

# El Clima como factor formador de suelo



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA  
Y GANADERÍA

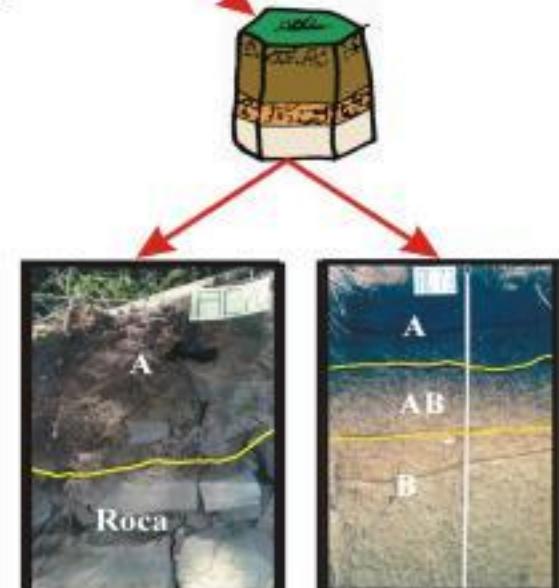
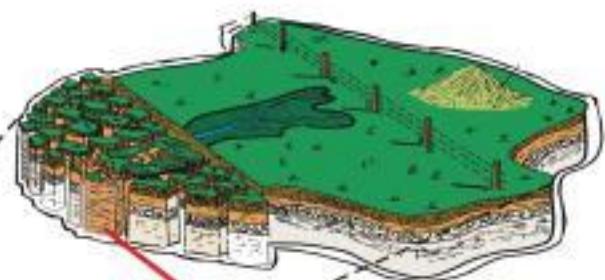
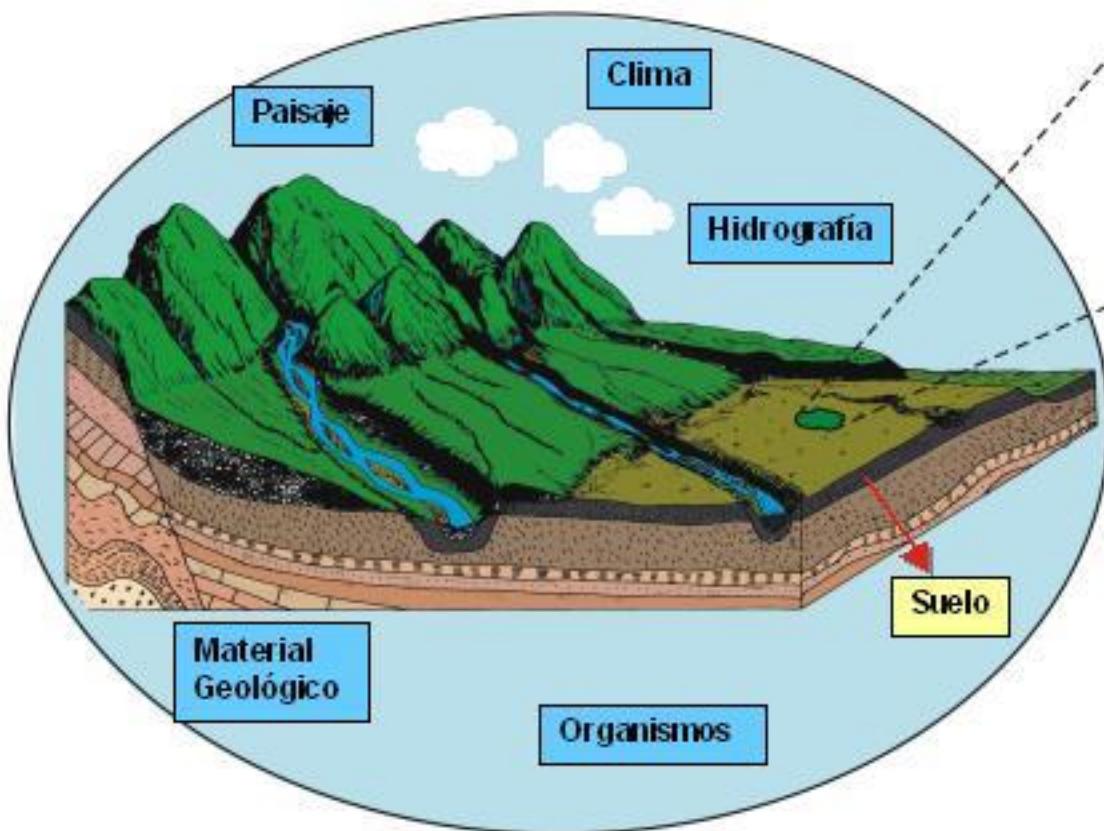


Prof. Dr. Deyanira Lobo Luján  
[lobolujan66@gmail.com](mailto:lobolujan66@gmail.com)



# Relación Suelo - Tierra

TIERRA



SUELLO



El **clima** es el conjunto de características atmosféricas que definen a una región del planeta durante las diferentes estaciones y el transcurso del año.

Existen distintos factores no atmosféricos que influyen sobre la configuración del clima en una zona

**El relieve** influye sobre la temperatura y los patrones de precipitación.

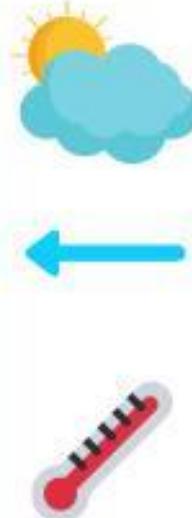
En las **zonas montañosas** más elevadas, las masas de aire al chocar con estos cuerpos, se elevan y como consecuencia la temperatura disminuye con la altitud y aumenta la frecuencia de lluvias.

Cuando el aire se satura de vapor de agua, se generan precipitaciones y al pasar por el cordón montañoso, pierde humedad, generando climas más secos.

# ELEMENTOS Y FACTORES DEL CLIMA

## ELEMENTOS DEL CLIMA

- Precipitación
- Temperatura
- Presión atmosférica
- Viento
- Humedad
- Insolación
- Nubosidad
- Evaporación



## FACTORES DEL CLIMA

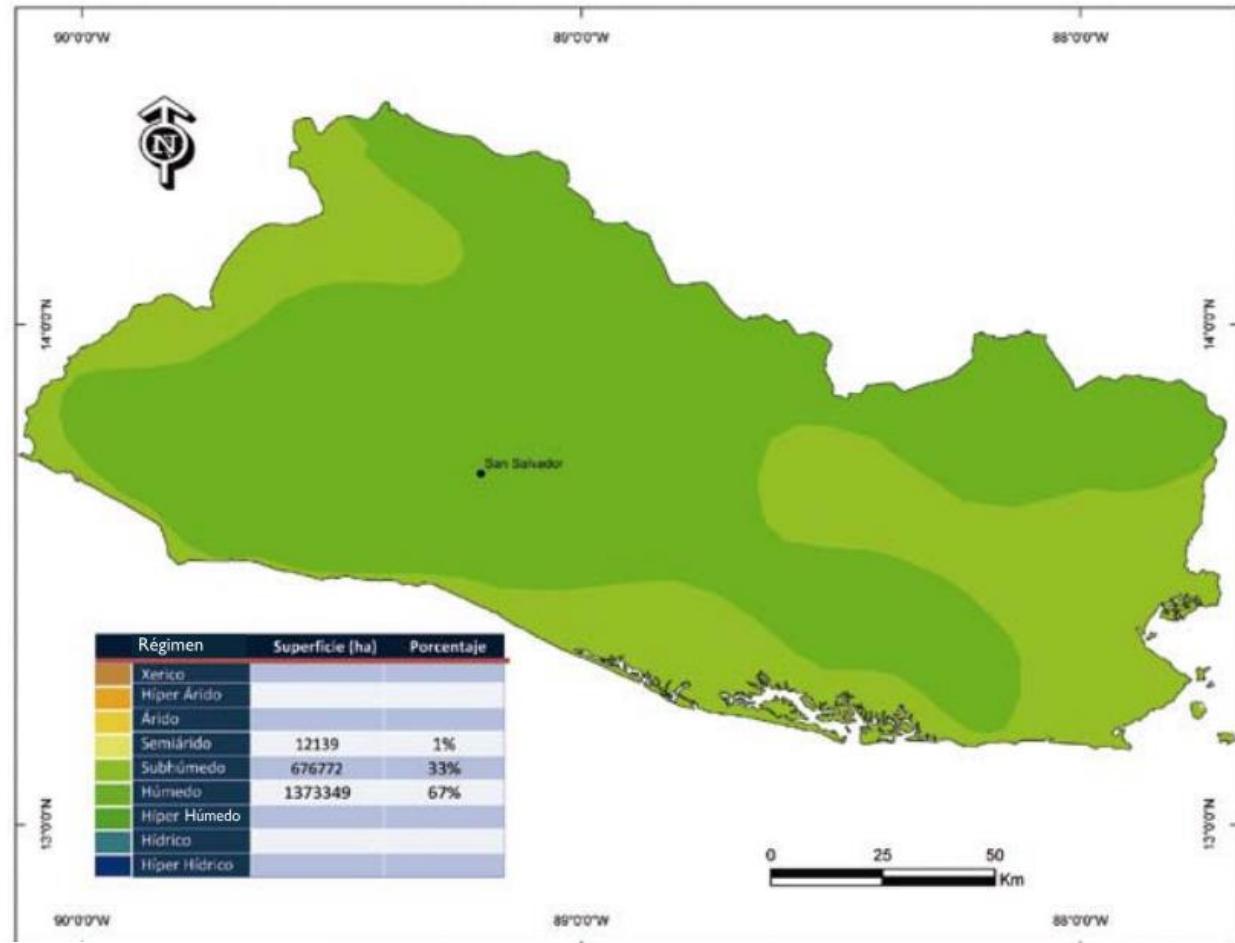
- Latitud
- Circulación General Atmosférica
- Altitud
- Orografía o relieve
- Continentalidad
- Corrientes marinas

Los **elementos climáticos** son los fenómenos que constituyen a los climas, es decir, son aquellas características que los definen.

Los **factores del clima** son el conjunto de causas o los agentes que los condicionan.

$$I_a = \frac{P_a}{ET_0}$$

Pa es la precipitación anual y ET0 la evapotranspiración de referencia anual. La relación entre precipitación y evapotranspiración define 6 clases de aridez:



Definición	Ratio $P_a / ET_0$
Hiperárida	<0.05
Árida	0.05 to 0.20
Semiárida	0.20 to 0.5
Subhúmeda seca	0.5 to 0.65
Subhúmeda húmeda	0.65 to 1.0
Húmeda	>1

UNESCO, 2010. "Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe". Dentro del marco del proyecto "Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe". CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25

Considerando que la aridez tiene múltiples facetas, el simple cociente **P/ET** no representa adecuadamente el tipo y la intensidad de la aridez de un lugar. Por ello se incluyó complementariamente una evaluación del déficit (DH) y el excedente hídrico (EH).

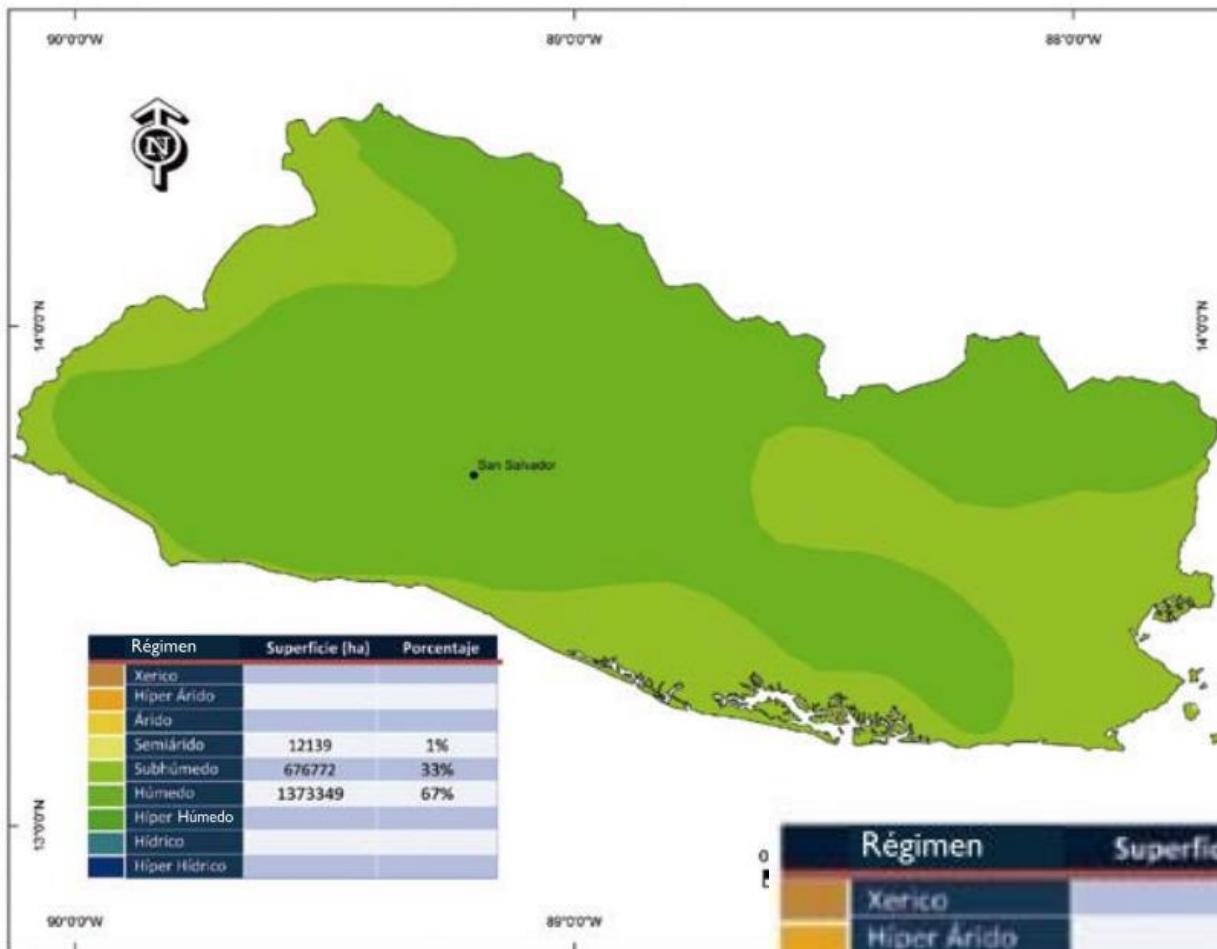
$$DH = \sum_{1}^{12} (ET_0 - P) \quad EH = \sum_{1}^{12} (P - ET_0)$$

donde  $ET_0$  es la evapotranspiración de referencia mensual (mm) y  $P$  es la precipitación mensual (mm).

Un aspecto de mayor relevancia aún, tanto para la agricultura como para la conservación de un ecosistema, es la estacionalidad de la temporada seca. Por esta razón, se incluyó un análisis de los periodos secos y húmedos dentro del año. Para esto se propuso como un mes seco si, a nivel mensual. La longitud del periodo seco corresponde al número de meses en el año que cumplen esta condición

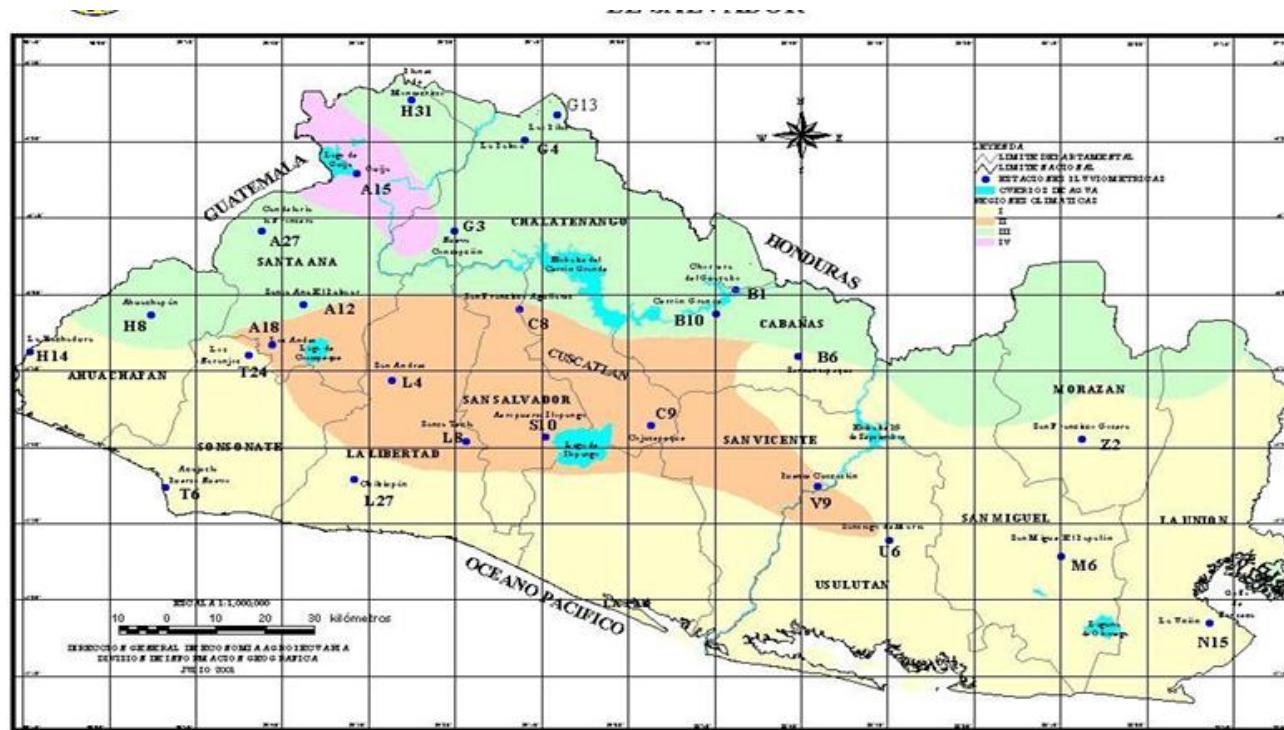
$$\frac{P_a}{ET_0} < 0,5$$

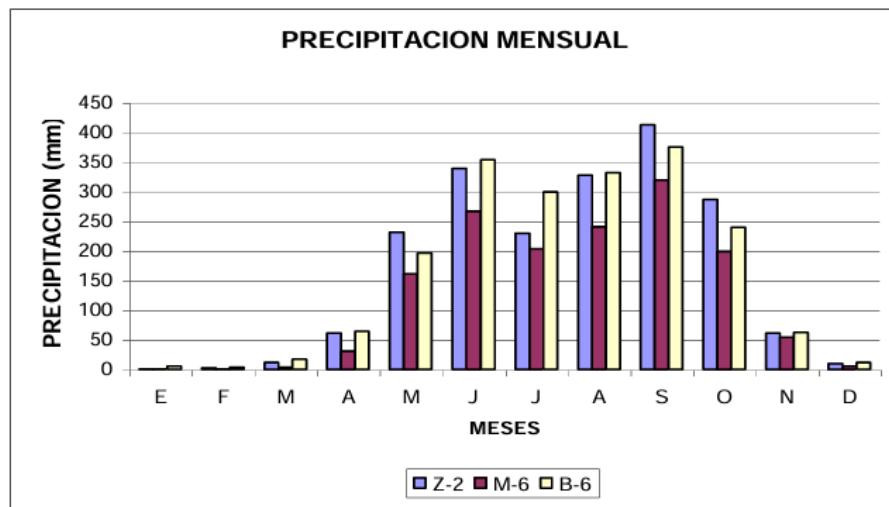
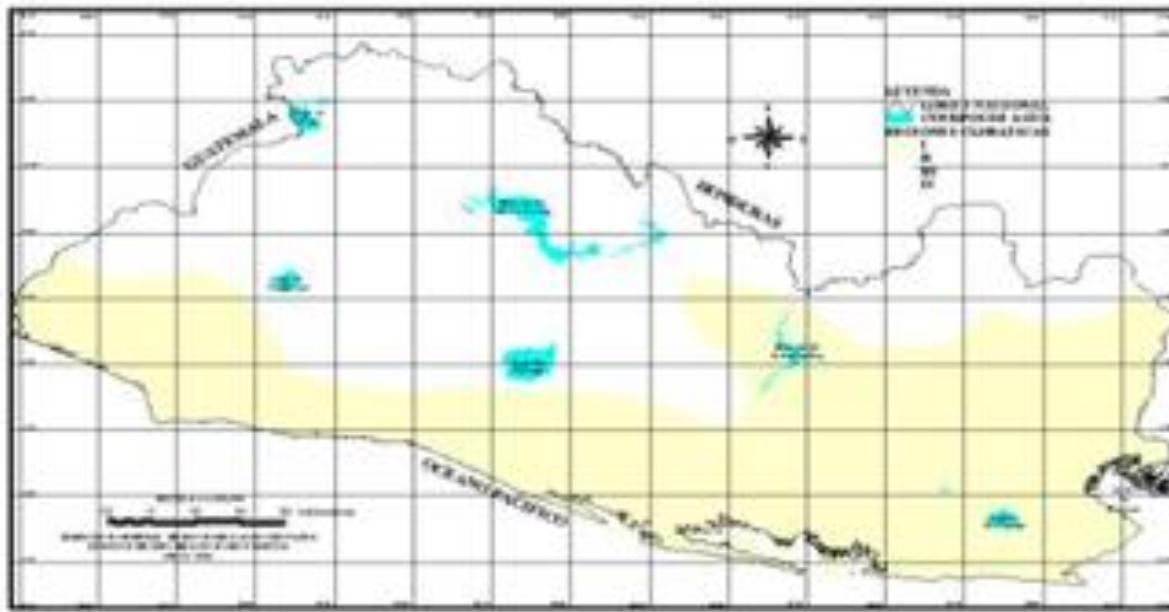
Régimen de Aridez	Condiciones
Xérico	12 meses secos e $I_a < 0.05$
Hiper Árido	11 – 12 meses secos
Árido	9 – 10 meses secos
Semiárido	7 – 8 meses secos
Subhúmedo	5 – 6 meses secos
Húmedo	3 – 4 meses secos
Hiper Húmedo	1 – 3 meses secos
Hídrico	0 meses secos y $P_a < 2500 \text{ mm}$
Hiper Hídrico	0 meses secos y $P_a > 2500 \text{ mm}$



Régimen	Superficie (ha)	Porcentaje
Xérico		
Hiper Árido		
Árido		
Semiárido	12139	1%
Subhúmedo	676772	33%
Húmedo	1373349	67%
Hiper Húmedo		
Hídrico		
Híper Hídrico		

# Regiones climáticas del El Salvador





## Región Climática I.

Distribución de lluvias bimodal

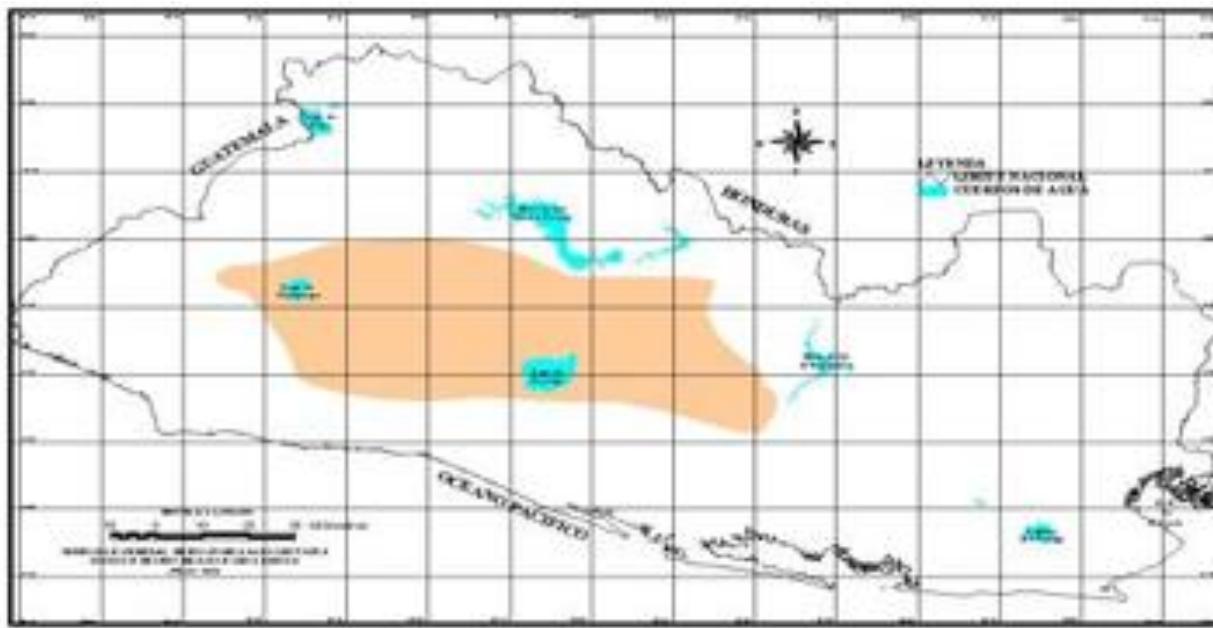
Presenta dos picos de precipitación, un máximo en septiembre y un máximo secundario en junio.

Diferentes altitudes

Precip. 1000 – 1400 mm

Temp. 25 – 30 °C

Evap. 1900 mm



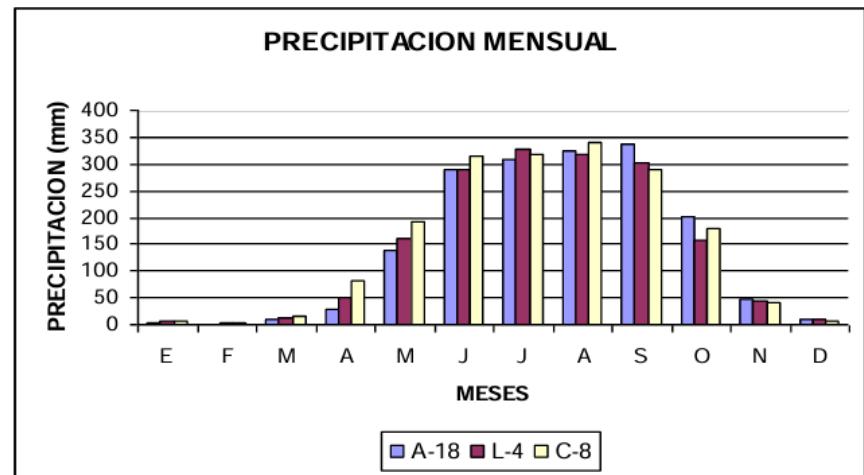
## Región Climática II.

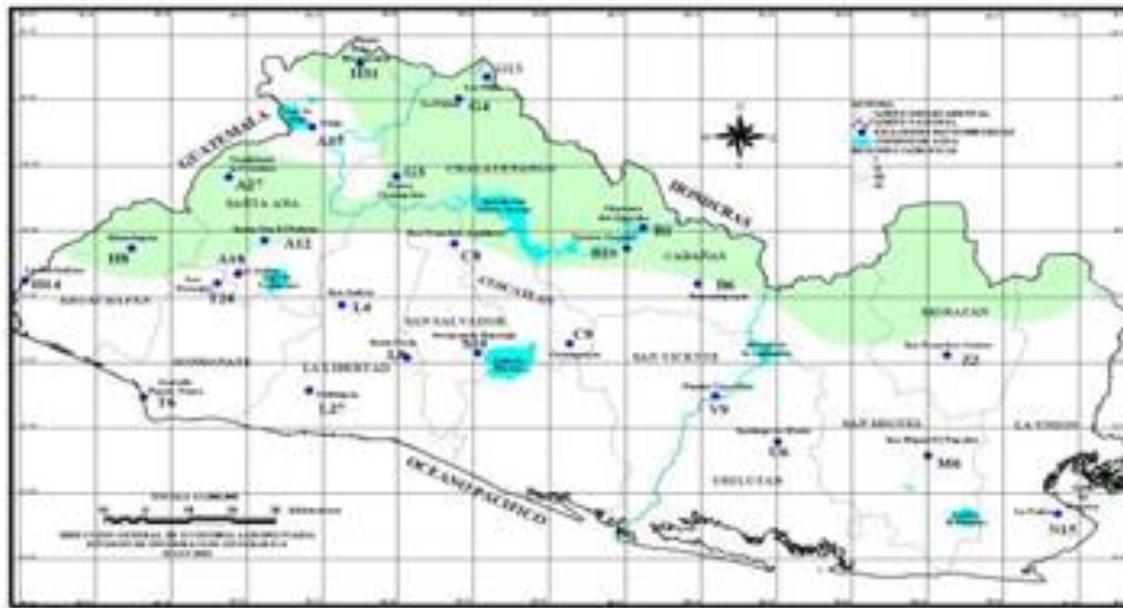
Distribución de lluvias unimodal

Elevaciones intermedias

Temp. 20 -25 °C

Evap. 1300 - 1800 mm





## Región Climática III.

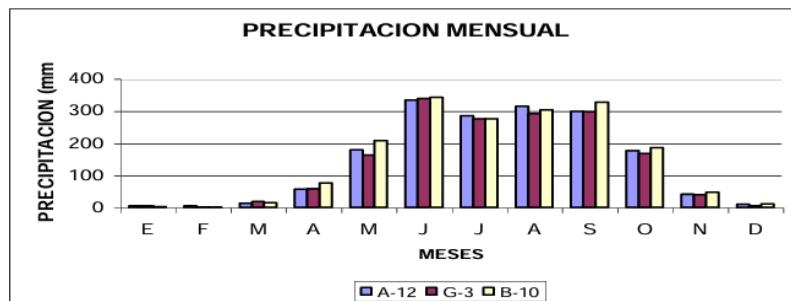
Distribución de lluvias unimodal con ligera disminución en julio.

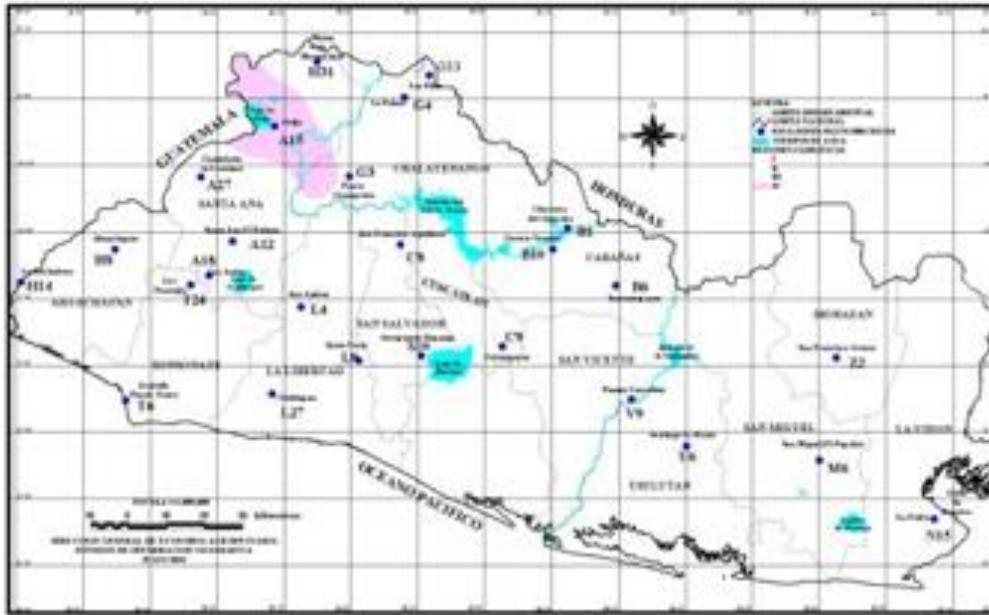
Diferentes altitudes

Precip. hasta de 2750 mm

Temp. 22,5 – 27,5 °C (en las zonas más altas 15 – 22,5 °C)

Evap. 1600 – 1800 mm





# Región Climática IV.

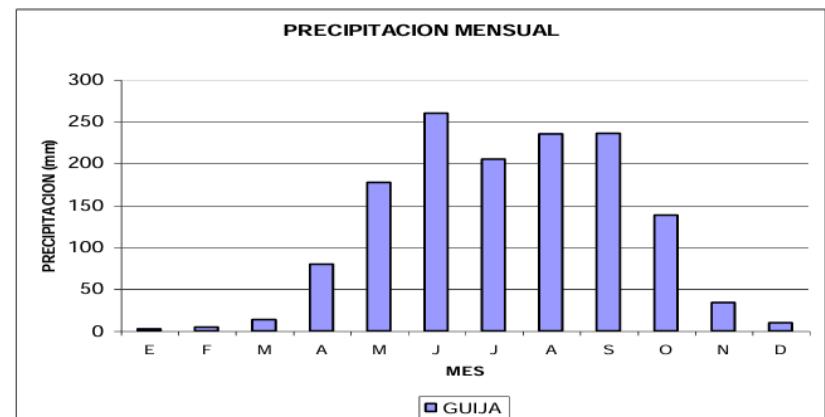
## Distribución de lluvias unimodal (similar a Región III)

## Precip. más baja

## Elevaciones intermedias

Temp. 22,5 – 27,5 °C

Evap. 1800 mm

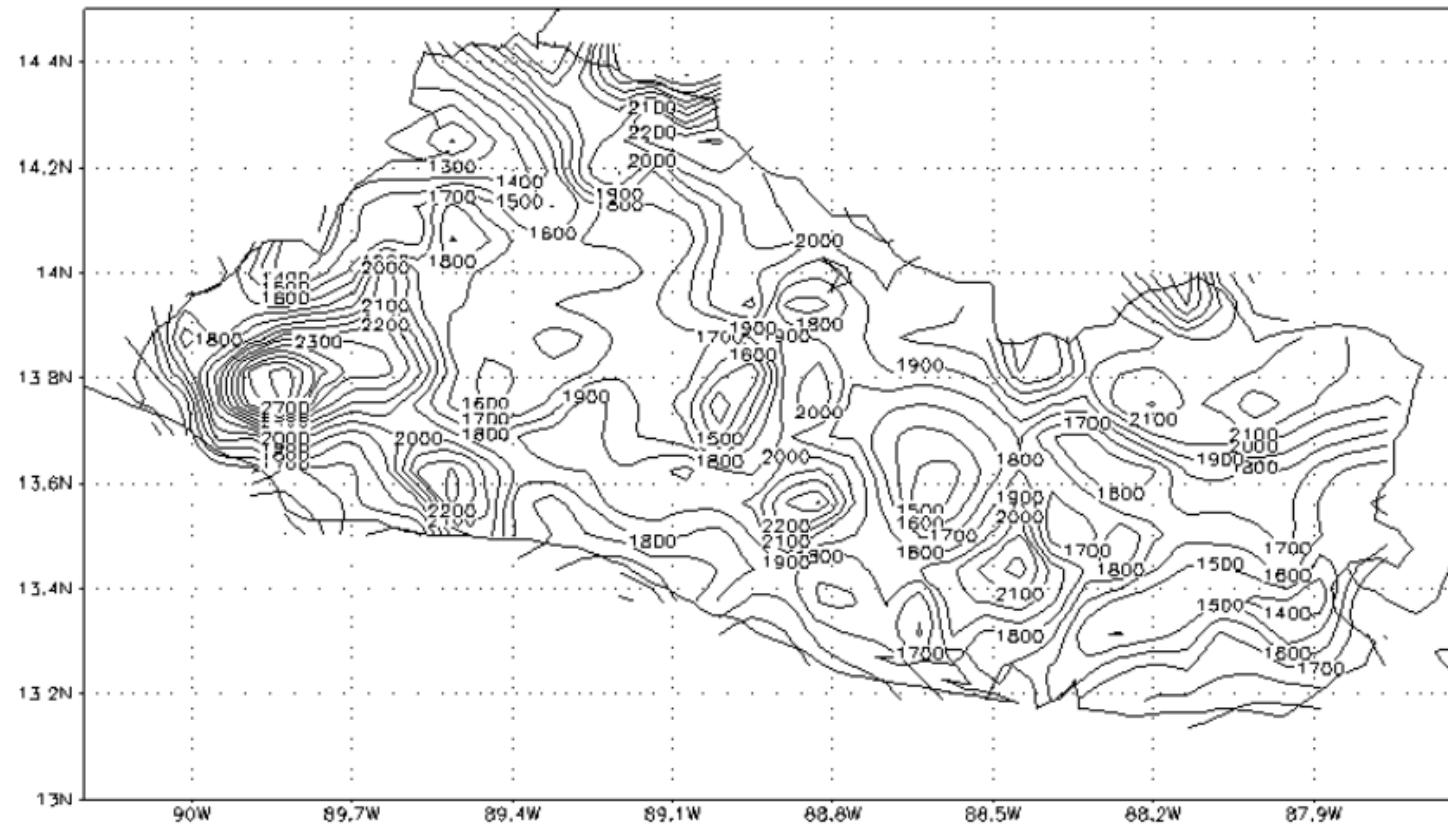


# Clasificación climática de Köppen de El Salvador.

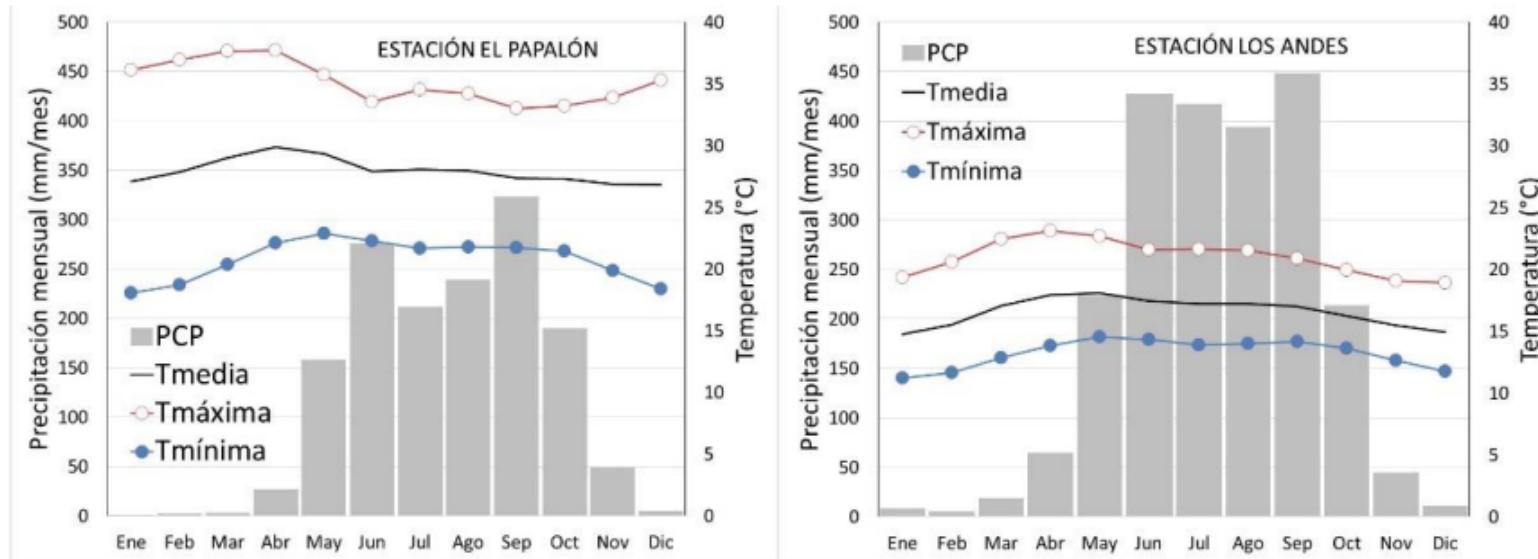
Köppen-Geiger climate classification map for El Salvador (1980-2016)



Source: Beck et al.: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution, Scientific Data 5:180214, doi:10.1038/sdata.2018.214 (2018)



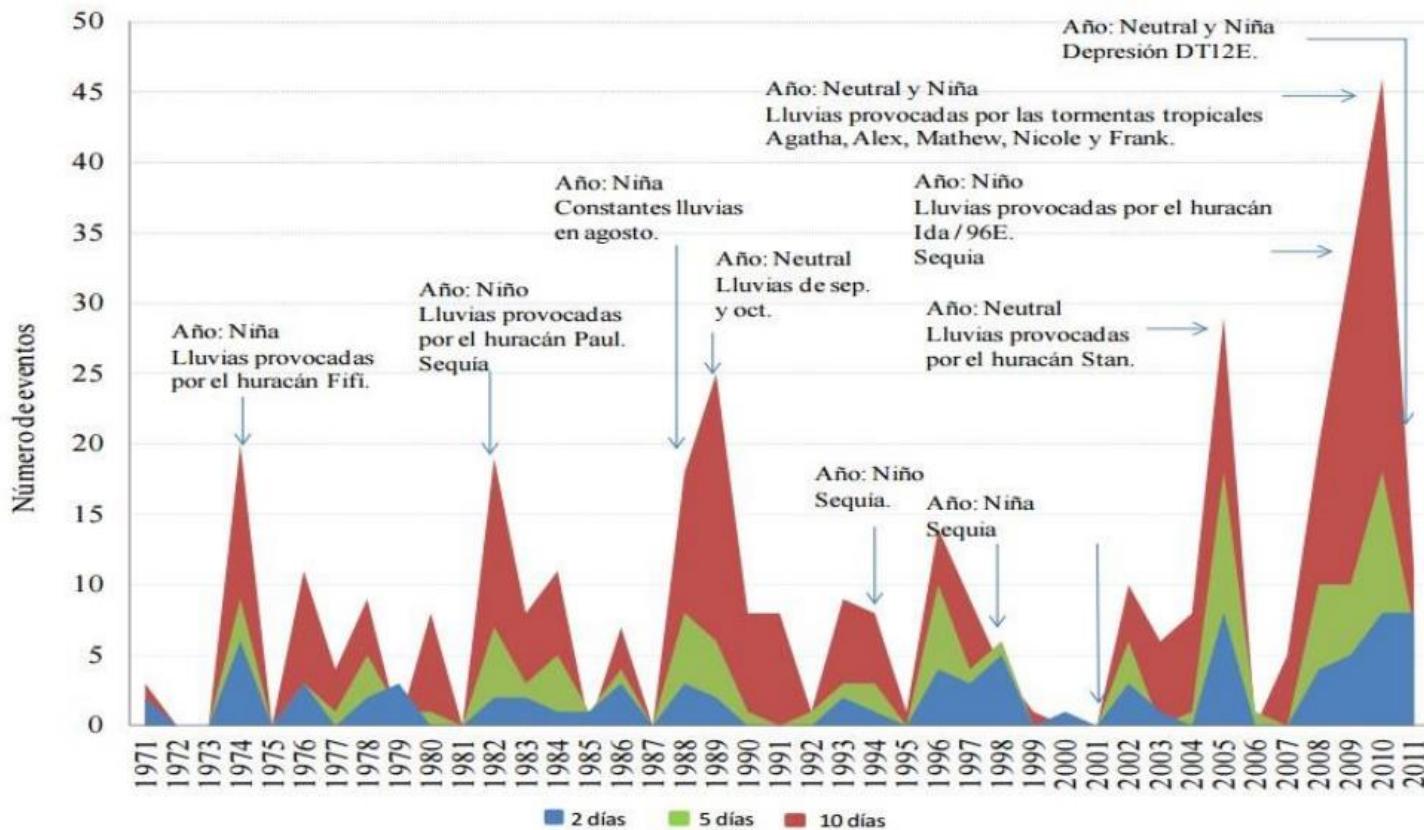
*Figura 7. Campo de la precipitación anual para la climatología inicial*



**Figura 1 Climograma anual de la precipitación (barras grises), temperatura media (línea negra), temperatura máxima (línea roja con puntos blancos) y temperatura mínima (líneas azules) para las estaciones El Papalón (San Miguel) y Los Andes (Santa Ana). Periodo 1961-1990.**

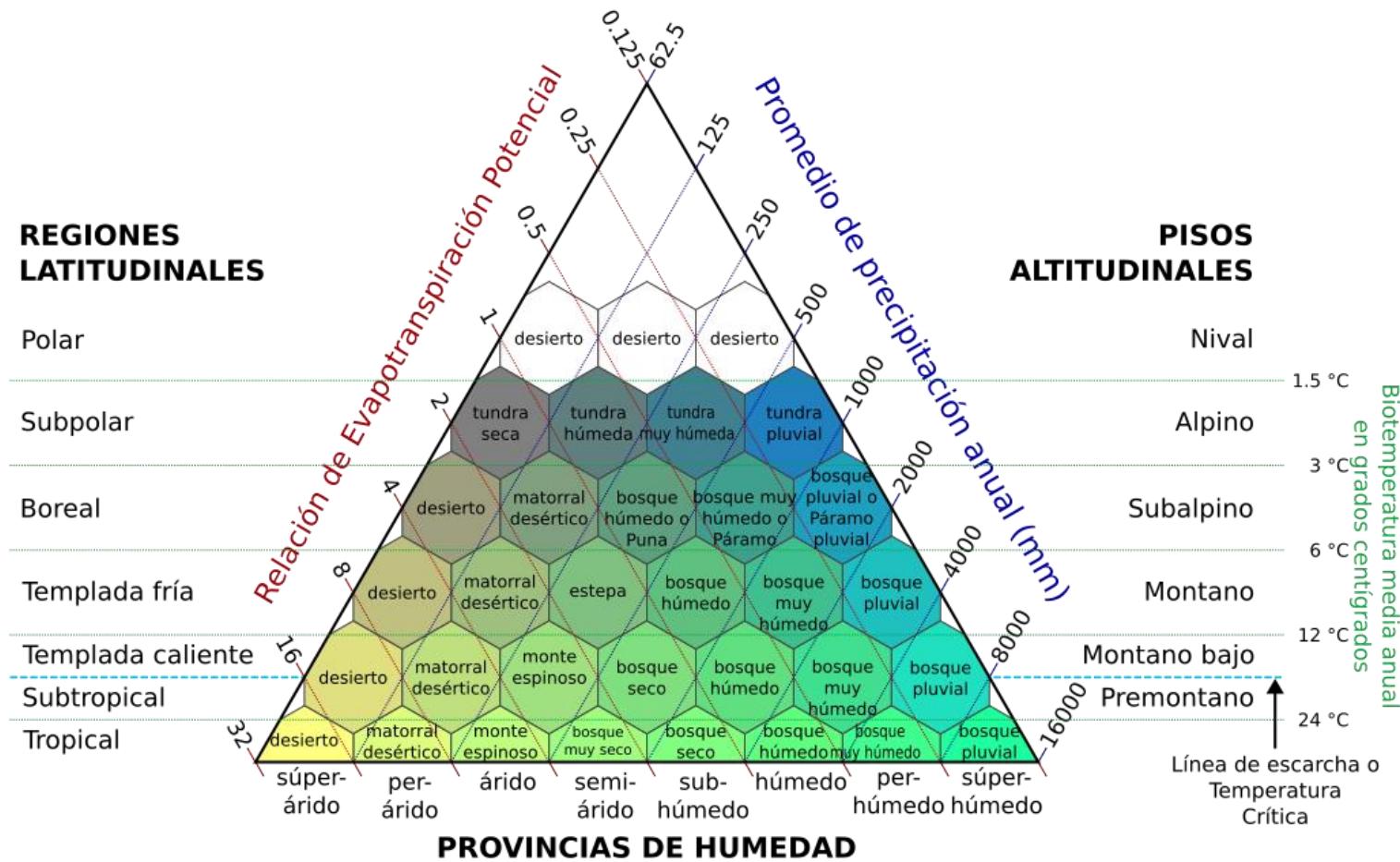
El régimen climático es influenciado por una serie de sistemas meteorológicos que permiten una particular caracterización de la variabilidad interanual en El Salvador.

- Los frentes fríos provenientes de América del Norte
- La Zona de Convergencia Inter Tropical(ZCIT)
- Las Ondas del Este,
- Los Huracanes del Mar Caribe y El Pacífico oriental.



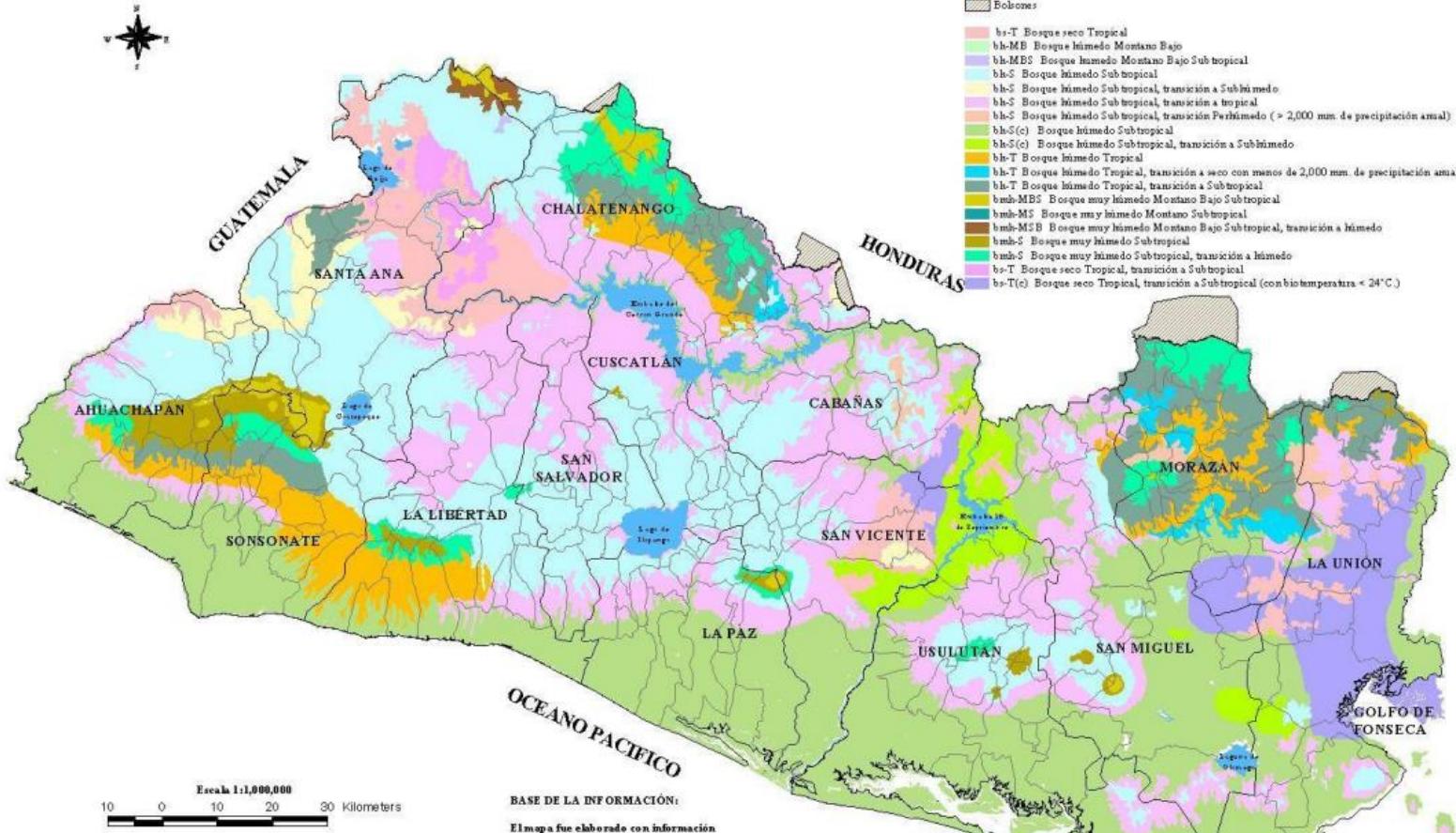
**Figura 6 Número de Eventos que sobrepasan el umbral de 100 mm acumulados en a) dos días (área azul), b) cinco días y c) 10 días (área en rojo) de lluvias en la estación Ilopango, en El Salvador, durante el periodo 1971-2011. Tomado de MARN, (2013).**

# Sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge.



Una **zona de vida** es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo

# ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA DE EL SALVADOR (SEGÚN HOLDRIDGE 1975)



# Información Climática General

## Zonas Térmicas de El Salvador

Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar, se distinguen las siguientes tres zonas térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año.

### **De 0 a 800 metros**

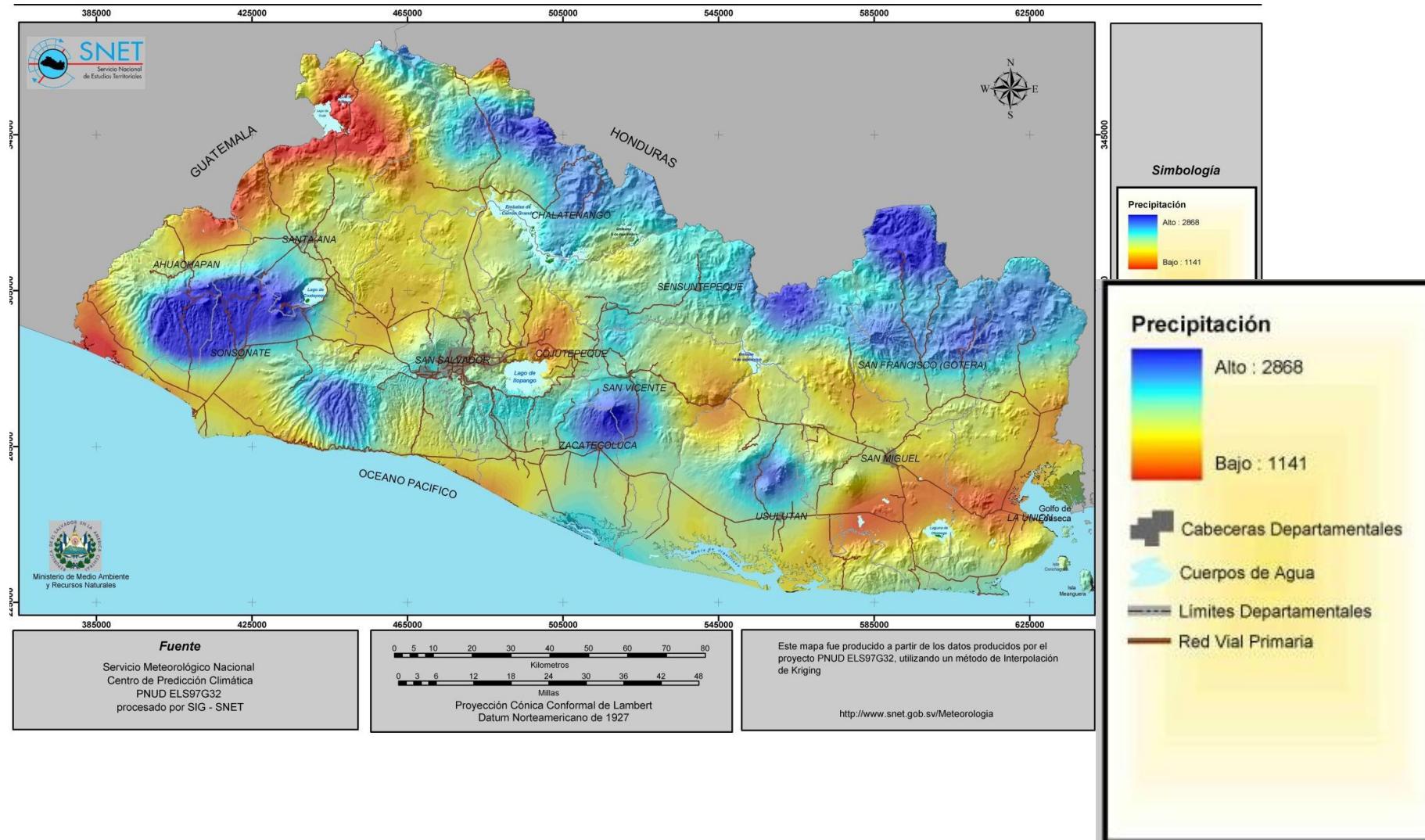
Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22 °C en las planicies costeras y de 28 a 22 °C en las planicies internas.

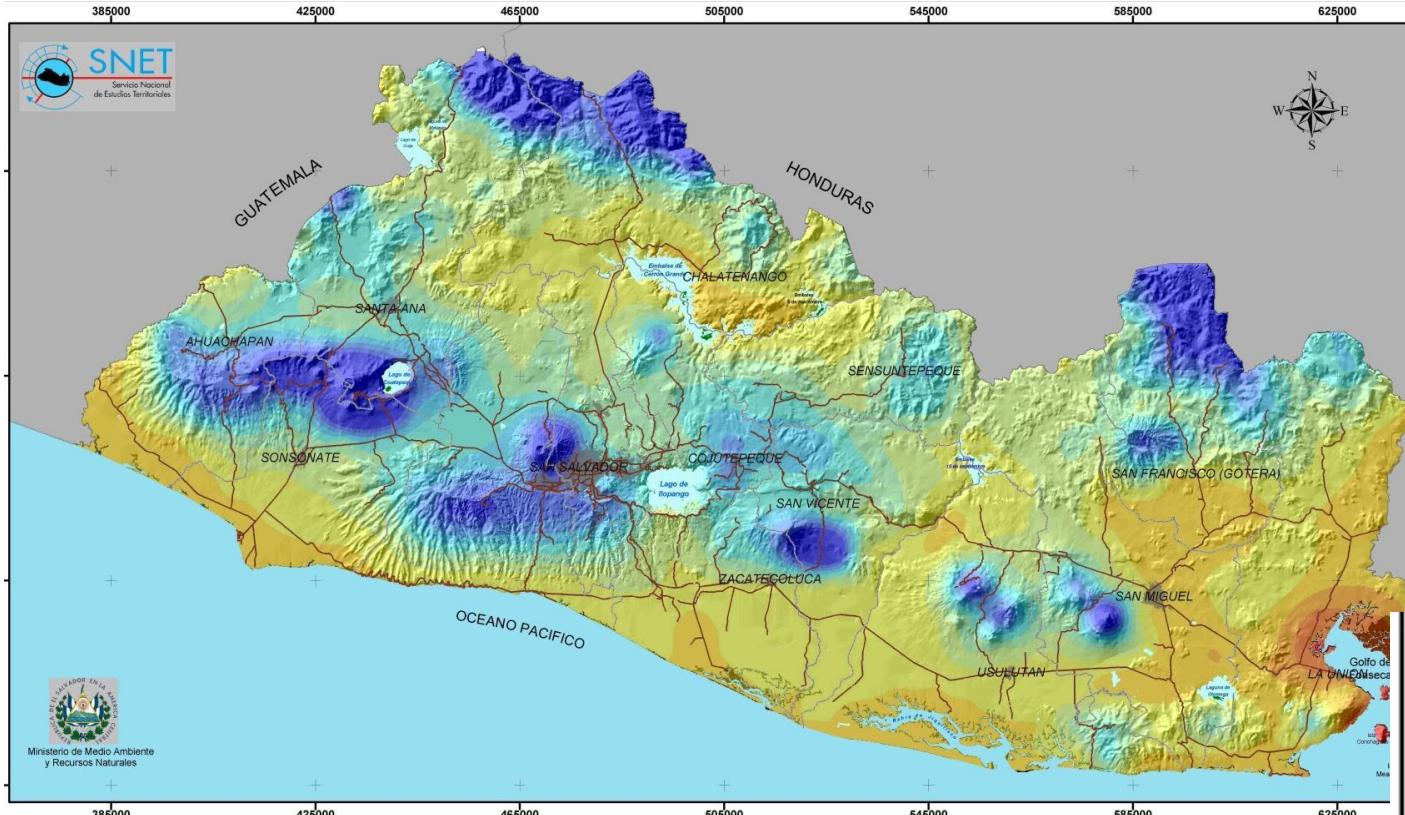
### **De 800 a 1.200 metros**

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20 °C en las planicies altas y de 21 a 19 °C en las faldas de montañas.

### **De 1.200 a 2.700 metros**

De 20 a 16 °C en planicies altas y valles, de 21 a 19 °C en faldas de montañas y de 16 a 10 °C en valles y hondonadas sobre 1,800 metros.





**Fuente**  
 Servicio Meteorológico Nacional  
 Centro de Predicción Climática  
 PNUD ELS97G32  
 procesado por SIG - SNET

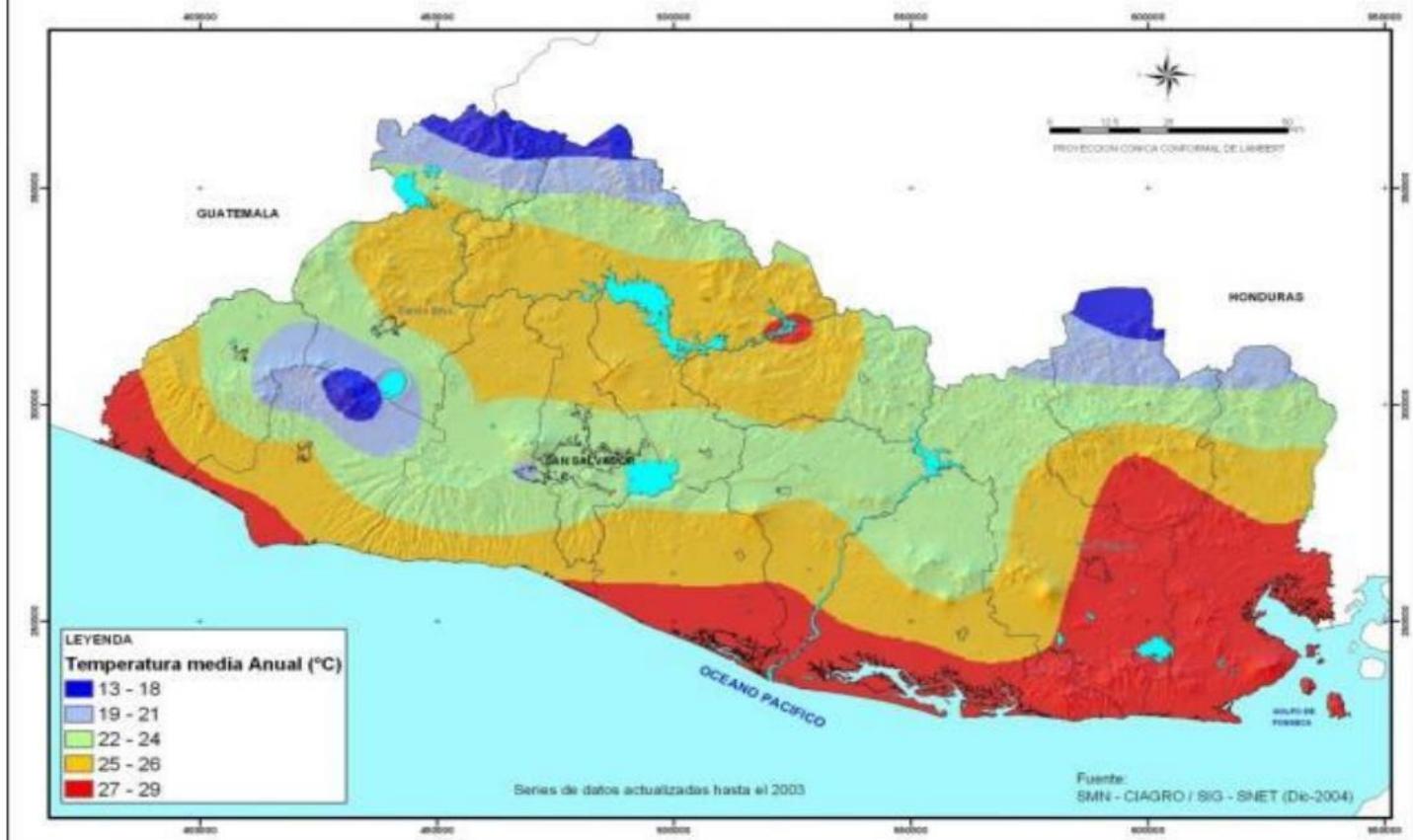
0 5 10 20 30 40 50 60 70 80  
 Kilómetros  
 0 3 6 12 18 24 30 36 42 48  
 Millas  
 Proyección Cónica Conformal de Lambert  
 Datum Norteamericano de 1927

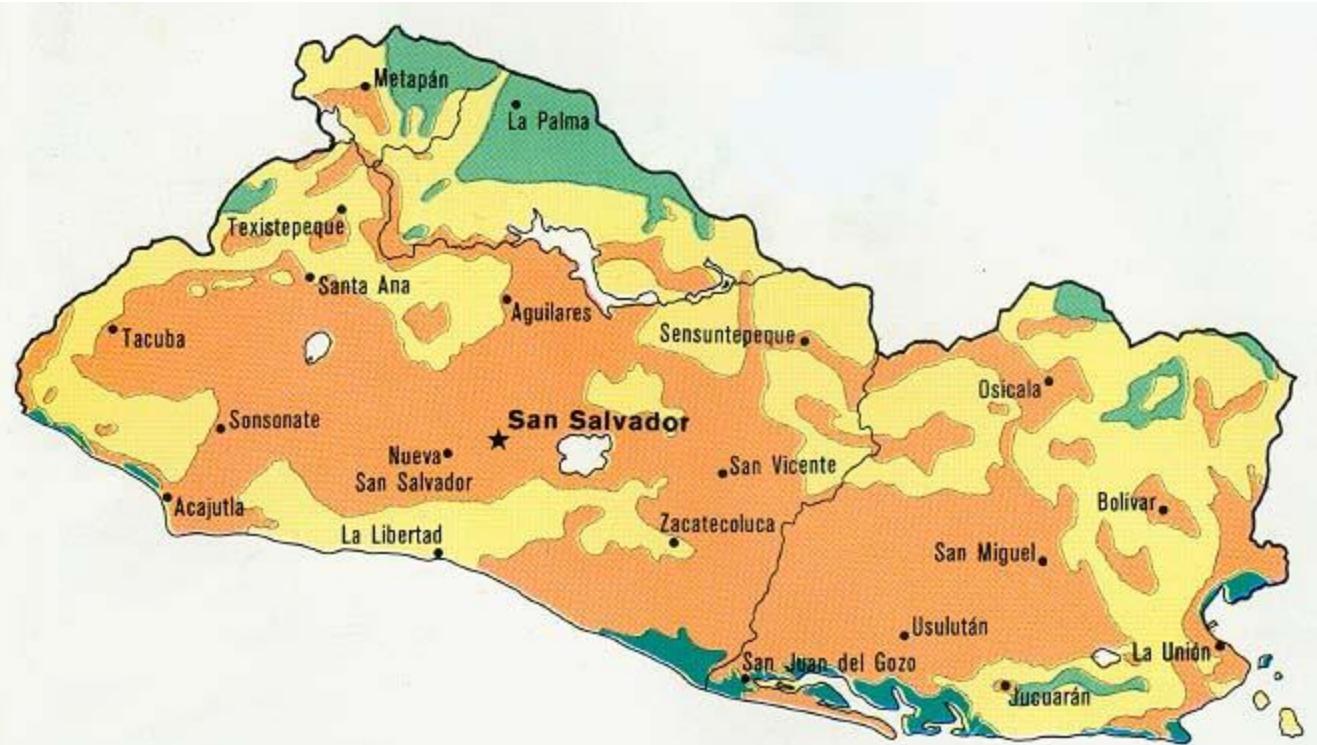
Este mapa fue producido a partir de los datos producidos por el proyecto PNUD ELS97G32, utilizando un método de Interpolación de Kriging

<http://www.snet.gob.sv/Meteorologia>



## Mapa de Temperatura media anual (°C) en El Salvador





## Vegetation and Land Use

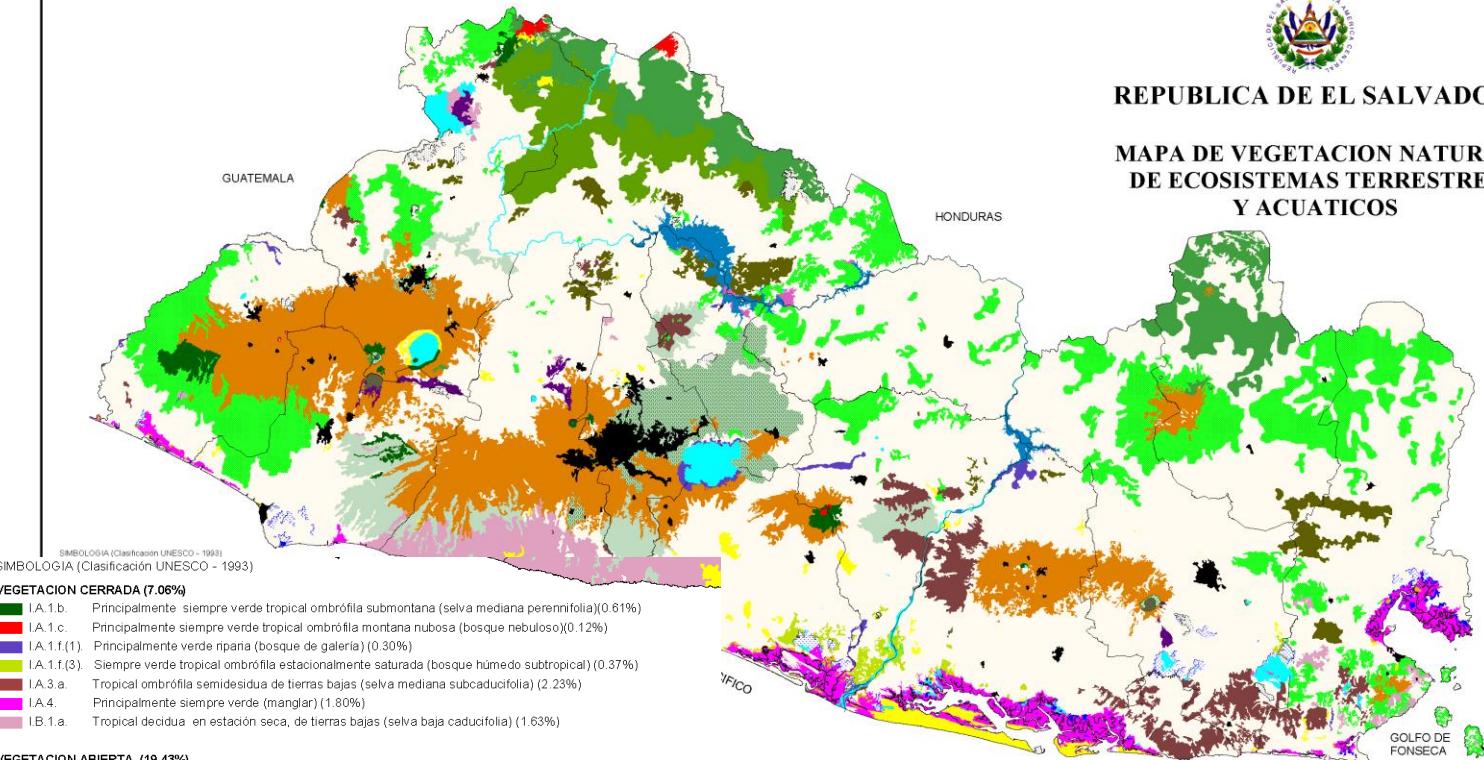
- Cultivated area—coffee, cotton, sugarcane, cereals, and fiber crops
- Dense woodland—mainly broadleaf evergreen with some pine
- Mainly deciduous brush, grassland and pasture
- Mangrove swamp

0                    50 Kilometers  
0                    50 Statute Miles



REPUBLICA DE EL SALVADOR

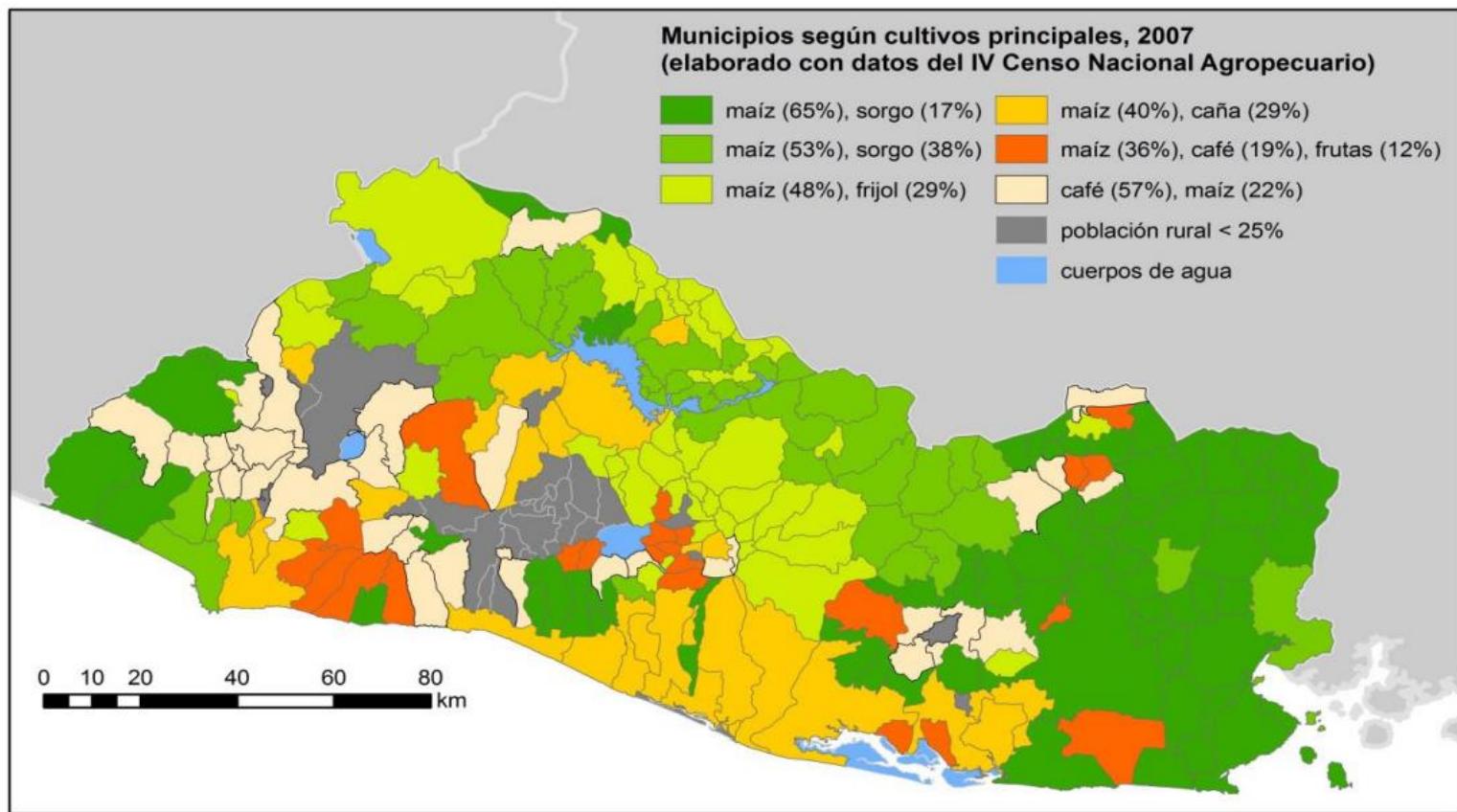
MAPA DE VEGETACION NATURAL  
DE ECOSISTEMAS TERRESTRES  
Y ACUATICOS



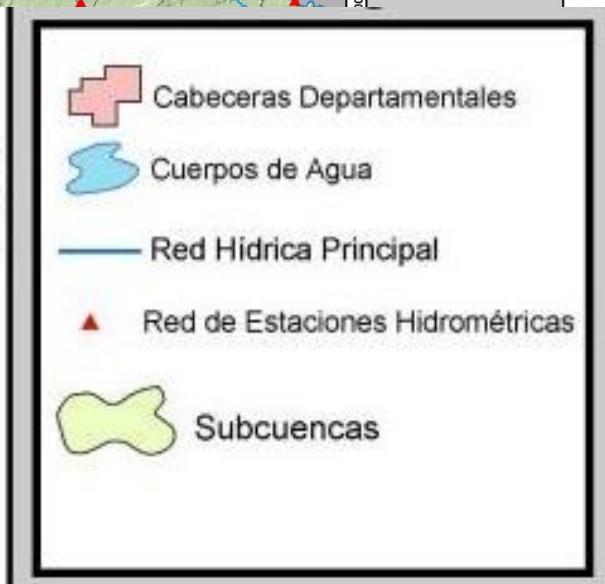
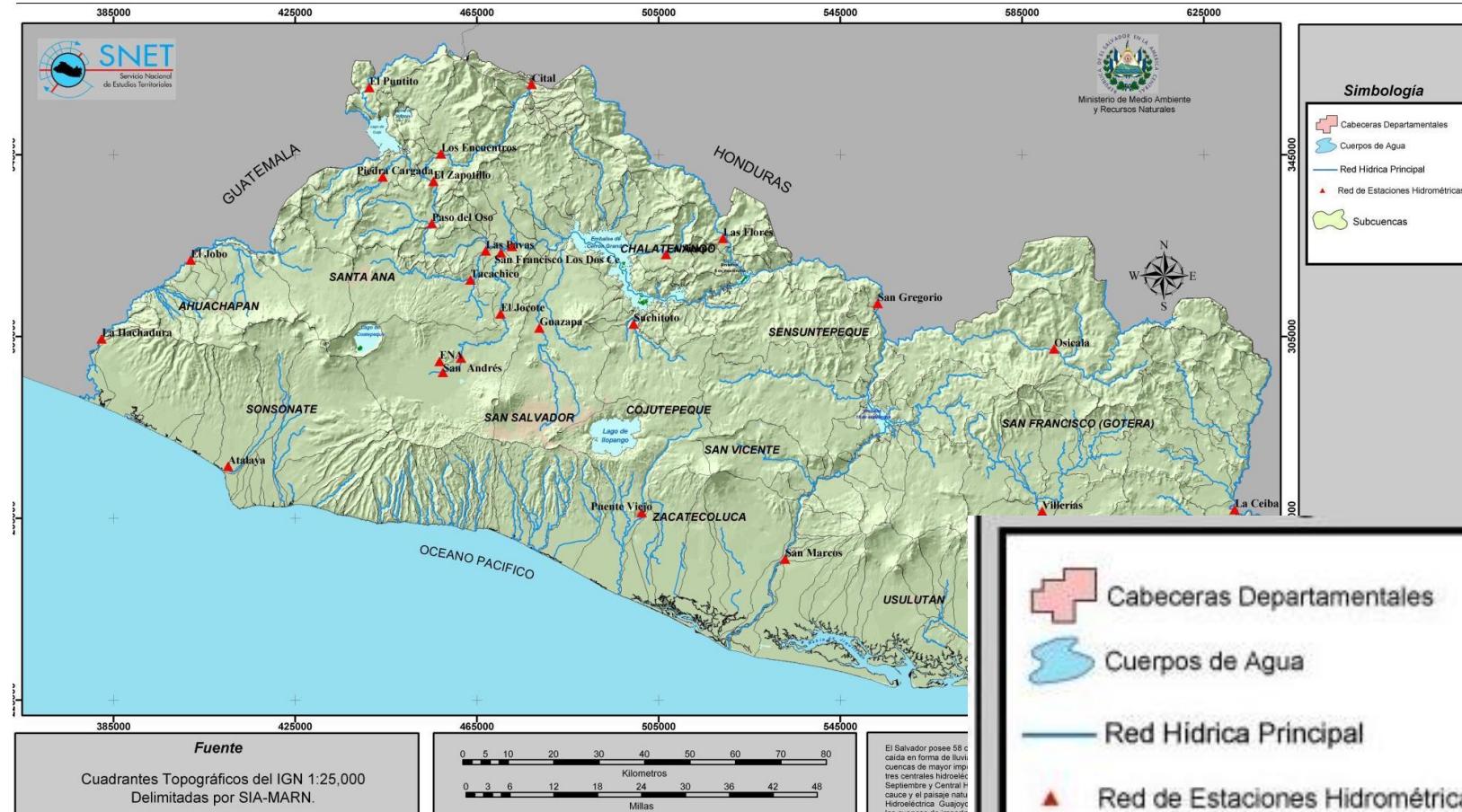
Fuente:  
Banco Mundial / Gobierno de Holanda / CCAD / MARN.  
Proyecto "MAPEO DE VEGETACION NATURAL  
DE ECOSISTEMAS TERRESTRES Y ACUATICOS  
DE CENTROAMERICA".  
Basado en Imagen de satélite LANDSAT TM / Dic. 1998

Consultores:  
Nohemy Ventura Centeno  
Raúl F. Villacorta Morón

Proceso digital:  
  
Ministerio de  
Medio Ambiente y  
Recursos Naturales  
Sistema de Información Ambiental  
[www.marn.gob.sv](http://www.marn.gob.sv)



Mapa 2. En El Salvador, los granos básicos y el café son los cultivos que mayor extensión ocupan. (Elaboración propia)



# Zonas Geográficas de El Salvador



## 1. Zona Occidental

Santa Ana  
Ahuchapán  
Sonsonate

## 2. Zona Central I

San Salvador

## 3. Zona Central II

Chalatenango  
La Libertad  
Cuscatlán  
Cabañas  
La Paz  
San Vicente

## 4. Zona Oriental

Usulután  
San Miguel  
Morazán  
La Unión

# Radiación Solar

La radiación solar es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas.

**Latitud:** Existe una menor radiación solar, mientras haya una mayor distancia de la línea ecuatorial.

**Altura sobre el nivel del mar:** a mayor altura sobre el nivel del mar, mayor radiación.

**Orografía:** Se refiere a las elevaciones que puedan existir en una zona en particular. Por ejemplo, los valles profundos tienen menor radiación solar.

**Nubosidad:** El incremento de nubes disminuye la radiación solar.

**Movimiento de traslación del planeta:** Este es el movimiento que realiza el planeta Tierra al girar alrededor del sol y es el responsable de la existencia de las estaciones en la tierra a lo largo del año. Gracias a este movimiento, por ejemplo, en ciertas épocas del año, los polos de la tierra reciben menos radiación solar.

MAPA DE RECURSO SOLAR

# IRRADIACIÓN DIRECTA NORMAL EL SALVADOR

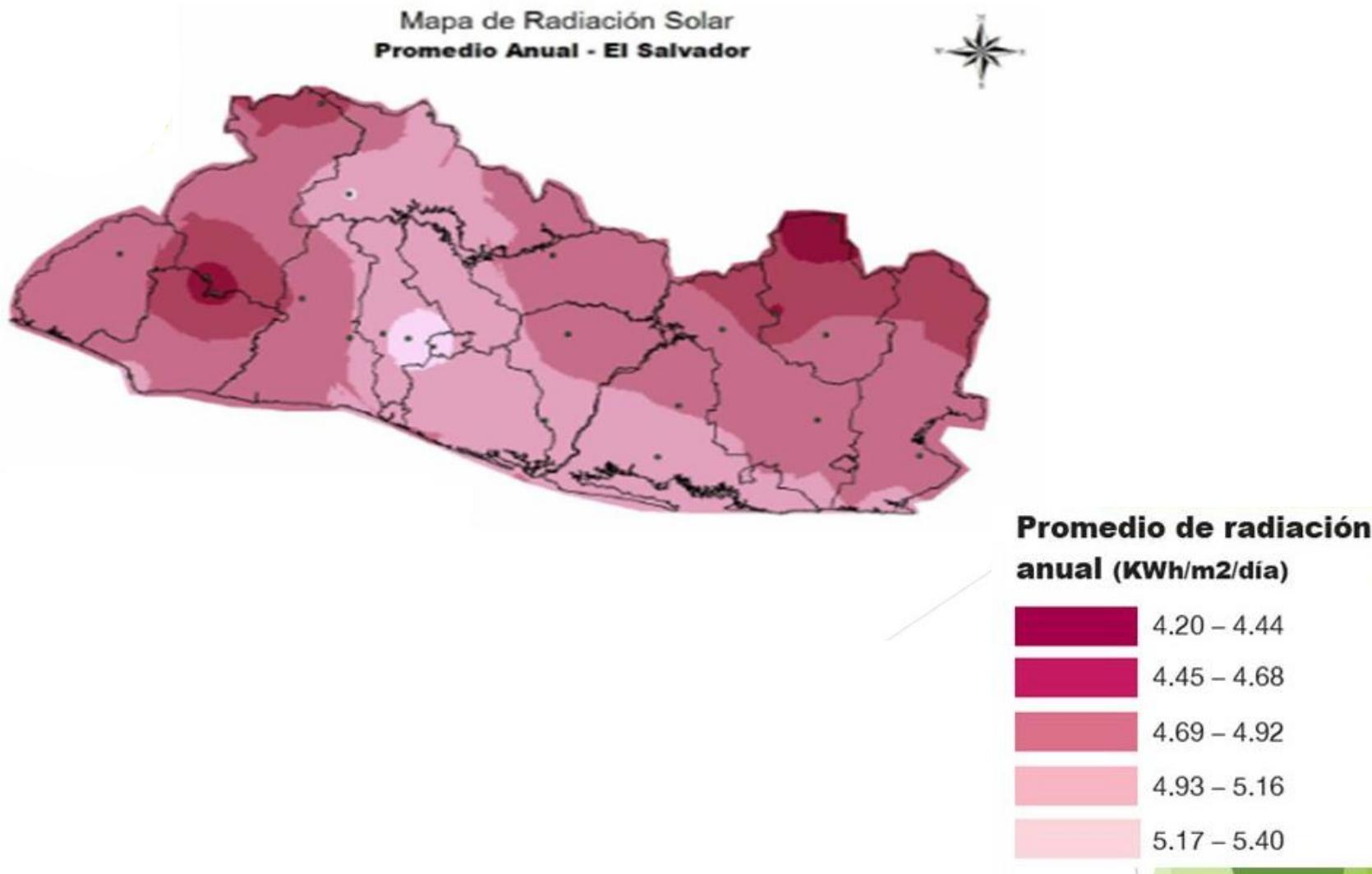


ESMAP SOLARGIS



Este mapa está publicado por el Grupo Banco Mundial, financiado por ESMAP, y preparado por Solargis. Para más información y términos de uso, por favor visite <http://globalsolaratlas.info>.

# Mapa de Radiación solar SWERA



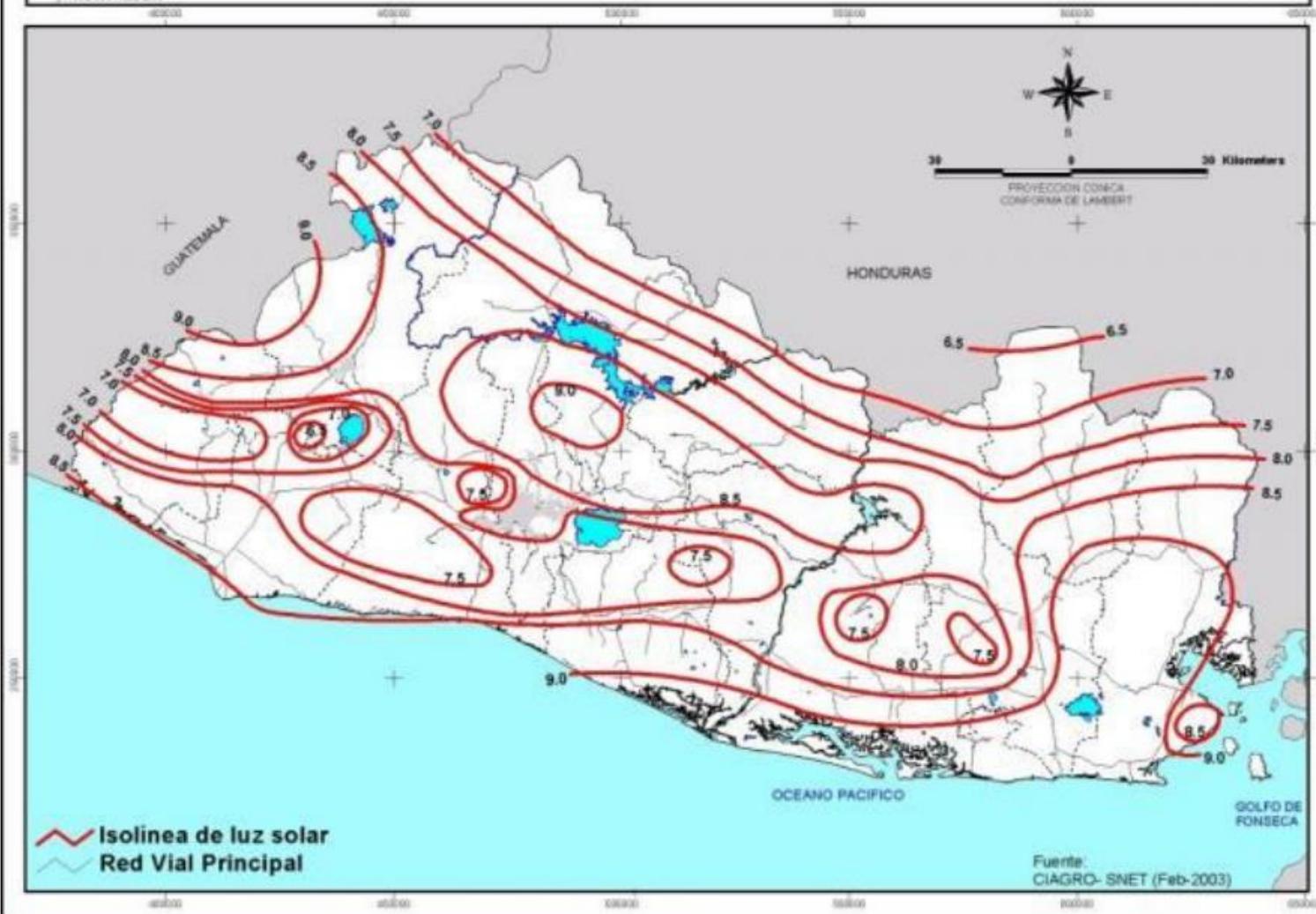


Ministerio de Medio Ambiente  
y Recursos Naturales

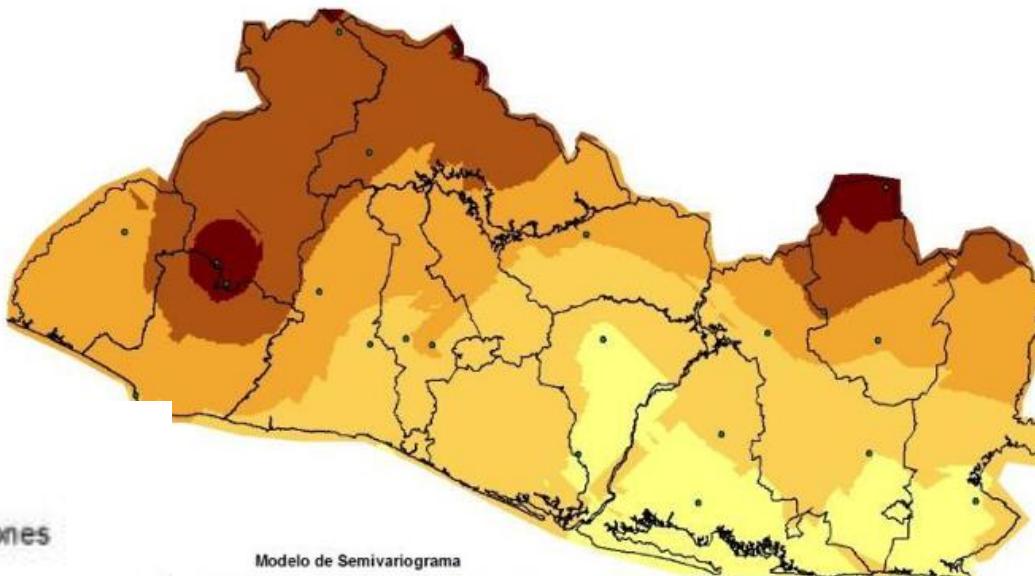
## Luz Solar Promedio Anual (horas/dia) en El Salvador



SIG - SNET



Mapa de Brillo Solar  
**Diciembre - El Salvador**



**Leyenda**

- Estaciones

**dic\_brillo**

**Horas de luz solar**



Modelo de Semivariograma  
0.49805\*Exponential(106680)+0.81996\*Nugget  
Average Standard Error: 1.119  
Samples: 22 of 22

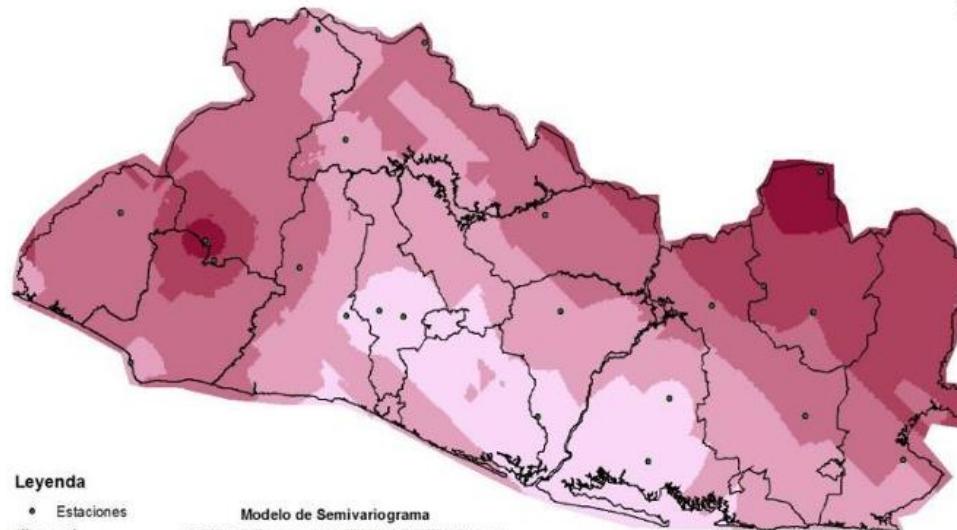
0 Kilometers



Sistema de Proyección Cónico Conformal  
de Lambert, Datum NAD27, Elíptido  
de Clarke de 1866.  
Tamaño del grid 250 m



Mapa de Radiación Solar  
**Diciembre - El Salvador**



Leyenda

• Estaciones

dic\_rad

KWh/m<sup>2</sup>/día

3.97 - 4.12

4.13 - 4.28

4.29 - 4.43

4.44 - 4.58

4.59 - 4.73

Modelo de Semivariograma  
0.057443\*Exponential(45592)+0.040771\*Nugget

Average Standard Error: 0.3218

Samples: 22 of 22



Sistema de Proyección Cónico Conformal  
de Lambert, Datum NAD27, Elíptido  
de Clarke de 1866.  
Tamaño del grid 250 m

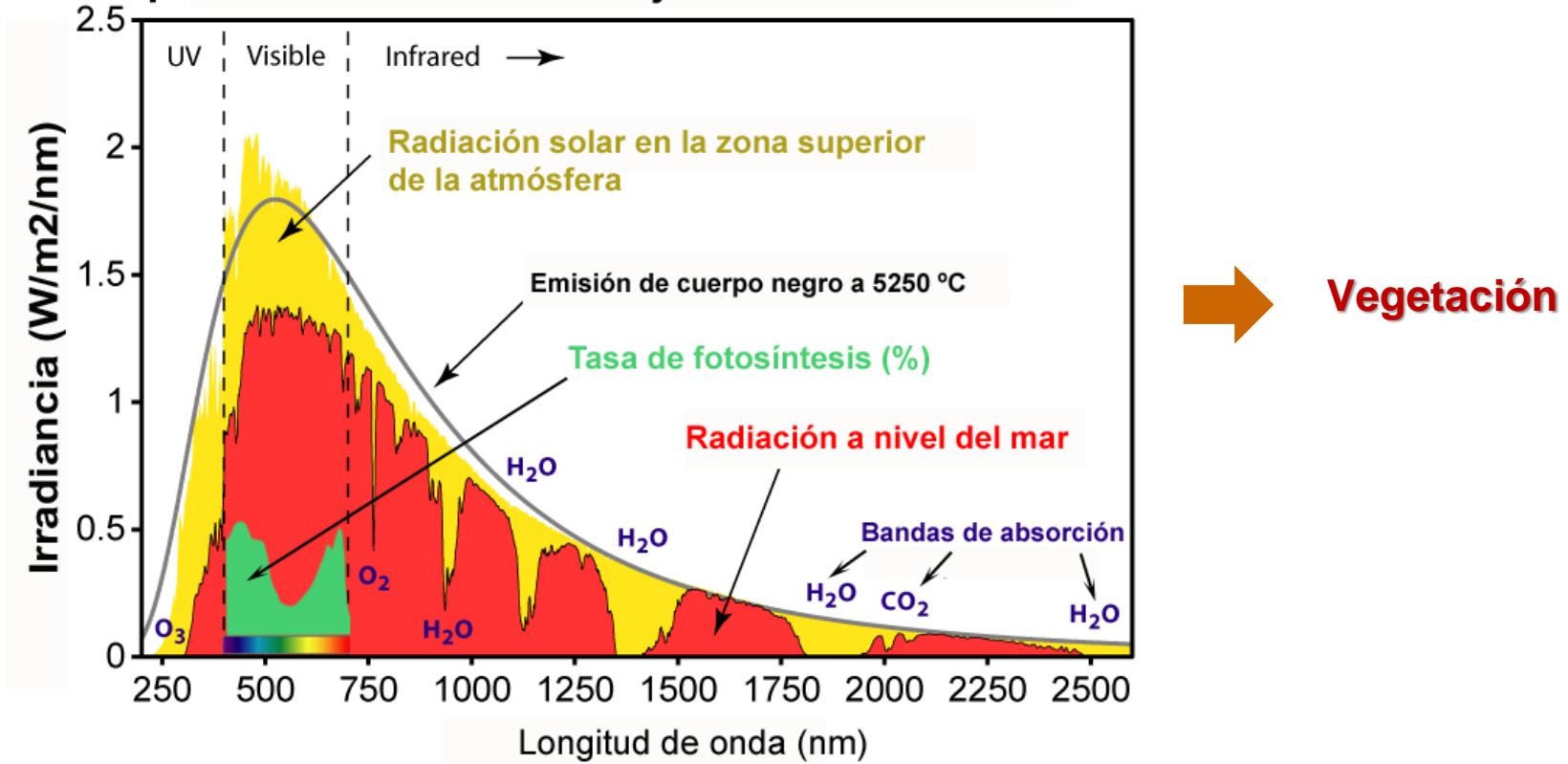


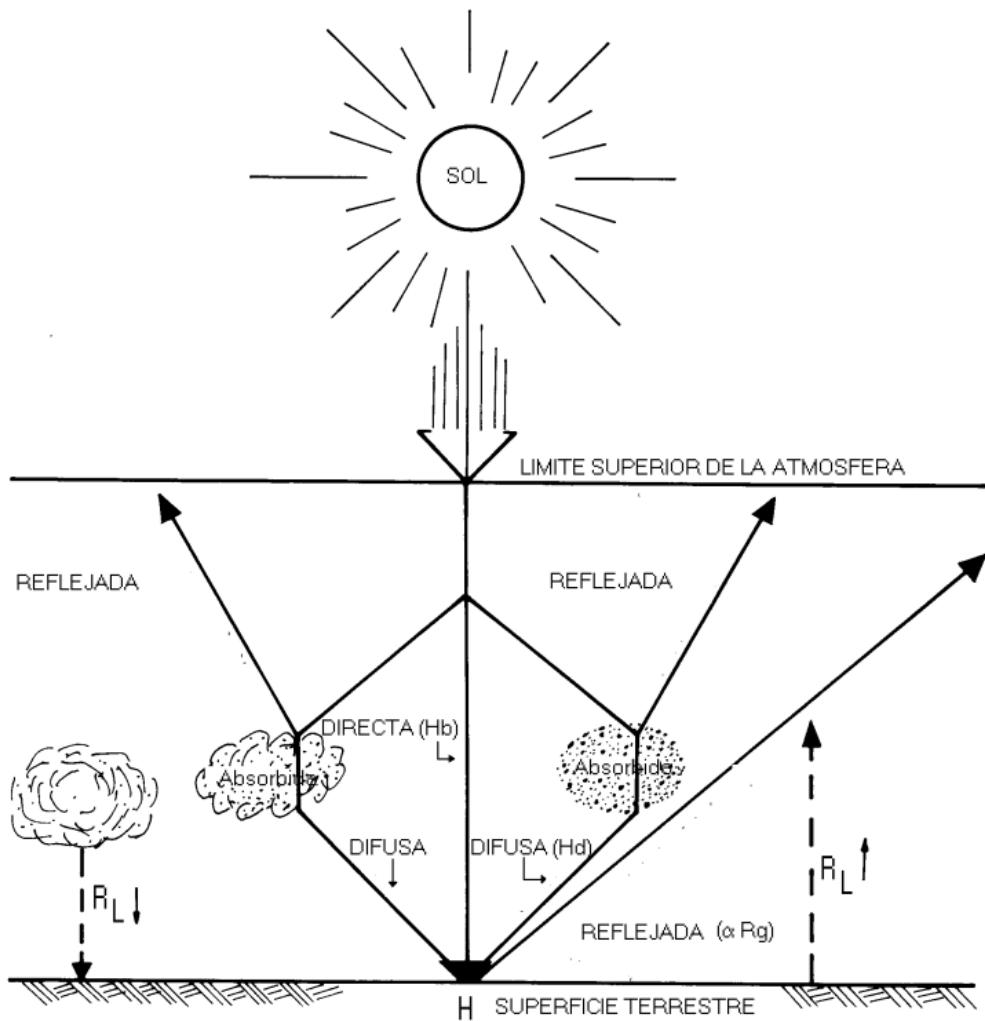


## Mapa de Humedad Relativa Anual (%) en El Salvador



## Espectro de radiación solar y actividad fotosintética





→ Radiación de onda corta o solar

→ Radiación de onda larga o terrestre

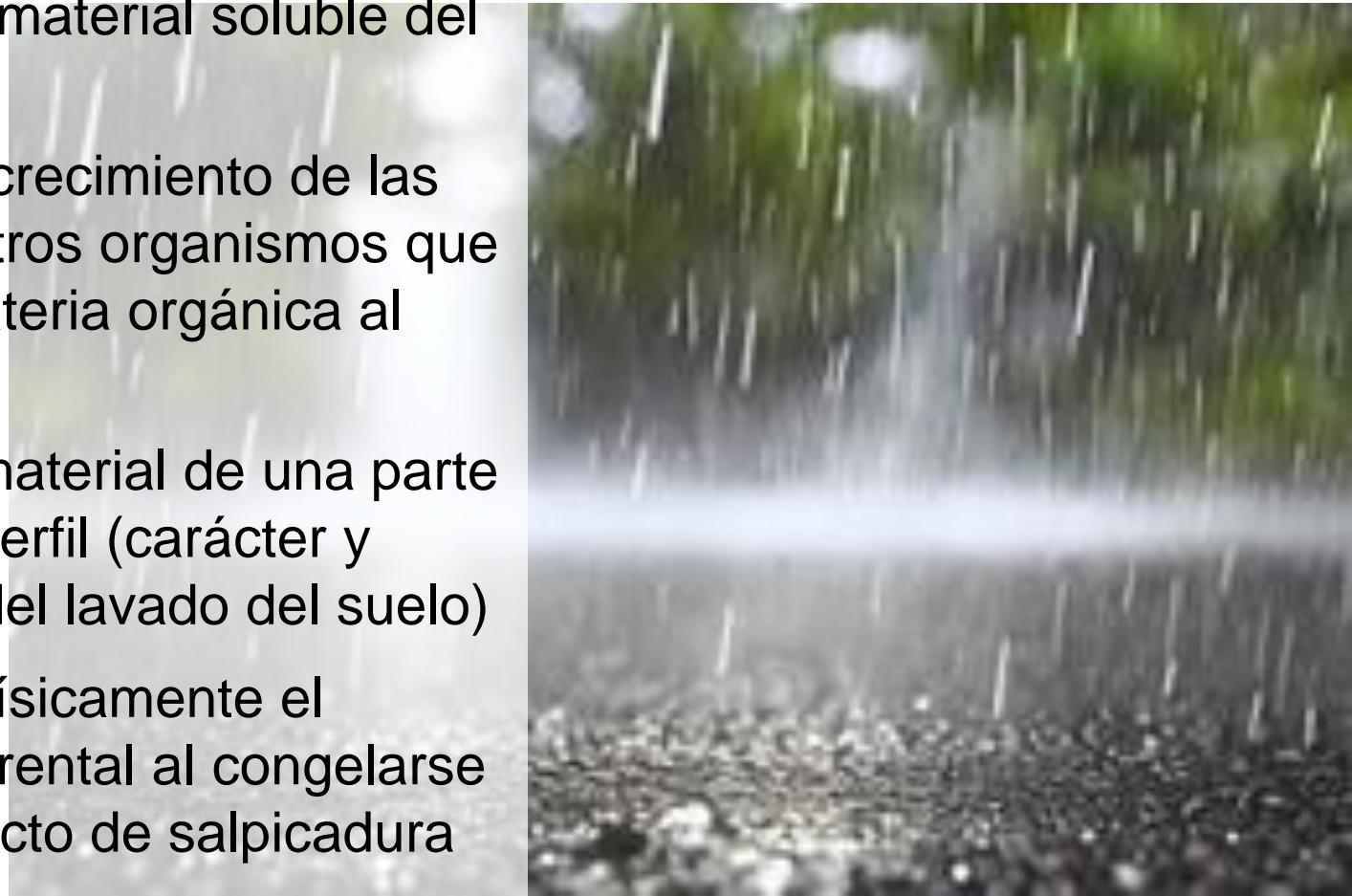
● Gases atmosféricos (O<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, ETC) y partículas sólidas en suspensión

## Régimen de Temperatura del Suelo

# El papel del clima en la formación de los suelos

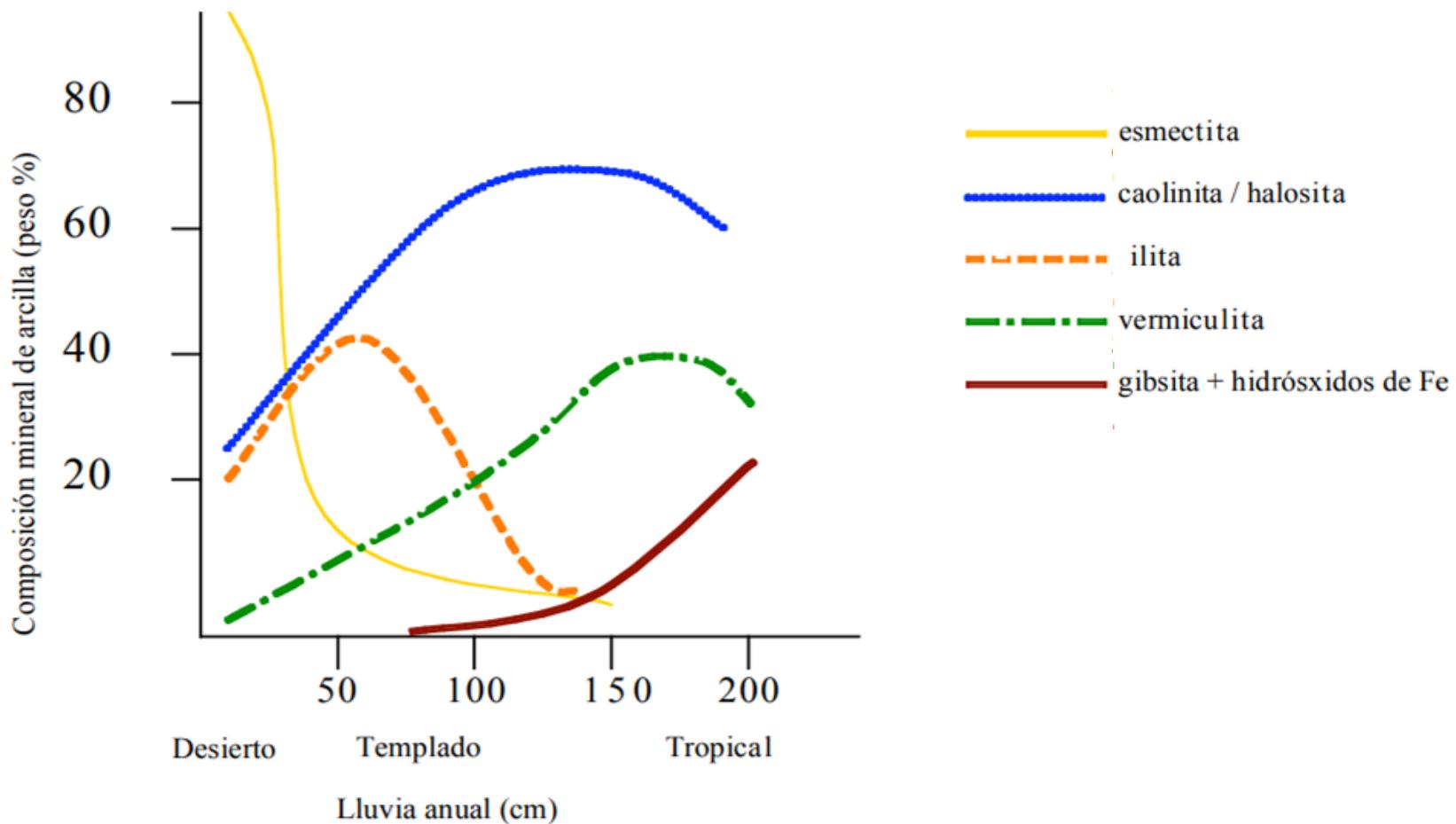
## La precipitación

- Disolver el material soluble del suelo
- Permitir el crecimiento de las plantas y otros organismos que aportan materia orgánica al suelo.
- Traslocar material de una parte a otra del perfil (carácter y extensión del lavado del suelo)
- Disgregar físicamente el material parental al congelarse o por el efecto de salpicadura de la lluvia



- Igualmente determina el tipo y la velocidad de muchas reacciones químicas que ocurren en el suelo, si bien estas también dependen de otros agentes como son temperatura, pH y potencial redox
- La lluvia no es en muchos casos un factor independiente. Por ejemplo, viene afectada por la temperatura que determina su efectividad, puesto que las pérdidas por evaporación y transpiración aumentan con la temperatura.
- La lluvia también está relacionada con la formación de las arcillas





# Precipitación

## Abundantes lluvias



*Mayor desarrollo  
y aporte vegetal*



*Mayor  
incidencia  
de erosión*



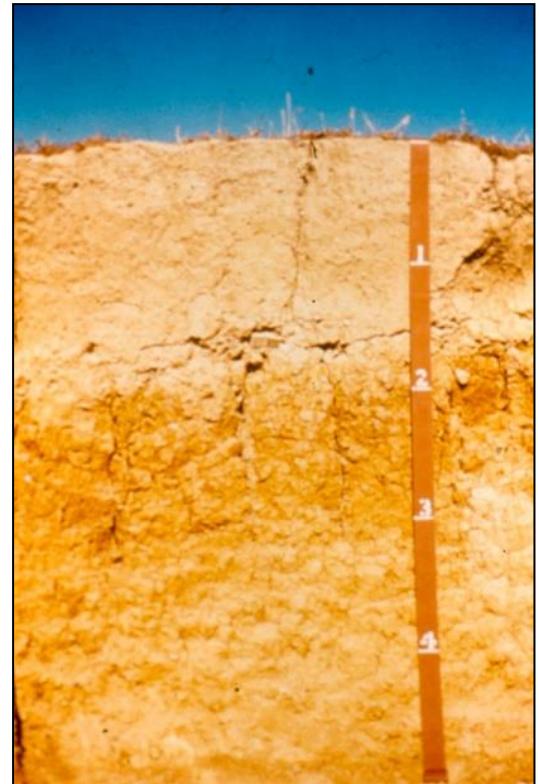
*Mayor  
evolución*

## **Escasez de lluvias**



*Menor desarrollo  
y aporte vegetal*

*Concentración de  
elementos en el  
perfil de suelo*



# El papel del clima en la formación de los suelos

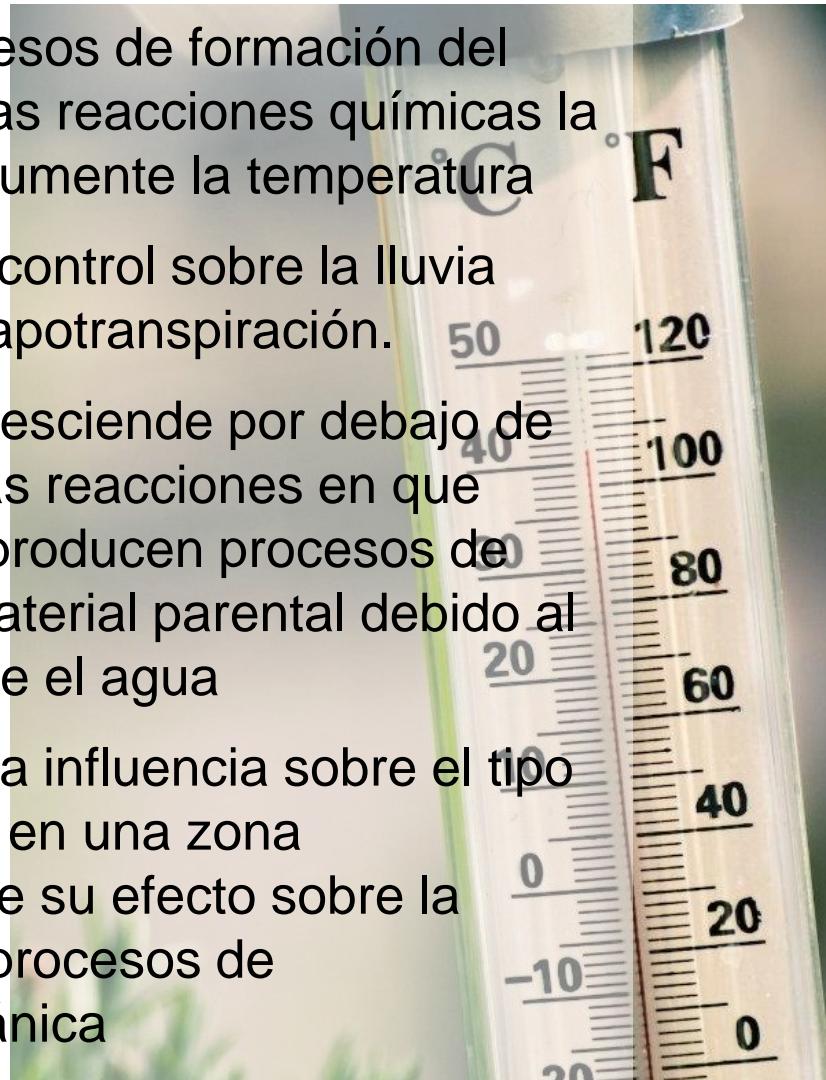
## La Temperatura

La temperatura influye en los procesos de formación del suelo al controlar la velocidad de las reacciones químicas la cual se duplica por cada  $10^{\circ}$  que aumente la temperatura

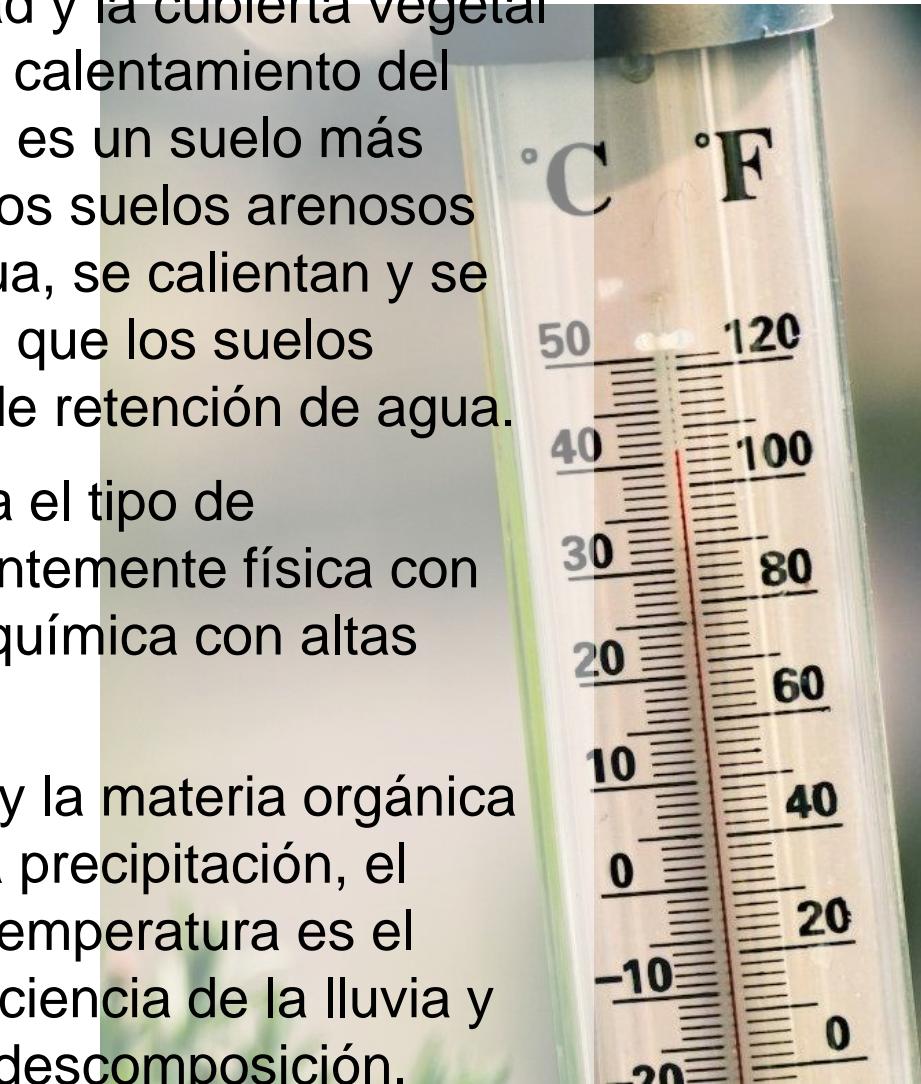
La temperatura también ejerce un control sobre la lluvia efectiva, por su influencia en la evapotranspiración.

Cuando la temperatura del suelo desciende por debajo de  $0^{\circ}\text{C}$ , y el agua se congela, todas las reacciones en que interviene el agua cesan, pero se producen procesos de alteración física al fracturarse el material parental debido al aumento de volumen al solidificarse el agua

La temperatura ejerce una marcada influencia sobre el tipo y cantidad de vegetación presente en una zona determinada, y a través de ella y de su efecto sobre la actividad microbiana, controla los procesos de descomposición de la materia orgánica



- La temperatura varía con la latitud y altitud. El color del suelo, la humedad y la cubierta vegetal afectan en gran medida al calentamiento del suelo. Cuanto más oscuro es un suelo más radiación solar absorbe. Los suelos arenosos con poca retención de agua, se calientan y se enfrián mucho más rápido que los suelos arcillosos con capacidad de retención de agua.
- La temperatura condiciona el tipo de meteorización, predominantemente física con bajas temperaturas, más química con altas temperaturas.
- Mientras que el nitrógeno y la materia orgánica del suelo aumentan con la precipitación, el efecto del aumento de la temperatura es el opuesto, al disminuir la eficiencia de la lluvia y aumentar la velocidad de descomposición.



# Temperatura

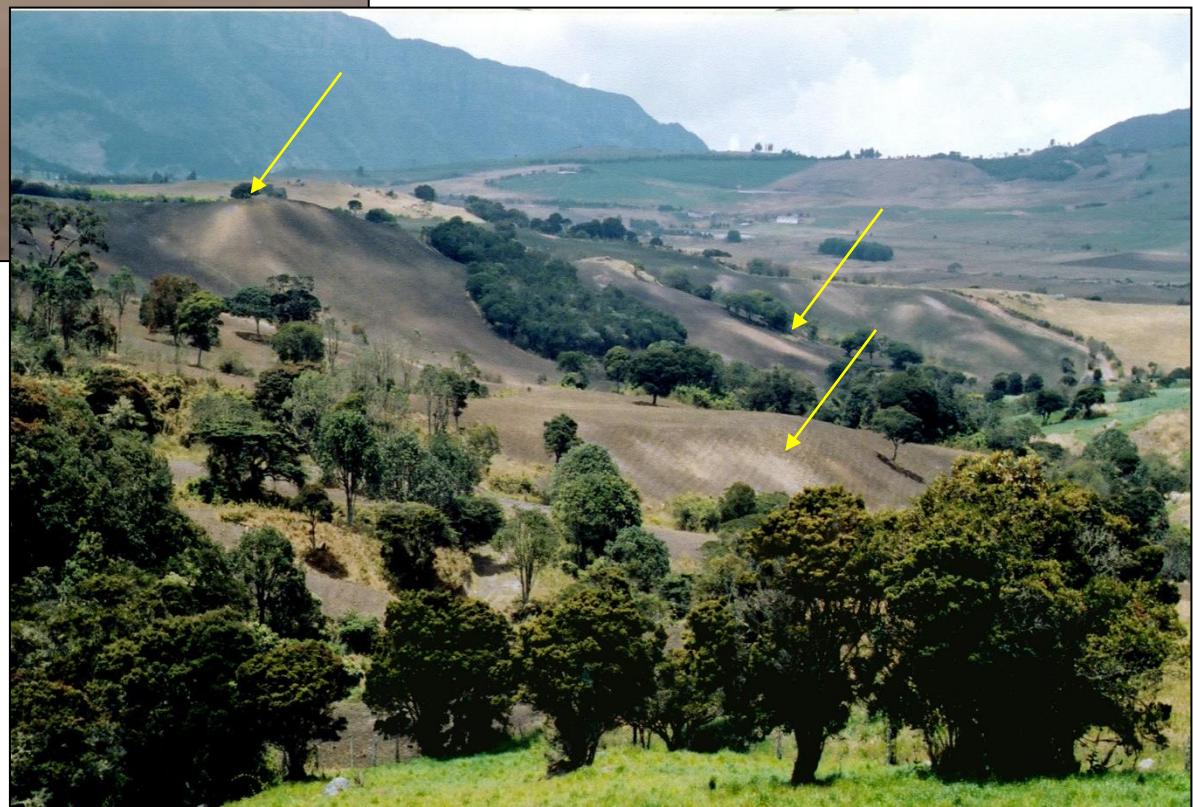
Baja T°



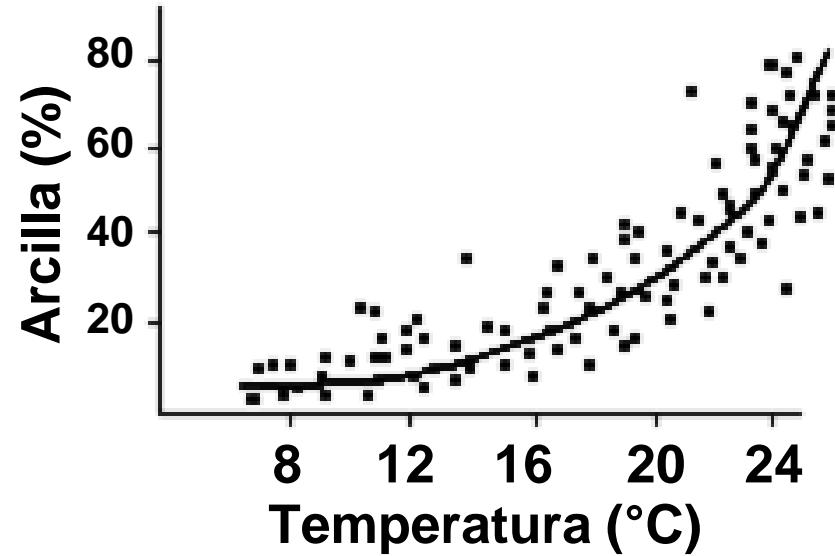
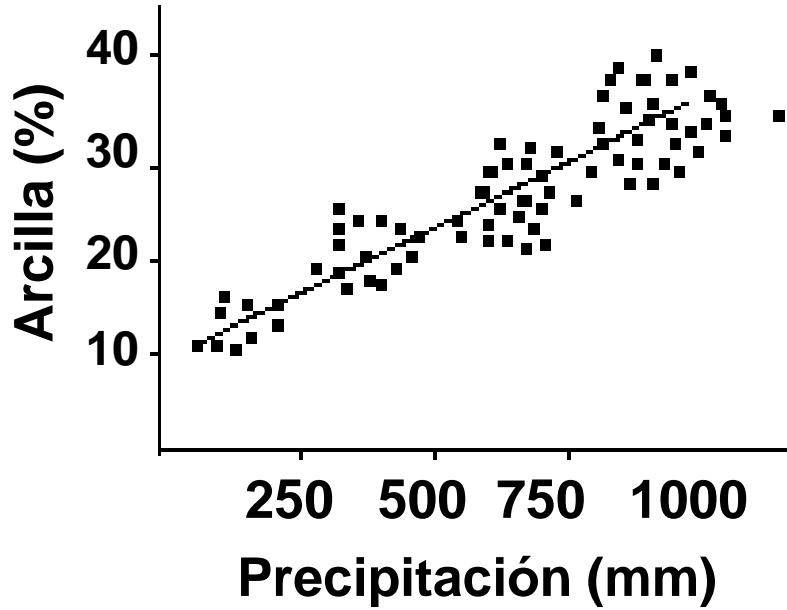
Alta T°



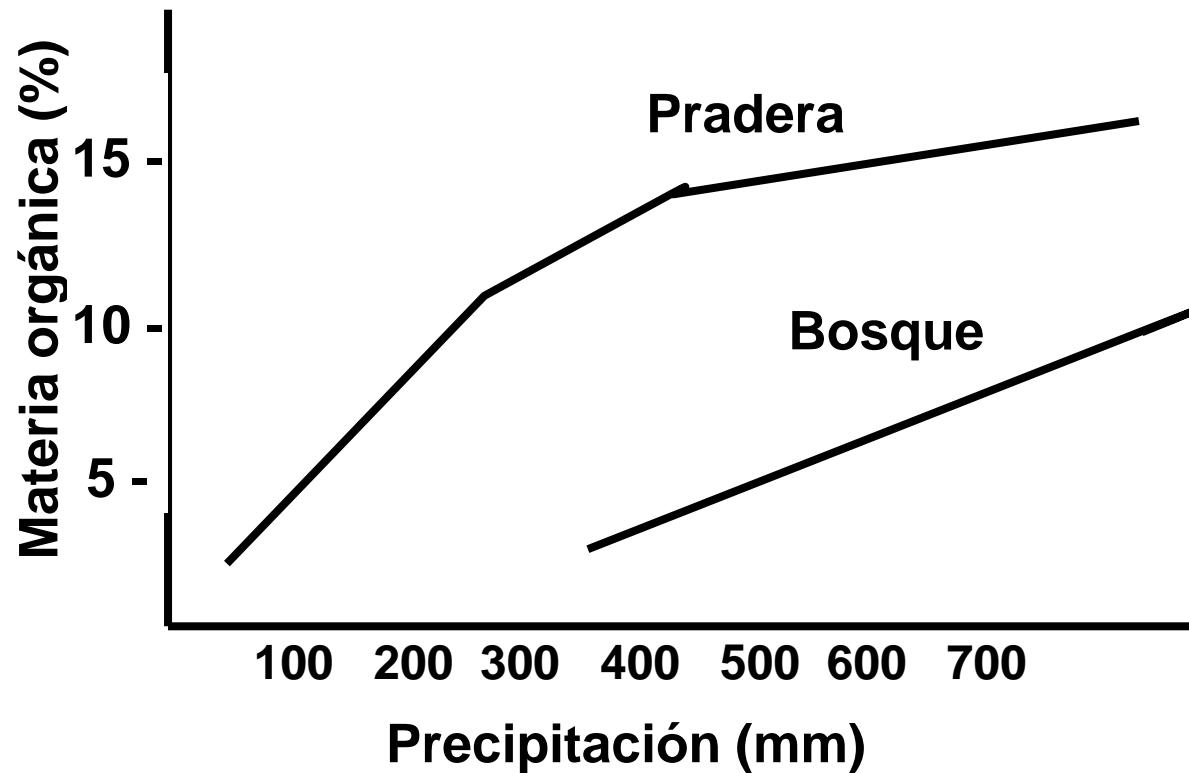
# Vientos



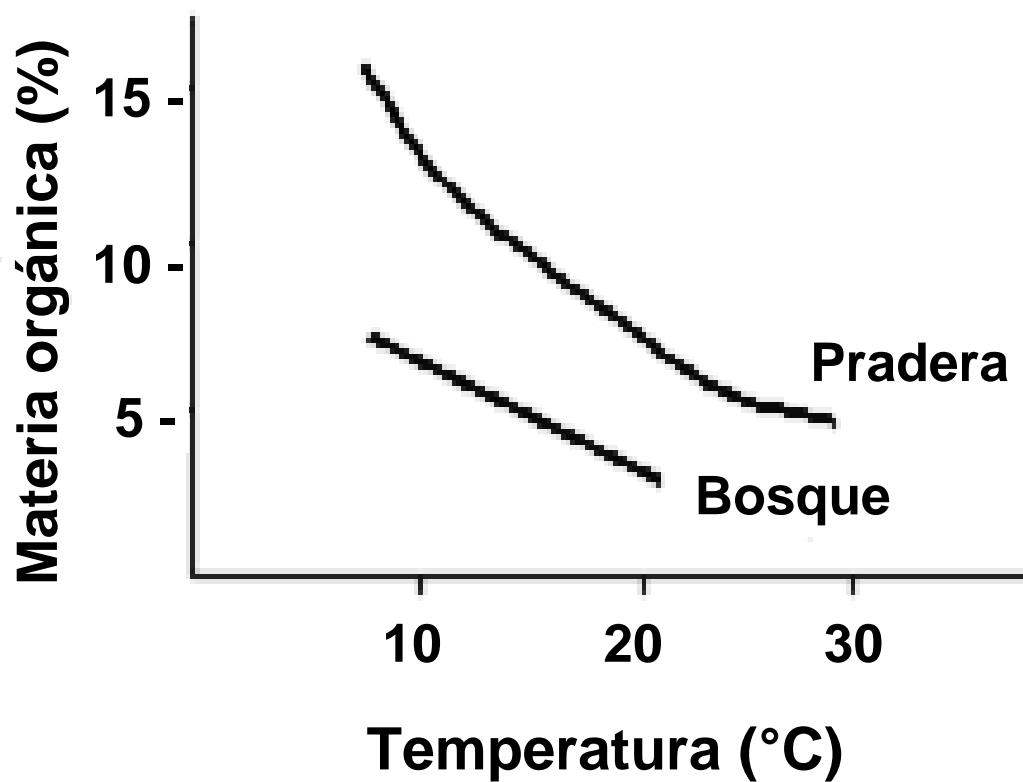
# Efecto sobre constituyentes y propiedades



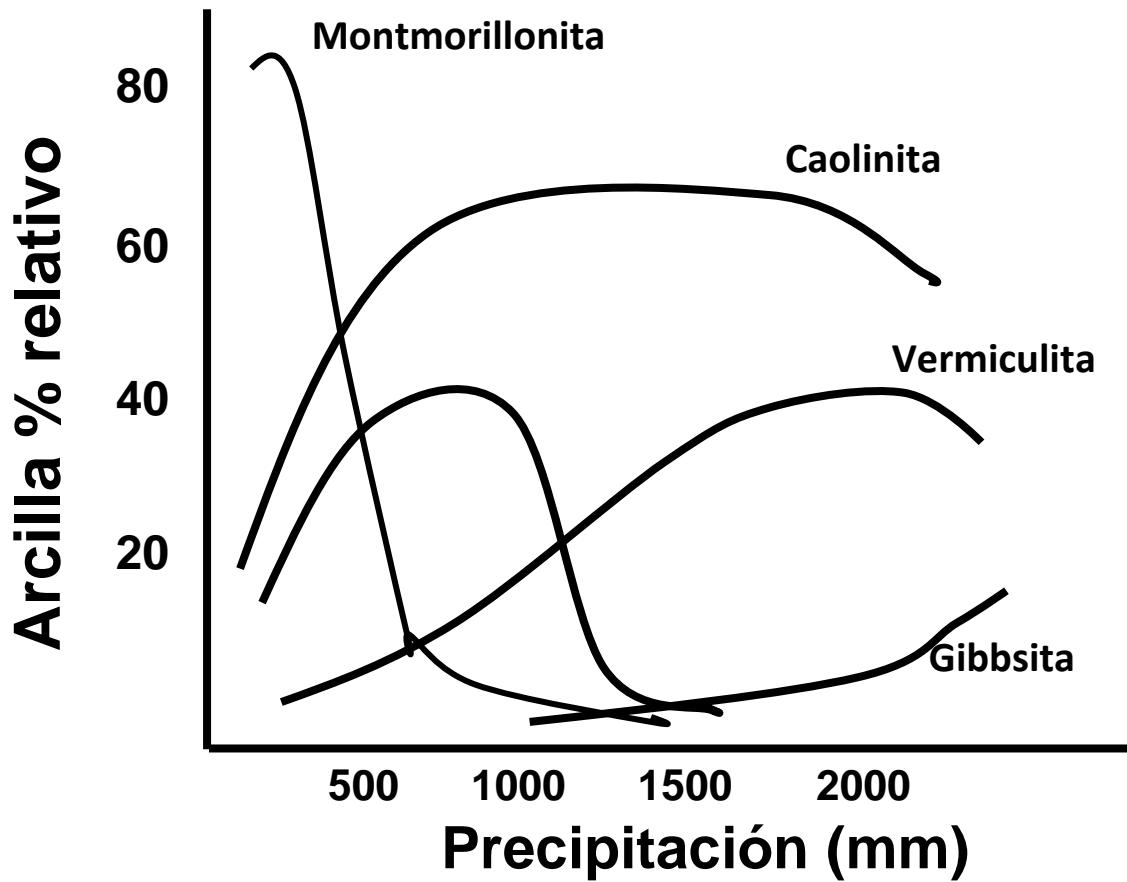
## Efecto sobre constituyentes y propiedades



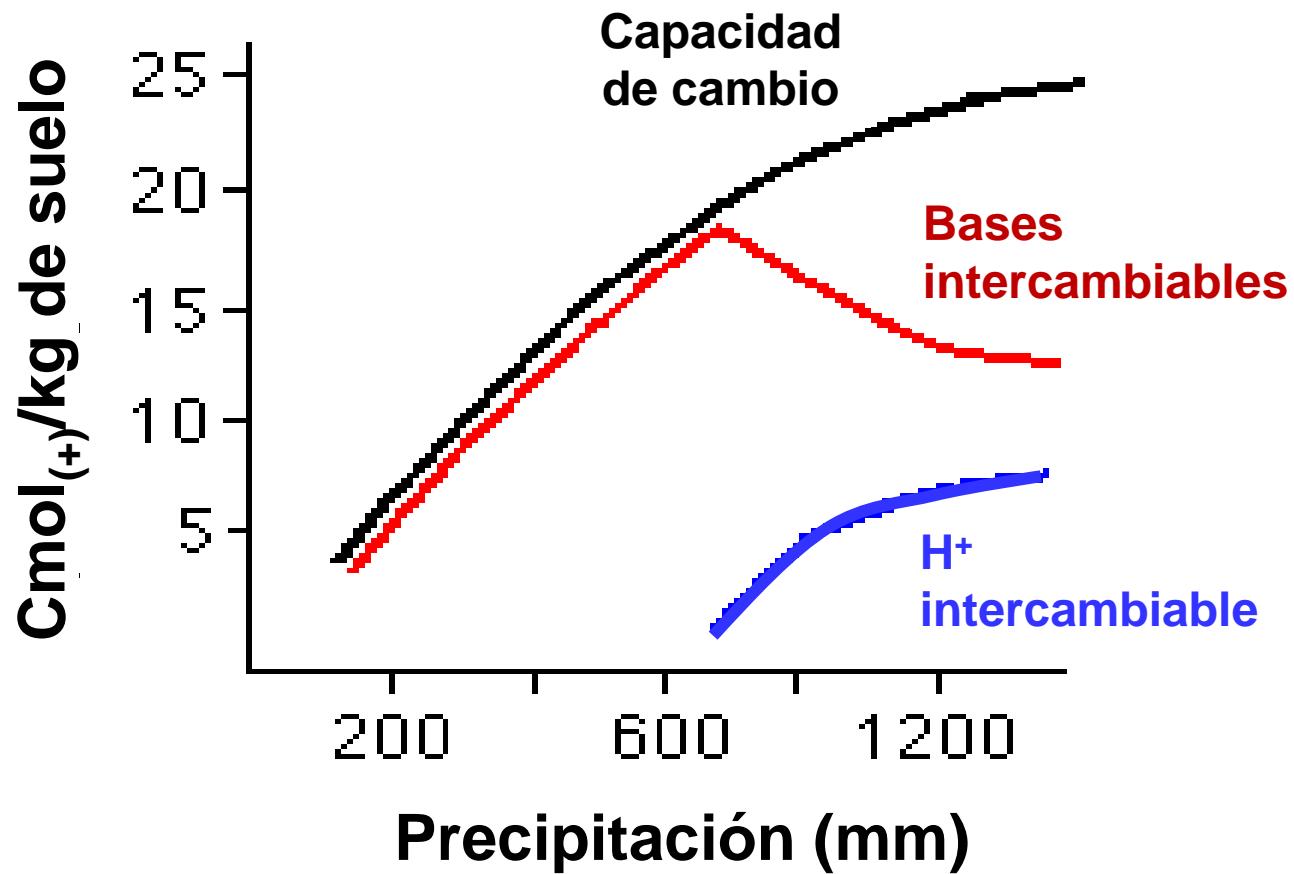
## Efecto sobre constituyentes y propiedades



# Efecto sobre constituyentes y propiedades

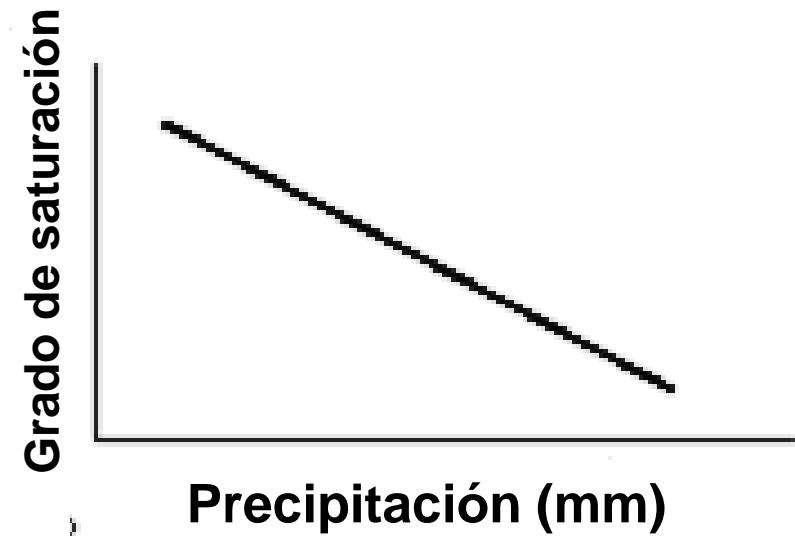
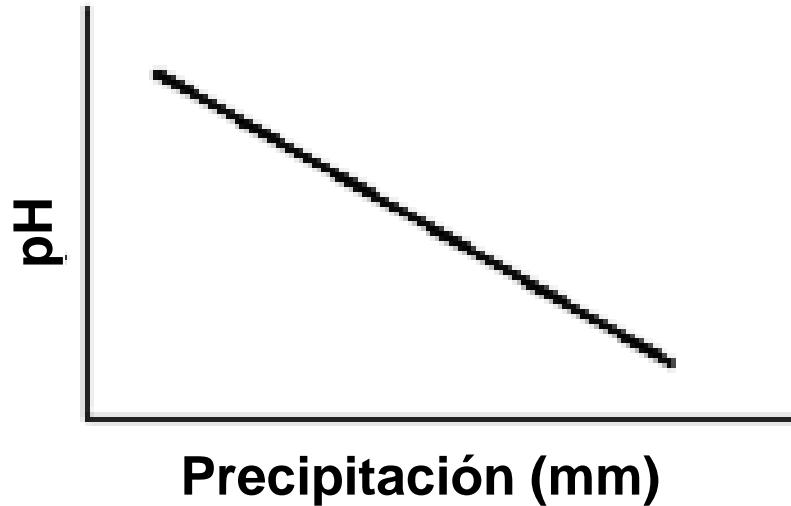


# Efecto sobre constituyentes y propiedades

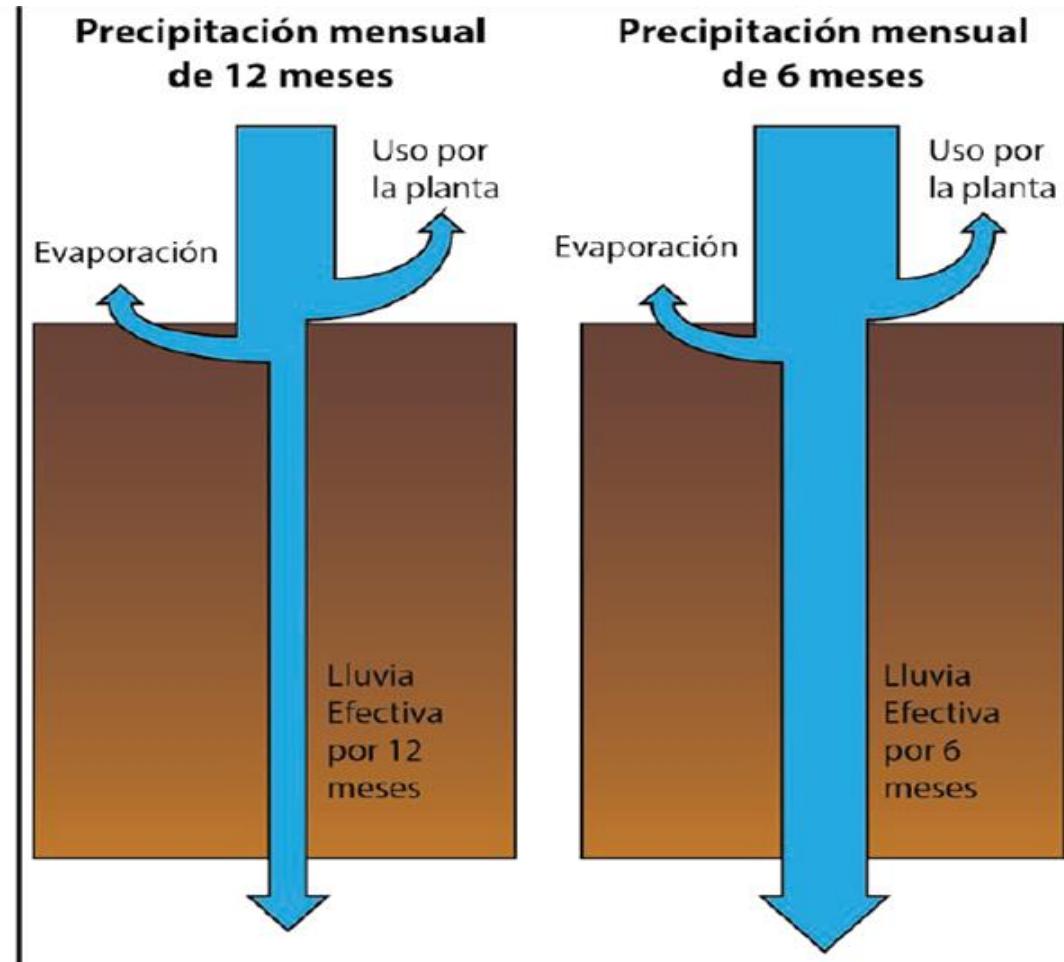


Cmol<sub>(+)</sub>/kg de suelo = me/100 gr suelo

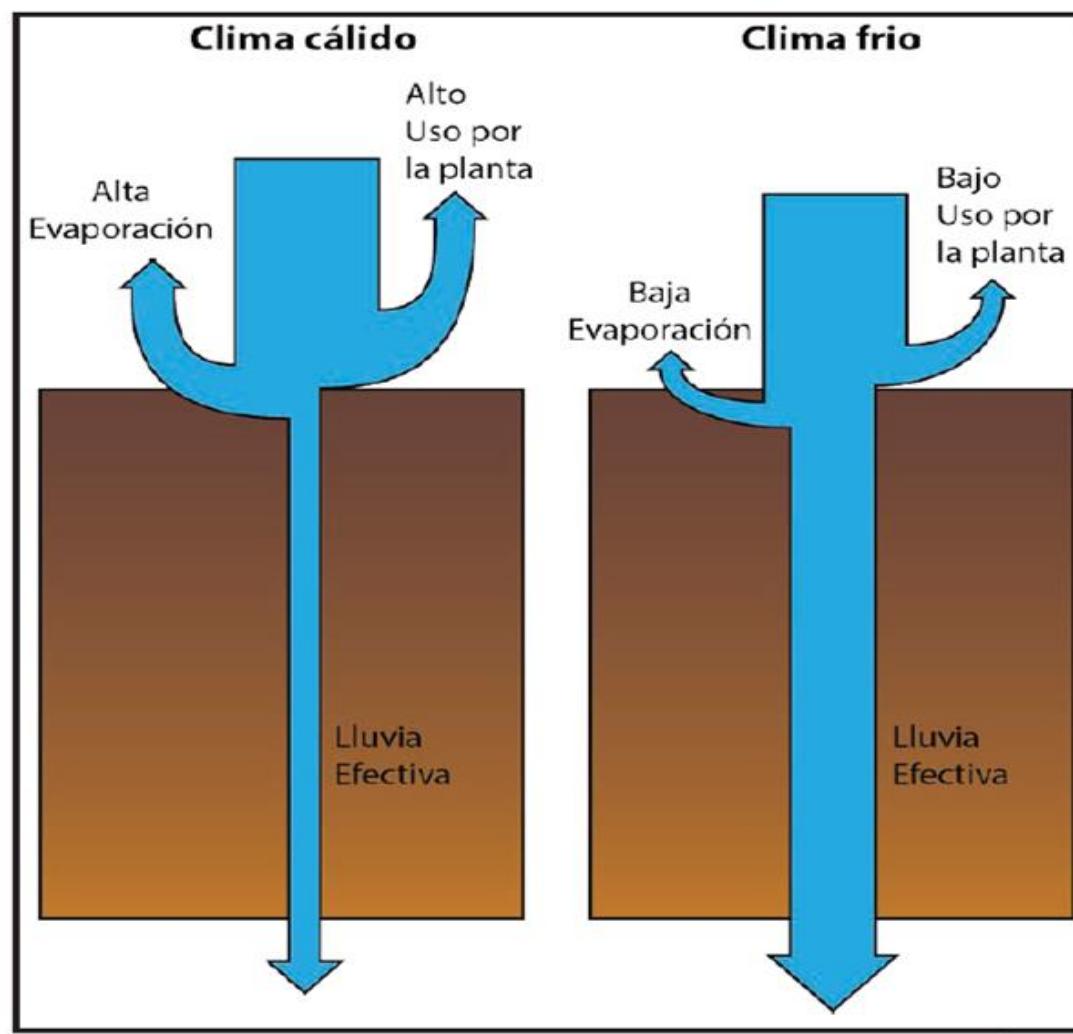
## Efecto sobre constituyentes y propiedades



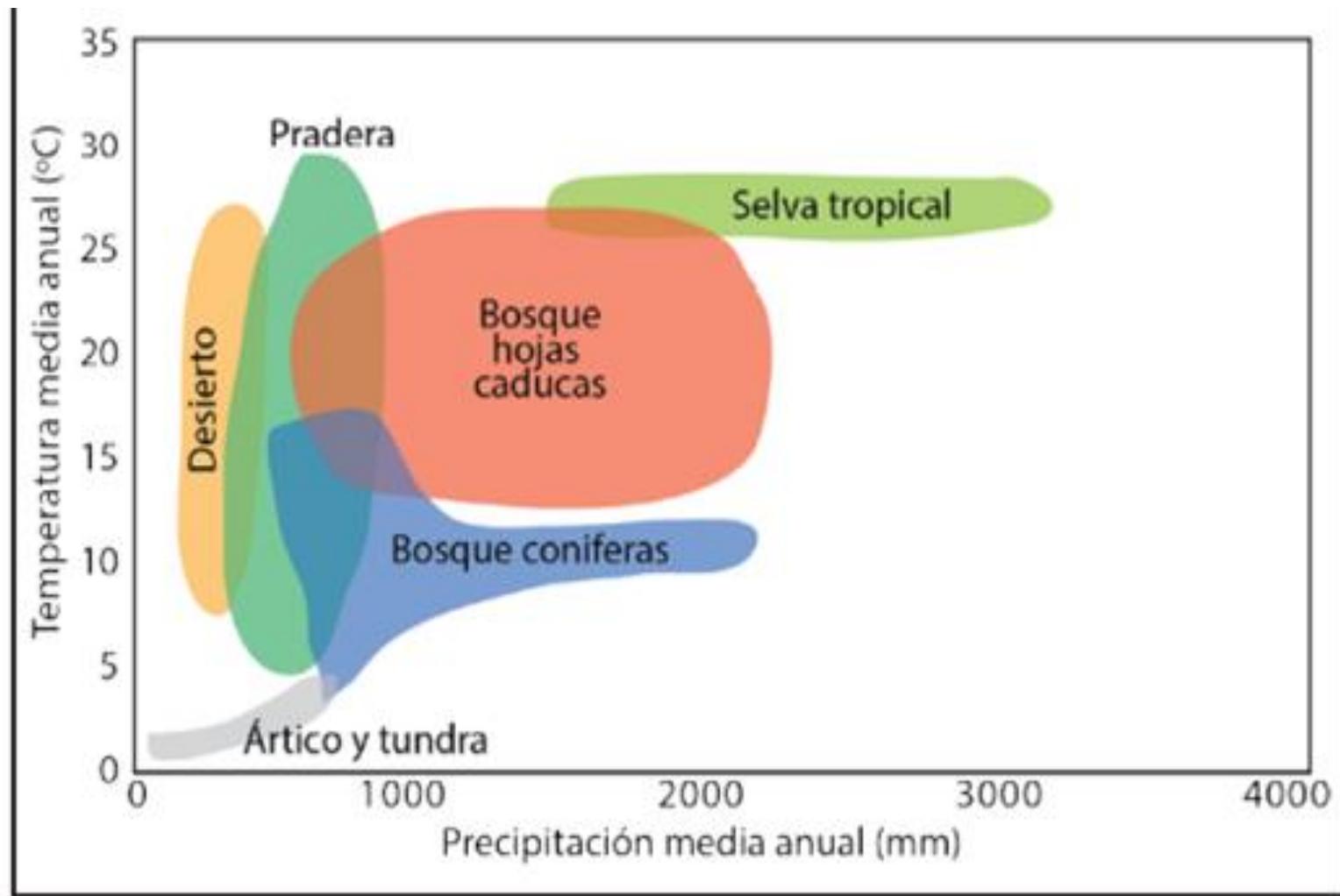
## Influencia de la distribución de las precipitaciones durante el año en la entrada de agua al perfil.



## Influencia de la temperatura y la evapotranspiración en la entrada de agua al perfil.

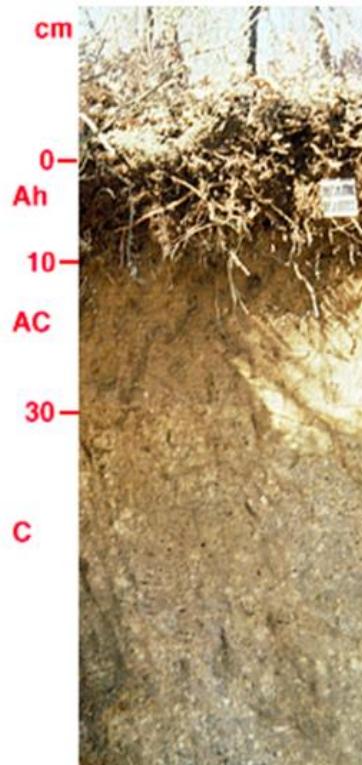


## Efecto del clima sobre la vegetación natural.



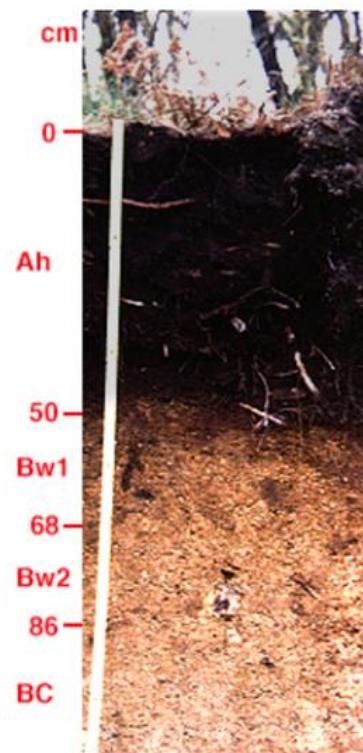
**400 mm**  
**800 mm**  
**1300 mm**

**A**



**400 mm**

**B**



**1300 mm**

**C**



**800 mm**