

## CAPÍTULO 2

# Venezuela, un Mosaico Biogeodiverso

**Enrique La Marca**

Los fósiles son el más fehaciente documento de la vida pasada en la Tierra. Es el testimonio inmediato de que las formas animales y vegetales que pueblan nuestro planeta han estado en constante cambio a lo largo del espacio y en el transcurso del tiempo. Sin duda, las distribuciones de esos organismos antiguos y las biotas de las cuales ellos formaban parte, al igual que ocurre hoy día, son el resultado de la interacción directa entre las fuerzas dinámicas de la Tierra, que a su vez influye sobre el clima y otros factores abióticos, y los seres vivos que la habitan, condicionando la evolución de estos últimos. En resumen, la vida en la Tierra y el mismo planeta han evolucionado en conjunto para formar un hipervariado mosaico de unidades de paisaje y de grupos biológicos.

Venezuela es un claro ejemplo de esta interacción entre la expresión geomorfológica y la dinámica terrestre con el clima, las formaciones vegetales y la fauna asociada con estas últimas. La interacción histórica de todos esos elementos conformó un territorio que fue lugar del encuentro biológico y cultural entre individuos de nuestra especie cuyos movimientos migratorios los habían dirigido aquí, e individuos provenientes de otros continentes. La normal dinámica de las sociedades humanas, con el tiempo, llevó a la delimitación artificial de los territorios ocupados, hasta consolidar lo que hoy conocemos como Venezuela. Fue tal la buena fortuna, que en ella quedaron representadas una gran variedad de ambientes que viene a conformar, en escala más reducida, prácticamente una síntesis de la diversidad ambiental de toda la América del Sur.

## Diversidad geográfica y ambiental

Venezuela es un país geodiverso. Está ubicado en la porción más septentrional de la América del Sur. Su ubicación geográfica, relieve, clima y su historia geológica, por nombrar sólo algunos aspectos, contribuyen a una inusual diversidad de ambientes en el ámbito suramericano que contribuyen con su reconocida diversidad biológica. De hecho, el territorio venezolano, con 925.026 Km<sup>2</sup>, alberga rasgos biogeográficos de los principales ambientes y paisajes de este continente. Así, aquí encontramos montañas andinas, montañas e islas caribeñas, tepuyes, bosques y selvas ombrófilas amazónicas, bosques y selvas de galería, manglares y otros ecosistemas marino-costeros, humedales continentales, sabanas, y arbustales xerófilos, entre otros. Este país posee, también, repartidas entre cinco cuencas hidrográficas de primer orden, una de las mayores concentraciones y diversidad de cuerpos de agua del mundo, circunstancia que sólo tiene parangón en unos pocos países de la América, Asia y África tropical. Venezuela tiene expresiones geológicas y tectónicas que se remontan a los albores de los primeros continentes consolidados en el planeta, con rocas de la Formación Roraima, que han sido datadas en más de 4.000 millones de años. De igual manera, en el otro extremo, cuenta con ambientes relativamente recientes depositados durante el Cuaternario.

La elevación de las principales manifestaciones orográficas del país, entre las que destacan la imponente Cordillera de Mérida, con alturas de hasta 4.980 m y glaciares de origen pleistocénico, la Sierra de Perijá, la Cordillera de la Costa, las montañas precámbricas guayanesas de tope plano, y los picos de islas y penínsulas, dan lugar a una serie de ecosistemas que son equiparables e incluso superan la diversidad encontrada en las tierras bajas. En estas regiones montañosas se localizan formaciones vegetales, con su respectiva fauna asociada, que cubren desde los gradientes más

secos hasta los más húmedos. De esta manera aparecen páramos, herbazales altotepuyanos, pastizales secos y húmedos altiandinos, bosques estacionales deciduos y semideciduos, bosques húmedos de piedemonte, bosques nublados, arbustales pre-parameros, sabanas andinas o de montaña, entre otros.

El clima actual de Venezuela es de tipo tropical, con un régimen isotérmico de temperaturas, y con dos patrones principales de precipitaciones: uno con un solo pico y otro con dos máximos anuales de lluvias. Por debajo de los 1.000 m de elevación se dan climas cálidos y muy cálidos, mientras que en las tierras altas se da una amplia variabilidad de meso y topoclimas. La dinámica climática está influenciada por la posición intertropical del país, con una fachada marina caribeña y otra atlántica que tienen predominio de los vientos alisios del noreste y de condiciones climáticas tropicales y extratropicales del Hemisferio Norte (frentes fríos, ondas del Este, vaguadas en la tropósfera superior, células de alta presión, etc.); además de un sistema montañoso de cordilleras al norte y oeste del país que modifica sustancialmente el clima regional y nacional; y una extensa planicie interior así como un complejo de montañas de tope plano al sur, ambas con notoria influencia de la zona de convergencia intertropical y de variaciones climáticas con origen en el Hemisferio Sur (frentes fríos, altas presiones, vaguadas de altura, etc.). En los Llanos y la región de Guayana, que abarcan más de 2/3 partes del país, se presenta un período seco que abarca generalmente de noviembre a marzo y uno lluvioso en los meses restantes (los meses de octubre y abril pueden considerarse como de transición entre los períodos seco y lluvioso). A mediados del período lluvioso se da una disminución de precipitaciones al norte del país, resultante de células atmosféricas de alta presión ubicadas en el área del Mar Caribe y Golfo de México generalmente entre los meses de julio y agosto. En las montañas andinas, en cuencas intramontanas y en sus vertientes hacia el Lago de Maracaibo, así como en esta última depresión tec-

tónica, se presentan dos máximos anuales de precipitación (abril-mayo y julio-agosto), un período de menores o reducidas precipitaciones (junio), con los restantes meses secos. Por último, y no menos importante, el país también se ve afectado climáticamente por ondas, depresiones y tormentas tropicales, así como por el fenómeno de El Niño o La Niña.

## **Diversidad biológica**

Venezuela es un país biodiverso. Con una impresionante variedad de ecosistemas tropicales de tierras bajas, medias y altas, no es sorprendente que Venezuela albergue igualmente una amplia diversidad de organismos. Con un territorio de menos de un millón de kilómetros cuadrados, este rincón del planeta que ha sido denominado con los sugestivos nombres de 'Tierra de Gracia' y el de 'el más bello país tropical', se ubica entre los primeros países con mayor biodiversidad en la América del Sur, junto con Brasil, Perú, Colombia y Ecuador. En el ámbito mundial está entre los 10 países con mayor diversidad biológica.

La compilación integral más reciente (año 2003) de todos los grupos de organismos actuales de este megadiverso país arrojó la cifra de 137.141 especies, agrupadas en más de 9.200 géneros que representaban a 1.775 familias. No obstante, es preciso advertir que estos no son números definitivos, ya que una apreciable cantidad de grupos no estuvieron representados en dicha compilación. De igual manera, dado que todos los años se incrementa el número de especies descritas por vez primera para la ciencia, es de esperar que estas cifras sigan incrementando en el futuro cercano.

El grupo más numeroso de todos lo conforman los coleópteros, constituido por los escarabajos y formas afines, con un estimado que supera las 100.000 especies. En segundo lugar, aunque algo distante, se encuentra el grupo al cual pertenecen las mariposas, con unas 2.400 especies. De los restantes grupos de invertebrados

contabilizados en la actualidad para Venezuela y que destacan por ser frecuentes en el registro fósil, se encuentran los crustáceos y los moluscos, con 484 y 147 especies, respectivamente. Otro grupo es el de los vertebrados, que en conjunto cuenta con más de 4.000 especies dentro del territorio nacional, y su número se incrementa constantemente.

Entre los vertebrados, los peces de agua dulce destacan como el grupo con mayor cantidad de especies (>1.000, ictiofauna reconocida como una de las más importantes de la América del Sur), mientras que su contraparte marina alcanza la cifra de 791 especies. De los restantes grupos de vertebrados actuales, las aves se constituyen como el grupo más numeroso, con 1.361 especies (sexto lugar en el mundo), seguido por los mamíferos, con 351 spp. (octavo lugar), reptiles con 341 spp. (novenio lugar), y anfibios con 284 spp. (cuarto lugar). Muchos de estos números ya son obsoletos, debido a los cambios constantes en la taxonomía, que involucra la adición de nuevas especies todos los años, especialmente en los grupos de anfibios y reptiles. En el plano conservacionista es preciso destacar que más de 40 de estas especies de vertebrados están en peligro de extinción, y por lo menos una ya se considera extinta en el mundo: la ranita arlequín de Maracay (*Atelopus vogli*), mientras que por lo menos una, la paraulata zorzal (*Margarops fuscatus* del Archipiélago Los Hermanos) se extinguió en Venezuela, aunque quedan poblaciones en otras islas del Caribe. Entre los invertebrados, destaca la extinción de la mariposa papilionide de Caripito (*Heraclides matusiki*).

Las plantas representan otro grupo igualmente diverso. De Venezuela se han señalado más de 10.000 dicotiledóneas, más de 4.000 monocotiledóneas y casi 2.000 especies entre helechos y musgos. Solamente en plantas superiores el número excede las 14.200 especies, cifra que la lleva a ocupar el octavo lugar entre los países del mundo con mayor diversidad en este rubro. Los esfuerzos de preservar los ambientes más distintivos del país, en la

forma de parques nacionales y otras figuras de protección menos restrictivas, colaboran con la preservación de la igualmente notoria diversidad de ecosistemas y de la gran diversidad a nivel genético que está todavía por develarse.

## **Contexto de la biogeodiversidad venezolana**

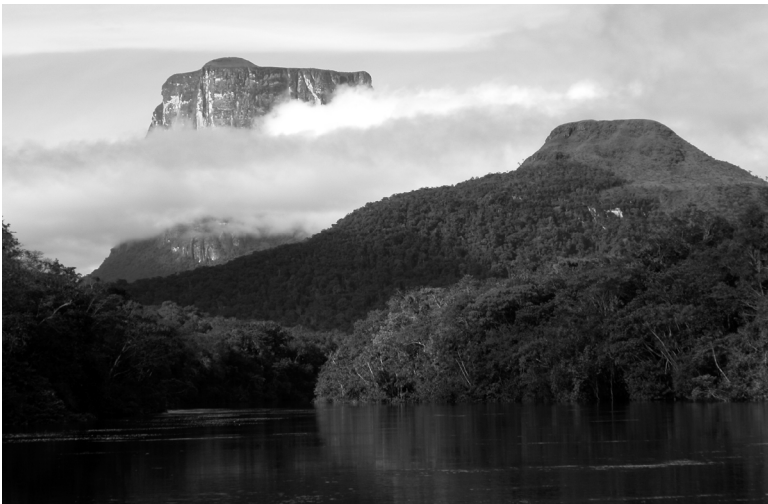
En Venezuela convergen cuatro de las mayores regiones biogeográficas que se localizan en América del Sur: la Guayanesa, la Amazónica, la Caribeña y la Andina. Este país suramericano presenta una gran diversidad de formas de relieve. A grandes rasgos, podemos identificar las cadenas montañosas al norte del río Orinoco (cordilleras de Los Andes y de la Costa), flanqueadas por dos grandes depresiones (la del Lago de Maracaibo y la de los Llanos-Delta del Orinoco), mientras que al sur quedan las tierras bajas guayanesas, las amazónicas y el imponente conjunto de tierras altas que conforman las montañas de tope plano conocidas como tepuyes. Ese gran marco físico-geográfico puede ser desglosado en unidades menores, cada una de ellas caracterizada por formas de relieve y tipos de clima, entre otros atributos. A continuación se presenta una introducción sucinta a dichas unidades.

### **El Macizo Precámbrico Guayanés**

Ubicado al sur del Río Orinoco, ocupa casi la mitad del territorio nacional. Está conformado por los restos de formaciones del período pre-Cámbrico, que contiene las rocas más antiguas de la Tierra (calculadas para el escudo de Guayana en unos 1.700 millones de años). Su basamento es de tipo ígneo-metamórfico, con una cubierta de formaciones geológicas de origen sedimentario. Su disposición espacial es muy diferente a la que tenía en el pasado, cuando ellas formaban parte de un súper-continente llama-

do Gondwana, y que estaría constituido por parte de los actuales Sudamérica, África, India, Antártida y Australia. Mucho más atrás en el tiempo, las reconstrucciones paleotectónicas sugieren que esos territorios pre-cámbricos venezolanos formarían parte de otros dos súper-continentes aún más antiguos, Pannotia (de hace 514 millones de años) y Rodinia (650 m.a.). Eso es parte de la dinámica activa del planeta, con masas continentales en continuo movimiento debido a la acción permanente de la tectónica de placas.

América del Sur permaneció conectada con África, compartiendo fauna y flora, hasta que las placas tectónicas que soportan dichos continentes comenzaron a separarse hace unos 75 millones de años. Esa larga historia de ambientes en común explica la presencia de fósiles compartidos entre ambos continentes, y explicaría la presencia de fauna y flora actuales con relaciones estrechas entre ambas masas terrestres, como sería la de moluscos terrestres de la familia Melanatriidae, libélulas (Odonata), ciertas polillas (Lepidoptera: Tineidae), peces de agua dulce de las familias



*Figura 2.1. El Tepuy Autana. Foto Daniel Spring, Zürich.*

Osteoglossidae y Polycentridae, anfibios cecílicos, ciertos sapos (pípidos, dendrobátidos y microhílidos), tortugas Pelomedusidae, reptiles anfibénidos, plantas como las Cycadophyta y otras de las familias Bromeliaceae, Vochysiaceae, Humeraeae, Siparunaceae, Mimonioidae y Tristicaceae, entre otras.

El macizo pre-cámbrico guayanés puede ser subdividido en dos grandes unidades: una gran sub-región compuesta por los tepuyes, la Gran Sabana y la denominada penillanura del norte, y otra sub-región conformada por la denominada penillanura del Casiquiare. La primera de ellas está dominada por cerros de escarpadas laderas y topes planos, los tepuyes. Son el producto de miles de años de erosión que dejaron aisladas estas estructuras ciclópeas que alcanzan elevaciones de cerca de 3.000 m. Sus elevadas cimas, mucho mejor exploradas que las relativamente inaccesibles laderas, han sido visitadas y estudiadas por botánicos y zoólogos que han develado una gran riqueza de especies y un elevado número de endemismos a nivel de géneros y especies, en donde destacan los anfibios (Anura) y las libélulas (Odonata). Estos últimos son de especial interés, ya que con ellos se ha postulado relaciones biogeográficas, estimadas en ser pre-cretácicas, con las mesetas elevadas de Camerún y Nigeria. En la porción oriental, la cuenca del río Cuyuní y parte de la cuenca del Esequibo destacan por el alto número de especies de peces ornamentales que pueblan sus aguas. La carencia de estudios en casi todos los grupos de vertebrados ha hecho difícil evaluar sus características de composición taxonómica y de relaciones biogeográficas. Esta es una de las cuencas con algunos de los estudios más antiguos en el país y una parte de su territorio está actualmente en litigio internacional y reclamado por Venezuela.

La Gran Sabana, al oeste del macizo pre-cámbrico guayanés, es un relieve más o menos plano, con elevaciones relativamente uniformes alrededor de los 1.000 m, con extremos de 700 y 1.500m. La penillanura del norte, por último, corresponde a paisajes cuya



cobertura sedimentaria ha desaparecido por la erosión en el transcurso de millones de años, lo que ha dado lugar a llanuras donde ocasionalmente sobresalen afloramientos graníticos denominados inselbergs dentro de un paisaje con colinas de elevaciones entre 300 y 600 m. Es una región rica en especies de anfibios, aves y mamíferos.



*Figura 2.2. La Gran Sabana, con Tepuy Roraima al fondo, Estado Bolívar. Foto Enzo La Marca, Mérida.*

La penillanura del Casiquiare está dominada por las tierras bajas, hasta unos 300 m de elevación, al oeste del Estado Amazonas. En esta región destaca una conexión entre dos grandes cuencas hidrográficas, dada por el drenaje de aguas del río Orinoco hacia el río Amazonas, a través del Brazo Casiquiare y el Río Negro, fenómeno único en el mundo que fue estudiado por Humboldt en su viaje científico pionero al Amazonas. Esta región alberga una de las faunas de peces de agua dulce más ricas del planeta, aunque la misma es pobremente conocida y todavía quedan especies

por describir como nuevas para la ciencia. Posee pocas especies de aves y mamíferos endémicos.

El clima de las partes más bajas del Macizo Precámbrico Guayanés es del tipo cálido-súper húmedo, con una precipitación promedio anual superior a los 2.400 mm y temperaturas promedio anuales superiores a los 24 °C. Las porciones más elevadas experimentan el fenómeno de disminución de temperatura con la altitud, enfriamiento adiabático que lleva a conformar climas templados y fríos de alta montaña hacia las cumbres más elevadas.

En la cobertura sedimentaria de la Formación Roraima se ha encontrado polen y esporas fósiles del Cenozoico, de una edad estimada entre el Eoceno y el Mioceno. No se ha reportado fósiles de mayor antigüedad. La datación más antigua para las rocas de esta formación arrojó una edad de 1.700 millones de años, aunque por la pérdida de ciertos elementos químicos diagnósticos esta bien podría llegar a ser de unos 2.000 m.a. Estas rocas son tan antiguas que cuando se formaron todavía no se había desarrollado la vida en la Tierra.

## **Depresión Fluvio-Deltaica Central (Llanos y Delta del Río Orinoco)**

En esta gran unidad, ubicada al centro de Venezuela, en una cuenca de sedimentación cuyo origen se remonta a finales del período Cenozoico (Eoceno-Oligoceno) con aportes importantes de sedimentos durante todo el Cuaternario (principalmente Pleistoceno). Su principal fuente de sedimentos proviene del escudo de Guayana, aunque también han sido importantes los sedimentos de los sistemas orográficos ubicados al norte del país. Ocupa un poco más del 25% del territorio nacional, al norte del río Orinoco. Dentro de esta región se encuentran paisajes locales que pueden tener una composición de fauna y flora algo diferenciada, como son las galeras (por ejemplo las del río Pao, en la porción central),

los médanos (paleoformas cuaternarias entre las cuales destacan aquellas entre los ríos Cinaruco y Capanaparo, en la porción occidental), las mesas (como la de Guanipa, en la porción oriental), y áreas inundables (bajíos y esteros, y el delta interior continental del río Guanare). Esta depresión fluvio-deltaica puede subdividirse en los Llanos propiamente dichos y el delta del Orinoco. Los Llanos ocupan una parte importante de país, y en ellos predominan tierras bajas que en promedio no pasan de 150 msnm. Por su parte, la desembocadura del río Orinoco es un delta oceánico consolidado durante el Cuaternario cuyo principal aporte proviene de la enorme cantidad de tributarios que alimentan el cauce del río Orinoco, el cual drena más de la mitad del país hacia el océano Atlántico. El sistema deltaico, adicionalmente, también capta aguas de las tierras altas del Macizo del Turimiquire y del oeste del Estado Monagas.

Los Llanos comprenden una superficie extensa donde se puede encontrar varios tipos de clima entre cálidos y muy cálidos.



*Figura 2.3. Río afluente del Orinoco, entre Puerto Ayacucho y Ciudad Bolívar. Foto Daniel Spring, Zürich.*

dos, con valores de humedad entre sub-húmedo y muy húmedo. El patrón de precipitaciones presenta un solo máximo de lluvias al año, durante el período cuando es más elevada la posición del sol (verano del Hemisferio Norte). El mismo ha sido difícil de explicar, aunque se ha sugerido que la fuente de la humedad para la lluvia proviene de los densos bosques amazónicos que producen tanto vapor de agua como una superficie líquida equivalente. Igualmente importante parece la influencia del desplazamiento estacional de la Zona de Convergencia Intertropical. Como unidad biogeográfica, se extiende hacia Colombia.

En cuanto a la biodiversidad, los Llanos albergan más de 2.000 especies de plantas, aproximadamente 350 de peces, 20 de anfibios, 40 de reptiles y 290 de aves. Sus elementos endémicos, de afinidades con la fauna de Guayana, apuntan hacia la singularidad de esta región como una entidad biogeográfica propia, aunque esta fauna es relativamente pobre en número de especies y de endemismos. La avifauna es notoria por el alto número de individuos de algunas especies. Los Llanos poseen más de 40 especies de peces importantes desde el punto de vista comercial para consumo humano. Casi un centenar de especies dulceacuícolas pertenecientes a la gran cuenca del río Orinoco son de interés para la acuariofilia y muchas son objeto de pesca y exportación ilegal. A pesar de su riqueza ictiológica, y que la misma ha sido relativamente bien estudiada por numerosos autores, no existe un compendio sobre la totalidad de la misma.

Los registros de vertebrados fósiles de Los Llanos son tratados en distintos capítulos de este libro.

## **La Región Marítima-Insular**

Venezuela dispone de 4.261 Km de costas, extendidas desde los límites con Colombia, en la Península de la Guajira, hasta los límites con Guayana, cerca de la desembocadura del río Orinoco

al Océano Atlántico. Estas costas se distribuyen en varios sectores que mencionamos a continuación. El litoral de la Península de la Guajira posee una capa superficial fundamentalmente arenosa sobre una plataforma que ha estado sometida a diferentes eventos de transgresiones y regresiones marinas. El litoral de las costas centrales de Venezuela está caracterizado por una ausencia casi total de la plataforma continental, lo cual implica que las aguas abiertas marinas lleguen casi directamente hasta la costa (que a su vez hace que el fenómeno de surgencia marina se manifieste débilmente y se localice en zonas muy restringidas). Aquí se encuentra una ictiofauna de carácter migratorio cuya composición y dinámica todavía no es bien comprendida. El litoral del Estado Anzoátegui incluye importantes sistemas estuarinos que incluyen las lagunas de Píritu, Unare y Tacarigua. Estos últimos ambientes son muy importantes por servir de áreas de crecimiento para una gran cantidad especies de invertebrados y peces que regresan a completar su ciclo de vida en el mar. Desde el litoral de Anzoátegui hasta la Península de Paria, incluyendo las islas de Coche y Cubagua, se reconocen otras costas que tienen la influencia de una surgencia costera que aporta nutrientes transportados desde aguas profundas más frías y saladas. Esta surgencia costera es un fenómeno cíclico originado por los vientos alisios, más o menos paralelos a la costa, con altas fluctuaciones estacionales, que comienza en diciembre o enero y logra su máxima intensidad en marzo o abril. Este fenómeno alimenta una comunidad de peces pelágicos de todas las tallas que constituye la base de la rica pesquería en la región. También involucra a tortugas marinas que están sujetas a migraciones cortas o largas asociadas con el fenómeno. Desde la Península de Paria hasta el límite con la Guayana destaca principalmente el sistema fluvial-deltaico del Orinoco, y secundariamente la corriente de Guayana, con aportes estacionales de los ríos Esequibo, Correntyn, Copename, Suriname, e incluso del Amazonas.

Venezuela cuenta con varios sistemas coralinos, entre los cuales destaca el Archipiélago de Los Roques, rico en peces y corales. También en los archipiélagos de Las Aves a La Orchila, y en parte La Tortuga y La Blanquilla, hasta Los Testigos, existe un desarrollo variado de arrecifes coralinos; todos ellos destacan de los restantes ambientes marinos de Venezuela por tener comparativamente una menor oscilación en los parámetros ambientales.

Venezuela cuenta con 314 islas, de la cuales la mayor es Isla de Margarita. Esta última está ubicada a casi 40 Km al norte de la Península de Araya, separada por profundidades marinas de 200 metros o menos. Durante parte del Cuaternario, cuando descendió el nivel del mar durante el máximo período de glaciaciones, la actual isla estuvo conectada con el continente lo cual permitió la llegada de fauna y flora desde América del Sur. Las cercanas islas de Coche y Cubagua, a mitad de camino entre la isla de Margarita y la tierra firme, apenas alcanzan los 50 m.s.n.m. Hacia el oeste de la Península de Araya y noroeste de la isla de Margarita se localiza la Fosa de Cariaco, una depresión tectónica de vital importancia para la industria pesquera nacional.

El clima de la región marítima-insular es cálido, predominantemente de tipo seco, árido a semiárido, aún cuando puede llegar a ser de sub-húmedo a húmedo en la región de Higuerote. En el litoral nororiental las lluvias se concentran entre julio y septiembre, mientras que en la isla de Margarita las precipitaciones son tan escasas que condicionan un clima semiárido en toda la región, a excepción del Cerro Copey (cuya máxima elevación es 920 m) que presenta precipitación 'horizontal' en las partes más elevadas, lo cual favorece un clima sub-húmedo.

La región marítima-insular contempla las áreas de estuarios, plataforma continental, talud continental, y las profundidades marinas superiores a los 200 m. De aquí se han reconocido casi 790 especies de peces marinos clasificados en 529 géneros distribuidos entre 148 familias y 33 órdenes.

Desde el punto de vista paleontológico, de la isla de Margarita se ha reportado restos fósiles de una tortuga carnívora de la familia Trionychidae en hábitats marginales marinos de edad Mioceno tardío a Plioceno temprano (Formación Cubagua). Este registro da un sustento sólido a la hipótesis de que esta familia de origen laurásico llegó a establecerse exitosamente en el norte de la América del Sur, contrario a las ideas previas de que la colonización en estas regiones por parte de miembros de dicha familia habría sido fallida.



*Figura 2.4. Choroní, Estado Aragua. Foto Daniel Spring, Zürich.*

## **La Cordillera Costera Caribeña (Cordillera de la Costa)**

En el centro norte y hacia el nor-orienté de Venezuela se ubica una serie de cadenas montañosas con influencia climática caribeña, originadas por la interacción tectónica entre la placa de América del Sur y la placa del Caribe. Con un origen geológico y componente biogeográfico diferente del de los Andes, también es menos diversa en ecosistemas, dado en parte por su menor elevación. Los

climas predominantes son los húmedos y sub-húmedos mesotérmicos entre los 1.000 y 2.000 m de elevación, y el sub-húmedo frío por encima de los 2.000 m, con precipitaciones entre 800 y 1.200 mm. Su límite más occidental es la depresión creada por los valles de los ríos Turbio y Yaracuy, que separan el Macizo de Nirgua (considerado como parte de la Cordillera de la Costa) de la Sierra de Aroa y las estribaciones más septentrionales de los Andes venezolanos. En su porción central, ubicada desde la depresión de Yaracuy hasta la depresión de Unare, esta región se divide en la Serranía del Litoral, hacia el norte, y la Serranía del Interior; entre ambas se ubica la depresión tectónica del Lago de Valencia. La fauna de peces de agua dulce de toda esta unidad es relativamente pobre, comparada con la de otras regiones del país.

La Serranía del Litoral presenta cinturones de vegetación que abarcan desde el piso cálido hasta ambientes de altura equivalente a los pre-páramos de los Andes, en el occidente del país. Su mayor elevación es el Pico Naguayá, a 2.765 m. De esta serranía se ha señalado varias especies endémicas de todos los grupos de vertebrados terrestres. Aquí se localiza la selva nublada del parque nacional Henri Pittier, considerada como el sitio con el mayor índice de diversidad vegetal (medida como el producto del número de especies por el número de categorías de tamaño y forma de las hojas) en el mundo.

La Serranía del Interior presenta ecosistemas sub-húmedos a secos en las partes bajas, y húmedos hacia las mayores elevaciones. Su mayor altitud se alcanza en el Cerro Platillón, con 1.931 msnm. En esta unidad se ha ubicado, también, a los Morros de San Juan, que son formaciones coralinas fósiles originadas en un antiguo borde continental.

Entre las porciones occidental y oriental de la Cordillera de la Costa se ubica la depresión tectónica del río Unare. La porción oriental se puede subdividir en dos unidades, la Serranía de Paria, en la península homónima, con una elevación máxima de 1.091



metros, y el Macizo del Turimiquire, con una elevación máxima de 2.596 m. En esta última se localiza un sistema cavernario importante, conocido como la Cueva del Guácharo. De esta unidad se han reportado varias especies endémicas de anfibios, reptiles y aves.



*Figura 2.5. Morros de San Juan, Estado Guárico. Foto Enrique La Marca, Mérida.*

Las rocas más antiguas de la Cordillera de la Costa son pre-cretácicas a cretácicas, que fueron cubiertas por el mar hasta volver a emerger durante el Cenozoico por la interacción entre las placas tectónicas de América del Sur y del Caribe. Durante el Mesozoico se depositaron sedimentos en un ambiente con circulación restringida de las aguas de mar abierto relativamente profundas, con poco oxígeno, en una cuenca externa a un arco volcánico. Se acumularon grandes espesores de sedimentos en un surco profundo formado entre un flanco norte inestable (origen de los aportes de sedimentos) y, al sur, una plataforma emergente delimitada por fallas. En la angosta orilla del flanco norte, en mares

superficiales de aguas cálidas, se formaron arrecifes. De este período se han recuperado principalmente fósiles de invertebrados marinos, entre los que destacan foraminíferos, corales y moluscos. Durante el Mioceno se acumularon sedimentos que produjeron fósiles indicativos de la fauna invertebrada marina de ese entonces, constituida por foraminíferos, moluscos y crustáceos. En el Eoceno superior, la Cordillera de la Costa experimentó una pronunciada deformación tectónica por compresión contra el borde continental de Venezuela en ese entonces, la cual originó extensas zonas de levantamiento. El límite actual de las placas tectónicas en la región del Caribe se alcanzó en el Mioceno.

Desde el punto de vista de la paleontología de vertebrados, la región ha sido relativamente poco estudiada, a pesar de haber sido una de las primeras de donde se conocieron restos fósiles en el país, como lo atestiguan los escritos de Humboldt, quien colectó fósiles de posibles mastodontes cerca de Cumanacoa. De unas terrazas antiguas al sur del macizo del Turimiquire se reportó en 1866 un fósil de un *Megatherium*. De sedimentos del Mioceno en el noroeste del Estado Anzoátegui se conoce el glyptodóntido *Bo-reostemma venezolensis*. En la cueva del Guácharo se han encontrado restos de un vampiro gigante hoy día extinto, *Desmodus draculae*, que se cree vivió durante el Cuaternario hasta tiempos recientes.

## **La Depresión Lacustre Noroccidental (Lago de Maracaibo)**

Esta es una depresión tectónica con dos contrafuertes montañosos, la Cordillera de Perijá y la Cordillera de Los Andes, que le dieron origen a finales del Oligoceno y comienzos del Eoceno y que, actualmente, se comportan como barreras biogeográficas hacia el oeste y hacia el sur, respectivamente. Su origen data del período cretácico, con acumulaciones de sedimentos marinos y continen-

tales, y representa una de las cuencas petrolíferas más importantes y de mayor tamaño del mundo. La porción central de la región está dominada por el Lago de Maracaibo, el lago de mayores dimensiones en América del Sur.

El Lago de Maracaibo es considerado por algunos como un mar interior, aunque su profundidad mayor no supera los 30 metros; mientras otros autores lo consideran como un sistema dulceacuícola con diferentes grados de salinidad que aumentan a medida que avanza hacia su conexión con el Mar Caribe. El lago



*Figura 2.6. Sur del Lago de Maracaibo, subcuena del río San Mateo, Estado Táchira. Foto Enrique La Marca, Mérida.*

se alimenta del drenaje de importantes cuencas fluviales, entre las cuales destacan las de los ríos Chama, Catatumbo y Escalante.

Hacia el norte de la región se encuentran depósitos deltáicos marinos, que son reemplazados por llanuras litorales de mar

abierto más al norte de la barra de Maracaibo. Hacia el suroeste se desarrollan enormes áreas cenagosas. La alta pluviosidad en esta última zona se debe al efecto de encajonamiento de las masas de aire del Este y Noreste contra las cordilleras andinas de Mérida y Perijá, que se ven forzadas a ascender, condensar por enfriamiento adiabático y, finalmente, precipitar como torrenciales aguaceros. La temporada de lluvias se concentra en los meses de septiembre-octubre y abril-mayo, en un patrón denominado por algunos autores como 'tetraestacional', con un corto periodo de menor precipitación en junio-julio, conocido localmente como 'veranillo' o 'veranito de San Juan', característico desde el Caribe y América Central hasta México.

De esta unidad se ha señalado una influencia de fauna centroamericana y colombiana, así como cierta coincidencia con aquella de los Llanos, como sería el caso de las libélulas (Odonata), numerosas aves, y el chigüire, con una especie diferente a la de los Llanos, pero similar a la centroamericana. Cabe resaltar que hay ciertas similitudes con estos casos en las distribuciones de ciertos anfibios y reptiles. La región del Lago de Maracaibo posee endemismos en rotíferos, peces de agua dulce, aves y por lo menos un anfibio (el sapito de celdas *Pipa parva*). La fauna de peces del sistema estuarino del Lago de Maracaibo, que incluye el Golfo de Venezuela, presenta grandes afinidades con la ictiofauna del Delta del Orinoco.

### **El sistema de Serranías de Lara-Falcón y Península de Paraguaná**

Este sistema está ubicado al noroeste de Venezuela, con expresiones orográficas mayoritariamente de origen relativamente reciente, datado en el Cenozoico; por lo tanto, mucho más reciente que el resto de los sistemas orográficos venezolanos.

Aquí se localiza la única área desértica del país: los médanos de Coro, con una extensión de casi 100.000 hectáreas. Los sistemas montañosos más importantes son las sierras de San Luis, Ziruma, Churuguara, Baragua, Bobare-Matatera y Aroa. En la Sierra de San Luis predominan rocas calcáreas de origen coralino que indican su origen marino-costero. La Sierra de Ziruma se originó durante el Eoceno y llega a alcanzar los 1.990 m de elevación en su punto más alto, el Cerro Cerrón, en el límite entre los estados Falcón, Zulia y Lara. Las Sierras de Churuguara, Baragua y Bobare apenas sobrepasan los 1.250 m. La sierra de Aroa es uno de los relieves más importantes de esta región, cercana a los sistemas montañosos de la Cordillera de La Costa y la Cordillera de Los Andes y separado de estos por las importantes depresiones de Lara y Yaracuy. Las depresiones de Carora y Barquisimeto se caracterizan por presentar un clima semiárido, producto del efecto de sombra de lluvias por las elevaciones orográficas circundantes. Su punto más elevado es el Pico El Tigre, con cerca de 1.800 m de elevación.



*Figura 2.7. Porción Norte de la Península de Paraguaná vista desde el Faro en el Cabo de San Román, Estado Falcón. Foto Laura A. B. Wilson, Zürich.*

Toda el sistema de serranías posee elementos endémicos de invertebrados y algunos vertebrados, aunque todavía se carece de estudios sobre la totalidad de su fauna y ambientes. En él predominan los bosques secos y los arbustales espinosos. Hacia el noreste de las serranías continentales se ubica el parque nacional Morrocoy, albergue importante de una rica y variada fauna de aves y peces marinos. De particular interés en la región es la península de Paraguaná. Esta última estuvo separada del continente como una isla, hasta que los depósitos arenosos de origen eólico provenientes del Este crearon un istmo que facilitó la conexión e intercambio biótico con tierra firme. Su punto orográfico más importante es el Cerro Santa Ana, el cual alcanza los 830 m de elevación. La península posee varias especies endémicas.

El sistema Lara-Falcón ha sido muy rico desde el punto de vista de los fósiles que allí se han encontrado. Parte de esta fauna provino del Hemisferio Norte, cuando se estableció la conexión terrestre entre Norteamérica y América del Sur a través del Istmo de Panamá; mientras que otra parte pudo incluso dispersarse hacia el sur del continente, aprovechando los ambientes abiertos de sabanas con pastizales que se favorecieron por la disminución de las temperaturas que se sucedieron después del Gran Intercambio Biótico Americano. Del Estado Lara provienen las primeras evidencias de cacería de megaterio en América. Por su parte, el Estado Falcón es el que más registros fósiles de vertebrados ha proporcionado. Uno de los primeros registros de mamíferos prehistóricos fue un *Megatherium* reportado en 1851 para la Península de Paraguaná. A partir de entonces se ha incrementado paulatinamente el número de especies, aunque es mucho el trabajo que queda por delante. Otro sitio de interés es Taima Taima, al Este de Coro, con registros fósiles de un mastodonte de hace por lo menos unos 13.000 años encontrados en asociación con artefactos líticos de cacería. Evidencias similares con artefactos líticos humanos asociados con huesos quemados de mastodontes, provienen

de El Muaco, también en Falcón, datados en por lo menos 14.000 años atrás.

La región de Urumaco en el Estado Falcón es el área más rica en fósiles del Mioceno y Plioceno de Venezuela, como es descrito en varios capítulos de este libro. También rica en yacimientos de fósiles es la región de Muaco, cerca de la Vela de Coro, de donde se ha señalado restos de peces, reptiles, aves y mamíferos del Pleistoceno. Esta fauna ha sido descrita de manera global en el libro de Orangel Aguilera del 2006 sobre el Cuaternario del Estado Falcón y muchos de sus elementos son también tratados en este libro. En la cueva Zumbador, en Cerro Misión, al Este del Estado Falcón, se ha conseguido una abundante fauna fósil del Pleistoceno Tardío, en la que se encuentran entre otras formas, manatíes, capibaras, tapires y un tigre dientes de sable (*Smilodon populator*).

## **La Cordillera Andina**

En esta unidad se localiza el relieve más imponente al norte del río Orinoco, con las cadenas montañosas de la Cordillera de Mérida y la Sierra de Perijá, al oeste del país. Comprende los sistemas montañosos, por un lado, de los estados Táchira, Mérida, Trujillo, aunque también involucra porciones de los estados Lara, Portuguesa y Barinas; y por el otro, las áreas montañosas al oeste del Estado Zulia. Presenta las cumbres más elevadas del país, así como la mayor diversidad de ecosistemas a lo largo de gradientes altitudinales secos y húmedos. Los sectores húmedos vienen condicionados por precipitaciones orográficas. Los sectores secos son el producto del efecto de sombra de lluvia.

La totalidad del sistema de cordilleras andinas venezolanas puede ser sub-dividida en tres grandes unidades, consideradas como prolongaciones del gran geo-anticlinal andino suramericano. Ellas son la Cordillera de Mérida, el Macizo de Tamá, y la Sierra de Perijá. Su complejidad geológica y geomorfológica, así



como la disposición y orientación de las montañas, ha influido en el clima regional, originando una variada gama de tipos climáticos semiáridos, subhúmedos, húmedos, hasta el piso gélido, así como una variedad de ecosistemas que van desde el piedemonte hasta las heladas cumbres, en vertientes secas y húmedas.

La Cordillera de Mérida constituye la divisoria de aguas entre la depresión de los Llanos y la depresión del Lago de Maracaibo. Su mayor elevación es el Pico Bolívar, con 4.980 m. Su origen se remonta al Paleozoico, cuando se constituyeron los pre-Andes, que luego desaparecerían durante el Mesozoico. No fue sino hasta el Eoceno que la cordillera de Mérida comenzó a experimentar un ligero levantamiento, que se intensificó durante el Mioceno y Plioceno y alcanzó sus mayores elevaciones en el límite entre el Plioceno y el Pleistoceno. Este sistema montañoso está constituido por varias sierras, entre las que destacan la Sierra Nevada de Mérida, la Sierra de La Culata y la Sierra de Portuguesa. Esta



*Figura 2.8. Sierra de La Culata, Estado Mérida. Foto Enzo La Marca, Mérida.*



última, aunque geográficamente parte de la región andina, geológicamente pertenece a la región Caribe (Cordillera de la Costa y sistemas montañosos afines). El nivel de endemismo en esta cordillera es notorio para casi todos los grupos de animales y plantas, sólo comparables con los de la Guayana, aunque probablemente más destacado por tener una ocupación territorial mucho menor.

La Cordillera de Perijá es un sistema montañoso compartido entre Venezuela y Colombia, constituido como el parte-aguas entre la cuenca del Lago de Maracaibo y la cuenca del río Magdalena. Los lugares más accidentados y mejor preservados de esta cordillera están ubicados en el lado venezolano. Aunque menos maciza que su vecina Cordillera de Mérida, la de Perijá es igualmente diversa en ecosistemas, y su mayor elevación está en el Pico Tétari, a 3750 m. En el pasado, al igual que la Cordillera de Mérida, experimentó un importante desarrollo orogénico y sus elevadas cumbres experimentaron los efectos de las glaciaciones pleistocénicas. En la actualidad alberga una diversa representación de ambientes secos y húmedos, con predominio de estos últimos. Todo este sistema montañoso carece de estaciones y registros climáticos, lo que dificulta caracterizar el clima regional. Se desconoce todavía mucho sobre su fauna, aunque muchos de los hallazgos publicados recientemente sugieren que contiene un importante número de endemismos.

El Macizo de Tamá es una prolongación geológica y biogeográfica de la Cordillera Oriental de Colombia que penetra en los estados venezolanos Táchira y Apure. Está separada de la Cordillera de Mérida por un paso bajo de menos de 1.000 metros de elevación, originado por la falla de Bramón en la depresión tectónica del Táchira. Posee relaciones bióticas estrechas con la Cordillera Oriental de Colombia, aunque también presenta sus propios elementos endémicos de flora y fauna.

Recientemente se ha propuesto al área del piedemonte andino-llanero (en los estados Táchira y Mérida) como una unidad

zoogeográfica diferente, sobre la base de la vegetación, que se ha considerado diferente tanto de la de los Llanos como de la del resto de la Cordillera de Mérida. Con anterioridad se había propuesto al piedemonte andino del Estado Táchira, especialmente el valle del río Doradas, como un entrante de fauna amazónica occidental. Uno de los patrones de distribución más interesantes de los anfibios de la Cordillera de Mérida es la presencia de elementos amazónicos, o de afinidades amazónicas, en las vertientes andino-llaneras de este sistema montañoso. Este patrón de distribuciones compartidas entre la Cordillera de Mérida parece que no está limitado a los anfibios; de los mapas de distribución para Mamíferos, por ejemplo, y de nuestros estudios inéditos sobre anfibios, se deduce que dicho patrón es más común que lo que hasta ahora se conocía para vertebrados. Futuras exploraciones podrían revelar más elementos en común entre este sistema montañoso y la región amazónica.



*Figura 2.9. El piedemonte andino en la cercanía de Barinitas, Estado Barinas. Foto Daniel Spring, Zürich.*

El potencial paleontológico de Los Andes no ha sido hasta el momento muy explotado. Varios de los hallazgos importantes corresponden a depósitos ubicados en zonas de piedemonte. De los Andes de Trujillo por ejemplo, se conoce una paleoflora del Carbonífero superior, con plantas más relacionadas con aquellas de lugares correspondientes actualmente con América del Norte, Europa y Asia, que con las plantas predominantes en la Gondwana, de la cual ellos geográficamente formaban parte. Los fósiles de invertebrados son muy abundantes, con un registro que comienza en el Paleozoico temprano. Estos incluyen foraminíferos, briozoarios, lamelibranquios, crinoideos, corales, moluscos bivalvos y gasterópodos, crustáceos ostrácodos, y trilobites, entre otros.

Un yacimiento muy importante de fósiles en la actual región andina venezolana es el pozo de asfalto de Mene de Inciarte, del Pleistoceno Tardío (alrededor de 26.000 años atrás) en la Cordillera de Perijá. De allí John Moody, Ascanio Rincón y colaboradores han extraído y estudiado una gran diversidad de mamíferos que sugieren la existencia de una gran heterogeneidad paleoambiental, con sabanas y bosques secos estacionales, con toda probabilidad climáticamente influenciados por las condiciones frías y secas del Último Máximo Glacial.

De los estudios paleontológicos en la actual Cordillera de Mérida se han identificado peces marinos óseos, mientras que de los cartilaginosos, por las mismas características de estos animales con partes blandas que no dejan fósiles verdaderos, sólo se han identificado tiburones cuyos dientes lograron preservarse. Estos fósiles y las secuencias sedimentarias que los contienen sugieren diferentes ambientes donde vivía la fauna marina. Unos eran de plataforma continental con fuerte subsidencia, otros eran fondos marinos profundos con ausencia de corrientes, o fondos someros y medios con aporte de corrientes deltaicas, así como también lagunas y pantanos costeros estacionales, y ambientes marinos con

bancos de arena o cordones litorales. Dado el amplio espectro geocronológico involucrado, sin duda encontraríamos para el pasado una rica gama de diversidad ambiental marina equivalente a la actual. Antes de todo el levantamiento de la Cordillera de Mérida, durante el Triásico-Jurásico, ya había tierras emergidas, como las que dieron origen a sedimentos de la Formación La Quinta, de donde se conoce el primer dinosaurio de Venezuela. Reptiles marinos del Cretácico, así como cocodrilos del Paleógeno, son descritos en otros capítulos de este libro.

Los estudios paleontológicos en la Cordillera de Mérida están lejos de ser completos, por lo que muchos hallazgos importantes probablemente quedan aún por realizar. Ejemplo de ello es el hallazgo reciente, en el sector merideño de Llano del Anís, de restos de un mastodonte y de un caballo ahora extintos, junto con restos de plantas dicotiledóneas en una paleo-laguna de probable origen pleistocénico. La aventura del conocimiento paleontológico continúa, y es de esperar que los capítulos de este libro sean un estímulo de lo que aún queda por descubrir.