, Stipa, Plileum, Crypsinna, Calamocliloa, Triselum, Achœtn, Aira, Graphephorum, Chaboissœa, Dismnlhelium, Festuca et Illelleria, qui se rencontrent au Mexique, y appartiennent à la région froide, ou même à la région nivale. D'autres genres,

Deyeuxia et Agrostis, qui, au Mexique, habitent de préférence les sommets, s'en écartent bien, il est vrai, pour croître dans la région tempérée, mais sans aborder jamais la région chaude (Fournier, 1876: X)”

“Cuando pasamos de la distribución geográfica de las especies a un punto de vista más extenso, el de la distribución de los géneros, advertimos un conjunto de hechos dignos de destacar: es que cierto número de estos géneros están confinados de manera muy clara. Así, todas las especies de los géneros Anachym, Ataxia, Hilaria, Stipa, Plileum, Crypsinna, Calamocliloa, Triselum, Achœtn, Aira, Graphephorum, Chaboissoœa, Dismnlhelium, Festuca e llelleria, que se encuentran en México, pertenecen allí a la región fría, o incluso a la región de la nieve. Otros géneros, Deyeuxia y Agrostis, que en México habitan preferentemente las cumbres, se apartan de ellas, es cierto, para crecer en la región templada, pero nunca se acercan a la cálida. (Fournier, 1876: X)”

Dividió en cuatro regiones la distribución de las gramíneas que se comparten entre México, América y Europa: zona tropical, zona mediterránea o zona templada, zona alpina o boreal y puertos marítimos. Las de más amplia distribución en el Continente Americano y que se encuentran en gran proporción en México son las gramíneas tropicales, desde Estados Unidos hasta Brasil. Estas afinidades geográficas las interpretó, explicando que las diversas regiones que conforman México sirven de punto de encuentro de plantas con una flora muy diversa. Fournier, da gran interés a los países tropicales, ya que, reconoce que la geografía botánica de estos países cuenta con ciertas características específicas como: una región fluvial, una igualdad de temperatura relativa que se establece dentro de los valles, la facilidad de transporte que ofrece la propia corriente de los ríos y la crecida de sus riberas. Estas características pueden explicar la extensión tan grande de las plantas que habitan las áreas tropicales del Continente Americano. Además, agrega que, en América, los vientos que parten del ecuador actúan sobre la diseminación de las plantas no sólo quitando y dejando caer las semillas, sino también calentando los valles a su paso (Fournier, 1876).

Es importante resaltar que son pocos los estudios que abordan todo el territorio mexicano, gran parte de estos estudios son complementos de las regionalizaciones antes mencionadas, ya que, siguen la misma base, pero agregan nuevos datos, estos datos pueden ser de todas las regiones o solo agregar nueva información de alguna región.

Capítulo 2: Patrones de distribución congruente entre diferentes linajes (homología biogeográfica)

Agustín De Candolle propuso uno de los patrones de más relevancia en su época y fue el de la existencia de regiones botánicas en todo el mundo, las cuales son aquellas zonas que, si excluyéramos las especies introducidas, ofrecen un determinado número de plantas que les son suyas, y que verdaderamente pueden ser llamadas endémicas. Según su naturaleza, las plantas de una región se distribuyen en los lugares más convenientes para ellas y, con mayor o menor energía, logran traspasar sus límites y dispersarse por toda la tierra. Pero en su mayoría están confinadas, ya sea por desiertos, humedad, cambios de temperatura, mares, pH del suelo, o simplemente porque llegaron a lugares ya ocupados por plantas pertenecientes a esta otra región. A partir de estas barreras, hay regiones perfectamente determinadas y circunscritas, que difieren unas de otras y que podemos reconocer por un conjunto o grupo determinado de plantas comunes (Llorente et al., 2001).

Agustín De Candolle explicó que hay diversos tipos de obstáculos que alteran el transporte de las plantas de un lugar a otro, entre ellos los mares, que a distancias pequeñas como islas cercanas a la costa, comparten plantas de los continentes que son vecinos, más o menos, en proporción inversa a su distancia; otro límite es el desierto, que exige un mecanismo espacial de supervivencia para las plantas por la poca abundancia del agua; otros tipos de barrera son las cadenas montañosas, las cuales influyen por su presencia de nieve perpetua en sus cimas, lo que provoca

que no todas las semillas puedan sobrevivir a estas bajas temperaturas y mucho menos germinar, a pesar de esto este tipo de barrera no está tan delimitada como las otra, por causa de que las montañas pueden tener puntas más o menos elevadas que provocan un cambio de temperatura (Juárez, et al., 2021).

Alphonse de Candolle en 1855 publicó *Livre troisième. Géographie botanique, ou considérations sur les diverses contrées de la terre, au point de vue de la végétation qui les recouvrent*, en el cual trató los factores físicos que influyen en la distribución de diferentes especies de plantas, es decir, las estaciones, el medio donde se encuentran, y las habitaciones, que son, las regiones donde crecen naturalmente. Al estudiar las diferentes familias de plantas del mundo de las cuales se tenían conocimiento en esa época, explicó dos puntos muy importantes, el primero, en cualquier país, ciertas familias son dominantes, bajo el punto de vista de la proporción de su especie, y el segundo es que algunas familias son características, en el sentido de que son específicas de la región que se considera, o que al menos tienen una proporción más fuerte que en las otras regiones, en este último punto menciono a las cactáceas, que son muy abundantes en México (De Candolle, 1855).

Elaboró una comparación de diferentes países desde el punto de vista de las familias más numerosas en especies, en el cual el territorio mexicano fue dividido en tres subdivisiones: La parte central y templada de México, las costas occidentales de América Intertropical y México en Guayaquil, y México y Guatemala.

Tabla 1. Familias representativas en México (Tomado de De Candolle, 1855)

	México, principalmente la parte central y templada		Costas occidentales de América Intertropical y México en Guayaquil		México y Guatemala	
	17 ° - 21 ° Lat. N		21 "32 'Lai. N. - 2" 30 Lut. S.		11 " - 25 ° Lat. N.	
Familia	Número de especies	Porcentaje (%)	Número de especies	Porcentaje (%)	Número de especies	Porcentaje (%)
Amantáceas	27	3			34	5
Convolvuláceas			39	4.5		
Compuestas	169	18.5	95	10.5	104	16

Escrofulariáceas	43	4.5			40	6
Euforbiáceas	30	4	30	3.5		
Gramíneas	91	10				
Labiadas	36	4			33	5
Leguminosas	66	7	125	14	42	6.5
Melastomatáceas			103	11.5		
Malváceas			31	3.5		
Rubiáceas			39	4.5		
Orquídeas					65	10
Total	908	51%	883	52%	650	48%

Otro de los naturalistas que abordó el caso del territorio mexicano es Henri Guillaume Galeotti durante los años 1835 a 1840 viajó a México y trajo más de 160 especies de helechos. Galeotti junto con Martin Martens, realizaron un libro en donde se mostraba la taxonomía de gran variedad de helechos mexicanos, *Mémoire sur les fougères du Mexique et considerations sur la géographie de cetrée*. (1842), agrupándolos por familia, en las que hicieron una descripción morfológica de cada especie, tipo de clima en donde se recolectó, ubicación geográfica (estado o municipio), temperatura, altitud, vegetación con la que se asocia o comparte hábitat, y en algunos casos también hicieron la descripción del tipo de suelo donde se recolectó el ejemplar. Además, llevaron a cabo la comparación de la altitud y ubicación geográfica de sus especies recolectadas con las especies recolectadas de Humboldt y Bonpland. Las familias que estudiaron fueron: Lycopodiaceae, Ophioglossaceae, Marattiaceae, Gleicheniaceae, Schizaeaceae, Osmundaceae, Polypodiaceae (Martens y Galeotti, 1842).

En la parte final del libro está el apartado de “Notas sobre la distribución geográfica y geológica de los helechos de México”, en donde dividieron por estaciones naturales de helechos el territorio mexicano según a las regiones climáticas que pertenezcan:

1. Región caliente: Se sitúa en las zonas más bajas de las cordilleras, cerca del Océano Atlántico, hasta una altura de 2500 pies. Y a su vez se divide en tres subregiones:

a. Subregión cálida de la costa. Caracterizada por bosques ralos, con una temperatura de 25° C.

b. Subregión cálida de barrancos y bosques húmedos. Gran variedad de vegetación, suelo muy fértil, con temperatura de 19° a 24° C, va de los 1500 a 3000 pies de altura.

c. Subregión cálida a orillas del Océano Pacífico. Selvas húmedas, temperatura de 19°c a 25°c, elevación de 2500 a 3000 pies y suelo basáltico-granítico.

2. Región templada:

a. Subregión de los taludes oceánicos de la Cordillera Oriental. Humedad excesiva, presencia de helechos arborescentes y liquidámbar, robles de hojas brillantes, por multitud de orquídeas, temperatura promedio que varía de 10° a 19° C, y una altura de 3000 a 6000 pies.

b. Subregión de las vertientes oceánicas de la Cordillera Occidental. Gran variedad de robles y notables orquídeas, Temperatura promedio de 15° a 20° c, y la altura va de 1000 a 6000 pies.

c. Subregión templada de laderas centrales y planicies. Caracterizada por una gran cantidad de Cactaceae, Bromeliaceae terrestres y Mimosae, altura de 3500 a 6000 pies, y temperatura promedio que varía de 15° a 20° C.

3. Regiones Frías:

a. Subregión de la vertiente oriental de la cordillera. Esta región se caracteriza por sus pinos, sus arborescentes Ericaceae, por sus crucíferas y por una multitud de especies de Ranunculaceae a una altura de entre 5500 y 7500 pies, siendo los 7500 pies el límite de la nieve perpetua, después de esta

altura a los 12000 pies abundan pinos y robles y a 12.500 pies la vegetación es escasa.

b. Subregión fría de la vertiente occidental de la cordillera. Sobrepasa los 7000 pies de altura, y abarca una gran extensión de territorio, por tanto, hay grandes diferencias vegetales y los límites superiores de la vegetación varían, en las cumbres más altas del centro de México, entre los 11 500 (Popocatépetl, Iztaccíhuatl) y casi los 13 000 pies (Nevado de Toluca)

c. Subregión llanos fríos. Abarca la llanura de la Ciudad de México, Toluca, las llanuras de Guanajuato, luego la inmensa extensión de llanuras cerca de Zacatecas, Durango y San Luis Potosí, región generalmente árida, donde crecen en abundancia *Agave americana*, *Prosopis dulcis*, *Schinus vella*, etc. No hacen mucho énfasis en esta subregión debido a que no crecen helechos (Martens y Galleotti, 1842).

Como último comentario del libro se agrega que 122 especies de helechos son propias del suelo basáltico de las diferentes regiones botánicas de México, y 60 especies habitan exclusivamente en suelos calcáreos, gnéisicos y graníticos.

Ya entrando más a profundidad con los patrones biogeográficos de México, en 1876 August Grisebach, publicó la *Vegetación del dominio mexicano* que, pertenece al libro *La Vegetation du Globe*, traducida del alemán, perteneciendo al capítulo XV de la obra. En este libro se analizó el Continente Americano por sus dominios vegetales, en el cual explicó que los reinos de vegetación de América están dispuestos simétricamente con respecto a los del hemisferio oriental, pero difiere de ellos en configuración y circunferencia, siendo que su posición está influenciada por las montañas. A la región de México la colocó en un dominio aparte de Alaska, Canadá y Estados Unidos, y tampoco lo juntó con los dominios del sur del continente, esto debido a que comparte vegetación de ambas regiones, pero a su vez tiene especies endémicas. Gran parte de los datos de su artículo pertenecen a Alexander von Humboldt y Aimé Bonpland (Grisebach, 1876).

Grisebach también se basó en la clasificación de Martens, M. y H. Galeotti; Galeotti durante los años 1835 a 1840 viajó a México y colectó más de 160 especies de helechos y Martens se encargó de identificarlas y realizar su regionalización en México: región caliente, región templada y región fría; no obstante, las regiones de más altas temperaturas y pocas precipitaciones no fueron tan investigadas debido a la ausencia de helechos. En 1876 dividió a México, según sus rasgos orográficos generales, en tres zonas paralelas a los meridianos: Zona del Golfo, la Alta Planicie Mexicana y Zona del Pacífico. En su viaje al Continente Americano observó que en la región sur, el contraste de sus climas se debe a las consecuencias de la elevación de las montañas, ya que, los vientos alisios dan origen a las lluvias en la vertiente occidental; en contraste, México tiene la singularidad de que sus montañas son interrumpidas por el Istmo de Panamá, lo que le da una flora con un grado muy marcado de autonomía, con predominancia en las selvas de encinas y pinos que tienen especies que no sobrepasan el Ecuador (Grisebach, 1876).

En la Zona del Golfo al Sur de Veracruz, Tabasco y Oaxaca, la lluvia llega a las zonas altas de las montañas y desciende a las costas, manteniendo una alta humedad, en comparación de las zonas con suelo plano o poca inclinación, como es la península de Yucatán, en donde la cordillera desaparece, y la mayor parte está constituida de una sábana extensa, y la gran meseta del norte del país, que está a una elevada altura, sin embargo, tiene una gran extensión plana donde reinan climas secos, con pocos periodos de lluvia; por estas razones, Grisebach explicó que, aunque las regiones secas comparten una latitud cercana a las regiones húmedas, la vegetación que presentan es tan distinta, debido a que, los vientos alisios pegan directamente sobre un suelo sin gran inclinación y no hay una retención de humedad (Grisebach, 1876),

En su obra de 1876, Grisebach realizó una regionalización, donde identificó los patrones que forman las comunidades vegetales de cada zona

1. Zona del Golfo y región elevada:
 - a. Región tropical: Selva tropical, la caracteriza gran cantidad de árboles y arbustos medianos

- b. Región caliente: Selva tropical, la caracteriza gran cantidad de hierbas y arbustos bajos
 - c. Región templada: Encinos y pinos, la caracteriza gran cantidad de árboles altos
2. Planicie mexicana: Agaves, crasuláceas y cetáceas, praderas de hierbas y arbustos bajos
3. Zona del Pacífico: Praderas y sabanas

En este mismo libro de Grisebach, como nota, dio un espacio para que Fournier hablara sobre la vegetación de México, en la cual mencionó que la división de Grisebach sirve de manera general, pero no cuando se intenta estudiar con rigor, ya que, hay más de tres regiones botánicas en México, y la mayor parte de ellas se cruzan por lo que puede haber confusión en sus extensiones. Fournier propuso una regionalización para la flora de México: 1) la Zona Litoral, en donde menciona a los arrecifes de coral que albergan a una población vegetal extensa, muy poca explorada hasta ese momento, también este litoral está compuesto por dunas y praderas y lagunas, elaboró una descripción de las principales especies de plantas que podemos encontrar y los estados que abarcan, 2) la selva tropical, 3) la zona de las sábanas y por último 4) la zona templada que fue la más estudiada en su época (Grisebach, 1876).

En el siguiente párrafo, Fournier menciona las principales familias que podemos encontrar en la región templada y tropical:

“La región templada de México es la que está mejor representada en nuestros herbarios y en nuestros invernaderos; su clima agradable facilita la permanencia en todos los lugares de esta región y por consecuencia se hacen ahí magníficas investigaciones. La mayor parte de las familias vegetales están representadas allí con una variedad infinita en el número de las especies. No intentaremos describir aquí la vegetación. Solamente diremos que, para caracterizarla, en una palabra, nos bastará mencionar la región de las Melastomaceas; los Heléchos y las Apocineas, *Plumería*,

presentan ahí una gran variedad en sus formas. Las Rubiáceas, las Malvaceas, las Acantáceas, las Solaneas, las Comelineas, las Gesneraceas y las Nictagineas, toman allí un desarrollo especial y abundan en especies locales. La división de la región se ha hecho fundándose en la naturaleza de las encinas, en general de hojas persistentes en la parte inferior, de hojas caducas en la parte superior: estas encinas se cargan de parásitas que son de las *Loranthus*, Piperáceas, Aroideas, Rromeliaceas, *Vriesea*, Regoniaceas, y alrededor de sus troncos se enredan Rejuco pertenecientes a las Convolvuláceas, *Exogonium*, *Purga*, *Ipomcea orizabensis*, etc., a las Apocineas, *Echites*, a las Asclepiadeas, *Metastelma*, *Marsdenia*, *Gonolobus*, a las Leguminosas, *Clitoria*, *Pliaseolus*, etc., de Sapindaceas, *Serjania*, *Paulliuia*, *Cardiospermum de Pasiflora*, de Cucurbitáceas, etc. La cultura más interesante es en dicha región, la del Naranja, que desciende hasta la parte inferior; los frutos y las legumbres de Europa no se encuentran más que en la parte superior de la región. La relación de la vegetación de las dos vertientes de México es objeto de importantísimas investigaciones, y actualmente de disidencias. No es fácil hacer una apreciación aún, porque la vertiente occidental es la menos conocida: según el examen de los herbarios, no hay fundamento para admitir una gran diferencia entre la vegetación de las dos vertientes. (Fournier, 1882-1884: 274)".

“La parte meridional corresponde sobre todo a la descripción que acabamos de hacer. El valle de México, un poco más elevado y rodeado de montañas, que se separan en la base del Popocatépetl, se distingue por la mayor abundancia ó por la aparición de los géneros, tales como: *Clematis*, *Thaüctrum*, *Raninicusulus*, *Geranium*, *Erodium*, *Nymphma* y *Setaria*. La parte más septentrional que no es conocida más que por las colecciones reunidas por M. Yirlet d'Aoust, desde San Luis Potosí al Valle del Maíz, presenta siempre el mismo carácter general, pero allí existen muchísimas especies que no hay en la parte más meridional de la alta mesa mexicana. Puede juzgarse, recorriendo los tres últimos volúmenes del *Prodromus*, publicado en la época en que De Candolle y varios monógrafos tuvieron noticia de las colecciones de M. Yirlet d'Aoust, el inmenso interés que ofrece esta región, donde existen aún géneros especiales, bien que las exploraciones de este sabio geólogo encargado de la explotación de minas no tuvieron por objeto

excluir el estudio de la botánica, y que se perdieron la tercera parte de sus mal conservadas cosechas. Luego que se sube a las montañas que rodean las altas mesetas mexicanas, se encuentra uno en la quinta región, la región superior, donde la vegetación, arborescente al principio, después herbácea, cesa a 4800 mts aproximadamente sobre el pico de Orizaba. El Nevado de Toluca y el Cerro de Zempoaltepec, pertenecen a esta región, así como el Popocatepetl, donde desgraciadamente apenas se ha podido llegar. Las selvas están formadas principalmente por un gran número de Encinos y de unas cuantas Coníferas; pero no debemos atribuir desde luego a estas selvas los caracteres de las de la Europa. Sobre el pico de Orizaba, a 8000 pies de altura, Liebmann encontró Bambús trepadores, rodeando el tronco de las Encinas y de las Lauríneas. La vegetación herbácea presenta un carácter curioso, y es que mientras más se eleva uno, más se asemeja a la vegetación europea; se encuentran casi las mismas especies (al menos para la fanerogamia), pero no siempre los mismos géneros (Fournier, 1882-1884: 275)".

No obstante, hizo la aclaración de que esta regionalización no es absoluta, ya que hay especies que sobrepasan los límites de su región principal. Algunas de las causas que influyen en la distribución de los organismos pueden ser: la humedad de las dos vertientes mexicanas que anteriormente ya había sido explicada por Grisebach, otra causa importante es la facilidad con la cual son transportadas las semillas por los cuerpos de agua, por último, el corto tiempo para el desarrollo de ciertas plantas anuales, en esta última hizo hincapié en el clima, debido a que, en México una misma especie de planta puede florecer en distinta época del año, esto se debe a la altura y exposición en donde se encuentran geográficamente (Grisebach, 1876).

"Pero la mejor razón está en el estudio del clima, que se debe a los naturalistas de la expedición de México. Comparando las observaciones de MM. Rives y Thomas, se ve que San Luis Potosí, sobre las altas mesetas, tiene una media general de temperatura diurna de 18°09, y Orizaba, en la región templada, una media solamente de 21°. Debemos hacer notar, que con las heladas del 25 de enero y del 5 de febrero de 1863, se perdieron en Orizaba

las cosechas de la caña de azúcar, del café y del tabaco. Hay, pues, entre estas dos regiones, perfectamente distintas, más afinidad botánica y climática de lo que se había creído hasta ahora (Fournier, 1882-1884: 276)".

Alfonso Herrera, biólogo, farmacéutico y naturalista mexicano explicó que la clasificación de las plantas en familias se debe al conjunto de sus caracteres principales y también en las zonas en que habitan, lo que constituye la base de la geografía botánica (Herrera, 1869-1870).

"Cada gran región tiene su vegetación propia. Las plantas de las tierras calientes son distintas de las de las templadas, y éstas de las de las frías. Los vegetales de América son diferentes de los del gran continente asiático. La vegetación de las montañas no es la de los llanos. En fin, la flora de las épocas geológicas es muy diversa de la actual (Herrera, 1869-1870: 82)"

Las condiciones principales que tomó para explicar la distribución de la vegetación alrededor del mundo son, las regiones, la altura sobre el nivel del mar, el clima y la naturaleza del terreno; no obstante, los datos que se tenían no eran precisos o eran pocos, sin embargo, eran suficientes para que estableciera regiones climáticas a partir de los datos recolectados principalmente por Humboldt y Galleoti (Herrera, 1869-1870).

1. Región caliente, situada al pie de la cordillera; elevándose desde los bordes del mar, hasta una altura absoluta de 2,500 pies, puede subdividirse en:
 - A. Subregión caliente de la costa del Atlántico, caracterizada por sus bosques poco espesos, sus sabanas, su humedad poco abundante y temperatura media de 25° a 25.3° centígrados.
 - B. Subregión caliente de las barrancas y bosques húmedos. Terrenos basálticos, conglomerados volcánicos, detritus diversos, temperatura media de 19° a 24.3° centígrados, fertilidad suma y altura de 1,500 a 3,000 pies. En ella se encuentran varios árboles que le son peculiares: las grandes Mimosas, las Bygnoniáceas arborescentes, las Gordiáceas y multitud de

sarmientos pertenecientes a las Polygóneas, Smilacíneas, Bygnoniáceas, Leguminosas y Compuestas.

- C. Subregión caliente de las costas del Pacífico. Se eleva hasta la altura de 2500 a 3000 pies, temperatura media 19° a 25° centígrados, bosques húmedos, barrancas profundas, vegetación vigorosa hasta las playas, suelo basáltico en Jalisco, granítico en Acapulco, gneísico y granítico en Oaxaca. Como la rama occidental de la Cordillera Mexicana está mucho más próxima al mar que la rama oriental, la humedad es más constante y mayor en la cordillera que en la rama oriental, por consiguiente, la vegetación es más exuberante y variada en aquella.

2. Regiones templadas.

- A. Subregión de las vertientes oceánicas de la cordillera oriental. — Subregión muy extensa: sus límites superiores difíciles de asignar, sobre todo en la parte de la cordillera que atraviesa el Estado de Oaxaca. Caracterizada por una eterna primavera, una humedad excesiva, temperatura media de 15° a 19° centígrados, suelo generalmente basáltico en el Estado de Veracruz, calcáreo-esquitoso, en el de Oaxaca, en el que esta región presenta una mezcla curiosa de las plantas de las regiones frías; así, los Pinos descienden hasta 3,000 pies y, por otro lado, el *Simplocos coccínea*, las *Myrtíneas* y *Melastomas* se encuentran hasta una altura de 7,000 pies.
- B. Subregión templada de la vertiente de la cordillera occidental. — Esta región es muy extensa, gran parte de los Estados de Michoacán, de Jalisco y del territorio de Colima le pertenecen; en el Estado de Oaxaca se prolonga hasta las playas, sus límites superiores están aproximadamente a 6,500 pies. Su temperatura media es de 15° a 20° centígrados; suelo basáltico en Jalisco y parte de Michoacán; calcáreo y arcilloso en el Sur de este Estado: el calcáreo cristalino, el gneis, el granito, y la sienita lo forman en las costas de Oaxaca.

3. Regiones templadas de las vertientes centrales y de los Llanos.

- A. Subregión de las vertientes. — Las vertientes que forman las paredes de algunas mesetas de México, todas aquellas que miran al Occidente y los llanos centrales, desde 3,500 hasta 6,000 pies de altura, pertenecen a esta región.
 - B. Subregión de los Llanos. — Temperatura media del 8° a 21° centígrados; suelo generalmente árido y calcáreo. Región caracterizada por sus plantas generalmente espinosas; Mimosas, Agaves, Cáceas, Euphorbiáceas, *Bronnia spinosa*, *Cereus semelis*, *C. mortieri*, *C. meruvianus*, *C. geometrizzans*.
4. Regiones frías.
- A. Subregión fría de la vertiente oriental de la cordillera. Caracterizada por sus Pinos, Ericáceas arborescentes, sus Crucíferas y Ranunculáceas abundantes, por la falta completa de Malpigiáceas; sus límites inferiores alternan con las regiones templadas y oscilan entre 5,500 y 7,000 pies, de 7,500 pies al límite de las nieves perpetuas.
 - B. Subregión fría de los Llanos. En ella están comprendidos el Valle de México, el de Toluca, los llanos de Guanajuato y Silao, los extensísimos de Zacatecas, San Luis Potosí y Durango, región general y comparativamente árida en donde crecen en abundancia los Agaves, el *Prosopis dulce*, diversos *Cereus*.
 - C. Subregiones frías de la vertiente occidental. Presentan casi el mismo aspecto que las regiones frías de la vertiente oriental: comprenden las montañas del centro de México, que exceden de 7,000 pies de altura absoluta. CIT de Herrera (Herrera, 1869-1879).

José Ramírez, botánico mexicano, también utilizó como punto de partida la regionalización hecha por Martens y Galleotti, tomando además datos de Humboldt, De Candolle y Fournier, ocupando caracteres atmosféricos entre ellos calor y humedad como los factores más importantes para determinar el aspecto de la vegetación en México (Ramírez, 1904).

“De las numerosas causas que determinan la distribución geográfica de las especies, como son: el calor, la humedad, la luz, la exposición a los vientos, la naturaleza del terreno, la latitud y la altura, etc., las dos primeras, a nuestro juicio, son las principales que determinan el aspecto de la flora mexicana, y por lo mismo nos han servido de fundamento para la clasificación que proponemos, tanto en las divisiones primarias como en las de segundo orden (Ramírez, 1904:247)”

Ramírez escogió tres fenómenos meteorológicos como los más importantes para comprender la flora mexicana y su distribución, el primero es la cantidad de calor que reciben las plantas, en la Mesa Central ocurre que, por su altura, la falta de nubes en la mayor parte del año, y la transparencia de la atmosfera provoca que las plantas obtengan gran cantidad de calor. El segundo fenómeno es la oscilación diurna de la temperatura, en las regiones secas que tienen cambios de temperatura bruscos entre el día y la noche, siendo la noche fría, prosperan las plantas que son de climas cálidos. Y el tercer fenómeno es la poca humedad del aire, debido a las faltas de lluvias en la mayor parte del territorio mexicano, y además agregamos la disposición topográfica de nuestro terreno que tiene una gran inclinación que produce grandes torrentes en las épocas de lluvia y deja seco el cauce de los ríos en las épocas secas. Como factor extra, hay una falta de una larga cadena de montañas cuyas cimas no logran alcanzar, en su mayoría, el nivel de nieves perpetuas, por lo tanto, el deshielo no sostiene a la vegetación en temporadas del año calientes (Ramírez, 1904).

Su clasificación fue la siguiente:

1. REGIÓN CALIENTE, HÚMEDA, DEL LITORAL Y DE LOS MÉDANOS.

Esta región comprende una faja de la costa, cuya anchura es variable y formada esencialmente de arena, tanto en la parte plana como en las pequeñas prominencias conocidas con el nombre de médanos o dunas. El carácter más sobresaliente de la parte contigua al mar es la ausencia de vegetales arborescentes, que se explica por el efecto de los vientos que

soplan en las costas, que producen la ruptura de los tallos que se elevan algo sobre el suelo, y además cubren de arena a las plantas en su trayecto. La temperatura es bastante elevada y sus oscilaciones diurnas ya anuales son relativamente pequeñas, por lo que se les considera como calientes.

2. REGIÓN CALIENTE, MUY HÚMEDA, DEL BOSQUE TROPICAL Y DE LAS VERTIENTES OCEÁNICAS.

La parte tropical se encuentra en la parte baja de la costa, regada por riachuelos o por ríos caudalosos, que inundan los terrenos formando inmensos pantanos. Aquí la temperatura es más elevada y constante que en la subregión de las vertientes oceánicas, llegando la humedad al punto de saturación.

A la subregión de las vertientes oceánicas solo hay que agregar que una flora casi idéntica se encuentra del lado de la vertiente occidental, en todos aquellos puntos en que las condiciones topográficas y climatológicas son análogas a Orizaba, Córdoba y Jalapa.

3. REGIÓN CALIENTE, SECA, DEL SUR DE LA MESA CENTRAL Y DE UNA FAJA PARALELA AL LITORAL.

El carácter que domina en esta región, es la temperatura elevada, seca, con oscilaciones anuales, poco marcadas y las diurnas de poca importancia. Las lluvias son torrenciales durante junio a septiembre y en el invierno casi nunca se precipita el agua. Los efectos de los vientos que soplan en el Golfo apenas hacen sentir su influencia en estas regiones, pues al chocar contra la vertiente oriental, deja allí su humedad, y si la conserva pasa a una altura tan considerable que en nada influyen sobre el estado higrométrico de la zona que tratamos.

4. REGIÓN TEMPLADA, SECA, DE LAS LLANURAS DEL SUR.

Esta región, denominada anteriormente como fría, no tendría razón de nombrarla como fría si, al analizar los datos meteorológicos y la clasificación

universal de los climas, su temperatura en invierno más riguroso jamás desciende debajo de los cero grados, y la media del mismo es más del doble que la de Estados Unidos y Europa, que todo el mundo considera como fríos. En esta región del país la nieve es casi desconocida y la cantidad de calor que reciben las plantas en un año es mucho más considerable que el que reciben en los climas verdaderamente fríos. Por último, el Valle de Toluca y otros análogos establecen la transición con la parte más baja de la región fría de la cima de las montañas, y son los únicos que tienen semejanza, pero remota, con las regiones frías de Europa o Estados Unidos.

5. REGIÓN TEMPLADA MUY SECA DE LAS LLANURAS CENTRALES.

Está caracterizada meteorológicamente por la escasez de lluvias, siendo común en aquellos terrenos, que por dos o tres años consecutivos apenas caigan algunas gotas de agua. La temperatura en la mayor parte de las localidades es más elevada que en la región anterior, lo que depende de su menor altitud. La sequedad excesiva de la atmósfera está en relación con la falta de lluvias y de corrientes de agua, así como la irradiación, tan fuerte a causa de la falta de nubes y de humedad en los vientos que pasan por estas llanuras. La falta de vegetación arborescente y la herbácea tiene un aspecto que está en consonancia con las condiciones del clima; allí las plantas tienen que adaptarse a un calor seco y ardiente en el verano, a un frío extremo durante el invierno, a una evaporación exagerada, a vientos impetuosos y por último a la falta de agua.

6. REGIÓN TEMPLADA, MUY SECA DE LAS LLANURAS DEL NORTE

Ella se caracteriza por su invierno y verano rigurosos, asemejándose por esto al clima de cierta parte de Europa, conservando, sin embargo, una fisonomía muy especial debido a la falta de lluvias, en consecuencia, a la sequedad de la tierra y de la atmósfera, además, la temperatura media anual es superior a la de aquellas regiones. Los elementos climatológicos que hemos enumerado en la región anterior, en ésta se exageran, durante el invierno no

falta la nieve seis u ocho días en el año, y las lluvias, sino son tan escasas como en la región anterior, son por lo menos insuficientes.

7. REGIÓN TEMPLADA, HÚMEDA, DE LAS LLANURAS DE LA MESA CENTRAL

Las condiciones topográficas en esta región provocan que se reúnan una temperatura media anual de 15° a 17° con oscilaciones diurnas menos fuertes que en las llanuras, y la presencia de cierta cantidad de agua, que mantiene húmeda la tierra y la atmósfera. Esta región se puede considerar como el tipo de las interrumpidas en su continuidad, y se encuentra esparcida en una extensión considerable del país. Su vegetación presenta analogía con la de la región templada y seca de las llanuras del Sur.

8. REGIÓN FRÍA, UN POCO HÚMEDA, DE LAS CIMAS DE LAS ALTAS MONTAÑAS.

Esta región es la misma que estableció el Sr. Fournier (Ramírez, 1904).

Por último, el Naturalista William Botting Hemsley, botánico inglés, elaboró una serie de volúmenes sobre la vegetación de América central y México a partir de la división realizada por Wallace y Sclater. Los ejemplares fueron colectados por varios naturalistas como Humboldt, Jean Luis Berlandier, Galeotti, Teodoro Hartweg, Liebmann, entre otros. De los años 1879 a 1888, fueron cinco volúmenes en total los que publicó, nombrados: *Biología centrali-americana; or, Contributions to the knowledge of the fauna and flora of Mexico and Central America*; de los cuales en la mayoría se observan listados de plantas, indicando la especie, nombre del taxónomo que identificó la especie, ubicación geográfica (país o estado) y nombre del recolector. Los volúmenes de alto interés para este trabajo son el primero y el cuarto, que daban no solo listados de la vegetación mexicana, sino además agregaba explicaciones de la distribución geográfica de ciertos grupos de plantas (Hemsley, 1898).



COCHLOSPERMUM HIBISCOIDES, HBK

C.G. Salvin del. Finch lit.

Hemhart imp.
35

Figura 1. *Cochlospermum Hibiscoides*, recolectado por Hemsley, 1898.

Explicó que nuestro país tiene una inmensa línea de costa, y una gran elevación de la mayor parte de la región que constituye, sujeta a influencias climáticas muy diferentes en los lados este y oeste, siendo estas dos las características destacadas del país. Comenzó exponiendo las principales formas vegetales que podemos encontrar en México; en la parte norte cerca del Río Grande encontramos distintos biomas como, la pradera abundante en árboles, incluyendo especies de roble, nogal americano, fresno, olmo, etc.; en la parte sur del Río Grande, donde hay una temperatura más alta, unida a una gran aridez, aparece, principalmente el denso "chaparral", compuesto por varias especies de mimosa, acacia, mezquite y otros arbustos; el matorral es una sucesión continua de las misma especie, destacando entre ellas varios miembros de las Malpigiáceas tropicales y las cactáceas, que son numerosas, especialmente de los géneros *Opuntia*, *Mamillaria* y *Cereus*. En la zona norte mexicana resaltó la importancia de la distribución del agua, puesto que, la presencia constante de agua en los valles más grandes está indicado por el crecimiento de álamos y sauces, mientras que la ausencia de agua forma regiones con vegetación herbácea (Hemsley, 1898).

Para la parte oeste y central de México tomó datos de Berthold Carl Seemann, botánico alemán que fue recolectando ejemplares de plantas. Analizó la distribución desde Acapulco hasta la parte norte del país, observó que la altura, las lluvias y la temperatura juegan un papel importante en la distribución de las plantas y como estos tres factores van cambiando a lo largo del año con el paso de las estaciones, provocando que solo puedan habitar cierto tipo de plantas en regiones muy áridas, o en otro caso, que solo durante temporadas cortas de lluvia haya una alta productividad.

“De Mazatlán, al Norte, hacia el Río Colorado (un país situado inmediatamente fuera de los trópicos), las estaciones equinocciales son menos marcadas, el clima participa más bien del carácter de la zona templada, y algunas veces es muy seco. En las montañas, cada altura tiene su temperatura y humedad especial; sin embargo, la parte declive Oeste posee, generalmente, una temperatura más alta y mayor grado de humedad, que la parte Este. En los elevados picos los riachuelos se hielan durante la

estación fría, y algunas veces cae nieve. (...) El clima de la planicie de Durango y Chihuahua es semejante al de la mayor parte de las elevadas planicies de México, seco, difiriendo en este respecto esencialmente del de las altas regiones de los Andes de Colombia, el Ecuador y el Perú, en donde la humedad es abundante, y arroyos, ríos, lagunas y lagos mantienen una vegetación más exuberante que la que comúnmente se encuentra en alturas semejantes de México. Hacia fines de febrero las heladas cesan, comienza la primavera; álamos y sauces principian á reverdecer, duraznos y chabacanos abren sus botones, pero la temperatura sola, aunque aumentando rápidamente durante los meses de abril y mayo, no es suficiente para despertar también a la naturaleza. Los campos permanecen secos hasta el final de mayo, o al comenzar junio, cuando caen las lluvias vivificantes; en unos pocos días cada hierba, cada arbusto y cada árbol ha vuelto a la vida y la vegetación se desarrolla con una grande rapidez. La estación corresponde al principio de la primavera en el Norte de Europa. Pronto, en septiembre, las lluvias cesan; en octubre las heladas (las cuales se observan hasta febrero) comienzan, excepto cuando hay pocos indicios de invierno; la nieve cae muchas veces y nunca permanece largo tiempo en el campo. La aridez excesiva del clima está manifestada muy claramente por el hecho de que, aunque la estación de las lluvias solamente cesa en principios de septiembre, hay muy poca agua en cualquier parte de la llanura durante los meses de invierno (octubre y noviembre). Las corrientes periódicas parece que desaparecen en el mismo momento en que cesan las lluvias; y los manantiales, ríos y riachuelos son en número tan corto que el viajero tiene que buscar precisamente y durante muchas horas el lugar en donde se encuentra el agua (Hemsley, 1898: 301-302)".



PRESTONIA (*Hemadietum*) MACROCARPA Hemsl.

Figura 2. *Prestonia Macrocarpa*, recolectado por Hemsley, 1898.

Para el Sur de México, Hemsley ocupó la información recolectada por Frederik Michael Liebmann, botánico danés que vino a México en 1840 y estudió el pico de Orizaba; su descripción inicia con el volcán de Orizaba explicando que muestra gran variedad de plantas, comenzando con la parte costera de Veracruz de vegetación tropical pero de estatura pequeña, mientras más avanzamos, la vegetación tropical ya cubre el terreno con grandes selvas, y el suelo está lleno de rocas porfídicas basálticas que dan gran fertilidad al suelo (Hemsley, 1898).

“Viajando de Veracruz hacia el Poniente, una vegetación escasa, pequeña y de breñas, entrelazada con numerosas trepadoras, es lo que se encuentra en las colinas que están muy cerca de la playa. Las planicies herbosas en Santa Fe, a una altura de 200 pies, una milla más lejos, están cubiertas (en Boca de Potrero) con un tupido bosque que se extiende hasta Tolomé, sin ningún levantamiento del terreno. Este bosque está formado, principalmente, de *Mimosa*, *Acacia*, *Bombax*, *Pachira*, *Citrus*, *Acrocomia* y *Combetrum*. El terreno, que hasta ahora era arenoso o pantanoso, cambia de carácter, y presenta numerosas colinas formadas de estratos horizontales, de marga endurecida mezclada con arena; sobre estas colinas están esparcidas grandes masas arredondeadas, de rocas porfídicas, negras, que provienen del lejano cráter del Orizaba. (...) Desde Paso de Ovejas hasta la Hacienda del Mirador, en una distancia de treinta leguas, el terreno se levanta imperceptiblemente en una monótona pendiente pedregosa o sabana de grama, en la que crecen Mimosas espinosas, grupos del blanco *Convolvulus arboreus*, de amarilla *Bignonia* y de *Cochlospermum*. a una altura de 3.000 pies se encuentran seis ó siete especies de encinas y seis especies de *Chamoedorea*, incluyendo entre ellas las trepadoras. Aquí existe la vegetación más rica de México, con una temperatura de 70°, y favorecida por una larga estación de lluvias, de ocho a nueve meses de duración, y las orquídeas alcanzan su máximo con unas doscientas especies, algunas terrestres, pero principalmente epifitas (Hemsley, 1898: 306)”.

Liebman en 1898 describió la distribución de la vegetación dentro de las vertientes orientales de las cordilleras de México, en donde se pueden observar palmeras a una altura de 5000 pies, al igual que los helechos arborescentes. Entre los 6500 pies desaparece gran vegetación de la costa y se encuentran árboles de gran tamaño, a los 7800 pies los bosques de pinos se hacen más densos. A los 13000 pies la vegetación se vuelve escasa, desapareciendo gran parte de la vegetación arbórea siendo sustituida por manchones de gramas o zacates, a los 14300 pies el terreno es muy escarpado, aunque hay variedad de vegetación, ésta es pequeña debido al clima frío, y finalmente a los 14800 pies es el límite más alto de Orizaba y las rocas están cubiertas de criptógamas.

“El camino, en zig-zag, sube a 13.000 pies, la vegetación se hace más escasa, las pendientes más arenosas, y rodeadas por rocas negras y grises y puntiagudas; sin embargo, no se encuentra lava. Toda vegetación arbórea desaparece a esta altura, y manchones aislados de gramas o zacates constituyen la sola vegetación dominante en la planicie arenosa, la que se parece, extremadamente, a una costa estéril. (...) Después de haber dejado esta región de las gramas, y alcanzando el pie del último cono del volcán, a 14.300 pies, el terreno se hace demasiado escarpado y difícil (...). Aun a esta gran elevación, existe una vegetación variada: así, encontramos especies de *Phacelía*, una *Castillejo*, el *Cnicus nivalis* y otra Composite, una *Arenaria*, una *Piaba*, un arbusto de *Senecio*, la mayor parte de las gramas de las regiones arenosas; además, la *Evernia ochroleuca*, un *Bryum*, una *Grimmia* y la *Parmelia centralis*. Trepano al cono se encuentra una *Avena* y una *Eraba*, y aquí y allá ejemplares aislados de otras gramas y de *Arenaria* (Liebmann 1898: 313)”.

Capítulo 3: Patrones de distribución disyuntos entre diferentes linajes

Uno de los patrones que llamó la atención durante el siglo XIX, fue el patrón de distribuciones disyuntas, también llamadas distribuciones anómalas, las cuales se

refieren a que la misma especie o especies muy emparentadas, se encuentran en áreas completamente asiladas, interrumpidas por vastas distancias. Existieron varias explicaciones para este patrón, desde una explicación creacionista, pasando por explicaciones extensionistas hasta llegar a una explicación basada en la teoría evolutiva de Darwin.

“Hablamos de un patrón de distribución disyunta cuando dos o más áreas ocupadas por un mismo taxón (o taxones relacionados) se hallan separadas entre sí por una distancia que excede la capacidad normal de dispersión o diseminación del mismo, es decir que existe una disyunción geográfica, representada por barreras geográficas que producen aislamiento reproductivo, en el caso de poblaciones de una misma especie (Morrone y Llorente, 2002: 41)”.

Augustín P. de Candolle utilizó el término endémicas para referirse a una diversificación confinada, y utilizó el término esporádicas para aquellos géneros y familias que han superado barreras (Juárez-Barrera et al., 2018). A partir de las especies y datos recolectados por Humboldt y otros naturalistas, De Candolle en 1820 dividió el mundo en 20 regiones botánicas, reconocidas por poseer una o más especies aborígenes (Escalante, 2009). Dentro de su clasificación incluyó al territorio mexicano. En esta clasificación, De Candolle, le dio gran importancia al papel que juegan las barreras, ya que éstas influyen de manera sustancial en el transporte de las especies.

“Los mares son un obstáculo para la propagación de las plantas, aún para las más susceptibles de extenderse, incluso las islas comparten las plantas de los continentes que son vecinos, más o menos en proporción inversa a su distancia. Los mares interrumpen el transporte de las plantas, en parte, por la influencia perjudicial de agua salada en las semillas sometidas a su acción, sin embargo, no tiene el mismo efecto en todas las semillas. Este medio de transporte, que es muy difícil de actuar cuando los mares son muy grandes, se vuelve muy fácil cuando entre dos continentes hay series de islas que sirven como pasos o etapas en el transporte de las semillas.

El segundo tipo de límites naturales para el transporte de las plantas está determinado por los lagos relativamente extensos y suficientemente continuos desiertos, de modo que las semillas pueden ser transportadas con dificultad de un lado a otro. Es así como las arenas áridas y abrasadoras del Sahara ofrecen una barrera casi imposible de superar, estableciendo de este modo una diferencia entre las plantas de dos partes separadas de África por el desierto.

Un tercer tipo de límite está determinado por las grandes cadenas montañosas, éstas pueden influir, ya sea porque estén cubiertas de nieve eterna, lo cual proporciona una barrera para la propagación de semillas, o debido a la diferencia abrupta de la temperatura que cambia dependiendo a qué altitud nos encontremos de la montaña, lo que impide que ciertas especies se propaguen de un lado a otro.

Por último, para cualquier especie de la vegetación, una barrera continúa evita su expansión en una dirección; un gran pantano es una barrera para plantas intolerantes al agua, un gran bosque, para las que no toleran la penumbra; un cambio en la altitud o la elevación para las intolerantes al frío (De Candolle, 1820: 46)".

De Candolle indicó los diferentes medios de dispersión de las plantas, las corrientes marinas; la atmósfera, como los son las trombas o las corrientes de aire; los animales; y por último el humano. Sin embargo, cada especie tiene su rango de sobrevivencia y se desarrollará en una cierta región donde tenga un ambiente que cubra sus necesidades. A estas superficies que ofrecen un cierto número de plantas que le son particulares y que podrían llamarse verdaderamente endémicas, las denominó regiones botánicas. Como ya vimos; existen barreras que impiden que todas las especies se propaguen de la misma forma, por tanto, a partir del análisis de la distribución de las especies es como se puede apreciar un ensamblaje determinado o masa de plantas comunes de una región, y permite que estas zonas queden perfectamente circunscritas y específicas (Juárez, et al.,2021).

Las regiones botánicas que identificó en el mundo son las siguientes: (De Candolle, 1820).

1. Región de Siberia: Las planicies de Siberia y Tartaria
2. Región Mediterránea: Cuenca geográfica del Mediterráneo, es decir, la parte de África por fuera del Sahara, y la parte de Europa que está protegida del norte por una cadena montañosa más o menos continua.
3. Región Oriental: Europa Austral, que incluye los países vecinos del Mar Negro y el Mar Caspio.
4. La India: Junto con su archipiélago.
5. China: donde se incluye Japón.
6. Nueva Holanda (actualmente Australia).
7. El Cabo de Buena Esperanza: Extremo del sur de África fuera de los trópicos,
8. Abisinia, Nubia, y la costa de Mozambique.
9. Región del Congo, Senegal y Níger o del África occidental y equinoccial.
10. Islas Canarias.
11. Los Estados Unidos de América del Norte.
12. Costa Oeste Templada Boreal de América.
13. Antillas
- 14. México**
15. América del Sur entre los trópicos
16. Chile
17. Sur de Brasil y Buenos Aires
18. Tierras de Magallanes

Entre todas estas regiones, De Candolle notó que hay taxones que solo encontramos en solo un país a los que llamó especies endémicas, y hay otras especies que se distribuyen en todo el planeta a las que nombro especies esporádicas. También existen taxones que solo se encuentran en muy pocos países, por ejemplo, *Cytinus* que solo hay un género en el Mediterráneo y otro en México, igualmente *Sphenoclea* donde una especie se encuentra en Malabar y la otra en México. En este tipo de casos las explicaciones no se tomarían de teorías ecológicas, más bien históricas, de modo que De Candolle ocupó la geología para hacer el análisis de estos casos; a partir de esto es fácil entender por qué algunas especies no se encuentran en estado silvestre en lugares donde podrían vivir,

puesto que el taxón tendría alguna distribución distinta en el pasado a comparación de la actual (Juárez, et al.,2021).

“Según la idea anterior, las partes primitivas del globo deberían ser los centros de regiones; pero además de que es difícil de reconocer las huellas de esta dispersión, es muy dudoso que las especies de plantas que vegetan hoy en día el mundo sean las mismas que las que debieron haber existido antes que existieran los terrenos secundarios y además nos encontramos sobre las huellas o restos de estas tierras... Hasta el momento las variedades de plantas parecen estar ordenadas en dos grupos generales: las producidas por los factores externos actuales que son modificables por las condiciones adversas, y las formadas por la hibridación y que no parecen ser alteradas por las condiciones externas. Las diferencias constantes de las plantas nacidas en regiones diferentes no parecen relacionarse ni con una ni otra de estas clases, éstas no pueden explicarse por las condiciones externas, ya que otras condiciones no las destruyeron; y tampoco pueden ser atribuidas a la hibridación, ya que la hibridación o el cruce de razas implica necesariamente la aproximación hacia los seres similares. Así que veo que hay, entre los seres vivos, diferencias permanentes que no pueden adjudicarse a la influencia de cualquier variación actual; estas diferencias son las que constituyen la especie. Las especies se distribuyen sobre el mundo, en parte, de acuerdo con las leyes que podemos deducir de inmediato por la combinación de las leyes conocidas de la física y la fisiología, pero también en parte, de acuerdo con otras leyes que parecen ligarse al origen de todas las cosas y que aún son desconocidas para nosotros (De Candolle, 1820: 61)”.

De los libros publicados en 1868 por Fournier, *Cryptogamia* (1872) y *Graminéas* (1876), en el primer volumen se enumeran y colocan la región en donde se encontraron los ejemplares de líquenes, licopodios y helechos, de este último grupo publicó un artículo en la revista *La Naturaleza* (1877-1879), “Sobre la distribución geográfica de los helechos”, a partir de los ejemplares recolectados por, Andrieux, Berlandier, Bonpland, Ervendberg, Galeotti, Jurgensen, Liebmann, Kinden, Sartorius, Schaffner, Schiede, Ghiesbreght, Franco, Mairet, MM. Heller, Botteri,

Sallé, Virtet d'Aoust, F. Müller, Gouin, Sres. Bourgeau, Hahn, Weber, Méhédin y Guillemín. De los 605 helechos que identificó taxonómicamente, 427 especies de helechos son compartidas en México y otras regiones; 178 especies, los distinguió como endémicos de México (Fournier, 1877-1879).

Reconoció 9 patrones de distribución en función de las especies compartidas entre México y el mundo

a). Helechos de bajas montañas y mesetas de México

1. Andes 230 especies
2. Antillas 139 especies
3. Guayana-Caracas 59 especies
4. Brasil 117

b). Helechos de altas montañas de México

5. Andes-región subtropical de sur de América 12 especies
6. Chile- E.U. (Texas) 28 Especies
7. E.U. (Florida, Carolina)-Guayana-Cuba-Brasil Desde la región subtropical y tropical

c). Helechos pantropicales

8. Sur de Europa, Norte de África y suroeste de Asia 12 especies
9. Zona tropical del mundo

Fournier explicó que los helechos de la región litoral de la zona tropical del mundo y en de las zonas con altas temperaturas de México, no tienen mucha importancia ya que estas especies se encuentran distribuidas en la región tropical del mundo y no veía algún patrón geográfico especial (Fournier, 1877-1879).

Fournier en el libro de gramíneas consideró la distribución de las plantas, tanto dentro como fuera de México:

“El primer hecho que se presenta a la observación es que, en el mismo interior de México, existen cierto número de gramíneas que aceptan

condiciones biológicas bastante variadas, es decir, que también crecen en las tierras altas, en el valle de Orizaba e incluso en las arenas costeras de la región cálida como: *Paspalum Scaffneri* y *Chloris elegans*, las cuales fueron colectadas en el Valle de México, así como en las inmediaciones de la Veracruz, *Buchloe dactyloides* y *Chondrosium tenue*, observado en el mismo valle y en Tampico en el Golfo de México; *Aegopogon geminiflorus* y *Vilfa ramulosa*, que crecen en la región fría de México, como en el lianas del volcán Jorullo, en la zona cálida. Finalmente, desde Toluca, ubicado a una altura superior a la de México, el *Atheropogon aristidoides* también desciende hasta Veracruz (Fournier, 1876: X)".

Identificó un patrón especial que hay entre las especies de gramíneas compartidas con Estados Unidos y México; para él, las especies pasaron de Estados Unidos a México o viceversa, y su explicación es con base en observaciones meteorológicas. Por medio de la traslación de los vórtices de la atmósfera, explicó que en América algunos vórtices descienden de Nuevo México, por el valle del Río del Norte, sobre el golfo, luego se acercan a la parte norte de Florida, para ascender, hacia el norte, siguiendo las costas del Atlántico o la vertiente oriental de las montañas de Allegheny. Fournier, al considerar estos vórtices como los agentes del transporte de semillas, explicó cómo la distribución de las especies mexicanas y estadounidenses no es continua (Fournier, 1877-1879).

A partir del análisis de estos patrones advierte que México es un país donde se acumulan tanto, la flora del norte del Continente Americano, como la del sur (Fournier, 1876).

“Estas afinidades geográficas contribuyen a confirmar una opinión ya muy difundida, a saber, que las diversas regiones que conforman México sirven de punto de encuentro de plantas con una flora muy diferente. Esto aparece de una manera sorprendente por el examen de la familia de Gramíneas, y especialmente de ciertas especies comunes de esta familia... En resumen, las gramíneas mexicanas, desde el punto de vista de su distribución geográfica, así como de sus caracteres botánicos, se dividen bastante claramente en dos grupos. Las que son peculiares de México, y las que le son comunes a la región andina o a la región del norte, se distinguen

generalmente por la delgadez de sus hojas y la baja altura relativa de su culmo. Las que se difunden en la región tropical son notables, por el contrario, por su tamaño, por la amplitud de sus órganos de vegetación y de su inflorescencia. Los primeros habitan preferentemente las partes montañosas y secas; los segundos, la orilla de ríos y lugares húmedos (Fournier, 1876: XVII)".

En las siguientes tablas se puede observar la comparación de las gramíneas de México y de las gramíneas de Texas, Estados Unidos, Antillas, Región tropical, Andes, Brasil, Argentina y el resto del mundo. La importancia de estas tablas para Fournier es la gran cantidad de tipos especiales, tanto genéricos como específicos, que ofrecen las gramíneas de la flora mexicana.

Tabla 2. Parte 1 de la Tabla de géneros propios de gramíneas de México contra el resto del mundo "Fournier, 1876: XII".

GENERA	MEXICO	MEXICO SOLO	TEXAS	ESTADOS UNIDOS	ANTILLAS	REGIÓN TROPICAL	ANDES	BRASIL	ARGENTINA	MUNDIAL
<i>Luziola</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Leersia</i>	5	2	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Anachyris</i>	1	1	0	0	2	0	0	1	0	0
<i>Pharus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Olyra</i>	2	0	0	1	1	2	0	1	0	0
<i>Litachne</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Strepium</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Tragus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paspalum</i>	40	20	0	7	1	12	3	1	0	1
<i>Leptocoryphium</i>	1	0	0	0	10	1	0	12	3	2
<i>Helopus</i>	3	2	0	1	1	1	0	1	1	0
<i>Dimorphostachys</i>	10	8	1	0	0	1	0	1	1	1
<i>Panicum</i>	82	30	1	12	0	27	2	1	0	0
<i>Ichnanthus</i>	1	1	0	0	24	0	0	21	3	1
<i>Isachne</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tricholaena</i>	2	0	1	0	0	1	0	1	0	0
<i>Hymenachne</i>	7	3	0	1	2	2	0	1	1	0
<i>Stenotaphrum</i>	1	0	0	0	0	0	0	4	0	1
<i>Oplosmenus</i>	14	5	3	2	1	3	0	1	1	2
<i>Berchtholdia</i>	5	2	0	1	7	1	0	5	1	0
<i>Setaria</i>	24	12	0	0	0	6	1	0	0	0
<i>Gymnothrix</i>	7	5	0	0	6	0	1	9	0	0
<i>Pennisetum</i>	3	2	0	0	0	0	0	2	1	1
<i>Cenchrus</i>	9	3	1	1	1	4	1	1	0	0
<i>Anthephora</i>	1	0	0	0	3	0	0	2	2	0
<i>Eriochrysis</i>	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Eulalia</i>	1	1	0	0	1	2	0	1	1	0
<i>Syllepis</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spodiopogon</i>	2	2	0	0	1	2	0	0	0	0
<i>Arundinella</i>	7	2	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Isachaemum</i>	1	0	0	0	2	4	0	1	0	0
<i>Andropogon</i>	34	18	5	4	1	0	1	6	2	0
<i>Apogonia</i>	2	0	0	1	6	3	1	0	0	0
<i>Trachypogon</i>	7	4	0	0	1	2	0	2	0	0
<i>Heteropogon</i>	3	1	0	0	0	1	0	2	0	0
<i>Diectomis</i>	2	1	0	0	0	2	0	1	1	0
<i>Elionurus</i>	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0

<i>Hyparrhena</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pogonopsis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hemarthria</i>	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Manisuris</i>	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
<i>Jouvea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tripsacum</i>	4	2	0	2	1	0	0	0	0	0
A REPORTER	299	131	16	34	77	86	86	84	18	12

Tabla 3. Parte 2 de la Tabla de géneros propios de gramíneas de México contra el resto del mundo “Fournier, 1876: XII”.

GENERA	MEXICO	MEXICO SOLO	TEXAS	ESTADOS UNIDOS	ANTILLAS	REGIÓN TROPICAL	ANDIBUS	BRASILIA	ARGENTINA	MUNDIAL
Report	299	131	16	34	77	86	10	84	18	12
<i>Euchlaena</i>	4	3	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Zea</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phalaris</i>	2	0	0	1	0	0	1	0	0	1
<i>Ataxia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aeopogon</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Hilaria</i>	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Hexarrhena</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Stipa</i>	19	15	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aristida</i>	20	17	1	0	0	2	3	1	1	0
<i>Ortachne</i>	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Muhlenbergia</i>	37	30	1	2	0	2	0	0	0	0
<i>Bauchea</i>	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Epicampes</i>	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phleum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Crypsinna</i>	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Cinnastrum</i>	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Polypogon</i>	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Lycurus</i>	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Perieilema</i>	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Agrostis</i>	17	11	1	4	0	0	0	0	0	2
<i>Apera</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vilfa</i>	20	7	1	5	6	3	1	5	1	1
<i>Calamochloa</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gynerium</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Gouinia</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Phragmites</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arundo</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Deyeuxia</i>	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trsetum</i>	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achaeta</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Peyritschia</i>	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uralespis</i>	3	2	0	1	00	0	0	0	0	0
<i>Avena</i>	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tristachya</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Graphephorum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaboissaea</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dissanthelium</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Chascolytrum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa</i>	6	3	0	0	1	1	2	1	0	1
<i>Eragrostis</i>	19	10	0	4	5	1	1	0	0	3
<i>Megastachya</i>	9	6	1	0	1	2	0	1	0	0
<i>Brizopyrum</i>	4	2	0	0	0	1	0	0	0	0
A REPORTER	531	295	25	52	91	102	25	94	21	23

Tabla 4. Parte 3 de la Tabla de géneros propios de gramíneas de México contra el resto del mundo “Fournier, 1876: XII”.

GENERA	MEXICO	MEXICO SOLO	TEXAS	ESTADOS UNIDOS	ANTILLAS	REGIÓN TROPICAL	ANDES	BRASIL	ARGENTINA	MUNDIAL
<i>REPORT</i>	531	295	25	52	91	102	25	94	21	23
<i>Zeugites</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Krombholzia</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Disakisperma</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Uniola</i>	4	3	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Orthoclada</i>	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Festuca</i>	9	8	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Brachypodium</i>	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratochloa</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
<i>Bromus</i>	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Helleria</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Bambusa</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Guadua</i>	5	3	0	0	0	2	0	1	0	0
<i>Arundinaria</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chusquea</i>	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merostachys</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pappophorum</i>	3	2	0	0	1	1	0	1	0	0
<i>Cathestecum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lesourdia</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Opizia</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>buchloe</i>	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Microchloa</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
<i>Spartina</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ctenium</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chondrosium</i>	11	9	1	0	0	0	1	0	1	0
<i>Atheropogon</i>	11	6	1	2	3	3	0	0	0	0
<i>Triathera</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Triaena</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pentarrhaphis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichloris</i>	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cynodon</i>	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1
<i>Chloris</i>	6	3	1	0	0	0	0	2	0	0
<i>Gymnopogon</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Dactyloctenium</i>	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
<i>Eleusine</i>	5	4	0	0	1	1	0	1	1	0
<i>Leptochloa</i>	6	4	1	1	2	2	1	1	0	1
<i>Glyceria</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplachne</i>	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Lolium</i>	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Agropyrum</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Hordeum</i>	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Elymus</i>	3	0	1	2	0	0	0	0	0	0
TOTAUX	643	371	33	65	101	115	29	107	24	29

“Pero el resultado más importante de mis investigaciones se refiere a la distribución geográfica de estas plantas. He podido establecer, primeramente, que las especies de esta familia son generalmente las mismas en las dos vertientes de los Andes mexicanos. Además, comparando las formas mexicanas con las de la América entera, sobre todo las de la tropical, he podido aun identificar mayor número de especies descritas como diferentes por botánicos que se habían limitado al estudio de floras especiales, y que no habían sospechado la extensión del área ocupada por

estas plantas. En efecto, de los 605 helechos, cuya existencia me parece establecida en México, 178 solamente son especiales a esta región.

Pero el grupo más interesante de las plantas que nos ocupan es ciertamente, a pesar de que no se componga más que de 12 especies, aquel que, del fondo del Golfo de México, traspasando las Antillas, llega a las Azores y a las Canarias extendiéndose en la región mediterránea, para continuarse con un corto número de especies en las montañas de Abisinia, Persia o Himalaya. Entre estos, ascendiendo hacia el Norte el *Pteris longifolia* se detiene en la isla de Eschea, el *Pt. creteca* en Córcega, la *Woodwardia radicans* en las montañas de Asturias, el *Adiantum Capillus* en Poitiers y en Bormio, en el Tirol, cerca de un manantial mineral caliente, el *Gymnogramme leptophylla* en Brest, mientras que el *Cystopteris fragilis*, especie polimorfa, pero indivisible, se esparce sobre toda Europa y llega a las cúspides de los Alpes. La existencia auténticamente establecida de este grupo de plantas concuerda con las hipótesis fundadas por varios naturalistas, acerca de la desaparición de la Atlántide (Fournier, 1877-1879: 84)".

En la obra más conocida de Hemsley "Biologia Centrali-Americana : zoology, botany and archaeology" del año 1879-1880. Hemsley realizó una comparación en el volumen 1 y 4, sobre la vegetación de México, Australia e India, donde se muestran las posiciones de los órdenes naturales, según su predominio en especies, sin embargo, no hay alguna comparación de importancia en las familias que se relacionan entre estas tres regiones: en Australia encontró 154 órdenes y en México junto con América central fueron 167 y el 25% de los órdenes de México están representados en la India.

En la siguiente tabla podemos observar la primera parte de la flora de México, Australia y la India junto con los órdenes, especies y géneros principales, acomodados conforme a su posición en el mundo, el porcentaje de fanerógamas, y endemismos.

Tabla 5. Primera parte de la secuencia del orden natural de la flora fanerogámica de India británica acorde a su predominancia en especies, con sus relativos

porcentajes, y sus posiciones en la flora del mundo, flora australiana y flora mexicana (1879-1915, pag. XV).

Órdenes			Especies				Géneros	
Posición en la flora del mundo	Posición en la flora australiana	Posición en la flora mexicana	Posición en la flora de la India	Número total	Porcentaje de fanerógamas	Número de endemismos	Número total	Número de endemismos
3	7	3	1. Orchidea	1060	7.77	969	106	20
2	1	2	2. Leguminosae	831	6.09	482	132	13
5	6	5	3. Gramineae	800	5.86	476	134	11
6	9	8	4. Euphorbiaceae	624	4.57	473	79	12
4	14	7	5. Rubiaceae	611	4.48	446	89	21
1	4	1	6. Compositae	598	4.38	381	122	11
13	51	16	7. Acanthaceae	503	3.69	433	49	11
8	5	11	8. Cyperaceae	385	2.82	171	24	0
7	15	9	9. Labiatae	331	2.43	226	55	8
12	33	20	10. Urticaceae	305	2.23	196	45	6
14	35	17	11. Asclepiadeae	249	1.82	200	53	15
18	73	26	12. Rosaceae	218	1.60	144	26	2
10	30	14	13. Scrophularineae	215	1.58	99	55	7
20	44	65	14. Laurineae	205	1.50	159	16	1
32	87	76	15. Scitamineae	204	1.49	162	20	5
34	73	76	16. Anonaceae	192	1.41	165	25	7
9	13	25	17. Liliaceae	178	1.30	93	36	3
11	103	21	18. Melastomaceae	166	1.22	120	21	2
22	97	53	19. Geraniaceae	165	1.21	137	9	0
11	2	46	20. Myrtaceae	157	1.15	117	11	1
14	19	34	21. Umbelliferae	154	1.13	114	37	3
21	32	19	22. Convolvulaceae	152	1.11	75	15	1
20	89	24	23. Aroideae	142	1.04	107	32	11
16	38	22	24. Boeagineae	140	1.03	82	32	3
16	37	27	25. Criciferae	137	1.00	55	43	4
28	62	42	26. Genitianeae	132	0.97	105	15	2
20	40	36	27. Apocynaceae	131	0.96	94	39	3
23	121	18	28. Gesneraceae	129	0.95	107	25	10
23	29	33	29. Verbemaceae	128	0.94	78	23	0
17	55	23	30. Palmae	126	0.92	94	30	1
25	73	53	31. Ranunculaceae	115	0.84	73	19	1
32	89	61	32. Anacardiaceae	112	0.82	86	22	8
38	36	57	33. Tiliaceae	110	0.81	56	13	3
34	79	59	34. Celastrineae	105	0.77	85	13	2
19	60	52	35. Caryophyllaceae	104	0.76	57	19	1
34	112	31	36. Cupuliferae	99	0.72	85	6	0
45	71	85	37. Ampelideae	94	0.69	71	3	0
25	57	44	38. Polygonaceae	93	0.68	38	7	0
61	39. Dipterocarpeae	92	0.67	80	9	0
23	18	13	40. Malvaceae	91	0.67	40	22	6
28	15	55	41. Stercyliaceae	88	0.64	60	1	4
29	86	56	42. Myrsineae	88	0.64	61	11	3
43	44	81	43. Meliaceae	84	0.62	71	19	3
42	66	96	44. Oleaceae	84	0.62	67	10	1
45	97	134	45. Primulaceae	81	0.59	57	9	1
27	46	90	46. Saxifragaceae	80	0.59	56	14	0
24	12	80	47. Rutaceae	77	0.56	52	23	3
41	68	49	48. Commelinaceae	77	0.56	44	7	1
29	55	40	49. Loranthaceae	74	0.54	58	5	0
31	63	29	50. Cucurbitaceae	71	0.52	33	29	7

23	20	29	51. Saapindaceae	70	0.51	41	23	3
48	125	101	52. Styraceae	70	0.51	60	2	0
45	82	121	53. Ebenaceae	68	0.50	53	2	0
53	81	121	54. Olacineae	66	0.48	51	23	3
36	0	38	55. Begoniaceae	64	0.47	61	1	0
18	46	41	56. Campanulaceae	64	0.47	49	13	3
18	108	46	57. Ericaceae	62	0.45	52	9	1
47	125	81	58. Guttiferae	61	0.45	51	6	3
18	89	12	59. Piperaceae	56	0.41	40	3	0
37	65	73	60. Araliaceae	55	0.40	42	18	3
41	60	59	61. Capparideae	53	0.39	33	8	0
44	135	65	62. Ternstroemiaceae	53	0.39	36	14	1
38	68	96	63. Sapotaceae	52	0.38	44	8	0
33	25	58	64. Rhamnaceae	51	0.37	30	8	1
36	39	65	65. Loganiaceae	50	0.37	33	4	0
51	125	69	66. Caprifoliaceae	49	0.36	36	20	2
40	135	73	67. Vacciniaceae	49	0.36	44	17	2
28	17	78	68. Chenopodiaceae	49	0.36	5	11	1
30	21	39	69. Amarantaceae	48	0.35	19	8	2
45	73	35	70. Lytraceae	45	0.33	22	10	0
46	54	88	71. Combretaceae	44	0.32	26	8	1
15	27	10	72. Solanaceae	44	0.32	14	10	0
34	103	42	73. Crassulaceae	40	0.30	26	7	1
56	125	71	74. Burseraceae	39	0.29	35	6	3
57	125	112	75. Connaraceae	35	0.26	25	19	1
52	22	94	76. Dilleniaceae	34	...	26	5	2
63	78	115	77. Menispermaceae	34	...	18	4	4
34	49	44	78. Polygalaceae	34	...	16	1	0
63	..	153	79. Fumariaceae	31	...	24	2	0
65	135	143	80. Myristicaceae	30	...	40	2	0
51	79	94	81. Juncaceae	30	...	18	8	0
51	..	107	82. Salicineae	29	...	25	11	1
68	112	128	83. Magnoliaceae	27	...	23	3	0
32	97	51	84. Bignoniaceae	27	...	16	3	0
50	135	88	85. Hypericineae	26	...	17	1	0
55	112	91	86. Samydaceae	26	...	18	9	0
39	71	128	87. Eriocailleae	26	...	20	1	0
54	96	98	88. Bixineae	25	...	16	9	0
41	52	65	89. Coniferae	25	...	15	13	0

Tabla 6. Números relativos de órdenes, géneros y especies de India, México, Norte América y Australia (pag. IXI).

País	Ordenes	Géneros	Especies
India	174	2271	13647
México	162	1794	11626
Norte América	158	1513	9403
Australia	154	1335	8575

Entre México y América Central, el número total de géneros es de 1794, y el número de especies es de aproximadamente 11,626. Hizo hincapié en que gran parte de la

botánica del norte de México seguía sin ser explorada en su época, por lo que los datos son inciertos.

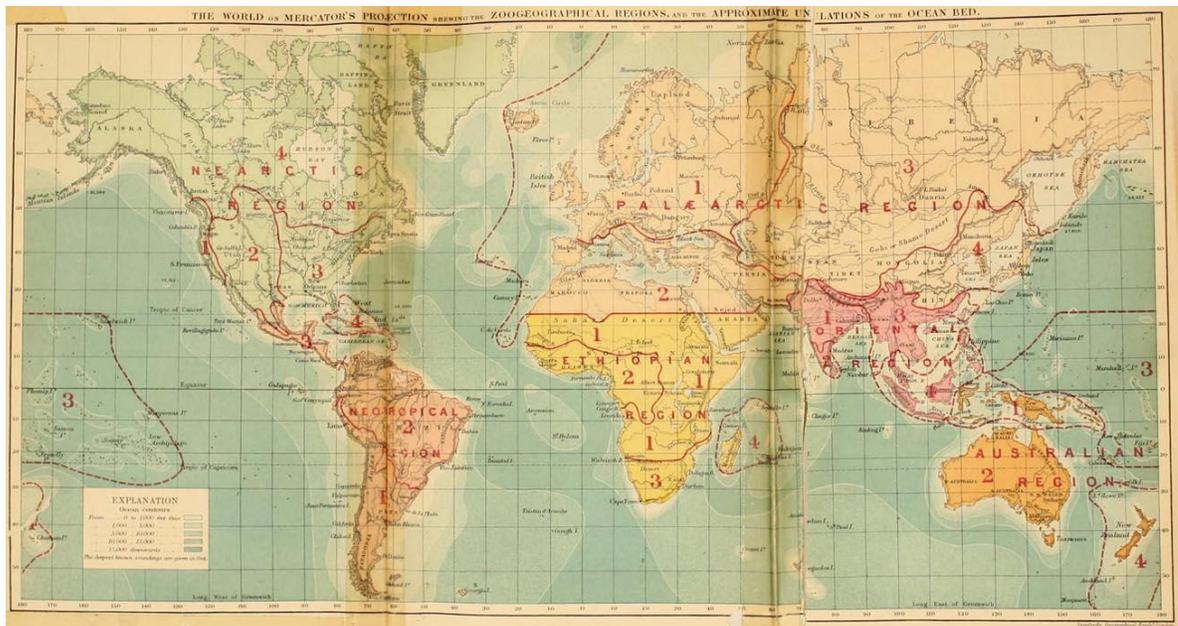
Finalmente, en el caso de las plantas endémicas entre México y América central, en comparación con otros países, su porcentaje es muy bajo.

“Out of a total of 1849 genera of vascular plants in Mexico and Central America, only 199, or about 10.8 per cent., are endemic, which is very low as compared with extra-tropical South Africa and Australia, the only large countries of which there are available data. Even taking Mexico alone, which is generally regarded as having a highly specialized flora, the endemic genera do not amount to 12 per cent. Going still farther, and including those genera common to Mexico and western North America only, the majority of which may legitimately be reckoned as forming part of the same floral region, in the same sense that the proportions for the whole of Australia and the whole of extra-tropical South Africa are used in comparison, the percentage would probably not exceed 20 (Hemsley, 1879-1889: 211)”.

“De un total de 1849 géneros de plantas vasculares en México y América Central, solo 199, o alrededor del 10.8 por ciento, son endémicos, lo cual es muy bajo en comparación con Sudáfrica extratropical y Australia, los únicos países grandes de los cuales hay datos disponibles. Incluso tomando sólo a México, que generalmente se considera que tiene una flora altamente especializada, los géneros endémicos no alcanzan el 12 por ciento. Yendo aún más lejos, e incluyendo aquellos géneros comunes a México y al oeste de América del Norte únicamente, la mayoría de los cuales pueden considerarse legítimamente como parte de la misma región floral, en el mismo sentido que las proporciones para toda Australia y Sudáfrica se utilizan en comparación, el porcentaje probablemente no exceda del 20 (Hemsley, 1879-1889: 211)”.

Alfred Russel Wallace fue un naturalista, antropólogo, explorador, geógrafo y biólogo británico conocido por haber propuesto una teoría de evolución a través de la selección natural y crear varias bases para las regiones zoogeográficas. En 1876 publicó su libro *The Geographical Distribution Of Animals*, a partir del sistema de clasificación desarrollado por Philip Sclater en 1857. Estableció seis regiones zoológicas primarias a partir de un examen detallado de la distribución de los principales géneros y familias de aves, mamíferos y algunos insectos: (Wallace, 1876, Vol. 2).

Fig. 3. Región zoogeográfica de A. Wallace 1876 Vol. 2.



1. Región Paleártica
2. Región Etiópica
3. Región Oriental
4. Región Australiana
5. Región Neártica
6. Región Neotropical

Las dos últimas regiones, Neártica y Neotropical, pertenecen al Continente Americano. Para Wallace la región Neotropical, esencialmente tropical, incluye América del Sur, las Antillas y América del Norte tropical; y posee más familias

peculiares de vertebrados y géneros de aves y mamíferos que cualquier otra región, que a su vez se divide en cuatro subregiones, Brasileña, Chilena, Antillana y Mexicana, pero no tiene características distintivas excepto la ausencia de algunos de los grupos neotropicales más especializados. Sin embargo, es una división conveniente porque comprende la porción del continente norteamericano que pertenece zoológicamente a Sudamérica (Wallace, 1876, Vol. 2).

La región Neártica comprende toda América del Norte templada y Groenlandia. Las tierras árticas y las islas más allá del límite de los árboles forman un territorio de transición a la región Paleártica, pero incluso aquí hay algunas especies características. El límite sur entre esta región y la Neotropical es un poco incierto; pero puede trazarse cerca del Río Grande del Norte en la costa este, y un poco al norte de Mazatlán en el oeste; mientras que en la meseta central desciende mucho más al sur (Wallace 1876, Vol. 2).

Al tratar la subregión Mexicana, Wallace inició con una descripción del ambiente físico:

“In Mexico it forms an extensive table-land, from 6,000 to 9,000 feet above the sea, with numerous volcanic peaks from 12,000 to 18,000 feet high; but in Yucatan and Honduras, the country is less elevated, though still mountainous. On the shores of the Caribbean Sea and Gulf of Mexico, there is a margin of low land from 50 to 100 miles wide, beyond which the mountains rise abruptly; but on the Pacific side this is almost entirely wanting, the mountains rising almost immediately from the sea shore. With the exception of the elevated plateaus of Mexico and Guatemala, and the extremity of the peninsula of Yucatan, the whole of Central America is clothed with forests; and as its surface is much broken up into hill and valley, and the volcanic soil of a large portion of it is very fertile, it is altogether well adapted to support a varied fauna, as it does a most luxuriant vegetation. Although many peculiar Neotropical types are absent, it yet possesses an ample supply of generic and specific forms; and, as far as concerns birds and insects, is not perhaps inferior to the richest portions of South America in the number of species to be found in equal areas.

Owing to the fact that the former Republic of Mexico comprised much territory that belongs to the Nearctic region, and that many Nearctic groups extend along the high-lands to the capital city of Mexico itself, and even considerably further south, there is much difficulty in determining what animals really belong to this sub-region. On the low-lands, tropical forms predominate as far as 28° N. latitude; while on the cordilleras, temperate forms prevail down to 20°, and are found even much farther within the tropics (Wallace, 1876, Vol. 2: 51-52)".

“En México forma una extensa meseta, de 6,000 a 9,000 pies sobre el nivel del mar, con numerosos picos volcánicos de 12,000 a 18,000 pies de altura; pero en Yucatán y Honduras, el país es menos elevado, aunque todavía montañoso. En las costas del Mar Caribe y del Golfo de México, hay un margen de tierra baja de 50 a 100 millas de ancho, más allá del cual las montañas se elevan abruptamente; pero en el lado del Pacífico esto falta casi por completo, las montañas se elevan casi inmediatamente desde la orilla del mar. Con excepción de las elevadas mesetas de México y Guatemala, y la extremidad de la península de Yucatán, toda la América Central está cubierta de bosques; y como su superficie está muy fragmentada en colinas y valles, y el suelo volcánico de una gran parte de él es muy fértil, está muy bien adaptado para sustentar una fauna variada, como lo hace con una vegetación muy exuberante. Aunque muchos tipos peculiares Neotropicales están ausentes, aún posee un amplio suministro de formas genéricas y específicas; y, en cuanto a aves e insectos, no es quizás inferior a las porciones más ricas de América del Sur en el número de especies que se encuentran en áreas iguales.

Debido al hecho de que la antigua República de México comprendía mucho territorio que pertenece a la región neártica, y que muchos grupos neárticos se extienden a lo largo de las tierras altas hasta la propia ciudad capital de México, e incluso considerablemente más al sur, hay mucha dificultad para determinar qué animales pertenecen realmente a esta subregión. En las tierras bajas predominan las formas tropicales hasta los 28° de latitud norte; mientras que en las cordilleras prevalecen las formas templadas hasta los

20° y se encuentran aún mucho más adentro de los trópicos (Wallace, 1876, Vol. 2: 51-52)".

Wallace dio una explicación para cada uno de los grupos que estudió: mamíferos, aves, reptiles, anfibios, peces, insectos y gasterópodos terrestres. Los mamíferos se encontraban principalmente en la parte tropical de México y reconoció solo algunas especies que se restringen en la zona norteña. Gran parte de las especies de mamíferos están compartidas con América Central. Ocurre lo mismo con los grupos de, los peces de agua dulce y anfibios. En el caso de las aves, gran cantidad pertenece a las familias y géneros neotropicales, pero éstas se entremezclan con varios migrantes de América Norte templada, que pasan el invierno en México, con algunas formas del norte en las tierras altas; y con un número considerable de géneros peculiares, principalmente de afinidades neotropicales. En el caso de los reptiles, no se encontraban muchos estudios en su época, sin embargo, ejemplares como los *Chirotes*, *Heloderma*, *Abronia*, *Barissia*, *Siderolampus*, etc., los pudo delimitar a México y a la parte sur de la región cercana. Por último, algunos de los insectos que estudió fueron las mariposas, los escarabajos, cicindélidos, carábidos, lucánidos, cetónicos. Muchos de estos grupos se distribuyen tanto en norte como en el sur de América (Wallace, 1876, Vol. 2).

Discusión y conclusión

Los estudios sobre la distribución geográfica de la flora y fauna de México en los siglos XIX y XX, nos permite observar la evolución de la biogeografía, iniciando con la taxonomía y clasificación hasta llegar a una elaborada regionalización del territorio mexicano. El estudio de la distribución geográfica ayuda al reconocimiento de los patrones biogeográficos mediante la distribución de las especies a corta y larga escala.

A inicios del siglo XIX gran parte de la flora y fauna de México seguía sin ser identificada y muchas zonas del territorio mexicano seguían sin ser exploradas. Gran parte de los naturalistas que venían a México se encargaban principalmente

de la recolección de ejemplares que ocupaban para el comercio. La ecología de la especie no se tomaba muy en cuenta, es decir, cuando se recolectaba una planta no se prestaba la suficiente atención al ambiente en donde se encontraba, y en la bitácora solo se colocaba en qué país y en algunos casos el estado del país donde se recolectaba. No obstante, de los primeros datos atmosféricos que se tomaron en cuenta para tener una localización geográfica más precisa de las plantas fueron la altitud y latitud, que permitieron realizar una comparación entre distintas zonas.

Uno de los principales naturalistas que comenzó a tomar en cuenta la altitud y latitud fue Humboldt, quien al realizar un viaje a las regiones equinocciales de América, ubicadas en la región intertropical del planeta, observó la gran riqueza de especies que poseía esta zona y un aspecto heterogéneo del medio físico; primeramente, viajó a la zona sur del continente y realizó una división de las regiones que exploró, entre las que reconoce las regiones cálidas, templadas y frías, las cuales delimitaba por su altitud. Sin embargo, para el territorio mexicano no coincidían del todo estas divisiones. Aunque Humboldt ubicaba a México en la zona tropical, tenía gran parte de su territorio templado a bajas altitudes en comparación de las zonas sureñas del continente, por lo que determinó que las zonas situadas debajo de los 20° y 23° de latitud no presentan la misma distribución de plantas que se puede esperar de un país tropical.

Podemos observar que Humboldt fue de los primeros en darse cuenta de que México tiene una mezcla entre la flora tropical y templada, con límites no tan marcados y su distribución no va a depender solo del clima y la altitud donde se encuentran ubicadas las plantas; sino además de otros factores que rodean su medio; además su división de la flora del territorio mexicano tiene grandes vacíos respecto a la zona norte y occidental del país, no obstante sus ejemplares recolectados sirvieron para observar los patrones de distribución de algunos taxones, como por ejemplo los helechos mexicanos estudiados por Martens y Galeotti, donde además de reconocer la latitud donde se encontraban estos taxones, también estudiaban el tipo de suelo donde se recolectaban los ejemplares, si estaban asociados con otras plantas y la ubicación geográfica es más específica.

No obstante, la parte norte del país sigue sin ser del todo representada, incluyendo la meseta mexicana o también conocido como altiplano. Esta última la ubicaron en la subregión de los llanos fríos, debido a que la división de Humboldt tomaba como base la altitud. En vista de ello, se puede deducir que colocaron esta zona en las regiones frías, por la gran altitud que tiene, similar a la altitud de las cordilleras occidental y oriental. Incluyeron dentro de sus estudios únicamente las zonas húmedas donde se encuentra mayor riqueza de helechos.

Quienes siguieron la clasificación realizada por Martens y Galeotti, fueron Alfonso Herrera y José Ramírez, quienes subdividen aún más cada zona, esto debido a que logran observar y distinguir los patrones ya a nivel de familia, agregando además la identificación de las principales formaciones montañosas de México, que son del principal factor que determina la distribución de gran cantidad de especies mexicanas.

Fue hasta Grisebach y Fournier, que se reconoció a la planicie mexicana como independiente de las zonas frías. A partir de las formas de vida encontradas en este lugar, esta clasificación se pudo hacer mediante la observación de los taxones más característicos de cada país. Sin embargo, se aclara que estas divisiones no son del todo precisas ya que hay muchos grupos que sobrepasan los límites de la zona que más lo caracteriza y por tanto la extensión de cada una de las zonas puede ir variando dependiendo del autor.

Ya a mediados del siglo XIX se puede ver el gran avance que tiene la regionalización de las floras en distintos países, debido a la introducción del concepto de regiones botánicas dado por Agustín De Candolle, que a partir del gran número de datos físicos y geográficos pudo observar los taxones más relevantes de cada país, dando gran importancia a los grupos endémicos, ya que estos grupos en especial están estrictamente delimitados por sus barreras físicas. Al enfocarse en grupos endémicos se puede reconocer muy bien sus patrones de distribución y qué factor es el que les impide llegar a traspasar estos límites, por tanto, las regionalizaciones de la flora mexicana llegan a ser más específicas, ya no basándose principalmente en los aspectos físicos, más bien en la concordancia que tiene diferentes taxones

en un mismo sitio. Cuando realizó su regionalización, De Candolle colocó a México como una región botánica, al tener varias especies endémicas, resaltando al grupo de las cactáceas haciendo notar que grupos como éste pudieron haber habitado en más zonas del mundo con ambientes parecidos. No obstante, las barreras geológicas restringen su distribución.

La comprensión de que las plantas no siempre estuvieron distribuidas de la misma forma y además de que no siempre han sido las mismas especies permitió que los naturalistas como Alphonse de Candolle o Fournier pudieran explicar la distribución de las especies que no eran continuas, por lo tanto, las circunstancias del pasado ayudaron a explicar la distribución actual de las especies.

Ejemplo de esta nueva visión fue el botánico Fournier, quién, desde sus primeros estudios muestra su interés por intentar esclarecer cómo familias iguales estaban en distintos lugares del planeta, es decir, que éstas tuvieran puntos de distribución específicos y no contiguos. A partir de los patrones de distribución que pudo identificar del grupo de los helechos, interpreta la distribución disyunta a partir de hechos históricos. Aunque irónicamente recurre a la Atlántida como puente entre el viejo y Nuevo Mundo, permitiendo la dispersión de los helechos a estas dos grandes tierras.

Alphonse de Candolle continuó utilizando estos dos conceptos importantes dentro de la biogeografía, las causas físicas (estaciones) y las causas históricas (habitaciones) para explicar la distribución de los organismos. Distinguió la dominancia de familias que hay en cada país y le interesaron las relaciones de las áreas a partir de la distribución de las especies. Esto dio pie para que los patrones de distribución fueran estudiados más allá de sus fronteras políticas, idea que influiría más adelante en una regionalización más compleja como la que desarrollarían Sclater y Wallace.

Ya desde Humboldt se sabía que México era un punto de encuentro de flora templada y tropical entre la parte del norte y sur del Continente Americano. Es importante resaltar que desde la segunda mitad del siglo XIX, algunos naturalistas

reconocen la presión que ejercieron fenómenos del pasado en la distribución actual de las especies.

Un ejemplo de ellos es Wallace, a quien le interesaban los estudios paleontológicos para apoyar sus ideas evolucionistas. En el sistema de regionalización que Wallace realizó, se apoya del modelo dispersalista, y delimita las regiones ya anteriormente realizadas por Sclater. Para el caso de México, delimita la Región Neártica de la Región Neotropical. Este límite lo establece en el territorio mexicano, y aunque no es del todo claro, marca la zona donde convergen estas dos regiones y hay una gran riqueza de especies.

Wallace afirmaba que cada especie nueva surgía en el mismo lugar y con forma bastante similar a su antecesora, por tanto, las especies surgen por derivación directa de sus antecesores. Wallace, aunque se basa en la regionalización de Sclater, admite además la existencia de anomalías, es decir los grupos de organismos cuya distribución no coinciden con las regiones ornitológicas de Sclater. Sus explicaciones sobre las causas de estas anomalías eran:

1. La tendencia de las especies a difundirse por sí mismas sobre áreas amplias, convirtiéndose algunas de ellas en especies dominantes.
2. La existencia de barreras que dificultan o impiden esta difusión.
3. El remplazo progresivo de especies por formas relacionadas que continuamente surgen en el mundo orgánico.
4. Los cambios correspondientes en la superficie, que han provocado la destrucción de barreras viejas y también han creado otras nuevas
5. Los cambios de clima y de las condiciones físicas, que frecuentemente favorecen la difusión y el incremento de un grupo, mientras que conducen a la extinción o el decremento de otro. (Bueno y Llorente, 2005: 34)

Otro naturalista que se basa en la regionalización que hizo Wallace es Hemsley, quien distingue también una compleja biota dentro del territorio mexicano a partir de la mezcla que se da por la unión a de la región Neártica, caracterizada por una vegetación templada, y la región Neotropical caracterizada por una flora tropical. Hemsley retoma las ideas observadas por los naturalistas estudiosos de la biota

mexicana durante el siglo XIX. Destaca la influencia del clima sobre la distribución geográfica de los organismos, sin embargo, no descarta que las barreras geográficas son el principal factor para la delimitación en la distribución de muchas especies.

Finalmente describe los biomas o formas de vida más característicos y sus especies más dominantes. Ello le sirvió para comparar la vegetación de México con la de Australia y la India, representando países con alta riqueza de especies, aun así, no encontró las bases suficientes como para unir a estas tres regiones, pero sí para diferenciarlas. Reconoce que México tiene un nivel más bajo de endemismos en comparación con Australia y la India.

En la actualidad, los patrones biogeográficos que estudiaron los naturalistas del siglo XIX y XX, continúan siendo de gran interés para el estudio de la distribución geográfica de los organismos, por ejemplo, se sigue teorizando como se generan los gradientes de diversidad latitudinal, ya sean teorías ecológicas, evolutivas o históricas. Como ejemplo R. D. Stevens (2006), quien estudió la influencia que tuvieron los procesos históricos en los gradientes latitudinales, en este caso revisó la diversificación en los murciélagos de nariz de hoja, resultando en que sí hay efectos por parte de los procesos históricos, obteniendo que la riqueza de especies es alta en zonas tropicales debido a que son especies termorreguladoras y tienen la capacidad de colonizar las zonas templadas, y esto tiene su origen en la evolución de su regulación corporal y de la existencia de temperaturas globales más cálidas a comparación de las latitudes más altas donde la riqueza es menor.

Es bien sabido que las regiones cercanas al ecuador presentan una mayor diversidad de especies que las regiones polares, sin embargo, las características distintivas de México hacen que ese gradiente presente particularidades en algunas regiones del país, por lo tanto, los estudios de la riqueza de especies son importantes para reconocer el número total de especies que se encuentran en regiones particulares de México, además de que nos permiten identificar zonas de conservación con alta riqueza de especies. Estudios como el de Carvajal (2015) sobre la riqueza y distribución de helechos y licófitos en Veracruz, muestran que la

región montañosa es la de mayor riqueza de especies. Sin embargo, se han sometido a perturbación antrópica por lo que son altamente vulnerables las especies endémicas. En el estudio realizado por Rodríguez (2003) sobre la diversidad beta de los mamíferos de México, se realizó un análisis de bandas latitudinales que muestran el alto recambio de especies que hay en todo el territorio mexicano, siendo las regiones con mayor recambio el Eje Neovolcánico y se hace hincapié en la importancia que se debe de dar a las diferencias en las estrategias de conservación en diferentes regiones de alta diversidad alfa y beta así como en establecer un número adecuado de reservas en función del tamaño del área.

Como se puede observar, ya a finales del siglo XIX e inicios del XX, los naturalistas estudiosos de la distribución geográfica de los organismos tendieron a explicar los patrones biogeográficos por causas históricas más que ecológicas. La gran mayoría de los naturalistas abordados en este trabajo consideran que las causas físicas no son suficientes para explicar la distribución geográfica de los organismos, sino que se debe recurrir a factores geológicos o tectónicos para poder explicar la compleja biota mexicana.

Durante los años posteriores, los biogeógrafos se dedicaron a estudiar los patrones biogeográficos sobre la distribución de las especies ya con la unión de varias ciencias, como la ecología, paleontología, geología, climatología, entre otras. Esto permitió analizar tanto la distribución actual como la pasada, puesto que las especies son sistemas dinámicos, que van adaptándose a las condiciones y se distribuyen según sus necesidades. Además, con la teoría de la tectónica de placas, los naturalistas estudiaron la geografía de las especies con la perspectiva, de que, no solo las especies se mueven, sino también los continentes, provocando que especies actualmente separadas, estuvieran juntas en su pasado. Estas nuevas hipótesis permitieron explicar y rellenar muchas lagunas que habían sobre las distribuciones disyuntas.

Los patrones de distribución biogeográficos de las especies mexicanas se fueron completando y descubriendo con estos nuevos conocimientos, facilitando el estudio individual de los taxones, es decir, ya no solo a nivel de familia sino también a nivel

de especie. Aunque muchos de los datos y ejemplares recolectados entre 1800 y 1900 se siguen ocupando hoy en día, las mediciones climáticas, geográficas y geológicas cada vez son más precisas y el avance que se ha logrado en el descubrimiento e identificación de especies ha facilitado el estudio biogeográfico.

Uno de los patrones biogeográficos que ha llamado el interés desde el siglo XIX hasta la fecha, es el patrón de homología biogeográfica, el cual se basa en que las especies estrechamente relacionadas geográficamente comparten un origen en común. Como lo explica Morrone (2005), la continua investigación de este patrón permite clasificar las distribuciones de los taxones en regiones más concretas, que nos posibilita ubicar las áreas de endemismo y por tanto reconocer a las especies endémicas que necesitamos preservar.

Una de las grandes aportaciones por parte de Sclater fue hacer una regionalización del mundo. Para el caso de México, la identificación de la Región Neártica y la Región Neotropical facilitó el estudio de la composición y distribución de la biota mexicana. Morrone (2005) mencionó que la complejidad biótica y abiótica con la que cuenta nuestro país causa que su regionalización no sea tan sencilla, ya que los límites de las provincias son inexactos, y además entre estas dos regiones, hay una región transicional, en donde hay una mezcla de biota entre la Región Neártica y la Región Neotropical. Esta región incluye gran parte de las áreas montañosas del centro del país, que provoca la formación de especies vicariantes y por tanto se necesita evaluar los posibles eventos de distribución.

Muchas especies mexicanas tienen distribuciones disyuntas, en el siglo XIX fueron en aumento las explicaciones acerca de este tipo de distribución, con diferentes explicaciones, como la presencia de barreras naturales como montañas, desiertos, lagos y ríos, o como resultado de procesos evolutivos como la diversificación y la especiación.

Wallace, Hemsley y Fournier ubicaron gran cantidad de familias botánicas que se encontraban en México y en otras regiones del mundo no contiguas, no obstante, no lograron explicar de manera satisfactoria el patrón de distribución disyunto, debido a la falta de información sobre la historia geológica del planeta. Dentro de

los últimos años las investigaciones sobre los patrones de distribución disyuntos se han dirigido a estudiar especies en México que pueden presentar linajes distintos y más antiguos que otras poblaciones de la misma especie ubicadas en otras partes del mundo. Esto nos ayudaría a la comprensión de la evolución de las especies en México por medio del estudio de su filogenia y genética. Thorne (1972) estudió las principales disyunciones de las plantas con semillas alrededor del mundo y encontró una gran relación entre las especies que unen a América con Eurasia-Australasia y a América con África. Esto lo explicó a partir de la teoría de la deriva continental el cual muestra la variabilidad de la divergencia de las disyunciones reflejadas en los distintos períodos de tiempo donde diversos taxones han estado separados entre los dos continentes. Ejemplos de trabajos recientes donde se observa la unión de varias ciencias para determinar disyunciones es el realizado por Stull (2023), donde analiza los diversos trabajos que se han realizado para determinar el origen evolutivo de la disyunción florística oriental entre América del norte y Mesoamérica, ocupando tanto la geología, el registro fósil y datos moleculares, en donde resalta la importancia del registro fósil mexicano.

Hoy en día la sistemática filogenética ha ayudado a esclarecer muchos problemas taxonómicos, sin embargo, dentro del descubrimiento de la biodiversidad aún sigue habiendo déficits linneanos, wallaceanos y darwinianos. Así como lo explica Diniz-Filho et al.(2023) puede ocurrir un sesgo linneano cuando hay regiones conocidas que pueden ocultar especies no descritas debido a prácticas taxonómicas deficientes, un sesgo wallaceano puede ser la falta de conocimiento de la extensión real de los rangos de distribución geográfica de muchas especies, por último el déficit darwiniano se refiere al insuficiente conocimiento sobre el modo y ritmo de evolución que afecta las relaciones filogenéticas. Por lo que, respecto al estudio de la distribución geográfica de los organismos aún faltan muchos patrones por explicar o esclarecer.

Referencias

1. Ballesteros C. y Pérez-Torres J. (2016). DIVERSIDAD FUNCIONAL: UN ASPECTO CLAVE EN LA PROVISIÓN DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. Revista Colombiana de Ciencia Animal. Volumen 8. (pp. 94-111). URL: <file:///C:/Users/am/Downloads/admin,+reciav8n1a14.pdf>
2. Blanco, L. (2020). Asteraceae: características, hábitat, especies y usos. URL: Asteraceae: características, hábitat, especies y usos. (lifeder.com)
3. Brown, H. J. (2001) Mammals on mountainsides: elevational patterns of diversity. *Global Ecology and Biogeography*. (pp:101-109.)
4. Bueno-Hernández A., Morrone J., Luna-Reyes M. y Pérez-Malvárez C. (1999). RAICES HISTORICAS DEL CONCEPTO DE CENTRO DE ORIGEN EN LA BIOGEOGRAFÍA DISPERSIONISTA: DEL EDÉN BÍBLICO AL MODELO DE DARWIN-WALLACE. S&TP, serie, 3, 1999 fase. 1, (pp. 27-45). URL: https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Perez-Malvaez/publication/221758246_The_historical_roots_of_the_concept_of_center_of_origin_in_dispersalist_biogeography_from_the_biblical_Eden_to_the_Darwin-Wallace_model/links/589b733e92851c942ddadfb6/The-historical-roots-of-the-concept-of-center-of-origin-in-dispersalist-biogeography-from-the-biblical-Eden-to-the-Darwin-Wallace-model.pdf
5. Bueno-Hernández A. y Bousquets J. (2000). UNA VISIÓN HISTÓRICA DE LA BIOGEOGRAFÍA DISPERSIONISTA CON CRÍTICAS A SUS FUNDAMENTOS. *Caldasia*. Volumen 22. (pp. 162-184). URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/17568/18413>
6. Contreras-García M., Pérez-Pérez R. Arévalo de la Cruz A., Sánchez-Carriozosa K., Jiménez-Martínez L., Catillo-Enríquez P. y Hidalgo-Mihart M. (2009). Gradientes en Biodiversidad: el caso de la latitud. *KUXULKAB´*. Volumen XV. (pp. 65-70). URL: <http://ri.ujat.mx/bitstream/20.500.12107/2428/1/-445-365-A.pdf>

7. Contreras R., Luna I. y Morrone J. (2001). Conceptos biogeográficos. Elementos: ciencia y cultura. Volumen 8. (pp. 33-37). URL: <https://www.redalyc.org/pdf/294/29404104.pdf>
8. Cuesta D. (2008). Humboldt viajero geógrafo. Real Sociedad Geográfica. Madrid, España, URL: <https://realsociedadgeografica.com/wp-content/uploads/2018/02/HUMBOLDT1.pdf>
9. De Candolle (1820). Essai élémentaire de géographie botanique. Dictionnaire des sciences naturelles. Volumen 18. URL: [Essai élémentaire de géographie botanique par A. P. de Candolle : Alphonse Pyramus : de Candolle : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive](#)
10. De Candolle (1855). Géographie botanique raisonnée; ou, Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Volumen 2. Librairie de Victor Masson. París. URL: [De Candolle \(1855\). Géographie botanique raisonnée; ou, Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle. Tomo segundo. Librairie de Victor Masson. París. URL: v. 2 - Géographie botanique raisonnée; ou, Exposition des faits principaux et des lois concernant la distribution géographique des plantes de l'époque actuelle - Biodiversity Heritage Library \(biodiversitylibrary.org\)](#)
11. Diniz-Filho A., Jardim L., Guedes J., Meyer L., Stropp J., Fernandes L., Pinto R., Lhhmann., Tessarolo G., Carvalho C., Ladle R. & Hortal J. (2023). Macroecological link between the Linnean, Wallacean, and Darwinian shortfalls. *Frontiers of Biogeography*. URL: https://digital.csic.es/bitstream/10261/331281/1/Hortal_J_Macroecological.pdf
12. Escalante T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, No. 80. URL: http://www.ibiologia.unam.mx/pdf/publicaciones/revista_80/24-Escalante-316.pdf
13. Espinosa D., Ocegueda, Aguilar C., Flores O. y Lorente J. (2009). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural

(Capítulo 1). (pp. 33-65). Volumen I. Conocimiento actual de la Biodiversidad. En: Capital Natural de México. CONABIO. México, D.F
https://www.researchgate.net/publication/301839050_El_conocimiento_biogeografico_de_las_especies_y_su_regionalizacion_natural?enrichId=rgreq-35cc2085718b6e68b03cb19538fc27bb-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdIOzMwMTgzOTA1MDtBUzo1MTI3NjU3MjgxNjk5ODRAMTQ5OTI2NDI4NDY1Nw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

14. Ezcurra E. (2005). Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines. Bousquets J. y Morrone J. Los pasos de Humboldt: La fundación metodológica de la biogeografía moderna durante el siglo de la Ilustración. UNAM.
15. Fournier E. (1882-1884). La naturaleza. Las gramíneas mexicanas. URL: Tomo VI. México:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/121644#page/7/mode/1up>
16. Fournier E. (1886). GRAMINEAE. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale: ouvrage publié par ordre de S.M. l'Empereur et par les soins du Ministre de l'instruction publique. Paris: Imprimerie impériale. URL:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/218179#page/9/mode/1up>
17. Fournier E. (1872). CRYPTOGRAMMIA. Mission scientifique au Mexique et dans l'Amérique Centrale: ouvrage publié par ordre de S.M. l'Empereur et par les soins du Ministre de l'instruction publique. Paris: Imprimerie impériale. URL:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/227599#page/9/mode/1up>
18. Fournier E. (1877). Sobre la distribución geográfica de los helechos en México. Revista: La Naturaleza. Tomo IV. México. URL:
<https://www.biodiversitylibrary.org/item/121663#page/9/mode/1up>
19. Gaston, J. K. (1996) Biodiversity. A Biology of Number and Difference. Black Well Science Lfd. Edit. Offices. Boulevard San Germain.
20. Gianoli E. (2004). PLASTICIDAD FENOTÍPICA ADAPTATIVA EN PLANTAS. MARINO H. FISIOLOGÍA ECOLÓGICA EN PLANTAS Mecanismos y

- Respuestas a Estrés en los Ecosistemas. (pp. 13-25).
URL:<http://www2.udec.cl/~egianoli/04gianolifisioeco.pdf>
21. Grisebach A. (1877). La végétation du globe, d'après sa disposition suivant les climats esquisse d'une géographie comparée des plantes. Paris, J.-B. Baillièere. Essai sur la géographie des plantes - Biodiversity Heritage Library (biodiversitylibrary.org) URL: <https://archive.org/details/lavgtationduglo01grisgoog/page/n8/mode/2up>
 22. Hemsley W. B. (1898). Bosquejos de la geografía y rasgos prominentes de la flora de México. Anales del ministerio de fomento de la Republica Mexicana. Tomo XI. 295-312 pp. URL: t.11 (1898) - Anales del Ministerio de Fomento de la República Mexicana - Biodiversity Heritage Library (biodiversitylibrary.org)
 23. Herrera A. (1869-1870). Apuntes para la geografía botánica de México. La Naturaleza. Tomo I. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/123566#page/7/mode/1up>
 24. Humboldt A. & Bonpland A. (1805). Essai sur la géographie des plantes. Chez Levrault, París. URL: Essai sur la géographie des plantes - Biodiversity Heritage Library (biodiversitylibrary.org)
 25. Humboldt A. (1820). VOYAGE DE HUMBOLDT ET BONPLAND. La libraire grecque-latine-allemande, rue des fossés-montmartre. París. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/11234#page/2/mode/1up>
 26. Juárez-Barrera F. (2020). La regionalización biogeográfica en el siglo XIX y la complejidad de la biota en México: los orígenes de la idea de zona de transición. UNAM. Biblioteca Digital UNAM.
 27. Juárez Barrera F., Espinosa D. & Pérez Malvárez C. (2021). Estudios Biogeográficos Sobre México En El Siglo Xxi
 28. Llorente J., Papavero N. y Bueno-Hernández A. (2001). Síntesis histórica de la biogeografía. Bousquets J. y Morrone J. INTRODUCCIÓN A LA BIOGEOGRAFÍA EN LATINOAMÉRICA: TEORÍAS, CONCEPTOS, MÉTODOS Y APLICACIONES. (pp. 1-15). Las Prensas de Ciencias,

- Facultad de Ciencias, UNAM: URL:
<http://www.libros.unam.mx/digital/V8/40.pdf>
29. Lomolino M. & Brown J. (1998). Biogeography. (99+) biogeography second edition | Rafael Oliveira de Moraes - Academia.edu
 30. Luna Vega I. (2008). Aplicaciones de la biogeografía histórica a la distribución de las plantas mexicanas. Revista mexicana de biodiversidad. Volumen 79. 220-230. URL: <http://revista.ib.unam.mx/index.php/bio/article/view/523>
 31. Morrone J. (2000). Biogeografía. SISTEMÁTICA, BIOGEOGRAFÍA, EVOLUCIÓN: Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio. Universidad Nacional Autónoma de México. URL: <http://www.libros.unam.mx/digital/V9/35.pdf>
 32. Morrone J. (2001) Homology, biogeography and areas of endemism. Diversity and Distributions. Vol 7. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1366-9516.2001.00116.x>
 33. Morrone J. y Marquéz J. (2001). Halffter's Mexican Transition Zone, beetle generalized tracks, and geographical homology. Journal of Biogeography. Volumen 28. (pp. 635-650). URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2699.2001.00571.x>
 34. Morrone y Llorente (2002). Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. UNAM. México: (99+) Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica | Juan J. Morrone - Academia.edu
 35. Morrone J. (2004). Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. Revista Brasileira de Entomologia. Volumen 48. <https://www.scielo.br/j/rbent/a/ZDSNR9Rt4npDLzsHNbhcCkS/?lang=es>
 36. Noguera-Urbano E. (2017). El endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. Acta zoológica mexicana. Volumen 33. URL: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372017000100089
 37. Papavero N., Martins D., Llorente J. y Bueno A. (2004). Historia de la biogeografía, I. El periodo preevolutivo. Fondo de Cultura Económica. México. (pp.11-241)

38. Pérez C. y Ruiz R. (2003). Las ideas biogeográficas y su presencia en una revista mexicana: La Naturaleza. LLULL. Volumen 26. (pp. 222-230). URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=832020>
39. Primack, J. K., Rozzi, R., Feinsiger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (2001) Fundamentos de Conservación Biológica. Eds. Fondo de Cultura Económica. México.
40. R. D. Steven (2006). Historical processes enhance patterns of diversity along latitudinal gradients. Royal Society: Historical processes enhance patterns of diversity along latitudinal gradients | Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences (royalsocietypublishing.org)
41. Ramírez J. (1904). Estudios de Historia Natural. Secretaría de Fomento. México. URL: <https://archive.org/details/b28075122/page/n3/mode/2up>
42. Ruggiero A. y Ezcurra C. (2003). Regiones y transiciones biogeográficas: Complementariedad de los análisis de biogeografía histórica y ecológica. Morrone J. y Bousquets J. UNA PERSPECTIVA LATINOAMERICANA DE LA BIOGEOGRAFÍA. (pp. 141-154). Las Prensas de Ciencias, Facultad de Ciencias, UNAM: URL https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=KVgYqCyu43QC&oi=fnd&pg=PA141&dq=biogeografia+de+mexico+durante+el+siglo+XIX&ots=HDGJqka0Je&sig=fz2asTB-Rcax79ZXrSUv5dazLx4&redir_esc=y#v=onepage&q=biogeografia%20de%20mexico%20durante%20el%20siglo%20XIX&f=false
43. Stearn W. (1965). GRISEBACH'S FLORA OF THE BRITISH WEST INDIAN ISLANDS: A BIOGRAPHICAL AND BIBLIOGRAPHICAL INTRODUCTION. Journal of The Arnold Arboretum. Vol. 46, No. 3. URL: <https://www.biodiversitylibrary.org/page/10416070#page/253/mode/1up>
44. Thorne (1972) Major Disjunctions in the Geographic Ranges of Seed Plants | The Quarterly Review of Biology: Vol 47, No 4 (uchicago.edu)
45. Vázquez J. (2020). Leguminosas (Fabaceae). URL: Leguminosas (Fabaceae): características, hábitat, cultivo, usos (lifeder.com)

46. Wallace A. (1876). The Geographical Distribution of Animals, Vol. 2.
MACMILLAN AND CO. London.
<https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.501791>