

BOLILLA IV -2

CIRCULACION GENERAL DE LA ATMOSFERA

1. Circulación de la atmósfera en la vertical.

Evidentemente no es posible referirse al movimiento general de la atmósfera sino se lo hace en términos de promedios estadísticos. Esto se debe a la irregularidad de las configuraciones observadas a diario sobre las cartas meteorológicas, que a menudo confunden toda significación de esta circulación.

Se ha visto que en promedio, la cantidad de energía recibida del sol es igual a la devuelta por la tierra hacia el espacio exterior. Sin embargo, este equilibrio, que se mantiene para periodos suficientemente largos, no es valido en el corto plazo, pues en general este equilibrio de los elementos climáticos es función no solo de los factores como la latitud, la declinación y el ángulo horario ya conocido, sino también de la longitud y de la altitud, de la superficie, etc.

Teniendo en cuenta estos factores, se puede demostrar que, en las regiones polares el balance de radiación en superficie es negativo, es decir que se emite más de lo que se recibe, mientras que en las zonas de latitudes bajas ocurre lo contrario. Consecuentemente con esto se evidencia que ha de existir un mecanismo de transporte de calor desde el ecuador hacia los polos, de manera tal que impide el continuo aumento de la temperatura en la zona de latitudes bajas y la disminución paulatina en los casquetes polares.

Esta redistribución del calor sobre el planeta no se puede producir más que por un tipo de transporte: el convectivo-advectivo, es decir, que va acompañado por un transporte de masa. Las otras formas de transferencia de calor, radiación y conducción, son completamente despreciables para el transporte horizontal; los medios óptimos para el transporte de masa son los océanos y la atmósfera.

La atmósfera, que se mueve como una gigantesca máquina térmica, donde la fuente de calor esta ubicada en una gran franja que rodea las zonas ecuatoriales, y el sumidero en las regiones polares. Esta máquina, cuyo rendimiento relativo es bajo, transforma la diferencia de calor entre las fuentes fría y caliente en energía de movimiento, o cinética, de las corrientes atmosféricas que caracterizan la circulación general; resulta además que la diferencia de calor entre las fuentes es una forma de representar la energía potencial.

Sin embargo, estas corrientes atmosféricas no están regidas exclusivamente por consideraciones de origen termodinámica, sino que intervienen además otras causas, entre las que se destaca como principalísima la rotación terrestre.

La circulación general es un sistema de corrientes extremadamente complejo y poco conocido hasta nuestros días; en consecuencia, todas los estudios teóricos del sistema se

basan en la investigación estadística de observaciones de superficie y altura a escala planetaria, cuya distribución espacial no es homogénea debido a la presencia de grandes áreas deshabitadas (océanos, desiertos, zonas polares, etc.) Por lo tanto, este trabajo se limitará a realizar una descripción esquemática del sistema.

Es importante hacer notar que el espesor de la atmósfera es significativamente menor que el radio terrestre por lo que es razonable estudiar ante todo los movimientos horizontales, surgiendo los movimientos verticales como el resultado de una necesidad de compensación, de acuerdo con el principio de conservación de la masa. Por otra parte, es sabido que en el hemisferio sur los vientos abandonan los centros de alta presión desviándose hacia la izquierda, debido a la fuerza de Coriolis; por lo tanto toda descripción del movimiento del aire conduce a la descripción de la distribución de la presión atmosférica.

En la figura puede observarse que existe una zona ecuatorial de bajas presiones que da lugar a la llamada zona de convergencia intertropical (ZCIT) de los vientos alisios; en los niveles bajos esta convergencia es compensada por la divergencia existente en la alta atmósfera. Otra área de baja presión puede notarse hacia los 60° de latitud, constituyendo el cinturón subpolar de baja presión que coincide con la zona del frente polar. La convergencia en las capas bajas y la divergencia en altura también es característica de esta zona.

Por otra parte, sobre los polos y hacia los 35° de latitud, hay regiones de alta presión, que provocan divergencia en superficie, convergencia en altura y, consecuentemente con esto, subsistencia o movimiento de descenso en la troposfera media, contrariamente a lo que ocurre en las zonas de baja presión donde los movimientos de la troposfera media son de ascenso generalizado.

Estos movimientos, convergencia en superficie -ascenso-, divergencia en altura y divergencia en superficie -descenso-, convergencia en altura provocan una circulación meridional tricelular cerrada, que intentaría explicar, por lo menos en parte, el intercambio de calor, aunque su eficiencia no alcanza para justificar la totalidad de las transferencias de calor; sin embargo, considerando las perturbaciones frontales, es posible explicar la mayor parte del intercambio.

Veamos entonces como se puede explicar la transferencia del calor remanente de las circulaciones meridionales analizadas en el párrafo anterior, o sea que se tratará de explicar la existencia de una configuración tal como aparece en los campos medios de presión, los que -como se vio- están directamente asociados al flujo del aire.

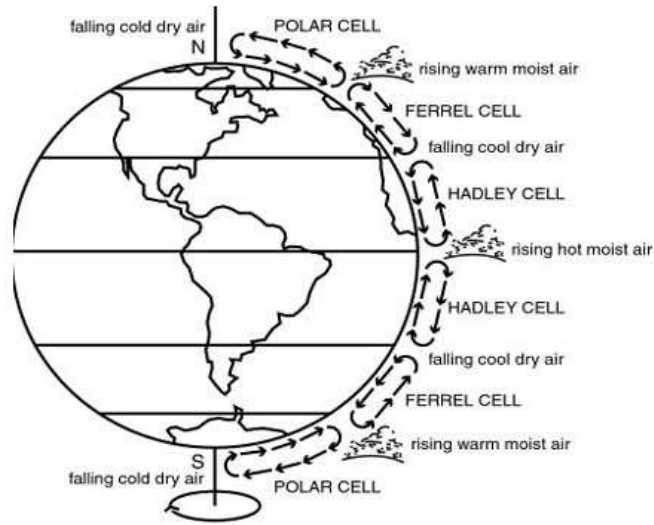


Figura 1 Anillos de la circulación general de la atmósfera en altura

2. CIRCULACION TROPICAL

La circulación en superficie dentro de la franja tropical se caracteriza por la presencia de los vientos alisios. Dichos vientos son constantes y tienen una orientación del NW al SW en el Hemisferio Norte y del SE al NW en el Hemisferio Sur. Los vientos alisios representan la rama de superficie de la celda de circulación de Hadley para cada Hemisferio. Estos vientos caracterizan los regimenes de lluvia en islas montañosas y bordes orientales de los continentes.

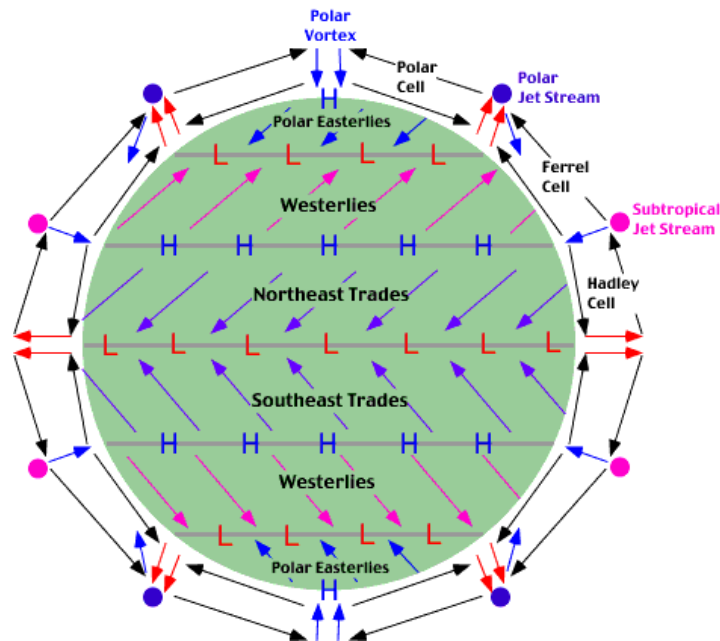


Figura 2. Circulación en superficie (vientos) y en altura

3. CIRCULACION DE LOS OESTES

Es de destacar la presencia de los cinturones de vientos de los oestes en superficie ubicados aproximadamente entre 40° y 60° de latitud en cada hemisferio. Esta circulación corresponde a un máximo de viento zonal en superficie que aumenta con la altura, apareciendo una corriente en chorro en cada hemisferio ubicada hacia los 200 hPa. de altura y a unos 30° de latitud llamado Corriente en Chorro subtropical. También se observa la existencia de otra corriente en chorro en cada hemisferio llamado chorro polar, ubicado hacia los 60° de latitud, siendo más intenso el del Hemisferio Sur.

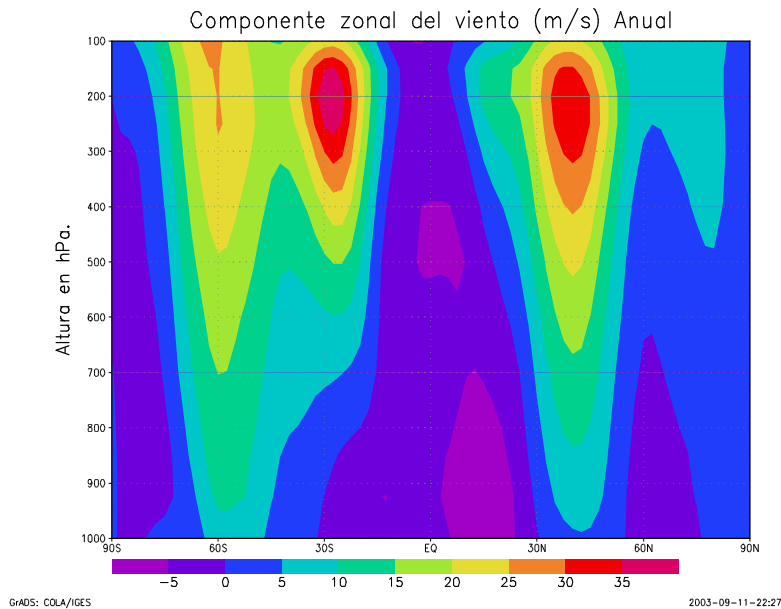


Figura 3. Componente zonal del viento en m/s

4. CIRCULACIÓN SOBRE SUD AMÉRICA

América del Sur es el único de los continentes que proyectándose desde el ecuador alcanza las latitudes medias australes. A diferencia de las masas continentales del hemisferio norte, esta alcanza su máxima extensión este-oeste en la zona ecuatorial, disminuyendo notablemente hacia el lado polar, para terminar abruptamente en el Cabo de Hornos.

Una elevada cordillera montañosa, la Cordillera de los Andes. La recorre próxima a la costa occidental desde el istmo de Panamá hasta el extremo sur, constituyéndose en una muy efectiva barrera meteorológica entre las tierras de ambos lados. De esta manera, si a los abruptos contrastes de relieve se le agregan la posición geográfica y las condiciones oceánicas que la rodean, se tendrá en consecuencia una gran diversidad de climas.

Sudamérica está rodeada totalmente de mares pero interrumpiendo la libre circulación este-oeste de las aguas tropicales merced a la conexión continental con las

tierras del norte a través del istmo de Panamá, se ve afectado por circulaciones oceánicas que le confieren características climáticas diferenciadas en sus costas. Esto imprime particularidades notables a cada región, sobre todo si se tiene en cuenta además la existencia de la Cordillera de los Andes. Por el extremo continental austral pasa, en el sentido de oeste a este, la corriente circumpolar antártica, que se sitúa entre los 50° y 60° de latitud sur aproximadamente. Sin embargo, el estrechamiento existente entre los continentes antártico y sudamericano hace que este enorme río oceánico sufra perturbaciones y modifique un poco su recorrido; pasando su mayor caudal por el estrechamiento, llamado Pasaje de Drake, y uno mucho menor es desviado hacia el norte luego de encontrarse con las costas del sur de Chile. Esta derivación que se extiende hacia el norte es llamada la corriente de Humboldt, recorre la costa occidental sudamericana hasta las proximidades del ecuador, determinando singulares características al clima de estas costas. La corriente de Humboldt, que transporta agua fría hacia el norte a lo largo del litoral chileno, es desviada hacia el noroeste, separándose del continente al llegar a la costa peruana, generando un vacío que es ocupado por aguas profundas más frías que surgen a la superficie y condicionan aun más los principales rasgos climáticos de la zona costera entre el ecuador y los 20° de latitud sur.

La costa oriental, por su parte, tiene características notablemente distintas a la vez que muestra un comportamiento estacional que no se observa con la misma intensidad en el litoral pacífico. En estas costas adquiere vital importancia la corriente ecuatorial del sur, que en su movimiento de este a oeste encuentra al continente sudamericano en las proximidades del Cabo Blanco, donde se bifurca en dos corrientes que recorren las costas, una hacia el noroeste y otra hacia el sudoeste, bordeando el litoral marítimo brasileño. Estas aguas, que son calientes por su origen tropical, en su marcha hacia el sudoeste alcanzan el final del verano a superar el extremo del estuario del Río de la Plata. En esta misma zona converge la corriente de Malvinas que es un desprendimiento de la corriente circumpolar antártica, que recorre el litoral patagónico llevando aguas frías hacia el norte. Al final del invierno, la corriente de Malvinas desplaza de las cercanías de la costa a la corriente del Brasil, alcanzando el litoral Atlántico brasileño.

Un efecto directo de las condiciones oceánicas aparece nítidamente identificando al comparar las temperaturas medias mensuales en ambos litorales de América del Sur. Durante el verano la costa oriental es, al sur del ecuador, más cálida que la costa occidental; sin embargo esta característica no se mantiene a lo largo de todo el año, pues en el invierno prevalece la corriente fría de Malvinas a lo largo de la costa oriental y las temperaturas medias mensuales son prácticamente iguales en ambos litorales hacia el lado polar de los 30° de latitud sur. Al norte de los 23° de la misma latitud la diferencia es mayor durante el invierno, pues en verano, generalmente entre enero y abril, la mayor temperatura de la corriente ecuatorial del sur y la ocurrencia a ocasional del fenómeno de "El Niño" disminuye las diferencias térmicas entre ambas costas.

Campos medios de presión y vientos

Sobre el continente sudamericano la vaguada del campo de presión que da origen a la zona de convergencia intertropical (ZCIT) de los alisios del sudeste y del nordeste, oscila

en el sentido norte-sur siguiendo al sol. En el mes de abril el sol esta muy próximo al plano ecuatorial terrestre, provocando que en este momento del año las presiones mas bajas se encuentran sobre el ecuador. Como el sol aumenta su declinación hacia el norte, la vaguada ecuatorial se desplaza y alcanza su máxima latitud norte en el mes de julio, produciendo en todo el continente un campo de presión muy chato que abarca desde el istmo de Panamá hasta la zona norte de la Patagonia. Hacia el mes de octubre el sol en su movimiento aparente se ubica nuevamente cerca del plano ecuatorial terrestre en su migración hacia el hemisferio sur haciendo que la vaguada ecuatorial retorne al ecuador. Así en el mes de enero alcanza su máxima latitud austral sobre el continente, en la Amazonia central y sur.

En el mes de julio los centros de alta presión subtropical están centrados aproximadamente en los 30°S en el Océano Pacifico, al tiempo que lo están en los 27°S en el Atlántico, al mismo tiempo se encuentra un cinturón de alta presión que los vincula atravesando el continente y señalando el camino por el que usualmente se desplazan los anticiclones migratorios que desde el pacifico transponen la cordillera para llegar al océano Atlántico.

Durante el verano, esto último es interrumpido por el mayor calentamiento sobre tierra que produce una extensión de baja presión en superficie hacia latitudes medias y separa los anticiclones subtropicales semipermanentes, con presiones menores que en julio pero con notables gradientes apuntando hacia el polo en las zonas de los vientos del oeste, al sur de los 40° S de latitud.

Sea-Level Pressure and Surface Winds

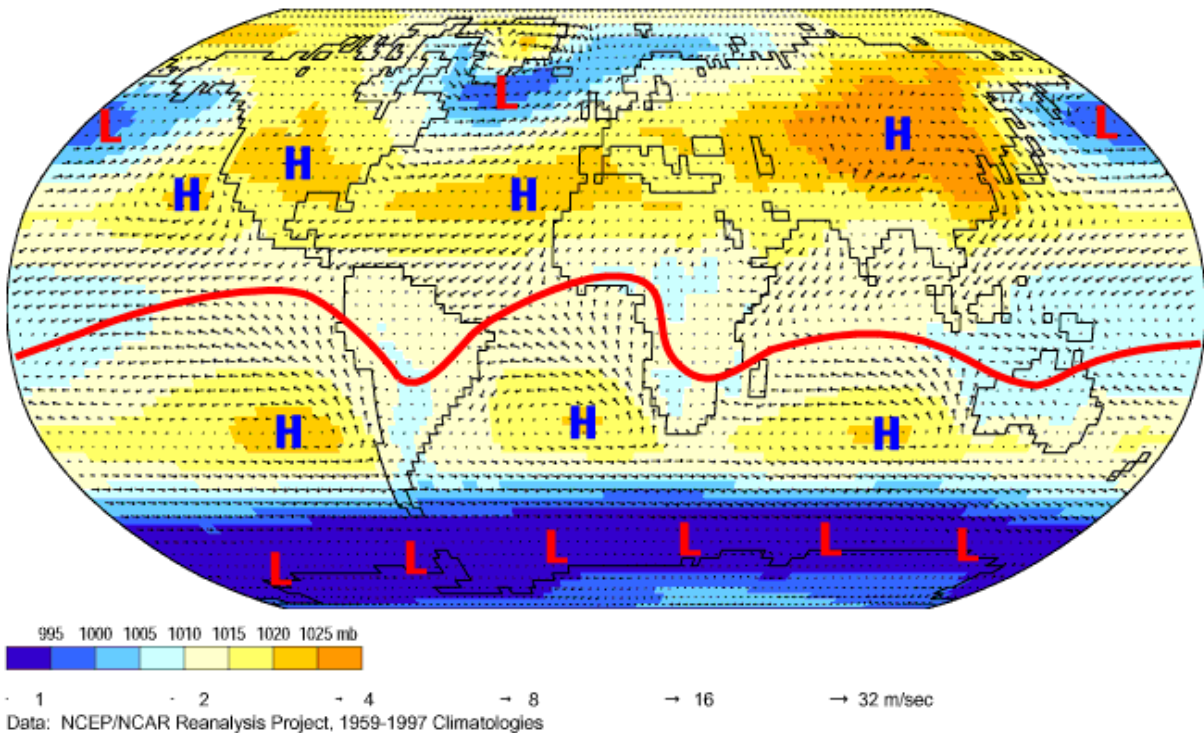


Figura 4.1 Presión atmosférica al nivel del mar y vientos en superficie en enero

Las direcciones de los vientos predominantes durante el mes de enero están condicionadas por la posición de la ZCIT que alcanza su máxima latitud sur. La ZCIT cruza la costa oeste de Colombia en 5°N y se curva hacia el centro del continente, al oeste de la cordillera de los Andes, alcanzando al sur de dicha cuenca el norte del Paraguay, desde donde retorna nuevamente hacia el norte saliendo del Brasil un poco al este de la desembocadura del río Amazonas, finalmente sobre el Océano Atlántico se extiende hacia oriente un par de grados al norte del ecuador. Al norte de la ZCIT predominan los vientos alisios del nordeste, los cuales soplan con moderada intensidad sobre la costa norte del continente entre el río Amazonas y Panamá. Al sur de la ZCIT y hasta 15°S , en la costa oriental, predominan los vientos alisios desde el sudeste en la zona oceánica y van rotando paulatinamente al este y al nordeste a medida que penetran tierra adentro. Mientras tanto, en la costa occidental de América del Sur los vientos del sudeste predominan entre el ecuador y 30°S .

Al sur de la zona de los alisios y hasta 40°S , en ambos océanos, sobre las costas hay un cinturón de vientos variables que es más notable en el Atlántico que en el Pacífico, y más hacia el sur y hasta el Pasaje de Drake los vientos del oeste se manifiestan con singular intensidad y persistencia.

Sea-Level Pressure and Surface Winds

Jul

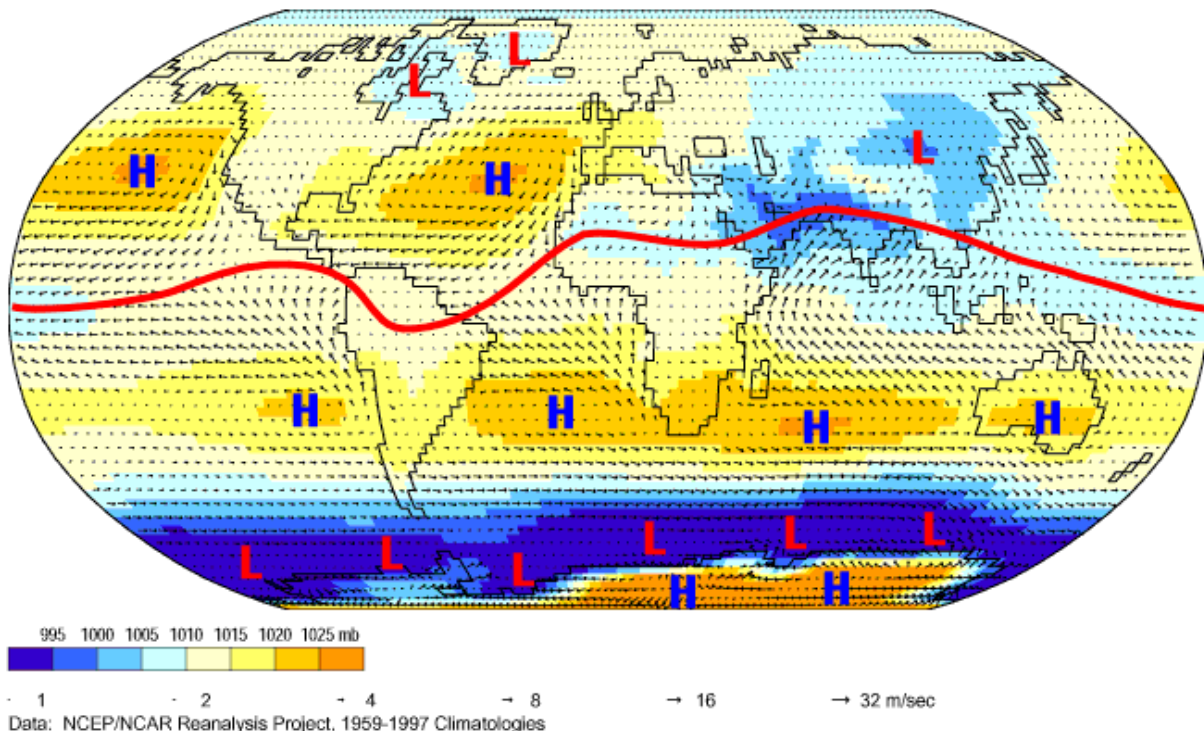


Figura 4.2 Presión atmosférica al nivel del mar y vientos en superficie en julio

En el mes de julio la ZCIT, que como se ha dicho anteriormente coincide con la vaguada ecuatorial, alcanza su posición extrema norte y los vientos del nordeste se dejan sentir solamente en las costas caribeñas de Venezuela y Colombia. Al sur de la ZCIT, sobre el Atlántico, entre los 5°N y los 15°S soplan los alisios del sudeste; mientras que en la costa

occidental entre los 5°S y el golfo de Panamá se produce un ligero efecto monzónico soplando vientos del sudoeste y variables, apareciendo los alisios del sudeste entre los 5°S y los 25°S. Por su parte la franja de vientos variables se corre ligeramente hacia el norte, de manera tal que se puede detectar los vientos del oeste desde los 38°S hasta el pasaje de Drake. Hay que destacar que los sistemas de vientos están localmente sujetos a influencias topográficas, que en las costas occidentales pueden ser notablemente fuertes. Obviamente, la circulación general de la atmósfera está íntimamente ligada a las precipitaciones y fuertemente afectada por la topografía.

5. PERFIL MERIDIONAL DE LA PRECIPITACION

Si observamos el comportamiento de la precipitación zonal media diaria en un periodo suficientemente largo (ver figura 6), comprobamos el máximo absoluto sobre el ecuador, este máximo esta centrado sobre el ecuador sobre los continentes y algo desplazado hacia el norte sobre áreas oceánicas. Asimismo los montos son más importantes sobre los océanos que sobre los continentes. En la medida que nos alejamos del ecuador comienzan a disminuir los montos y observamos mínimos relativos sobre los 25°N y S que son más acentuados sobre los océanos. Esta posición coincide con los Anticiclones subtropicales semipermanentes. Cuando nos alejamos aun más del ecuador, encontramos un máximo relativo en cada uno de los hemisferios hacia los 55-60°N y S, que coinciden con los cinturones de Bajas polares. Hacia los polos se evidencia un descenso continuo de los montos de precipitación.

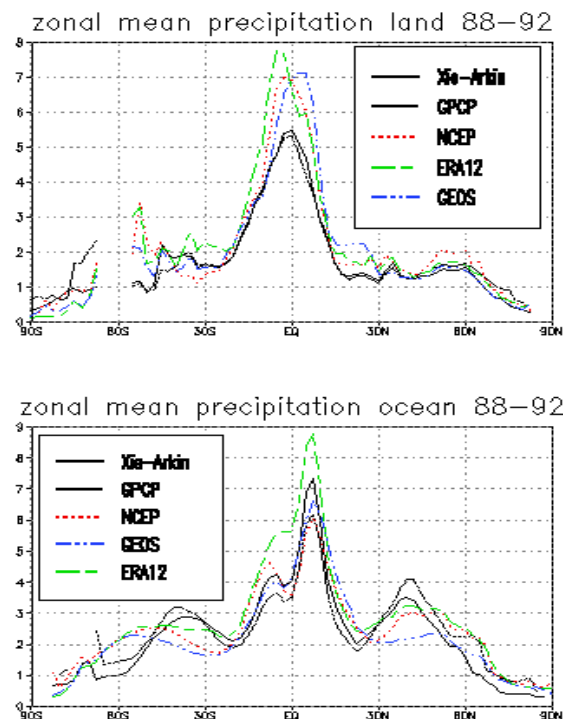


Figura 5. Precipitación media zonal en el periodo 1988 – 1992

6. ZONAS DE PRECIPITACION Y VEGETACION

Los biomas (zonas bioclimáticas) son divisiones apropiadas para organizar el mundo natural debido a que los organismos que viven en ellos poseen constelaciones comunes de adaptaciones, particularmente al clima de cada una de las zonas y a los tipos característicos de vegetación que se desarrollan en ellos.

A continuación, explicaremos algunos de los elementos primarios que determinan los diferentes biomas.

Debe entenderse que el clima es quizás el elemento más importante en determinar las clases de individuos que pueden vivir en un área y las maneras en que ellos deben modificarse para vivir bajo condiciones diferentes de temperatura y precipitación y la distribución estacional de estos factores. Cada lugar en la Tierra tiene su propio clima, influenciado tanto por el macroclima de la región como por el microclima del lugar en particular. Pero, a gran escala, existen algunos factores comunes que determinan que, por ejemplo, animales no relacionados en los Desiertos del Sahara y de Sonora tengan, sorprendentemente, muchas cosas en común.

Los suelos son muy importantes ya que ellos son básicos para determinar los tipos de plantas (y por lo tanto, las comunidades vegetales) que crecerán en una zona bioclimática en particular; además, sirven igualmente como sustratos para los animales. Y, a su vez, los suelos están muy influenciados por los climas regionales, lo mismo que por la geología de la roca madre.

La vegetación de un área depende tanto del clima como de los suelos y, a su vez, influye fuertemente en la determinación de qué especies vegetales y animales pueden existir en la localidad. La vegetación varía en tamaño y estructura (fisonomía), en su manifestación estacional, y en cómo cambia en el tiempo. Su importancia es mayor que la suma de sus partes vegetales individuales ya que muchas especies de animales, por ejemplo, están influenciados en gran medida por la estructura física de la comunidad vegetal mientras que otros lo están por las especies vegetales en sí.

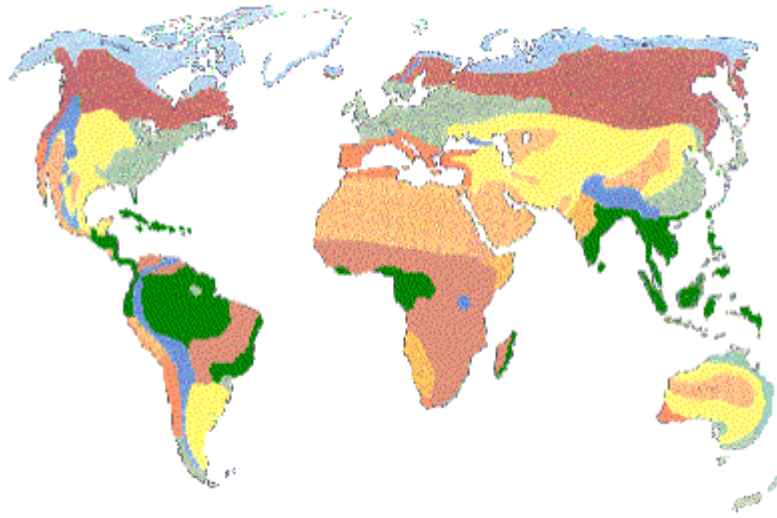
Un componente importante de las plantas y animales en una región es su diversidad global, que indica cuantas especies pueden coexistir ahí. Esto varía sustancialmente tanto dentro como entre las zonas bioclimáticas, dependiendo tanto del clima como de la vegetación. En las comunidades más diversificadas, el grado y los tipos de interacciones entre plantas y animales aumentan a medida que aumenta el número de especies y sus niveles tróficos.

Las adaptaciones de las plantas y animales son las manifestaciones físicas de la evolución orgánica. Todo individuo es una colección de adaptaciones que le permiten funcionar efectivamente en su ambiente, y estas adaptaciones caracterizan la especie. Las especies son afectadas en todos los aspectos del ambiente, tanto físico (clima, agua, sustrato) como biológico (otras especies como presas, depredadores, parásitos, competidores o simbioses).

Cada especie es única, y aún así comparte tipos particulares de adaptaciones con muchas otras especies.

Finalmente, parece necesario un elemento interpretativo que trate con los efectos humanos ya que los humanos somos significativos en el mundo, aún cuando apenas somos una especie entre millones. Ninguna parte del mundo se libra de la influencia de nuestra presencia, y tenemos la capacidad de modificar los ambientes en una escala masiva.

La mayoría de los principios básicos de biología pueden ser ilustrados en el contexto de estos elementos, pero aquellos que se basan en las relaciones entre dos o más especies no siempre encajan claramente dentro de las características del ambiente, como clima y suelos, o de las adaptaciones de las especies individuales. Estos principios incluyen la amplia categoría de las relaciones tróficas (redes alimenticias, productividad, descomposición, ciclos de nutrientes) y las interacciones como las relaciones depredador-presa, competición y simbiosis.












 Tundra	 Praderas Templadas	 Sabana Tropical
 Bosque Boreal	 Chaparral	 Bosques Tropicales
 Bosques Templados	 Desierto	 Alpino

Figura 6. Los Biomas en el Mundo