

Bolivia Ecológica

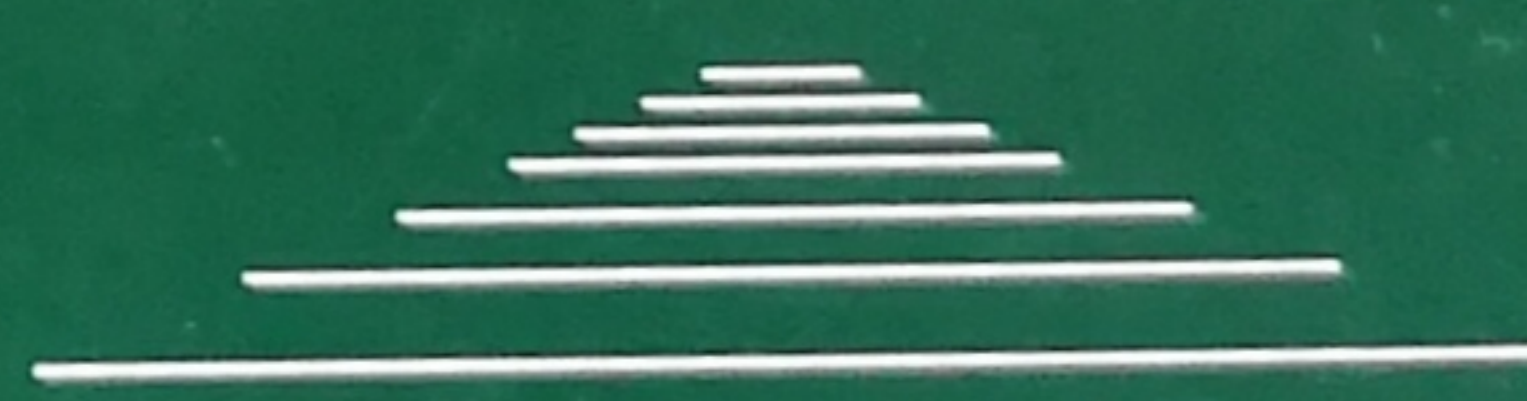
REVISTA TRIMESTRAL N° 14

AÑO 1999



EL CLIMA

- Introducción
- ¿Qué es el clima?
- ¿Qué es la biosfera?
- División de la biosfera
- ¿Qué es la atmósfera?
- Composición de la atmósfera
- Estructura de la atmósfera
- Elementos que determinan el clima
- Ciencias que estudian el clima
- Variables meteorológicas, instrumentos y unidades
- Esquemas de instrumentos
- Cambios históricos del clima
- Factores que determinan el clima en Bolivia
- Clasificación de los climas de Bolivia
- Mapa de los climas de Bolivia
- El Niño: un fenómeno climático que afecta gravemente a Bolivia
- Bibliografía



FUNDACION SIMON I. PATIÑO

EDITOR

FUNDACION SIMON I. PATIÑO

DIRECTORA DE LA PUBLICACIÓN

Carmiña Montoya Köster

AUTOR CLASIFICACIÓN CLIMAS

Dr. Gonzalo Navarro

CO - AUSPICIO

Banco Santa Cruz

COLABORACIÓN

Daisy Arévalo

DISEÑADOR GRÁFICO

Vladimir Morató Torrico

INDICE***EL CLIMA***

▪ Introducción	pág. 1
▪ ¿Qué es el clima?	pág. 1
▪ ¿Qué es la biosfera?	Pág. 2
▪ División de la biosfera	pág. 2
▪ ¿Qué es la atmósfera?	pág. 2
▪ Composición de la atmósfera	pág. 2
▪ Estructura de la atmósfera	pág. 3
▪ Elementos que determinan el clima	pág. 4
▪ Ciencias que estudian el clima	pág. 10
▪ Variables meteorológicas, instrumentos y unidades	pág. 10
▪ Esquemas de instrumentos	pág. 11
▪ Cambios históricos del clima	pág. 13
▪ Factores que determinan el clima en Bolivia	pág. 14
▪ Clasificación de los climas de Bolivia	pág. 15
▪ Mapa de los climas de Bolivia	pág. 21
▪ El Niño: un fenómeno climático que afecta gravemente a Bolivia	pág. 22
▪ Bibliografía	pág. 24

INTRODUCCIÓN

El aire, el agua y los suelos constituyen la mayor parte de los cuatro grandes componentes o esferas materiales que conforman el medio ambiente. Tres de esos componentes son inorgánicos (atmósfera, hidrosfera y litosfera), las sustancias que los componen son clasificadas por los químicos como materias inorgánicas. El cuarto es la biosfera, abarca todos los organismos vivos de la tierra. Debido a que los organismos vivos no pueden existir fuera de un medio ambiente físico, con el cual están interrelacionados, la biosfera incluye parte de la atmósfera, hidrosfera y litosfera.

De las tres esferas inorgánicas, la atmósfera es el componente gaseoso. La hidrosfera es el acuoso, comprendiendo el agua en estado gaseoso, líquido o sólido, incluye el agua existente en la atmósfera y en los suelos y subsuelos, igual que el agua de los océanos. La litosfera es el componente sólido, compuesto por materia mineral (suelos y rocas). Las tres esferas de materia inorgánica forman capas alrededor de la tierra debido a las diferentes densidades de los tres tipos de sustancias.

Cada una de las esferas tiene una composición química diferente heredada de su origen en el pasado geológico. La biosfera precisa materiales de las tres esferas inorgánicas, materiales que se utilizan para formar la materia orgánica.

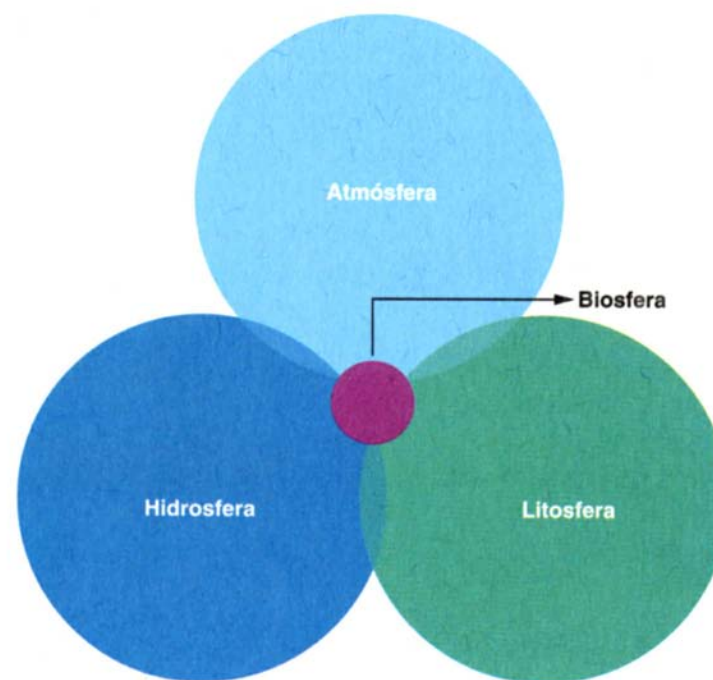
En la atmósfera se forma el tiempo, con la importante participación del agua en estado gaseoso y líquido.

¿QUÉ ES EL CLIMA?

Se define el clima como un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un área de la superficie terrestre.

Sin embargo, el tiempo es el estado atmosférico día a día en una determinada localidad.

Para analizar el clima, es necesario considerar el estado atmosférico en sus diferentes variaciones a través del tiempo.



¿QUÉ ES LA BIOSFERA?

Se define como la zona del planeta tierra que contiene el conjunto de los seres vivos, en la cual es posible la vida, también puede ser definida como la zona de la tierra donde viven los organismos e interactúan con el medio físico, formando un sistema único y estable.

La biosfera es también la parte de la superficie terrestre, donde, gracias a la actividad de los ecosistemas, la energía solar produce modificaciones fundamentales, físicas y químicas, que transforman, por medio de las plantas verdes, la materia inorgánica de la tierra, en materia orgánica viva que puede ser utilizada por los animales.

DIVISIÓN DE LA BIOSFERA

La biosfera comprende parte de las otras tres esferas de la naturaleza física:

Litosfera, que es la capa sólida y superficial del globo terráqueo.

Hidrosfera, que es la capa líquida que cubre la tierra.

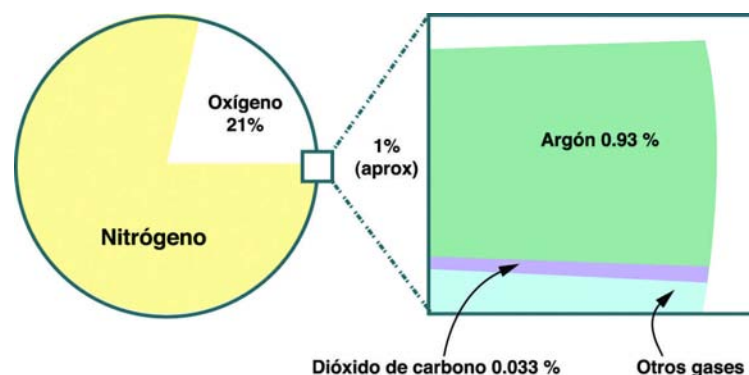
Atmósfera, que es la capa gaseosa que forma la zona más periférica de nuestro planeta y que envuelve a las dos anteriores, litosfera e hidrosfera.

¿QUÉ ES LA ATMÓSFERA?

La atmósfera de la tierra consiste en una mezcla de varios gases que rodean a la tierra hasta una altura de muchos kilómetros. Unida a la tierra por la atracción gravitacional, está conformada por aire, que es más denso a nivel del mar y disminuye rápidamente hacia arriba.

Aunque casi toda la materia (aproximadamente el 97%) se halla en los primeros 30 km a partir de la superficie terrestre, el límite superior de la atmósfera puede situarse aproximadamente a una altura de 10 000 km, distancia que se aproxima al diámetro de la tierra.

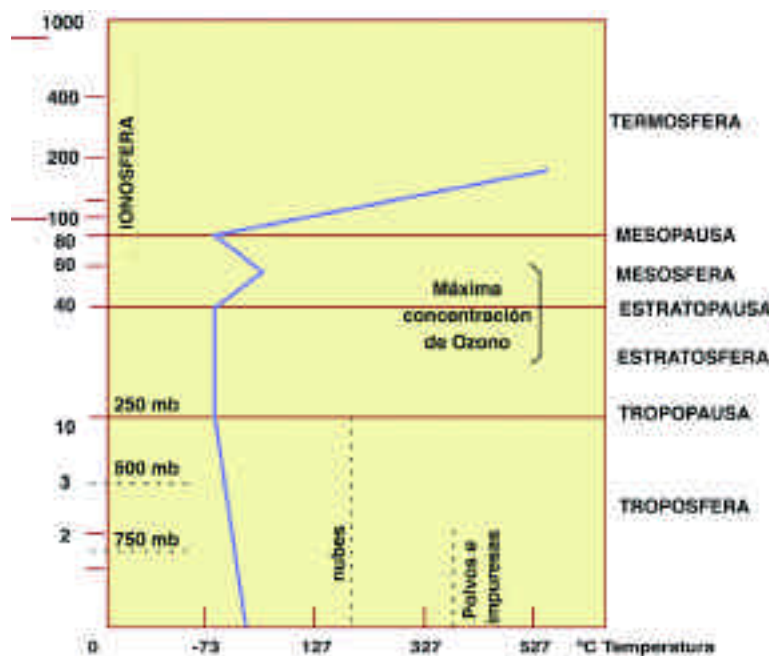
COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA



Como se demuestra en el diagrama anterior, la atmósfera seca está compuesta de aire puro que consiste en su mayor parte de nitrógeno (78% del volumen total) y de oxígeno (aproximadamente un 21%), el 1% del aire restante está compuesto en su mayoría por el argón, parte de ese 1% consiste en una cantidad muy pequeña de dióxido de carbono (0.033%).

Existen también otros gases pero en cantidades extraordinariamente pequeñas como: neón, helio, criptón, xenón, hidrógeno, metano y óxido nítrico. Todos los componentes gaseosos de la baja atmósfera se hallan perfectamente mezclados unos con otros, lo cual da al aire puro y seco sus propiedades físicas, como si se tratara de un único gas.

ESTRUCTURA DE LA ATMÓSFERA



La estructura de la atmósfera, de acuerdo al diagrama anterior está compuesta por:

Troposfera, es la capa más importante de la atmósfera, por ser la más próxima a la tierra y en ella nos movemos y respiramos, en ella también se producen los fenómenos meteorológicos que determinan el clima.

La troposfera se extiende desde la corteza terrestre hasta la base de la estratosfera, su espesor es de 12 km, como media.

Tropopausa, es la superficie virtual que limita en altura las regiones perturbadas de la troposfera y marca el principio

de la estratosfera. Aparece cuando la temperatura deja de disminuir regularmente.

Se eleva comúnmente a 6 km, en la zona del polo y a 17 km en el ecuador, pero su altitud varía de una estación a otra e incluso de un instante a otro. La tropopausa es más elevada cuanto más caliente es el aire.

Estratosfera, es la región de la atmósfera que se encuentra a continuación de la tropopausa, situada entre el kilómetro 10 y el 40 de altitud media.

Durante el invierno de cada hemisferio, la estratosfera se enfría mucho en el polo (noche completa) y la temperatura disminuye del ecuador al polo, lo contrario ocurre en el verano en que la estratosfera polar es más caliente que la ecuatorial, estas variaciones térmicas producen cambios en la dirección de los vientos (vientos del oeste en invierno, vientos del este en verano),

En la estratosfera se forma la parte del ozono atmosférico, encontrándose la mayor densidad entre los kilómetros 15 y 40 de altitud, registrándose una fuerte concentración hacia los 25 km, allí se encuentra prácticamente todo el ozono (ozonósfera). Gracias a su poder de absorción, el ozono de la estratosfera impide que la radiación ultravioleta de longitud de onda, que es la parte más peligrosa para los seres vivos alcance el suelo. Si no ocurriera de esta forma, sería imposible la existencia de toda clase de vida en la superficie de la tierra.

Mesosfera, a la estratosfera le sigue la mesosfera, separada de ésta por la estratopausa. Se extiende desde los 40 km hasta los 90 km de altitud, en donde la mesopausa la separa de la termosfera.

Se caracteriza por un aumento inicial de la temperatura que alcanza un máximo de 0°C a unos 50 km de altitud, por encima de esta altura la temperatura disminuye hasta -80°C en la mesopausa.

La concentración de ozono y la absorción de la radiación solar, en la mesosfera decrece rápidamente, debido a la altitud, lo que hace que la temperatura disminuya.

Termosfera, o ionosfera, es la capa de la atmósfera más alejada de la tierra que se conoce. En ella la temperatura crece constantemente debido a la altura, hasta llegar a unos 500 km, donde se alcanzan los $1\ 500^{\circ}\text{C}$ de temperatura.

En la termosfera la presión atmosférica es muy reducida, desempeñando en ella los rayos ultravioleta un papel fundamental por su propiedad de disociar las moléculas de oxígeno y de nitrógeno. La absorción de estos rayos es lo que produce las altas temperaturas a que se encuentra sometida esta capa.

El límite superior de la termosfera, se denomina termopausa, su altura no se ha determinado aún con suficiente precisión, pero puede considerarse como la última capa de la atmósfera terrestre.

ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL CLIMA

Los elementos que conforman el clima son un conjunto de fenómenos relacionados entre sí, que se describen a continuación:

Anteriormente indicamos que la atmósfera es una capa de gases que rodea la tierra, creando así un inmenso océano de aire. El gas atmosférico (aire), indispensable para el de-

sarrollo de la vida, presenta distintas condiciones meteorológicas a lo largo del año y en los distintos puntos de la superficie terrestre.

Dichas condiciones dependen principalmente de:

1. la temperatura
2. la presión
3. la humedad del aire

Estos elementos, varían según la cantidad de energía que la atmósfera recibe del sol, los cuales configuran el ciclo del tiempo y del clima en un lugar.

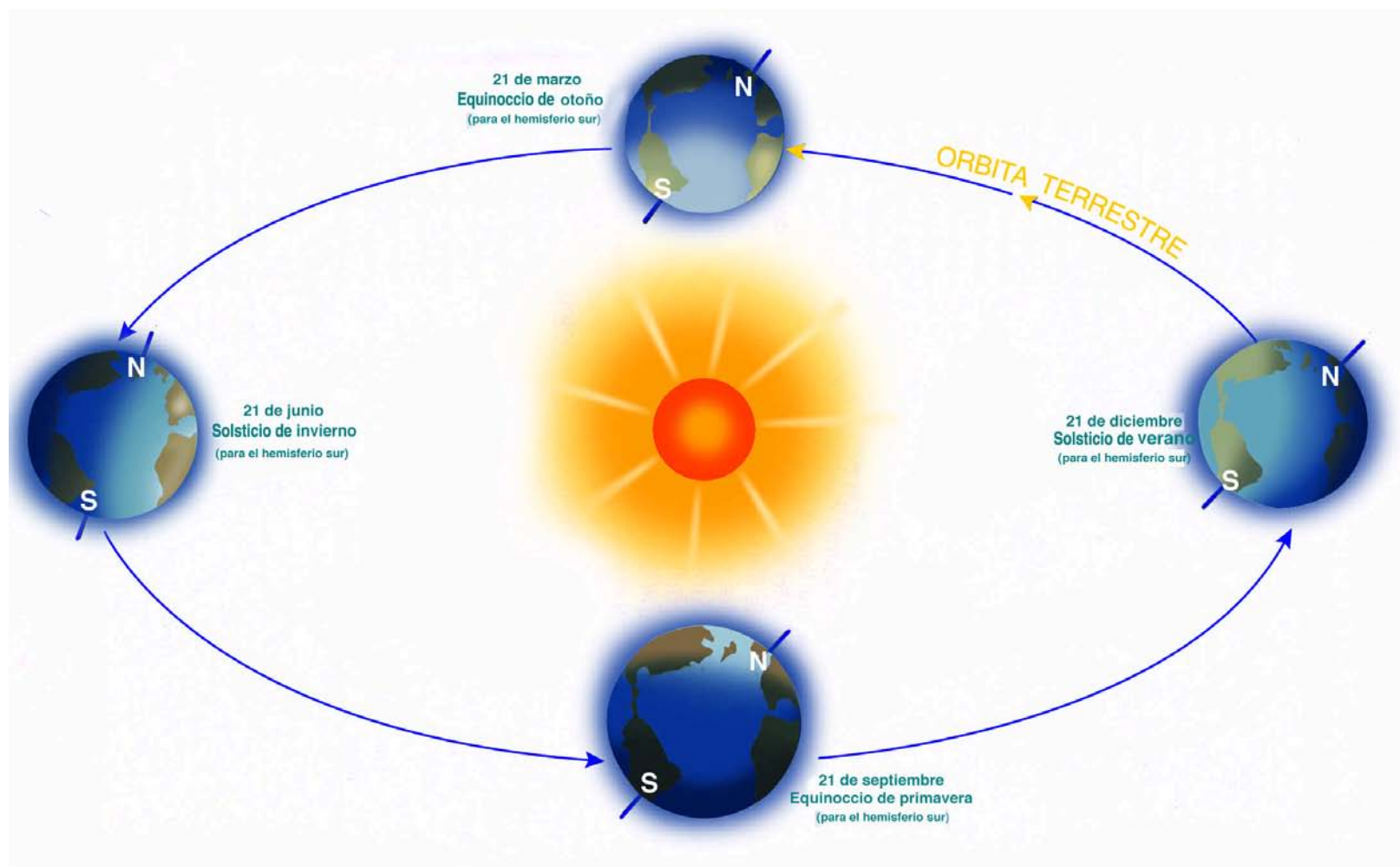
La energía que emite el sol o radiación solar recibida en la superficie terrestre, es la fuente de casi todos los fenómenos meteorológicos y de sus variaciones en el curso del día y del año.

La cantidad de energía solar recibida por cada región varía con la hora del día, con las estaciones y con la latitud. Estas diferencias en la energía solar crean las variaciones de temperatura, la temperatura también varía con las diferencias topográficas de la superficie y con la altura.

El período en que el hemisferio sur recibe el máximo de irradiación solar comprende del 21 de marzo al 21 de septiembre es decir, entre los equinoccios.

En estas mismas fechas la irradiación que recibe la tierra en los polos norte y sur es prácticamente nula. Esta disminución simétrica en la irradiación respecto a la latitud hacia ambos polos se presenta durante las estaciones de primavera y otoño (ver figura No.1).

Figura N°1 Efecto del ángulo de inclinación y duración del día



La tierra al recorrer su órbita alrededor del sol pasa por dos equinoccios y dos solsticios, por lo tanto la irradiación solar que llega a la superficie terrestre varía de acuerdo con lo siguiente:

- La longitud del paso que tomen los rayos a través de la atmósfera.
- El ángulo en el cual esos rayos incidan sobre la tierra.
- La distancia en que se halle la tierra respecto al sol.
- La cantidad de vapor de agua, polvo y contaminantes en la atmósfera.
- La cantidad total de horas con luz por día.

Como el eje de la tierra tiene una inclinación de 23.5° en relación con el plano de su órbita alrededor del sol, en el mes de diciembre es invierno en el hemisferio norte, debido a que el polo norte queda alejado del sol, por lo tanto, se reduce la longitud del día y la luz del sol es más oblicua durante estos días más cortos, por el contrario, en diciembre, es verano en el hemisferio sur, porque el polo sur se acerca hacia el sol. Las estaciones de los dos hemisferios están invertidas.

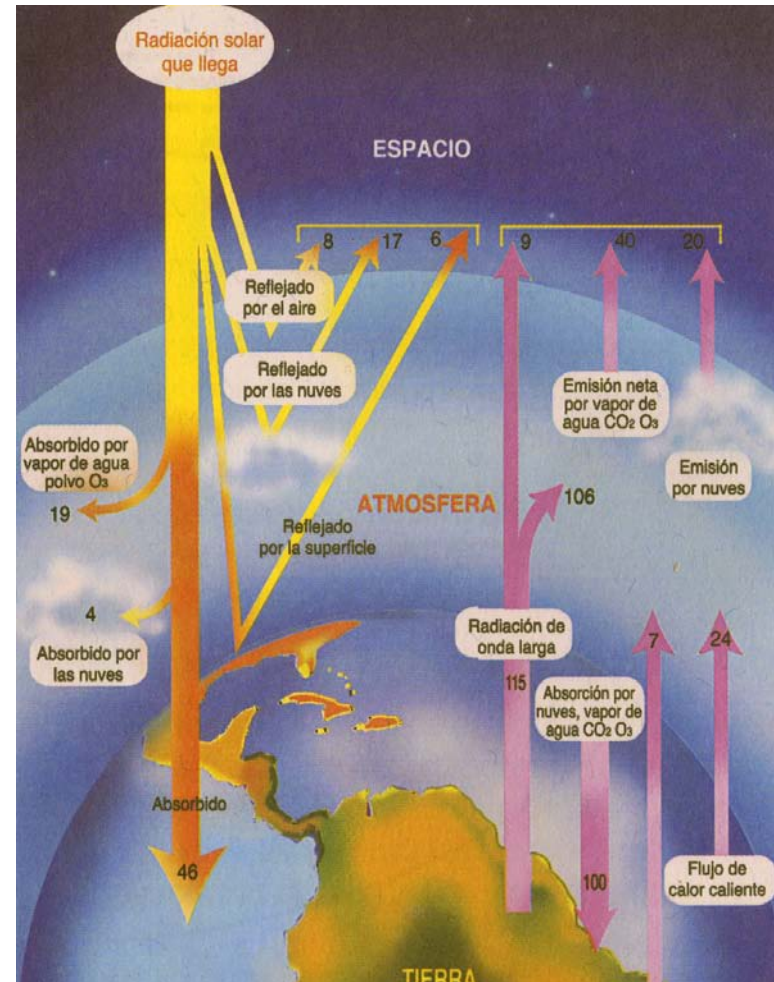
El flujo de energía del sol hacia la tierra y de ella hacia el exterior, es un sistema complejo. No incluye sólo su transmisión, sino también su almacenaje y transporte, ambas formas ocurrirán en los gases, líquidos y materia sólida que encontramos en la atmósfera, hidrosfera y litosfera respectivamente.

La energía solar es interceptada por nuestro esférico planeta por lo que el nivel de energía calorífica tenderá a crecer, por otra parte, nuestro planeta irradia energía hacia el espacio, lo cual significa un proceso que tenderá a disminuir el nivel de energía calorífica. Las entradas y salidas de radiación ocurren simultáneamente (ver figura No.2).

La variación diurna es el cambio de temperatura del día a la noche, generada por la rotación diaria de la tierra (ver figura No. 2). La tierra recibe calor durante el día de la radiación solar, pero pierde continuamente calor por la radiación terrestre.

No solamente existen cambios en la temperatura y en la irradiación de acuerdo con la latitud y las épocas del año, sino también, con la distinta hora del día y dependiendo del sitio geográfico (sean éstos el trópico o los polos). Los cambios diurnos en un período de 24 horas dependerán a su vez de los vientos y de la humedad.

Figura No.2 Captación del calor en la atmósfera



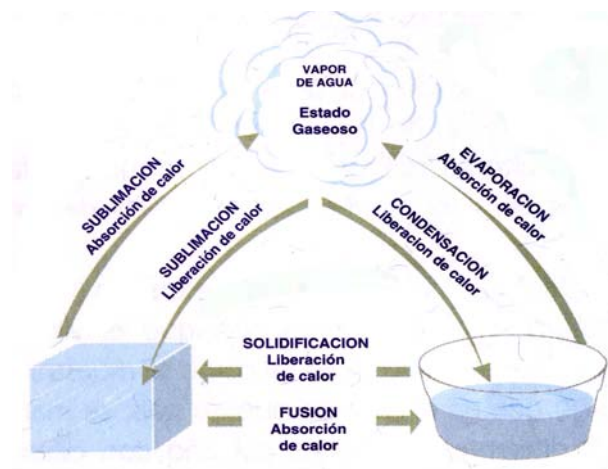
En resumen: la radiación solar, suministra calor a la tierra; la energía térmica que se genera calienta el aire atmosférico, determinando en él una cierta temperatura, por ejemplo: en las zonas ecuatoriales y tropicales se forman masas de aire caliente y en las polares masas de aire frío.

Una masa de aire, es un volumen de aire, que presenta propiedades homogéneas, que se originan cuando se desplazan sobre una superficie homogénea, como son: los océanos, desiertos y las grandes llanuras, su velocidad es pequeña, se pueden clasificar en masa polar o fría y en masa tropical o cálida, a su vez, ambas pueden subdividirse en secas o continentales y húmedas o marítimas.

Por lo tanto, las masas de aire y el calor solar se coordinan para favorecer la evaporación del agua en los mares, ríos y océanos, el vapor de agua así originado constituye la humedad del aire.

Cuando el vapor de agua sufre procesos de condensación por efectos de un ascenso o de un enfriamiento se transforman en nubes o en nieblas.

Las nubes se producen por la condensación y/o sublimación del vapor de agua sobre ciertas partículas que reciben el nombre de núcleo de condensación.

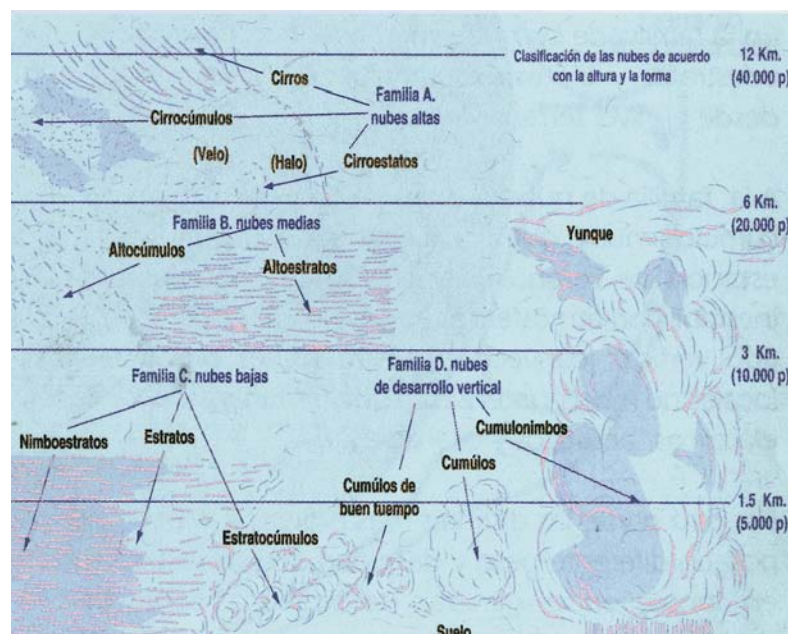


El agua en sus tres estados. Los cambios de uno a otro estado comprenden la absorción o liberación del calor

Una nube es un volumen de aire que se hace visible por tener muchísimas gotas de agua (unas 1000 gotas/cm³ y de muy pequeño diámetro 0.01 mm), cristales de hielo, gotas de agua congelada o una mezcla de ellas. (La niebla es simplemente una nube que se pone en contacto con la superficie terrestre).

Las nubes se clasifican de acuerdo a la altura donde se ubican, basandonos en la forma tenemos dos tipos de nubes: estratiformes, o capa de nubes estratificadas y cumuliformes o nubes globulosas.

Figura N° 3 Tipos de nubes agrupadas en familias de acuerdo con su altura o forma



La figura 3 muestra dentro de las familias de nubes, cuatro

clases: las tres primeras se definen de acuerdo con la altura (alta, media baja) y la cuarta familia, se define de acuerdo a su forma y se las conoce como nubes de desarrollo vertical.

La familia de nubes más altas está constituida por los cirrus y sus formas derivadas cirroestratos y cirrocúmulos, que se hallan a alturas comprendidas entre los 6 y los 12 km.

Dentro de la familia de nubes de altura media, entre los 2 y los 6 km, se incluyen los altostratos y los altocúmulos, los altostratos se asocian con proximidad de mal tiempo, mientras que los altocúmulos son característicos de buenas condiciones climáticas.

En la familia de las nubes bajas, tenemos los estratos, nimboestratos y los estratocúmulos y comprende las nubes desde el nivel terrestre hasta los 2 km.

A la familia de nubes de desarrollo vertical, pertenecen los cumulonimbos, que en nuestro medio se presentan en la estación de verano. Para su formación es importante la inestabilidad atmosférica, es decir corrientes de aire en sentido vertical (convección), estas nubes producen lluvias locales de mucha intensidad que terminan con fenómenos eléctricos, acústicos y granizo.

Por otra parte, las distintas masas de aire (frías y calientes), poseen diferente peso y densidad, según su temperatura, en consecuencia, generan determinadas zonas de alta y de baja presión atmosférica, luego estos sistemas de presión, originan movimientos de aire (vientos), a su vez los vientos favorecen no sólo el traslado de las nubes sino tam-

bién la evaporación del agua, el transporte de la humedad y el movimiento de masas de aire. De tal manera se configura el tiempo de un lugar.

La precipitación pluvial es un término que incluye: llovizna, lluvia, nieve, trocitos de hielo, granizo, etc. La precipitación ocurre cuando el peso de las gotas de agua de las nubes crece de acuerdo al tamaño, hasta que la atmósfera no puede suspenderlas mientras éstas caen.

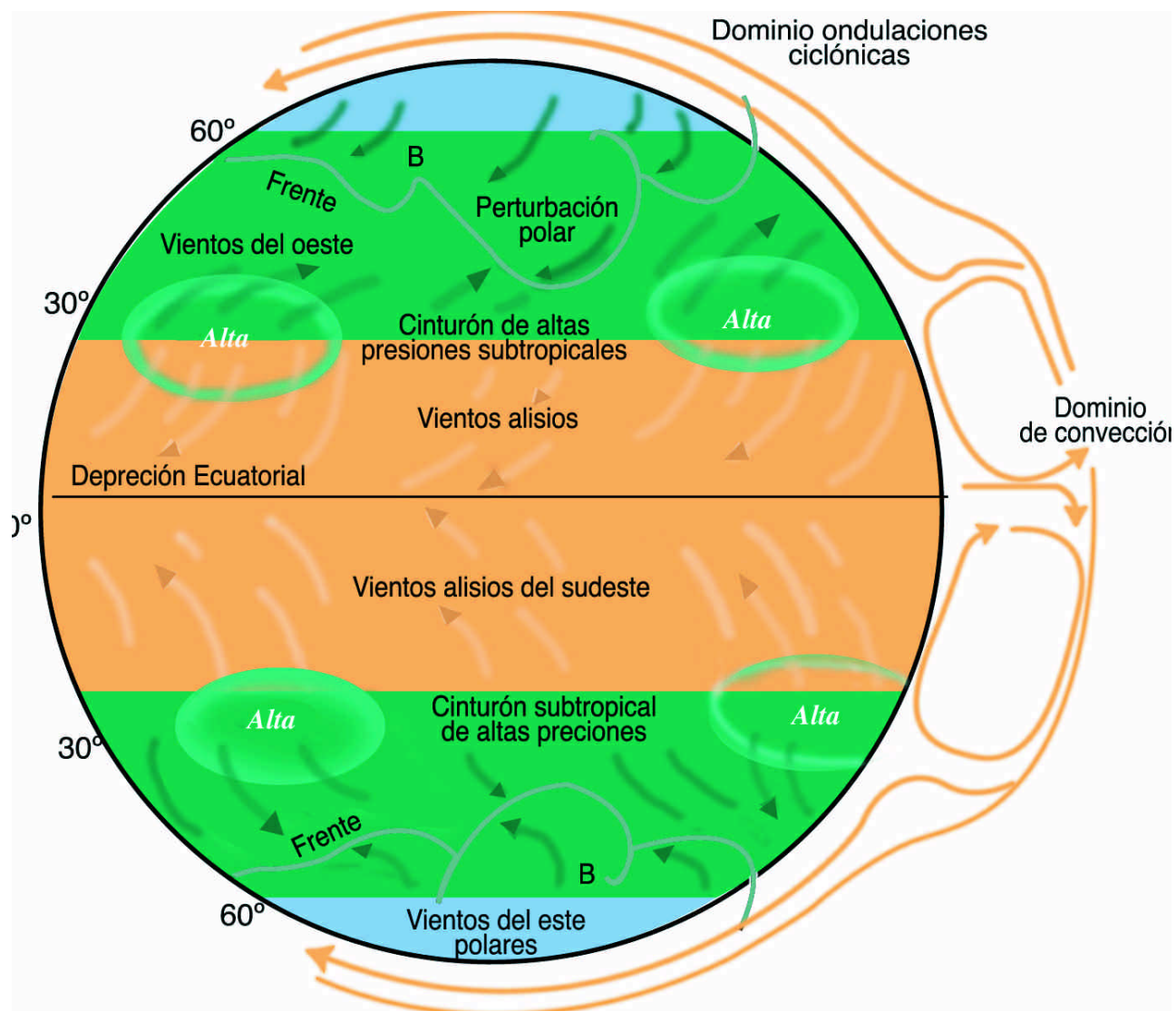
Si la temperatura permanece debajo del punto de congelamiento, la precipitación que llega al suelo se manifiesta en forma de nieve o granizo, en cambio, si la temperatura está por encima de 0°C estos hidrometeoros (nieve, granizo) alcanzan la superficie de la tierra en forma de gotas de lluvia.

El viento es generado por diferencias de temperaturas que existen en la tierra. El aire se mueve de áreas de alta presión hacia áreas de baja presión, lo cual crea el viento.

Todas las corrientes son desviadas como resultado de la rotación de la tierra, hacia la derecha en el hemisferio norte y hacia la izquierda en el hemisferio sur, este factor de desviación se conoce como fuerza o efecto de coriolis.

Este efecto de coriolis y otras fuerzas que existen (fuerza de fricción, flotación y otras) ocasionan que el viento se mueva en diferentes direcciones tal como se muestra en la figura No. 4, que en el caso de nuestro país, se manifiestan en las diferentes estaciones del año con diferentes denominaciones como son: los vientos alisios, las brisas locales (de montaña y valles) y los surazos.

Figura N° 4 Esquema de circulación de los vientos



CIENCIAS QUE ESTUDIAN EL CLIMA

Climatología: ciencia integrante de la geografía física, cuyo objeto es analizar los climas, sus variedades, distribución así como sus efectos.

Meteorología: ciencia que estudia los fenómenos físicos que se desarrollan en la atmósfera y que dan lugar al tiempo atmosférico, se propone la predicción del tiempo con una antelación cada vez mayor, para lo cual se realizan observaciones de la temperatura, presión atmosférica, humedad, dirección y fuerza del viento, lluvia, nieve, etc.

VARIABLES METEOROLÓGICAS, INSTRUMENTOS Y UNIDADES

Las variables meteorológicas son la temperatura, precipitación, presión, humedad, viento, radiación y nubosidad. Estos elementos se miden con instrumentos tanto de lectura directa como gráfica o automática según el caso (ejemplo: la humedad se mide con higrómetros), y las unidades son las medidas de comparación, por ejemplo: la humedad se mide en unidades de %, la precipitación en mm de lámina de agua, etc.

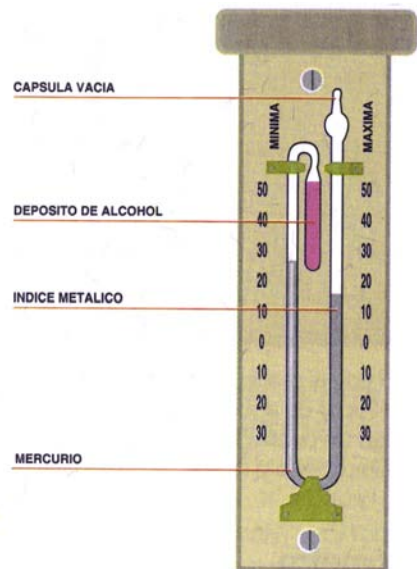
Variables meteorológicas	Instrumentos	Unidades		
		°C	°R	°F
Temperatura	Termómetro			
Precipitación	Pluviómetro	mm	l/m ²	
Presión	Barómetro	hPa	mb	
Humedad	Higrómetro	%		
Viento (módulo)	Anemómetro	*Kt	m/s	Km/h
Viento (dirección)	Veleta	°		
Radiación	Piranómetro	*W/m ²		
Nubosidad		Octas	Decas	

*Kt = nudos

*W/m² = wats x m²

ESQUEMAS DE INSTRUMENTOS

Termómetro



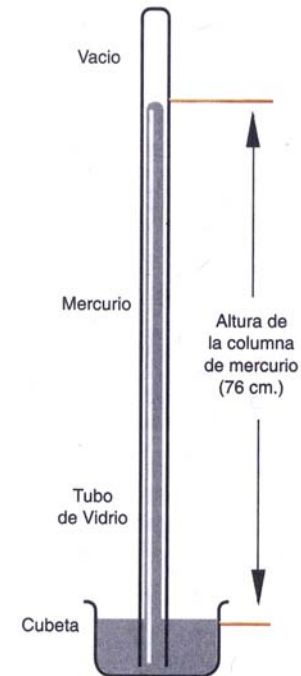
Instrumento que sirve para medir la temperatura. Existen varios tipos de termómetros como:

Termómetro centesimal, que comprende 100 divisiones entre la división 0, correspondiente a la temperatura de fusión del hielo, y la división 100, que corresponde a la temperatura de ebullición del agua a una presión atmosférica normal a nivel del mar.

Termómetro de máxima y mínima, registra las temperaturas máxima y mínima alcanzadas durante un determinado período de tiempo.

Termómetro Fahrenheit, comprende 180 divisiones, entre la división 32, correspondiente a la temperatura de fusión del hielo y la división 212, que corresponde a la temperatura del agua en estado de ebullición.

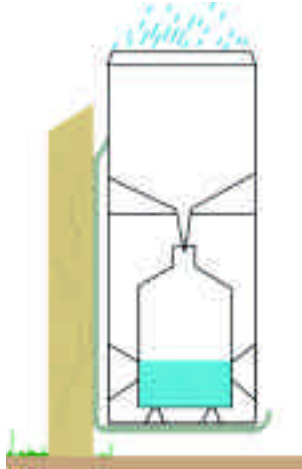
Barómetro de mercurio (Torricelli)



Instrumento que sirve para medir la presión atmosférica, consiste en un tubo vertical vacío de aire y lleno de mercurio, su extremo superior está cerrado, mientras que el extremo inferior, abierto, se sumerge en una cuba llena de mercurio, la presión atmosférica actúa sobre la superficie de mercurio, haciendo subir o bajar el nivel de este en el interior del tubo.

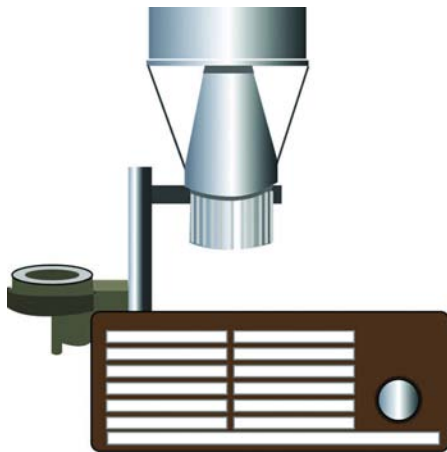
La altura de la columna (altura barométrica) representa la presión atmosférica, que es de 76 cm en promedio a nivel del mar y disminuye a medida que aumenta la altitud. En un mismo lugar varía según las condiciones atmosféricas.

Pluviómetro totalizador

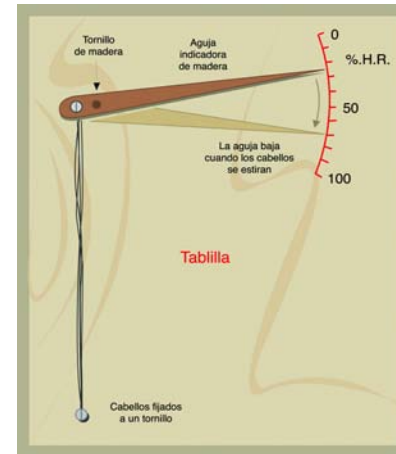


El pluviómetro es un instrumento que sirve para medir la cantidad de lluvia en un lugar determinado, el cual consiste en un vaso de boca horizontal o embudo que recibe la precipitación, el volumen de agua se mide en una probeta graduada en milímetros (1 mm medio en pluviómetro para fines prácticos de riego significa $1 \text{ lt} \times \text{m}^2$ de superficie de lámina de agua).

Pluviómetro electrónico

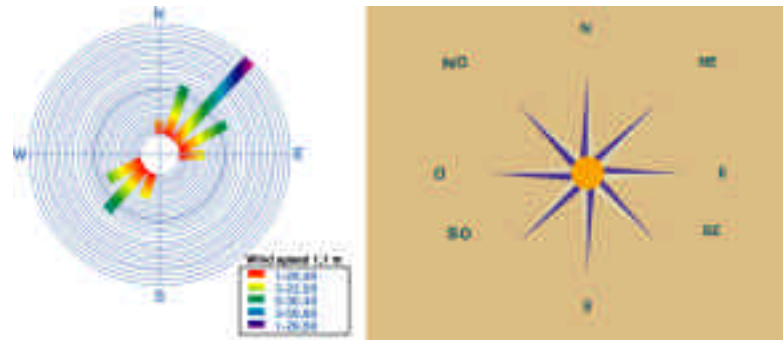


Higrómetro



Aparato que sirve para medir el grado de humedad del aire, es decir el grado de saturación del vapor de agua en el aire. Consta de un cabezillo (capilar) del que cuelga un pequeño peso y de una regla graduada no linealmente. El cabello se estira y se encoge según su contenido en agua.

Veletas y anemómetro



Las veletas son instrumentos que sirven para indicar la dirección del viento. La velocidad del viento la miden los anemómetros.

CAMBIOS HISTORICOS DEL CLIMA

Es importante saber que el clima no es constante en el tiempo, sino más bien está sujeto a cambios, que pueden ser apenas perceptibles en cortos períodos de tiempo pero muy fuertes en largos períodos de tiempo. Por otra parte, han cambiado la forma de los continentes, dividiéndose y fusionándose.

Es así que a través de la larga historia de nuestro planeta (5 mil millones de años) existían fases en que las regiones de los continentes europeo y norte americano contaban con un clima tropical húmedo, mientras que grandes regiones de Sudamérica y África se encontraban bajo una espesa capa de hielo.

En el pasado geológico más reciente, es decir en los últimos 2 millones de años, se produjeron 4 períodos largos de un clima mucho más frío que el actual a nivel mundial. En Bolivia estos períodos o glaciaciones se denominan como Calvario, Kaluyo, Sorata y Choqueyapu (Montes de Oca, 1997) y en ellos los glaciares llegaron hasta el valle de La Paz, el último período de glaciación terminó aproximadamente hace 10 mil años y desde entonces el clima ha aumentado su temperatura, pero no de forma continua, sino con pequeñas variaciones como la “pequeña edad del hielo” en el siglo XVII.

Relacionado con las glaciaciones en el Altiplano existieron durante 3 períodos grandes lagos denominados Ballivian, Minchin y Tauca, los primeros dos lagos llegaron a cubrir gran parte del Altiplano; por ejemplo el lago Minchin era un espejo de agua 10 –15 m encima del actual nivel del Lago Titicaca y en el sur abarcaba las cuencas de Uyuni, Coipasa y Popoo, llegando a una superficie de 60 000 km² (Montes de Oca, 1997).

Los lagos y salares que actualmente se encuentran en el Altiplano (Titicaca, Popoo, Coipasa, Uyuni) son los restos de estos antiguos lagos grandes e indican que desde entonces el clima es cada vez más seco.

También, el valle de Cochabamba era más húmedo en el pasado, razón por la que lleva el nombre de “Qhocha Pampa”, “Pampa de los Lagos”.

A estas tendencias naturales, actualmente se suman las influencias de las actividades humanas, como: la combustión de fuentes de energías no renovables que causan el calentamiento del clima o la deforestación que disminuye la humedad en el aire. Estos efectos se distinguen de los procesos naturales por ser mucho más rápidos, no dejando suficiente tiempo ni a la naturaleza ni al hombre de reaccionar de una manera adecuada.

Las variaciones del clima en una escala de décadas o incluso años son las que más han sentido los hombres. Estas variaciones se refieren principalmente a las precipitaciones registradas en un año, que pueden ser extraordinariamente bajas produciendo sequías o demasiado altas ocasionando inundaciones. En Bolivia y especialmente en la zona andina, se han observado fases de sequías que probablemente tengan relación con cambios periódicos de la temperatura superficial del océano Pacífico y con el fenómeno del **Niño** o ENSO (Southern Oscillation), este último consiste en una subida excepcional de temperatura de las aguas, normalmente frías en la costa del Ecuador y Perú, que ocasiona inundaciones de las zonas costanera y aparentemente sequía en la zona altiplánica, como en la época de lluvia de los años 1997/98.

Al fenómeno del **Niño** generalmente le sigue un fenómeno contrario, es decir la existencia de temperaturas muy

bajas en las aguas costaneras del Pacífico Sur, denominada la *Niña*, este fenómeno parece tener también efectos contrarios en la zona andina, causando años muy lluviosos.

FACTORES QUE DETERMINAN EL CLIMA EN BOLIVIA

Según Morales, C., 1990, las condiciones climáticas de las diferentes zonas del país dependen de la latitud, la altura y las barreras físicas que las montañas pueden formar contra el viento y las lluvias. La proximidad de grandes masas de tierra o de océanos y otros grandes cuerpos de agua contribuyen también a las condiciones climáticas de un lugar. La proximidad del océano Pacífico con la parte occidental del país, la situación de Bolivia al centro de la gran masa continental de Sudamérica, la influencia de la zona de convergencia intertropical y de los vientos alisios y finalmente el hecho de formar parte de uno de los macizos cordilleranos más altos del mundo, explican los grandes rasgos del clima de nuestro país.

Si bien Bolivia se caracteriza por su situación geográfica tropical, la altura de cada región es determinante para la temperatura que se encuentra allí. El aumento de altitud en las zonas montañosas es acompañado de un aumento de la velocidad y turbulencia del viento, que causa una disminución de la temperatura y la humedad. Se utiliza generalmente un gradiente altitudinal medio negativo de 0.6°C de temperatura por cada 100 metros de altura. Todas estas variables, juntamente con el tipo de cobertura vegetal y la topografía local, producen condiciones de clima regional muy complejas. La exposición de las laderas a la radiación solar y el viento pueden modificar en mucho la temperatura y la humedad en lugares que se encuentran a muy poca distancia.

La radiación solar de onda corta (ultravioleta) aumenta con la altitud, porque hay menos moléculas atmosféricas de oxígeno, nitrógeno y ozono que absorben y reflejan esta radiación. Por encima de 3 000 m, la radiación ultravioleta es el doble de la que existe a nivel del mar.

Otra característica muy importante de las grandes elevaciones es la baja presión atmosférica y la disminución de la presión parcial de oxígeno. A una altura de 2 000 metros, la presión de oxígeno se reduce en un 20 % en relación al nivel del mar. A los 5 400 metros, esta presión se reduce a la mitad, lo que por supuesto tiene efectos fisiológicos importantes sobre todos los organismos aerobios.

En las zonas tropicales existe poca variación anual en la radiación solar, de manera que ésta depende casi enteramente de la nubosidad, las neblinas o el polvo. La cantidad de agua en la atmósfera (humedad atmosférica), es un importante regulador de la temperatura, debido a que el agua absorbe el calor del día, por tanto, los días son menos calurosos cuando la humedad es alta y durante la noche irradia el calor acumulado, haciendo que las noches que siguen a los días húmedos sean menos frías, por el contrario en la zona occidental o andina el clima es seco y la humedad es baja en la mayor parte del año, determinando variaciones enormes entre la temperatura diurna y nocturna.

Este ciclo circadiano resulta del alto nivel de radiación de onda corta, que el suelo recibe durante los días soleados y el rápido escape de radiación onda larga bajo cielos nocturnos, en ausencia de nubes. Cuando el cielo está nublado, la diferencia entre las temperaturas máxima y mínima es mucho menor (Gomez-Molina y Little, 1981). Esta es la explicación para la presencia de heladas matinales en los valles del país durante las noches invernales totalmente despejadas.

Las variaciones locales en la topografía tienen también influencia en el ciclo diario de temperaturas. Durante el día, los valles son más calientes que las laderas y los cerros, pero durante la noche se produce una inversión de temperaturas, cuando tanto los fondos de los valles como los cerros altos presentan temperaturas más bajas que las laderas. El aire frío tiende a acumularse en el fondo del valle, debido a su peso específico más alto. Por esta razón son los valles que presentan las fluctuaciones más grandes de temperatura. Un ejemplo se puede observar en el valle central de Cochabamba, en el invierno se puede tener heladas en el fondo del valle de -1°C , pero en las laderas bajas, por ejemplo a la altura de la Taquiña o parte alta de Pairumani la temperatura mínima del mismo día será de $+1^{\circ}\text{C}$.

El ciclo anual del clima en Bolivia presenta una alternancia entre un período seco y un período lluvioso, con duraciones variables de acuerdo a la zona geográfica. Las precipitaciones, a su vez, dependen de los vientos dominantes, que son diferentes de acuerdo a la época del año. Estos vientos son causados por la existencia de dos masas de aire de alta presión (o anticiclones), situadas en la parte sur de los océanos Pacífico y Atlántico respectivamente. La zona de convergencia intertropical, cerca del ecuador, es una zona de baja presión que contribuye directamente a la humedad de las regiones terrestres que cubre, porque recibe los vientos cargados de humedad que vienen de los océanos. Los desplazamientos del aire húmedo que pertenece a la zona de convergencia intertropical hacia el sur, en diciembre y enero y hacia el norte en junio y julio, son la causa directa de la distribución estacional de las precipitaciones en los Andes Centrales. Este desplazamiento resulta a su vez de los cambios de posición de las zonas oceánicas de alta presión y produce las precipitaciones características del verano y la sequía invernal (Gómez-Molina y Little, 1981).

La aridez relativa del altiplano, y absoluta de las laderas occidentales de los Andes, se debe a la “sombra de lluvia” producida por la cadena montañosa de la cordillera oriental y, por otro lado, la corriente marina fría de Humboldt, y la presencia de la zona de alta presión del Pacífico Sur. La sombra de lluvia se produce cuando el aire húmedo proveniente del anticiclón del Atlántico pierde su humedad mientras sube por la ladera oriental de los Andes. En efecto, a medida que se eleva, el aire se enfría y su capacidad de contener agua disminuye, de manera que se producen precipitaciones. Este fenómeno explica los altos índices de precipitación en los Yungas y especialmente, el Chapare.

CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS DE BOLIVIA

1.- ASPECTOS GENERALES

Todo el territorio actual de Bolivia tiene clima tropical, tanto en las tierras bajas orientales como en la cordillera y altiplano, esto es debido, a las siguientes razones:

- a) En todo Bolivia las lluvias caen principalmente en el verano, es decir, en la época más cálida del año, lo cual es exclusivo del clima tropical en latitudes bajas.
- b) El contraste diario de temperaturas, entre el día y la noche es mayor que la diferencia de temperatura entre el invierno y el verano.
- c) El sol se sitúa en posición aparente perpendicular respecto a la superficie terrestre dos veces al año, y entre esas dos fechas se mantiene a mediodía a más de 80° sobre el horizonte, determinando una gran radiación solar, tanto en los llanos orientales como en las montañas.

- d) Todo el territorio boliviano se sitúa entre los 10° y los 23° de latitud sur, es decir es latitudinalmente inter-tropical.

Dentro del clima tropical, pueden distinguirse diferentes TERMOTIPOS, en función de los valores de termicidad. Este factor se valora en función de la temperatura media anual (T) y según los valores críticos de la temperatura en el mes más frío del año que es el limitante: media de las máximas del mes más frío del año (M) y media de las mínimas para ese mismo mes (m).

Con ello la expresión matemática del índice de termicidad, es la siguiente:

$$It=(T+M+m)10$$

Los diferentes valores de este índice, delimitan los diferentes termotipos o pisos bioclimáticos. Los existentes en Bolivia, son:

Termotipos (pisos bioclimáticos)	Valores de It
Infratropical	730-890
Termotropical	490-730
Mesotropical	320-490
Supratropical	160-320
Orotropical	50-160
Criorotropical	< 50
Atérmico	Ningún mes T 0°C

A su vez, dentro de cada termotipo (piso bioclimático), los niveles de precipitación o humedad determinan la existen-

cia de diversos OMBROTIPOS (del griego “ombrós” = lluvia). Sin embargo, para valorar correctamente la importancia de la lluvia en un punto determinado, es necesario correlacionarla con la temperatura de ese mismo punto. En efecto, una cantidad anual de precipitación, se evaporará más rápidamente en un lugar cálido que en un lugar frío, aunque en los dos llueva lo mismo; por lo cual, en esas condiciones sería realmente más húmedo el lugar frío. Por eso la humedad climática (ombrotipo) se valora mediante el Índice ombrotérmico, donde se divide la Precipitación positiva (Pp) o sumatoria de la precipitación media mensual de aquéllos meses con temperatura media mayor de 0°C, por la Temperatura positiva (Tp) o sumatorio de las temperaturas medias mensuales de esos mismos meses. Por tanto, la expresión del Índice ombrotérmico (Io) es la siguiente:

$$Io=Pp/Tp$$

En función de los valores del Io, se delimitan los diferentes ombrotipos, los existentes en Bolivia, son:

Ombrotipos	Valores de Io
Semiárido	1.0-2.0
Seco	2.0-3.6
Subhúmedo	3.6-7.0
Húmedo	7.0-14.0
Hiperhúmedo	14.0-28.0
Ultrahiperhúmedo	> 28.0

En un determinado clima, no solamente es muy importante la cantidad de lluvia que cae, sino también, la época del año en que llueve y sobre todo el ritmo de variación anual

de las precipitaciones. En función de ello, en Bolivia existen los siguientes bioclimas:

- a) **PLUVIAL:** cuando todos los meses son lo suficientemente lluviosos para no existir una época seca diferenciada, o bien ésta es muy corta, de uno o dos meses de duración y poco marcada. En el bioclima pluvial, el índice ombrotérmico de los meses consecutivos más secos del año (dos meses) es mayor o igual al valor 2.5.
- b) **PLUVIESTACIONAL:** cuando existen varios meses (generalmente 3-5) de sequía en los cuales las lluvias son escasas o casi ausentes durante los meses más fríos del año. En el bioclima pluviestacional, el Índice ombrotérmico de los dos meses consecutivos más secos del año es menor o igual al valor de 2.5, y el Índice ombrotérmico anual es mayor o igual al valor de 3.6.
- c) **XERICO:** el número de meses secos es mayor aún que el bioclima pluviestacional (generalmente más de 5) y la precipitación caída esos meses es todavía menor. En este bioclima, el valor del Índice ombrotérmico anual es menor de 3.6.

2. LOS CLIMAS DE LAS TIERRAS BAJAS ORIENTALES DE BOLIVIA

Según los valores y la terminología explicada en los puntos anteriores, en la zona oriental del país pueden reconocerse los siguientes pisos bioclimáticos (termotipos), bioclimas y ombrotipos:

2.1. PISO BIOCLIMATICO INFRATROPICAL

Representa el clima más cálido de Bolivia, existiendo este tipo de clima sólo en los Departamentos de Pando, norte de La Paz y norte del Beni. El piso infratropical de Bolivia es sobre todo pluviestacional, desde subhúmedo a húmedo, presentando una época seca bien diferenciada en el invierno. Por ello, los bosques existentes son todos de carácter semidecídúo a decídúo, siempre que no estén sometidos a inundaciones periódicas.

2.2. PISO BIOCLIMATICO TERMOTROPICAL

Constituye el piso de mayor extensión en Bolivia, ocupando la mayor parte de las tierras bajas orientales y ascendiendo por las montañas de los Andes hasta unos 1 800 - 2 000 m de altitud. En las tierras bajas orientales de Bolivia, el piso termotropical comprende los siguientes bioclimas:

TERMOTROPICAL PLUVIAL: limitado al piedemonte andino oriental y llanuras adyacentes en el norte de La Paz, sur del Beni, norte de Cochabamba y extremo noroeste de Santa Cruz. Constituye la zona más lluviosa de Bolivia, donde los vientos alisios húmedos y cálidos procedentes del Atlántico, al chocar con la cordillera Andina descargan abundantes precipitaciones.

Los ombrotipos son húmedos y hasta hiperhúmedos en el Chapare e Ixiamas.

TERMOTROPICAL PLUVIESTACIONAL: es el tipo de clima que mayor extensión ocupa en Bolivia, siendo de carácter subhúmedo en toda su área (ver mapa N° 1) excepto en el suroeste, donde al aproximarse a los Andes en el norte de La Paz, suroeste del Beni, norte de Cochabamba y extremo noroeste de Santa Cruz, el ombrotipo se hace húmedo.

Un fenómeno característico del clima en el piso termotropical pluviestacional de tierras bajas, es la invasión periódica del área por masas de aire frío procedentes del sur del continente sudamericano. Estas irrupciones frías, denominadas popularmente “surazos” son especialmente frecuentes en invierno, determinando durante varios días bajas muy notables de temperaturas.

TERMOTROPICAL XERICO: ampliamente representado en el Gran Chaco del sur de Santa Cruz, al este de Chuquisaca y de Tarija. La época seca con lluvias ausentes o nulas es muy larga y como resultado los bosques naturales son decíduos, espinosos y con hojas muy pequeñas en general.

En su mayor parte, el ombrotipo dentro de este piso es seco, excepto en la zona situada en torno a la frontera con el Paraguay (mapa N° 1), donde se hace semiárido y constituye una de las áreas más secas de Bolivia.

3. LOS CLIMAS DE LOS ANDES DE BOLIVIA

Están organizados formando fajas o pisos altitudinales que constituyen los denominados **pisos bioclimáticos**, deli-

mitados por umbrales o valores límite del índice de termicidad. Desde las zonas bajas de la cordillera oriental hasta las altas montañas y altiplanos, estos pisos bioclimáticos son los siguientes:

3.1. PISO TERMOTROPICAL ANDINO

Asciende por las laderas y valles de la cordillera oriental hasta aproximadamente unos 1 800 – 2 000 m según las zonas, incluye los siguientes bioclimas:

ANDINO PLUVIAL TERMOTROPICAL : exclusivo de los Yungas cálidos inferiores, siendo húmedo en su mayor parte, excepto en el Chapare cochabambino y en el extremo noroeste de La Paz, lugares donde es hiperhúmedo.

TERMOTROPICAL ANDINO PLUVIESTACIONAL: se distribuye principalmente en el subandino meridional, donde el ombrotipo es subhúmedo, en los Departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. Ocupa asimismo, algunos valles internos yungueños pertenecientes a las cuencas de los ríos Madidi, Tuichi, Turiapo, Boopi y Altamachi, perteneciente a la cuenca del río Beni. Así como también, la cuenca del río San Mateo que pertenece a la cuenca del Mamoré. El ombrotipo, según las zonas es subhúmedo a húmedo.

TERMOTROPICAL ANDINO XERICO: se extiende principalmente por las cuencas interandinas de los ríos Grande (Caine-Mizque) y Pilcomayo-Pilaya, donde los ombrotipos son secos y semiáridos. Además en las zonas bajas de algunos valles

interandinos del Departamento de La Paz, como el río Cotacajes y el río La Paz.

3.2. PISO MESOTROPICAL

Ocupa las zonas medias de los Andes, entre 1 800 – 2 000 m y 3 000 – 3 300 m de altitud. Incluye los bioclimas siguientes:

MESOTROPICAL PLUVIAL: sólo en los Yungas templados, desde La Paz al noroeste de Santa Cruz. Ombrotipo húmedo a hiperhúmedo.

MESOTROPICAL PLUVIESTACIONAL: su mayor extensión está en las montañas y valles altos de la cordillera andina oriental desde Cochabamba a Tarija, con pequeñas áreas en Potosí y La Paz.

Constituye una de las zonas del país con clima más favorable para el hombre, habiendo sido poblada desde la antigüedad; ello hace que la presión sobre los recursos naturales haya sido muy intensa: cultivos, ganado, deforestación, pérdida de suelo. Ombrotipo predominante: subhúmedo.

MESOTROPICAL XERICO: ocupa los valles prepuneños interandinos altos, sobre todo en los Departamentos de Cochabamba, Potosí, Chuquisaca y Tarija, con pequeñas extensiones en La Paz. Su mejor representación está en la cuenca del río San Juan del Oro, desde Potosí a Tarija y Chuquisaca. El ombrotipo en este piso es semiárido a seco, constituyendo una de las zonas más secas del país, con posibles cultivos sólo en las vegas de los ríos.

3.3. PISO SUPRATROPICAL

Constituye el nivel de la Puna, ocupando la franja desde los 3 000 – 3 300 m hasta 3 900 – 4 000 m de altitud. En conjunto, se extiende principalmente por la cordillera andina oriental desde La Paz a Tarija.

Dentro de este piso, en Bolivia existen los siguientes bioclimas:

SUPRATROPICAL PLUVIAL: exclusivo de los Yungas altos fríos, ocupando las cejas de monte yungueñas en La Paz y Cochabamba. Ombrotipos húmedo a hiperhúmedo.

SUPRATROPICAL PLUVIESTACIONAL: es el bioclima predominante, en la cordillera oriental desde La Paz a Potosí y también extendiéndose a una parte del altiplano norte paceño. Ombrotipo generalmente subhúmedo y sólo localmente húmedo. Esta es la franja altitudinal óptima para el cultivo de los tubérculos andinos: papa, oca, papaliza.

SUPRATROPICAL XERICO: ocupa el sur de las cordilleras orientales en Potosí, Chuquisaca y Tarija, así como parte del altiplano meridional. El ombrotipo de este piso, es siempre seco.

3.4. PISO OROTROPICAL

Es el piso altoandino, que ocupa las zonas elevadas de las cordilleras y la mayor parte del altiplano. En las cordilleras comienza a 3 900 m y termina a 4 300 – 4 600 m dependiendo de las zonas, mientras que en el altiplano, debido a la fuerte inversión térmica existente, puede comenzar ya desde los 3 600 m de altitud.

La elevada insolación imperante en este piso, hace incluso que en el invierno existan varias horas al día, en la cuales la temperatura sube lo suficiente como para permitir cierta actividad biológica en plantas y animales. Aparentemente, es este hecho el que determina que los árboles de Quewiña (*Polylepis*) puedan ascender altitudinalmente constituyendo bosques casi hasta los 5 000 m de altitud, como ocurre en el Sajama y en la cordillera de Los Frailes.

El piso orotropical en Bolivia incluye los siguientes bioclimas:

OROTROPICAL PLUVIAL: sólo existe este tipo de clima en las cumbres de la cordillera Real de La Paz y en las divisorias altas yungueñas de la cordillera de Cochabamba. Ombrotipos húmedo a hiperhúmedo.

OROTROPICAL PLUVIESTACIONAL: en las cordilleras del altiplano norte, así como en las de Cochabamba, norte de Chuquisaca, cordillera de Los Frailes en Potosí y cordillera de Sama en Tarija. Ombrotipos subhúmedo a húmedo.

OROTROPICAL XERICO: extendido por el altiplano central y meridional en el sur de La Paz, Oruro y Potosí; además en la cordillera occidental al sur del Sajama y en la cordillera oriental al sur de Potosí. Ombrotipos seco a semiárido.

3.5. PISO CROROTROPICAL

Solamente existe en la parte más elevada de las montañas andinas, comenzando a unos 4 600 - 4 700 m de altitud en las cordilleras Real, Tunari

y Sajama; a unos 4 500 m en Los Frailes; y ya desde unos 4 300 – 4 400 m en los Lipez, que es donde ocupa su mayor extensión en Bolivia.

Existen escasos observatorios meteorológicos permanentes en este piso, aunque los pocos datos existentes, junto con extrapolaciones de datos a menor altitud, permiten suponer un bioclima pluvial hiperhúmedo hasta ultrahiperhúmedo para el piso criorotropical de la cordillera Real de La Paz y un bioclima pluviestacional húmedo a subhúmedo para el resto del piso en Bolivia.

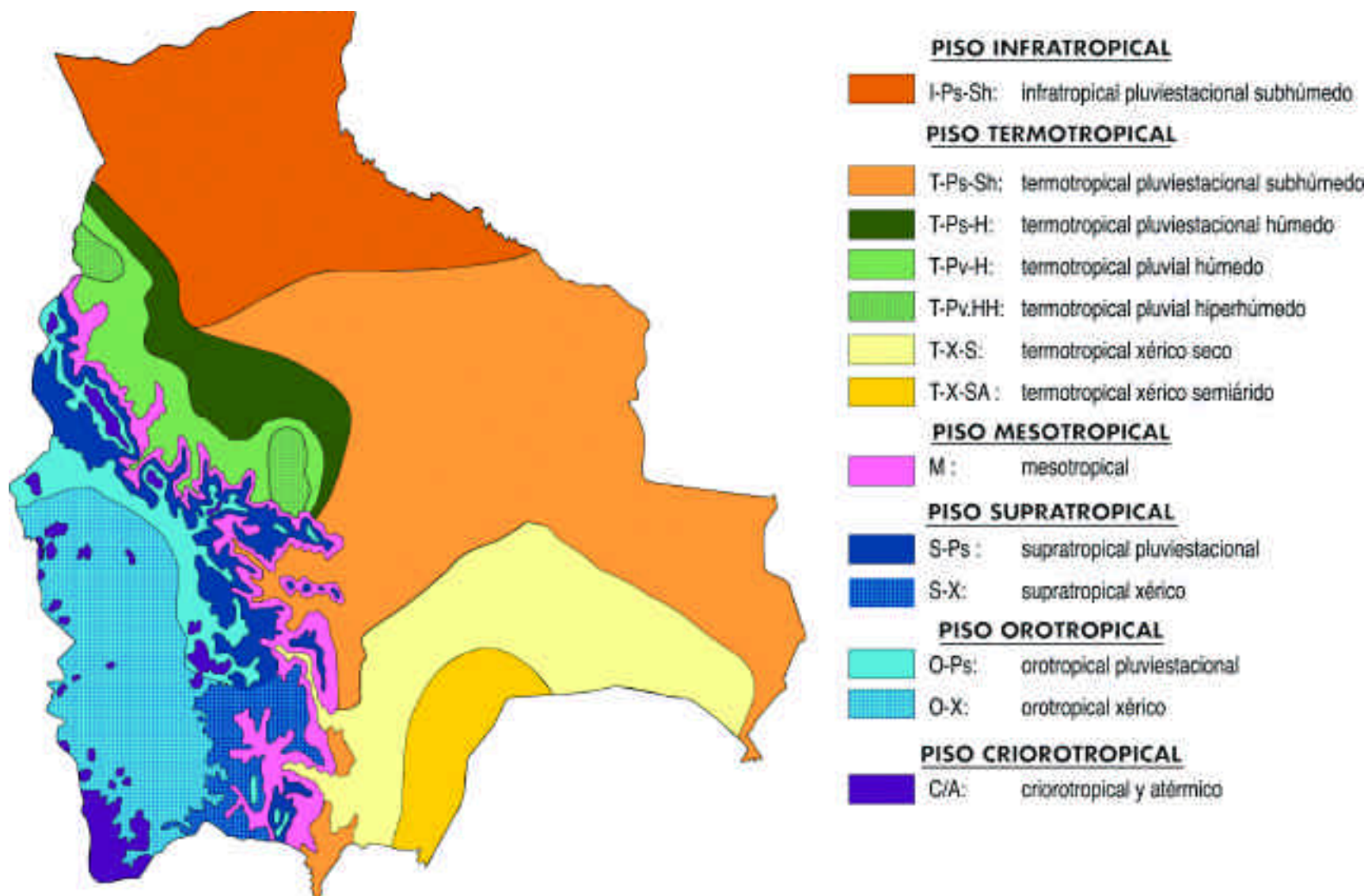
En el piso criorotropical tienen gran importancia los fenómenos diarios de hielo y deshielo. En este piso ya no es posible el crecimiento de los árboles, constituyéndose así climáticamente como el límite altitudinal de los bosques en Bolivia.

3.6. PISO ATERMICO

Caracterizado porque no existe ningún mes del año con temperatura media superior a 0°C. Por lo tanto, no es posible la supervivencia de la mayoría de las plantas o sólo de manera local en micro-enclaves protegidos o abrigados.

En la cordillera Real de La Paz, los datos del observatorio de Chacaltaya, a 5 220 m de altitud permiten suponer el comienzo del piso atómico a unos 5 500 m, coincidiendo con el límite inferior de oscilación de las nieves permanentes. En las cordilleras más al sur, el comienzo de este piso probablemente se sitúe entre los 5 000 m y 5 300 m de altitud.

MAPA DE LOS CLIMAS DE BOLIVIA



Autor: Gonzalo, Navarro. 1999.

EL NIÑO: UN FENÓMENO CLIMÁTICO QUE AFECTA GRAVEMENTE A BOLIVIA

¿Qué es el fenómeno del Niño?

El *Niño* se conoce como un fenómeno de calentamiento marino en las costas del Pacífico de Sudamérica, caracterizándose por el aumento de la temperatura de 3 a 4 grados por encima de lo normal. Los peruanos lo bautizaron como el Niño, porque generalmente se presentaba en días cercanos a la navidad.

Este fenómeno, se presenta en intervalos de 2 a 7 años, por el cambio en la circulación de la superficie del mar y la atmósfera.

El fenómeno se inicia en el Océano Pacífico Tropical, cerca de Australia e Indonesia, donde la temperatura de las aguas superficiales se eleva unos cuantos grados por encima de lo normal, gradualmente este máximo va acompañado de un enfriamiento relativo en el Pacífico Occidental, es decir, cerca de Asia.

Mientras esto sucede en el océano, en la atmósfera se produce una alteración del patrón de la presión atmosférica, que baja en el lado este del Pacífico y sube en el oeste. A la aparición y desplazamiento del máximo de temperatura, se denomina **episodio cálido** y al que sube y baja de presión, **oscilación del sur**.

El *Niño* + oscilación del sur = ENOS

Durante el ENOS se altera la presión atmosférica en zonas muy distantes entre sí, produciéndose cambios en la dirección y la velocidad del viento desplazándose en las zonas de lluvia tropical.

En el océano, la contracorriente ecuatorial que desplaza las aguas frías de la corriente del Perú hacia el oeste, se debilitan, favoreciendo el transporte de aguas cálidas hacia la costa de América del Sur.

Las oscilaciones en la temperatura, influyen en la salinidad de las aguas, cambiándose por tanto, las condiciones ambientales para los ecosistemas marinos. Dichas oscilaciones, a su vez, afectan las poblaciones de peces, especialmente en las áreas del Pacífico americano, y por ende, la actividad pesquera en ellas.

Los cambios en la circulación atmosférica alteran el clima global, afectando a la agricultura, a los recursos hídricos y a otras actividades económicas importantes en extensas áreas del planeta.

Consecuencias del fenómeno del Niño en Bolivia

Bolivia, por su ubicación geográfica en el continente Sudamericano y dentro de la zona tropical, se caracteriza por sufrir con frecuencia los efectos de las fluctuaciones climáticas adversas como es el fenómeno del *Niño* (sequías, heladas, inundaciones, etc), que comprometen seriamente a todos los sectores económicos y sobre todo a la población.

Los efectos más sobresalientes en nuestro país son: las sequías extremas en la región del altiplano, cordillera de los Andes bolivianos, los valles interandinos y el chaco boliviano (Franco y Pizarro, 1985; Molion, 1991; ORSTOM, 1994) e inundaciones en la región de las llanuras orientales, sobre todo en la zona norte y noroeste del país (Fleming, 1987; Ronchail 1989; ORSTOM, 1994).

En el año 1998, nuestro país se vió seriamente afectado por este fenómeno, habiéndose registrado pérdidas especialmente por sequías e inundaciones.

Afectados por sequías:

Las pérdidas porcentuales en el campo agrícola nacional fueron:

Departamento	Pérdidas
Oruro	44%
Chuquisaca	43%
Potosí	40%
Cochabamba	33%
Tarija	30%
La Paz	27%

El **Niño** afectó principalmente los cultivos de: cebada, avena, papa, quinua, maíz, trigo, oca, arveja, haba, pastizales, soya, caña de azúcar, etc, estas pérdidas fueron ocasionadas principalmente por sequías y temperaturas ambientales altas que ocasionaron una disminución en la producción agrícola del país, la que afectó a más de medio millón de agricultores, según datos obtenidos del Ministerio de Agricultura (Los Tiempos, 14 de Mayo 1998).

El Departamento de Oruro, registró una pérdida aproximada de 89% en el sector agrícola, 86% en forrajes y 74% en ganado.

Familias afectadas:

Según el Ministerio de Defensa Civil, las inundaciones y riadas afectaron a 19 307 familias en la zona tropical baja, las granizadas y heladas a 4 990 y las sequías a 83 702 (Los Tiempos, 2 de Marzo 1998).

Después del Departamento de Oruro que fue el más damnificado del país (36 000 familias), fueron afectados también los Departamentos de Chuquisaca, Potosí, Cochabamba y Tarija. La Paz también soportó la sequía y perdió gran parte de sus cultivos de papa.

El mayor perjuicio para los campesinos es que no tienen semillas para la próxima siembra, en el sector pecuario, los dueños de animales optaron por vender o faenar antes de que éstos mueran por alguna enfermedad o por falta de pastos nativos y forrajes.

Está situación obligó a los campesinos a migrar a las ciudades, lo que ocasiona el abandono de sus tierras para buscar mejores condiciones de vida.

La migración dificulta las posibilidades de crecimiento y desarrollo de las provincias, debido a que en el campo sólo quedaron niños y ancianos, creando cinturones de pobreza en las ciudades.

Las pérdidas traducidas en impacto económico, significaron para Bolivia en el año 1997- 1998 aproximadamente un monto global de \$US. 140 millones. Aún no se conocen exactamente a cuanto ascienden las pérdidas en infraestructura.

BIBLIOGRAFIA

Francou, B. y L. Pizarro. 1985. El Niño y la sequía en los altos Andes centrales (Perú y Bolivia). La Paz - Bolivia.

Navarro, G. 1997. Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental. Centro de Ecología Simónl Patiño. Cochabamba – Bolivia.

Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. La Paz - Bolivia.

Molion, L. 1991. Climate variability and its effect on amazonian hidrology. Montevideo - Uruguay.

Morales, C. 1990. Bolivia Medio Ambiente y Ecología Aplicada. Instituto de Ecología UMSA. La Paz – Bolivia.

ORSTOM. 1994. Recherches en Amerique Latine et Caraibes. La Paz - Bolivia.



Vientos en el trópico boliviano.