

EL AGUA EN LA ATMÓSFERA

Humedad del aire

Precipitación

Unidad didáctica 2. Componentes y adversidades del tiempo y clima

Radiación solar, temperatura del suelo y el aire, **humedad atmosférica, precipitación (lluvia, granizo)**. Importancia biológica y meteorológica. Medición. Caracterización. Heladas: tipos, régimen agroclimático de heladas. Protección de cultivos contra heladas: métodos directos e indirectos. Métodos de lucha contra granizo. Evaporación y evapotranspiración: concepto, causas y factores. Evapotranspiración potencial y real. Estimación de la evapotranspiración potencial. Medición de la evaporación y evapotranspiración. El balance hidrológico del suelo: elementos, fórmulas y tipos de balance. Sequía: concepto meteorológico y agrometeorológicos, tipos.

Recordando la composición de la atmósfera...

Componentes Gaseoso				Componentes no gaseoso
Componentes fijos	Volumen de aire seco	Componentes variables	Volumen de aire seco	
Nitrógeno	78,08 %	Vapor de agua	0 a 4 %	Polvo atmosférico: Cenizas volcánicas Tierra muy fina Hollín
Oxígeno	20,94 %	Dióxido de carbono	0,036 %	
Argón	0,93 %	Metano	0,00017 %	Materia viva microscópica: Bacterias, hongos Esporos de hongos Polen
Neón	0,0018 %	Óxido nitroso	0,00003 %	
Helio	0,0005 %	Ozono	0,000004 %	
Hidrógeno	0,00005 %	Polvo, hollín, etc.	0,000001 %	
Criptón	Indicios	Clorofluorocarbonos	0,00000002 %	
Xenón	Indicios			

Gases con efecto invernadero

AGUA EN LA ATMÓSFERA: vapor de agua o humedad

Alta variabilidad temporal

Alta variabilidad espacial

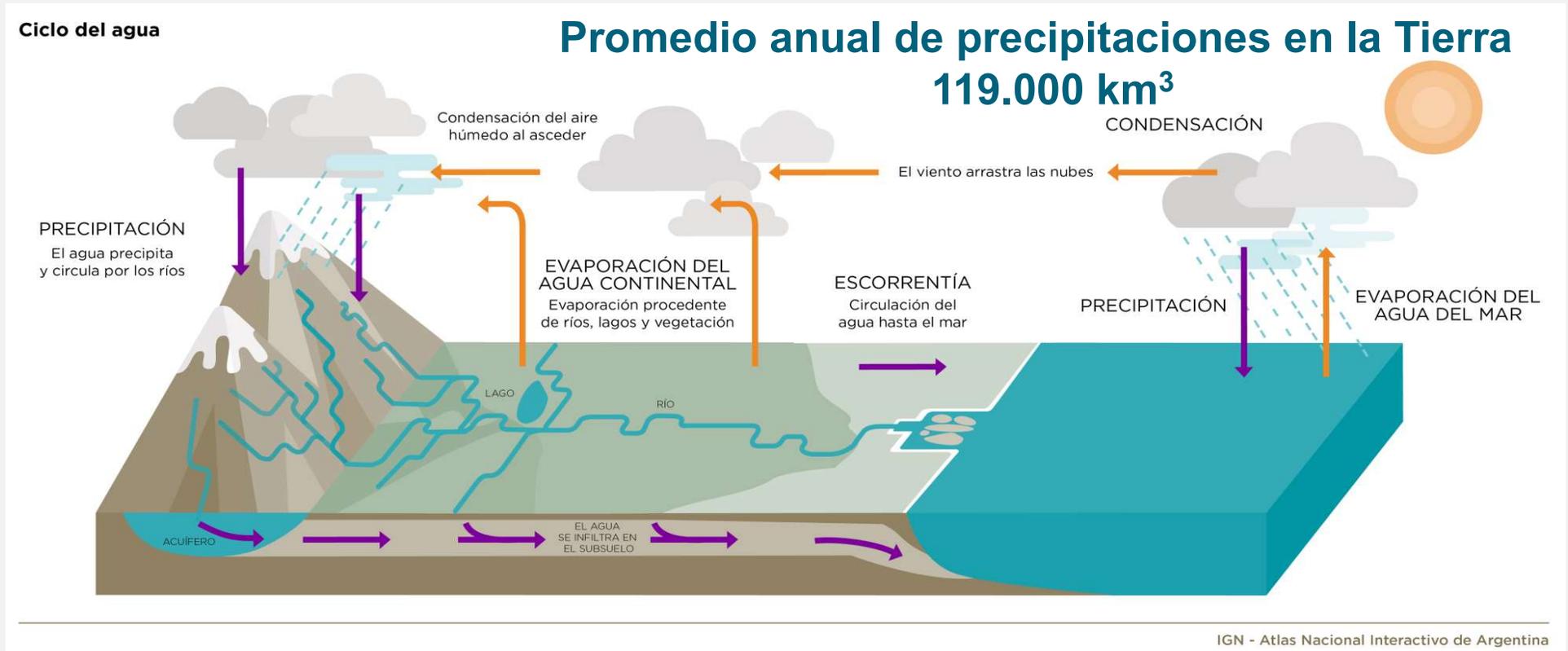
Tasa de renovación del agua

Océanos
Vapor atmosférico

1 vez cada 3.000 años
1 vez cada 10 días

Ciclo hidrológico

Proceso natural de transformaciones de estado del agua mediante el cual el agua pasa de la superficie terrestre, en su fase de vapor, a la atmósfera y regresa a la superficie en sus fases líquidas y sólidas.



Vapor de agua atmosférico

Evaporación directa
Transpiración
Sublimación

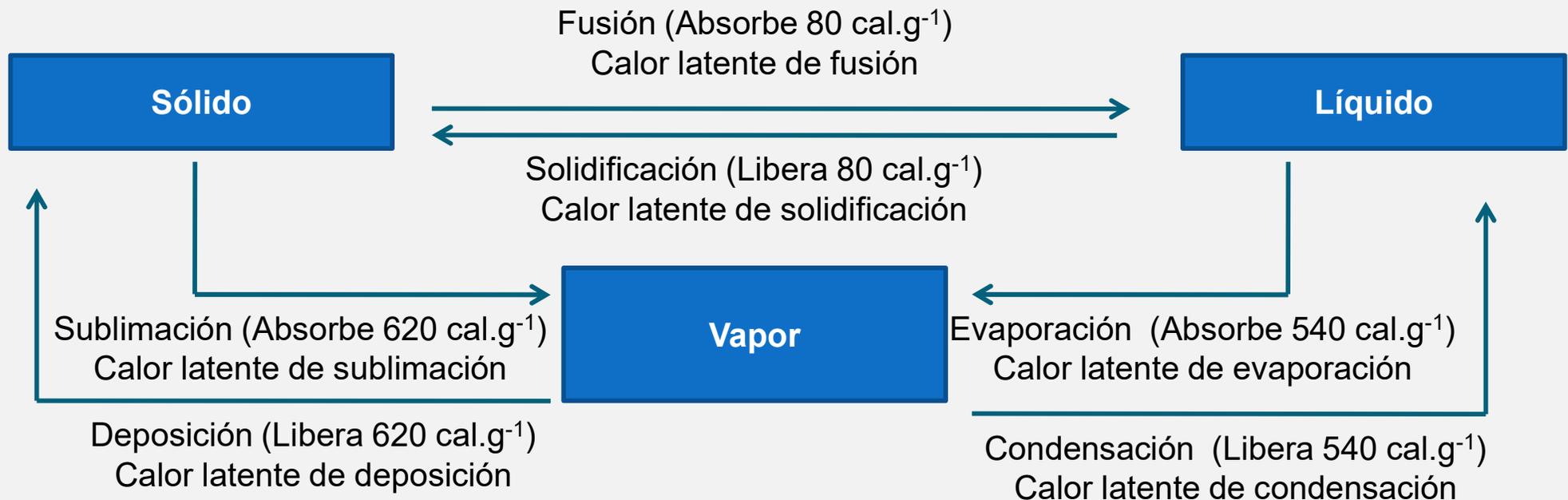
Evapotranspiración

74.000 km³

Se evaporan a la atmósfera

Importancia meteorológica y climática del vapor de agua

En los cambios de estado del agua hay absorción y liberación de energía, necesarios para la termodinámica atmosférica



El vapor de agua:

Al formarse o condensarse produce variaciones en la temperatura del aire

Al condensarse o congelarse produce formación de nubes, niebla, lluvia, nieve, granizo, rocío

Absorbe muy fácilmente las radiaciones térmicas. Por lo tanto, el aire húmedo se calienta más que el aire seco bajo la acción del sol

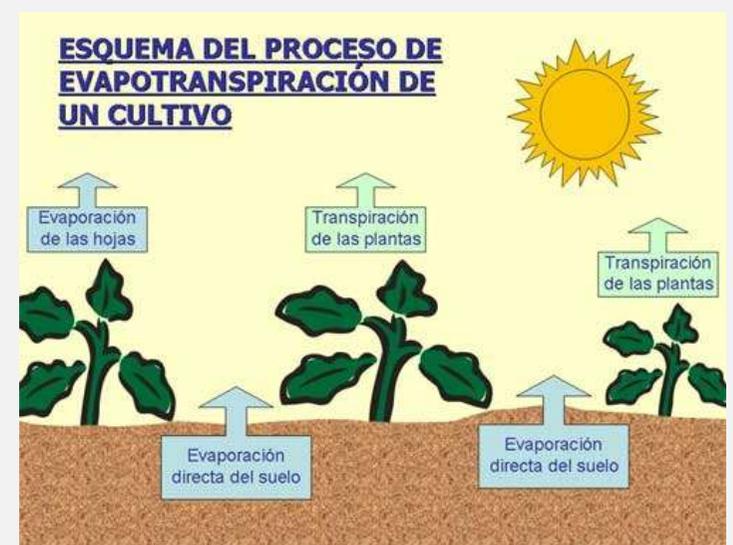
Su cantidad en la atmósfera regula la velocidad de evaporación del agua superficial

Importancia agronómica del vapor de agua

Al regular la velocidad de evaporación, incide en la desecación de los suelos y transpiración de los vegetales

Problemas de transpiración, translocación, absorción: desórdenes fisiológicos por deficiencia localizada de calcio

Condiciones predisponentes para la aparición de adversidades bióticas



Contenido del vapor de agua en el aire



Depende de la temperatura del aire

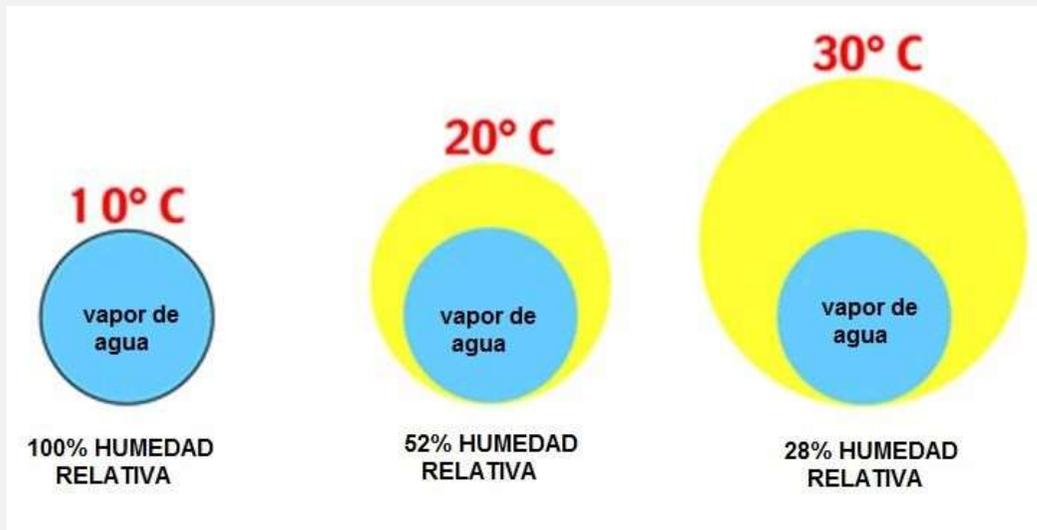
Un metro cúbico de aire (tres ejemplos)			
Estación climática	INVIERNO	PRIMAVERA - OTOÑO	VERANO
Temperatura	10 °C	20 °C	30 °C
Cantidad máxima de vapor de agua que 1 m ³ de aire puede contener (a la presión normal)	8 g	15 g	28 g

Figura 1. Cantidad máxima de vapor de agua que puede contener 1 m³ de aire, a presión normal, según su temperatura. Referencias: ● moléculas de vapor de agua, ○ moléculas de aires.

Capacidad del aire

Cantidad máxima de vapor que pueda contener una masa de aire a una determinada temperatura

Formas de expresión de la humedad del aire



Humedad relativa (HR) %

$$HR = \frac{\text{Vapor de agua en el aire}}{\text{Cantidad máxima que puede contener}} \times 100$$

Déficit de saturación (DS)

Diferencia entre cantidad de vapor de agua que una masa de aire puede contener a saturación y la que efectivamente tiene, sin que haya variación de temperatura

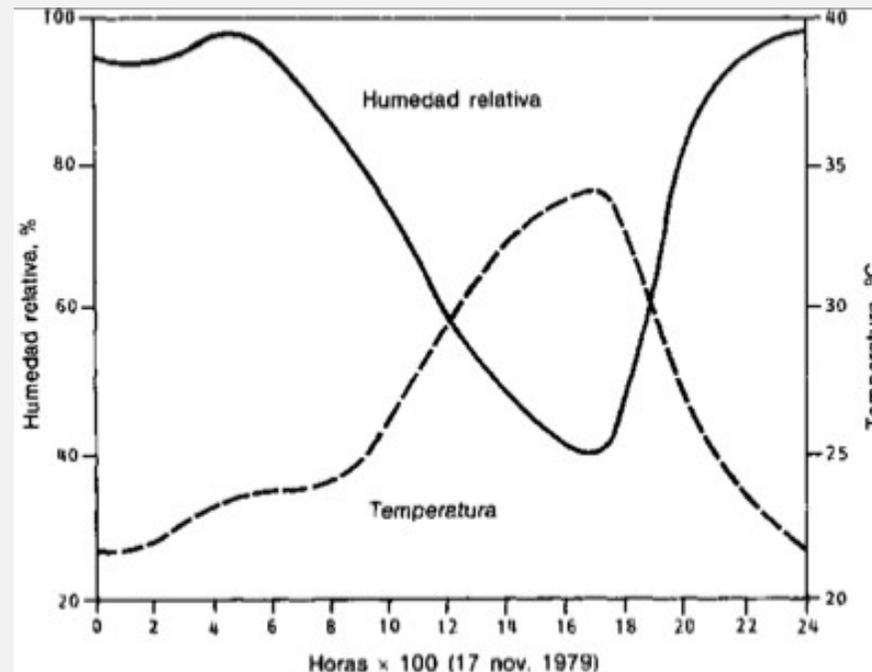
Temperatura de punto de rocío

Temperatura a la cual una masa de aire debe ser enfriada para que se produzca la saturación, manteniéndose constante la cantidad de vapor de agua

Variación de la humedad relativa (HR)

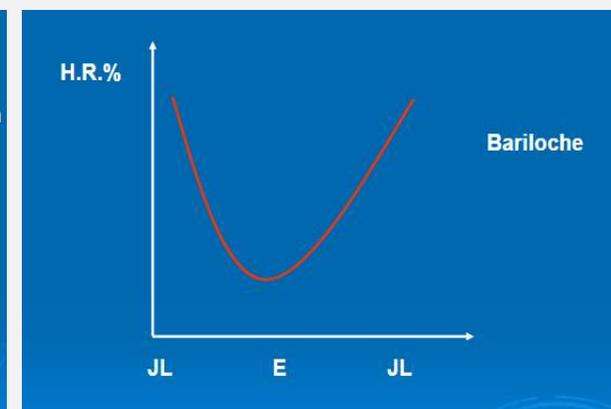
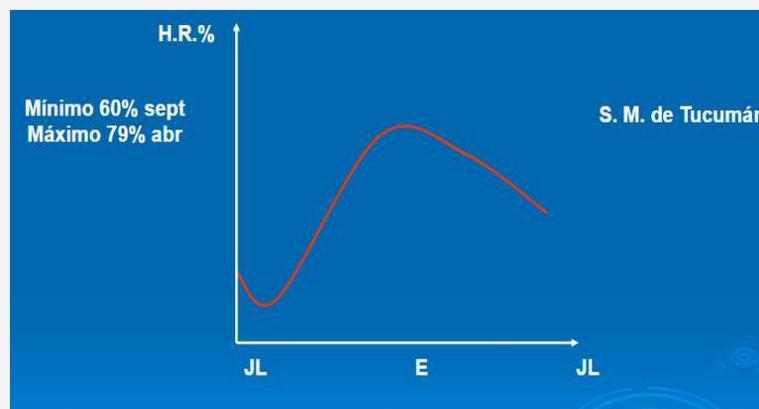
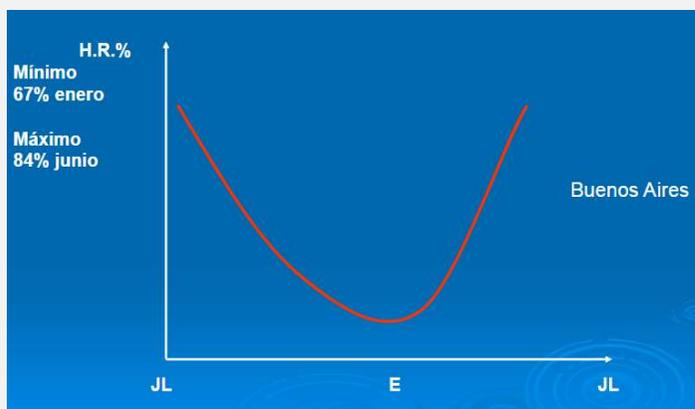
Variación diaria

Inversa a la temperatura



Variación anual

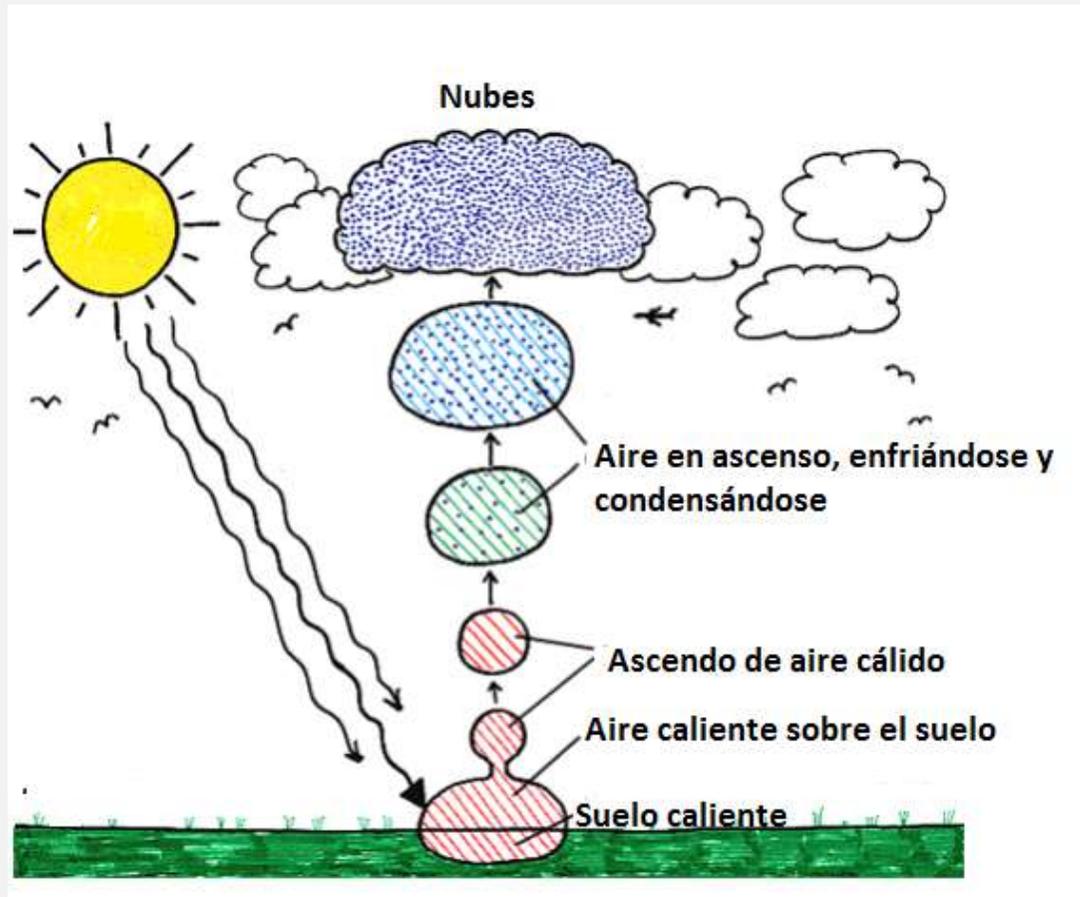
Depende de la distribución de las precipitaciones



Fuente de las imágenes: <http://www.fao.org/3/x5037s/x5037S05.htm>

Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán

Condensación – Formación de nubes



RELACIÓN DE TAMAÑOS

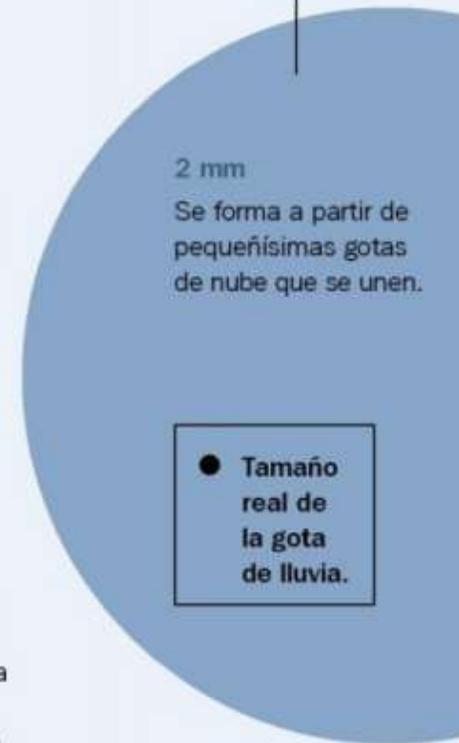
GOTA DE NUBE



0,02 mm

Millones de pequeñas gotas de nube forman las nubes.

GOTA DE LLUVIA



2 mm

Se forma a partir de pequeñas gotas de nube que se unen.

NÚCLEO DE CONDENSACIÓN

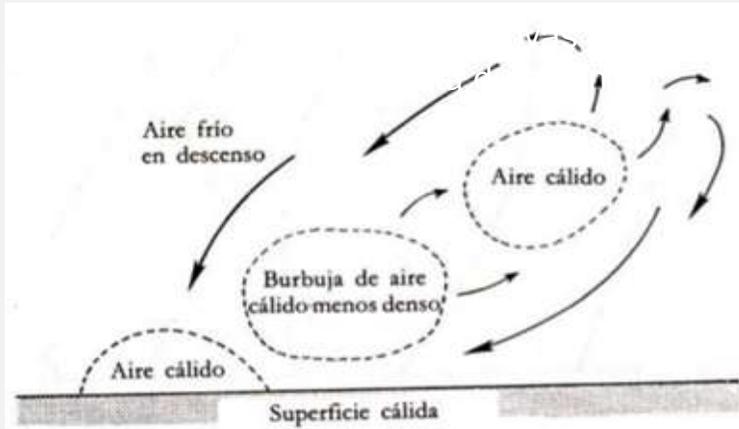


0,0002 mm

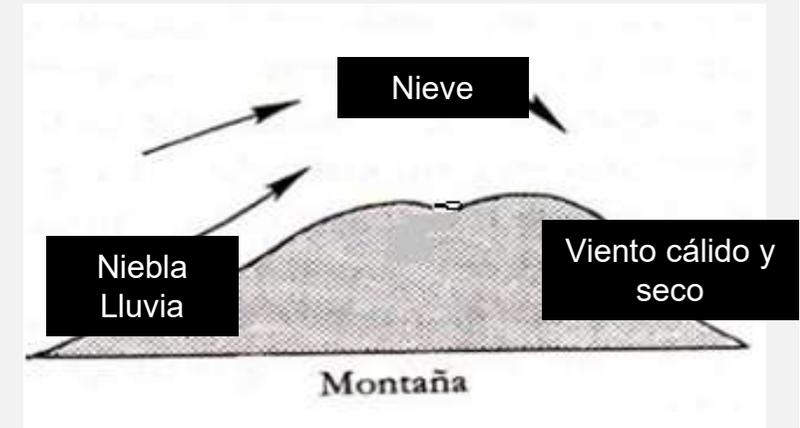
Es una partícula microscópica de polvo, humo, sulfatos y sal. A su alrededor se condensa el vapor de agua y se forman las gotas de nube.

● Tamaño real de la gota de lluvia.

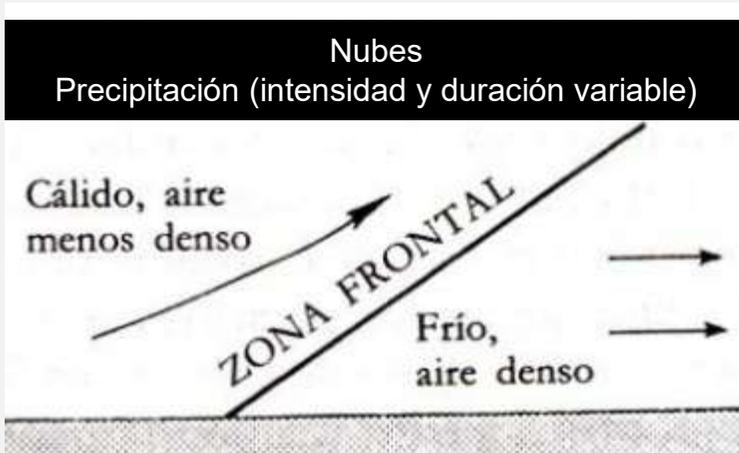
Causas del ascenso del aire



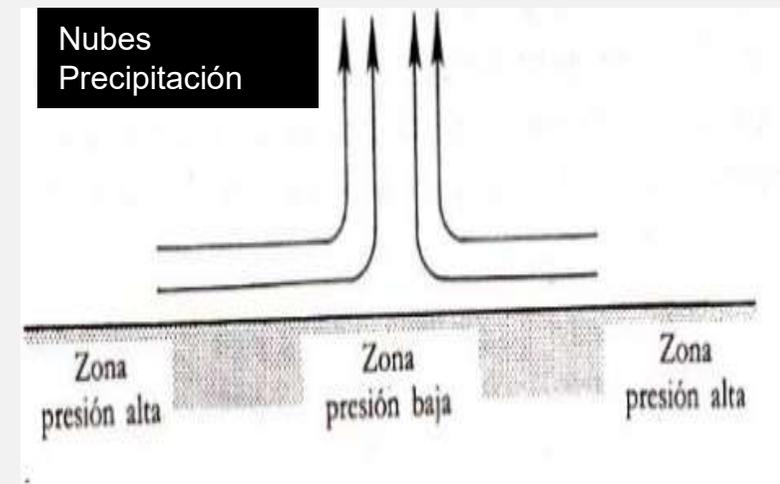
Ascenso convectivo



Ascenso orográfico



Ascenso frontal



Ascenso por convergencia

PRECIPITACIÓN

Agua en forma líquida o sólida que alcanza la superficie terrestre, proviniendo de la condensación, sublimación o ambos procesos

IMPORTANCIA

- El agua y la temperatura son elementos vitales para el funcionamiento de la Biosfera
- Papel relevante en el transporte global de energía
- Es una de las fuentes principales del ciclo hidrológico (transferencia de humedad desde el aire hacia el sistema terrestre)
- Arrastra materia nitrogenada en suspensión, aportando N al suelo
- Dato relevante para el cálculo de balances hidrológicos
- Variable que integra las bases de datos de los modelos de predicción de rendimiento de cultivos

Características diferenciales

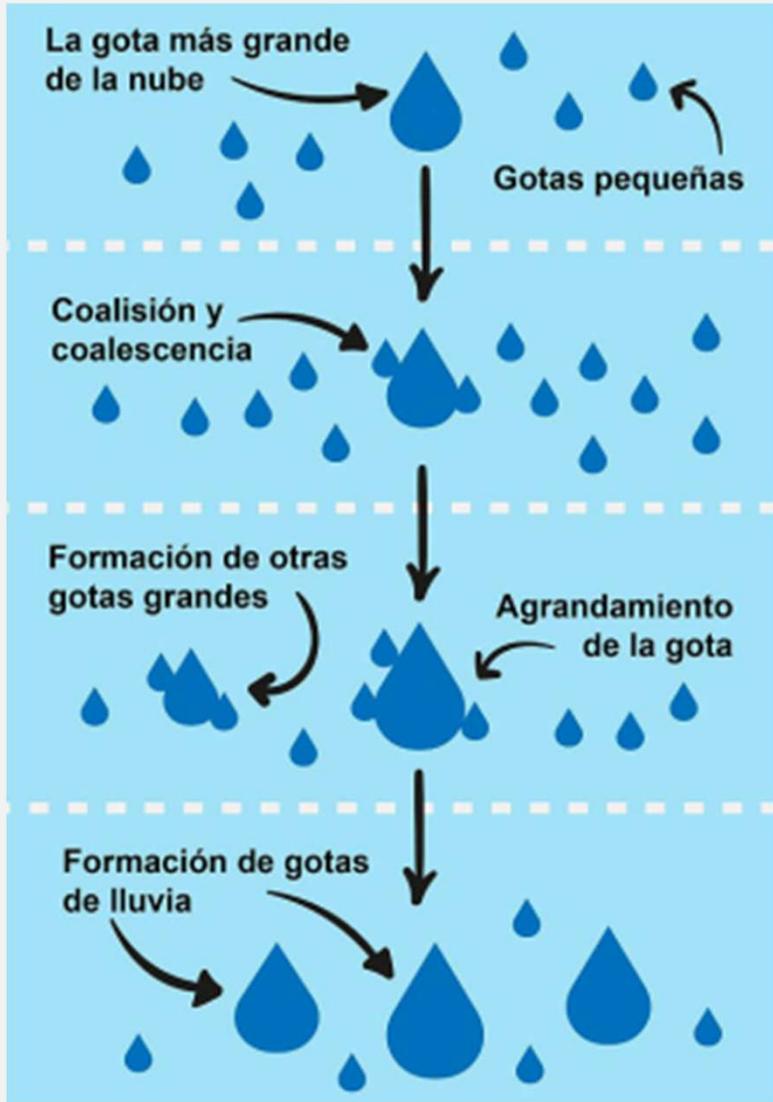
Clasificación

Estado físico del agua
Diámetro de gota
Número de gotas por dm^3
Velocidad de caída

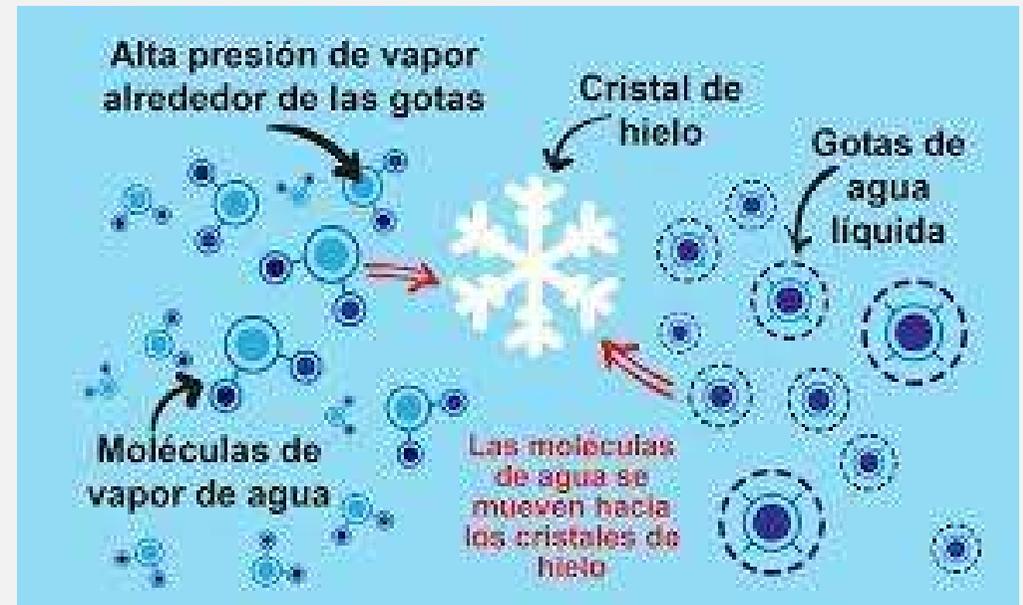
	Tipo	Características
Líquida	Llovizna	Nubes bajas, estratificadas Gotas $< 0,5 \text{ mm}$ $3 \text{ a } 4 \text{ mm.h}^{-1}$
	Lluvia	Nubes de desarrollo vertical ($T > 0 \text{ }^\circ\text{C}$ base) Gotas $1 \text{ a } 5 \text{ mm}$
	Chaparrón	Nubes de gran desarrollo vertical Esporádica, discontinua, poca duración Gotas grandes $5 \text{ a } 22 \text{ mm.h}^{-1}$
Sólida	Granizo	Nubes $T < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ Ocasional
	Nieve	Nubes estratiformes

Formación de la precipitación

Teoría de coalescencia (nubes cálidas: $T > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Teoría de Bergeron y Findeisen (nubes frías: $T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Se requieren

Núcleos de condensación
Núcleos de congelación

Medición de la precipitación

Cantidad de precipitación

Pluviómetro - Pluviógrafo

Espesor (mm) de la capa de agua que cubriría un suelo uniforme y horizontal, en ausencia de evaporación, infiltración y escorrentía

1 mm de precipitación = 1 litro/m² = 10 m³/ha = 10.000 litros/ha

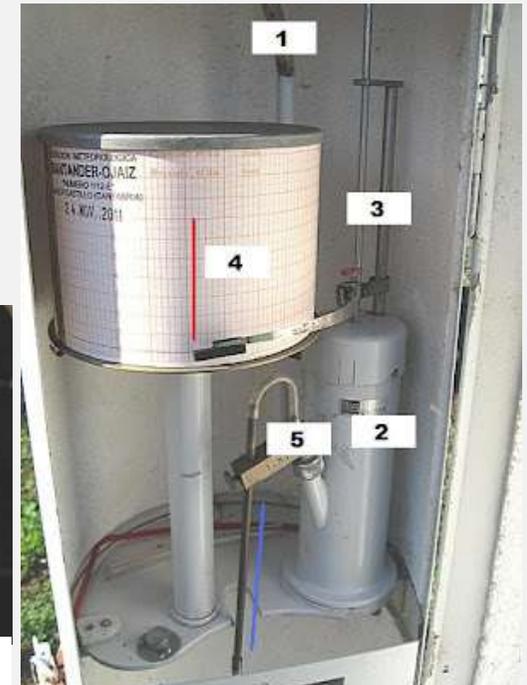
Día pluviométrico

Acumulación de lluvia registrada en las últimas 24 horas (hora de medición en Argentina: 9 h)

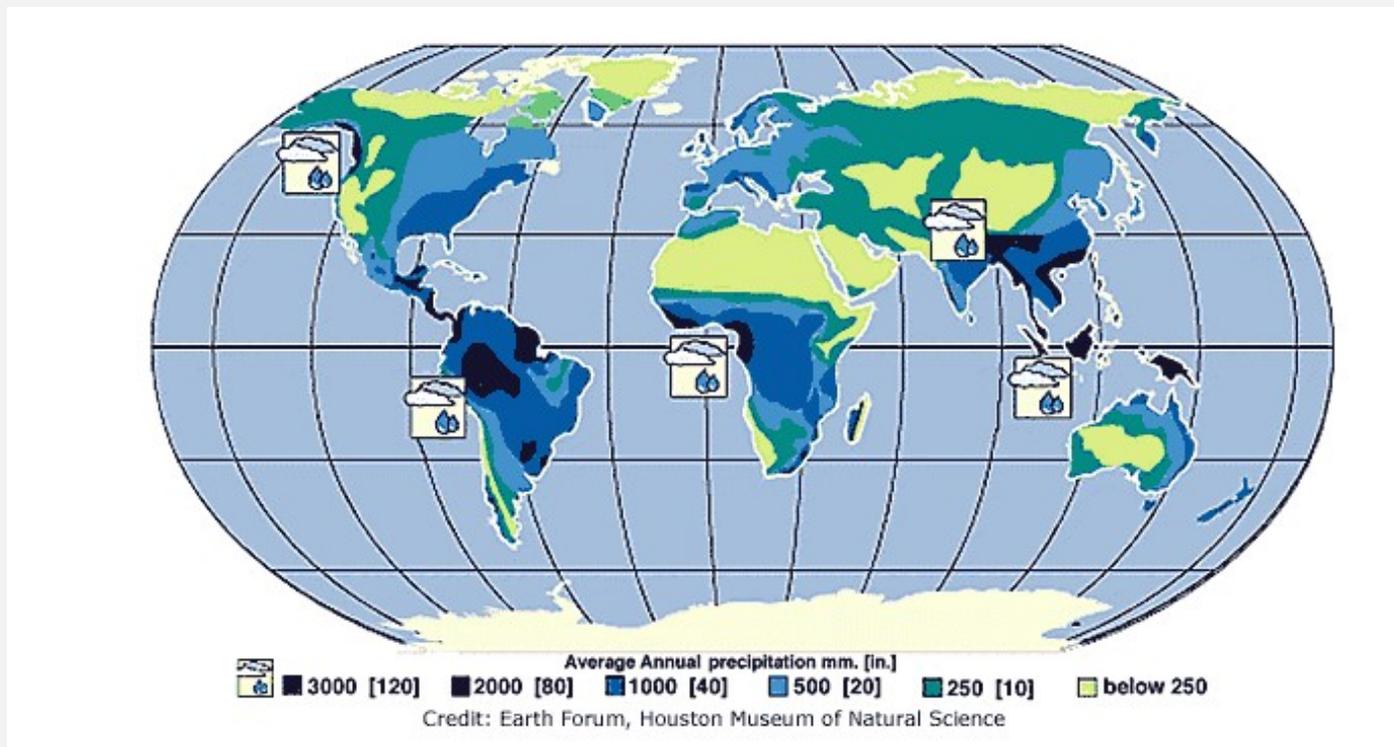
Intensidad

Pluviógrafo

Relación entre la cantidad y el tiempo de duración de la precipitación (mm/hora)



Factores que inciden sobre la precipitación



Latitud

Mayor latitud
Menor precipitación

Distancia al mar

Mayor distancia
Menor precipitación

Dirección de los vientos

Relieve (cadenas montañosas)

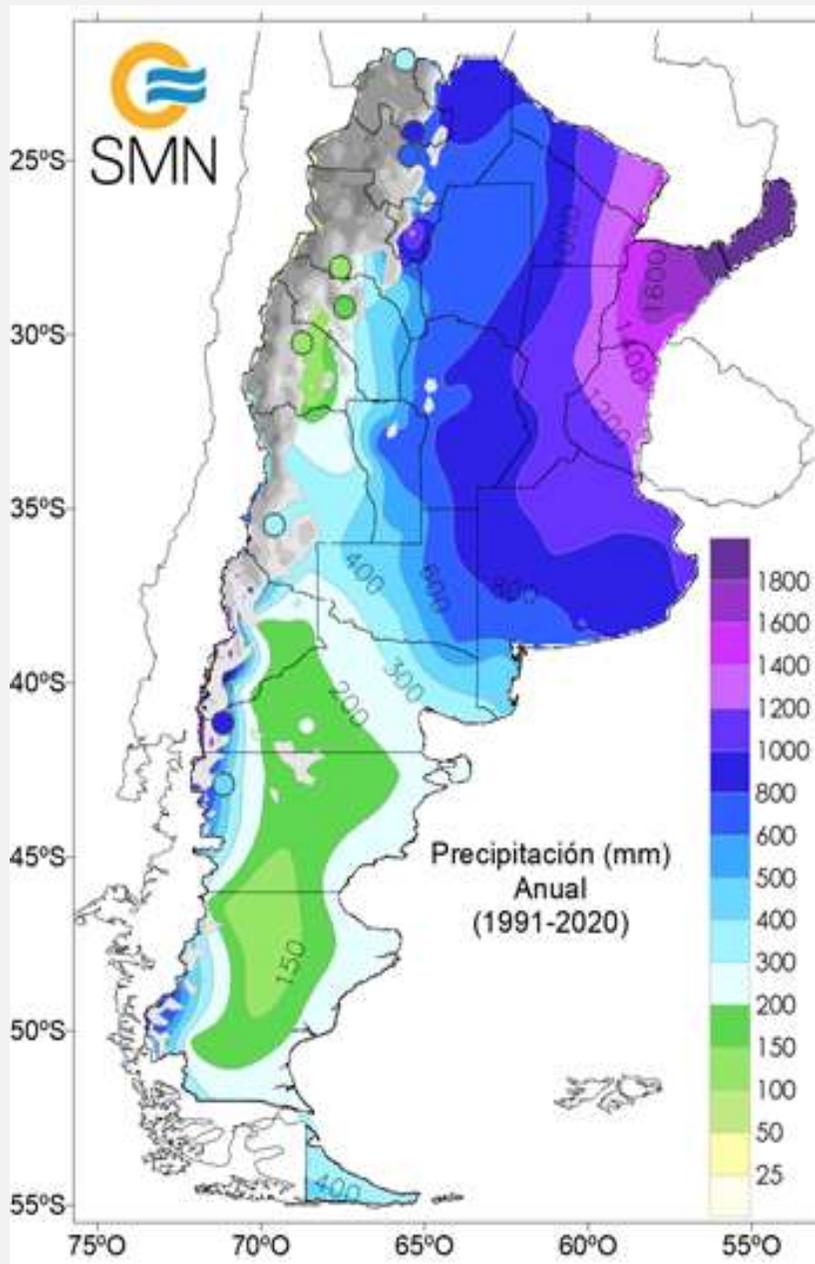


Figura 11. Precipitación anual (mm) para la Argentina. Periodo 1991-2000

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional:
<https://www.smn.gov.ar/clima/atlasclimatico>

Regímenes de precipitación

Monzónico: las precipitaciones del semestre cálido son iguales o mayores al 80% de la precipitación anual. Las precipitaciones se concentran en la estación cálida. **Jujuy, Salta, Tucumán**

Mediterráneo: cuando las precipitaciones del semestre frío son iguales o mayores al 60% de la precipitación anual. Las precipitaciones se concentran en la estación invernal. **Región Cordillerana norte de la Patagonia**

Isohigro: cuando las precipitaciones se distribuyen más o menos uniformemente a lo largo del año. **Provincias de litoral y de las estepas pampeana y patagónica**