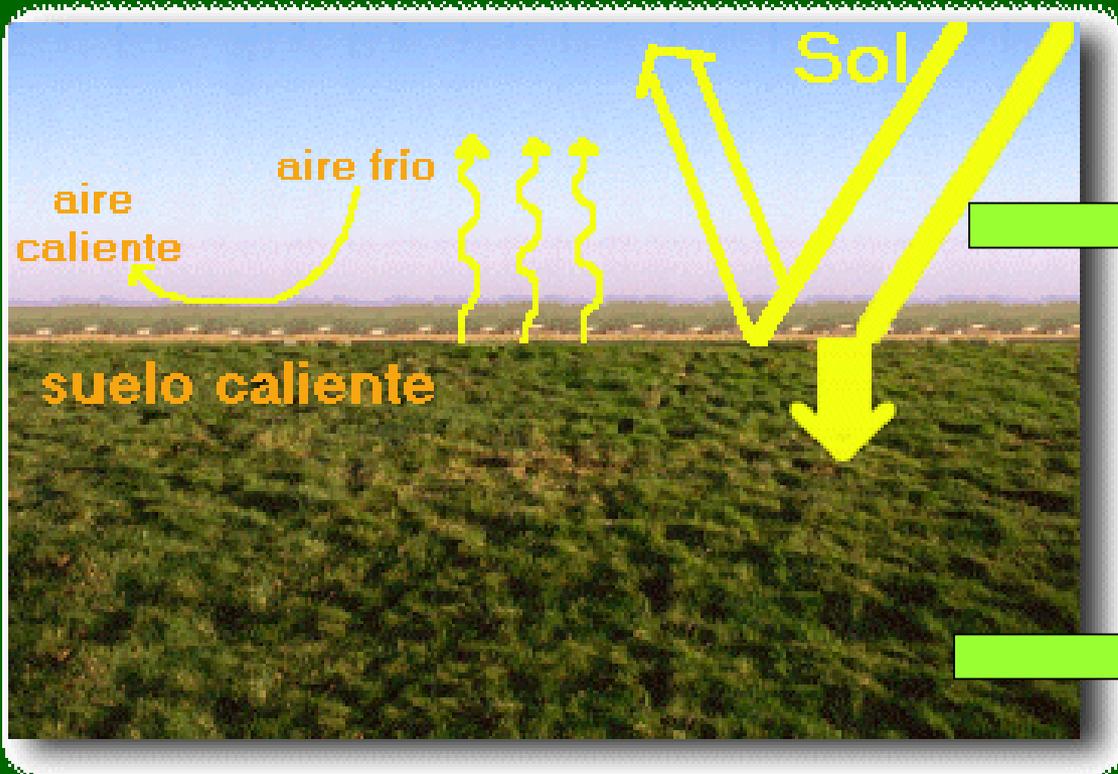


Temperatura de suelo y del aire

TEMPERATURA DEL SUELO



Meteorología:

Fuente de calor para la T del aire

Agrometeorología:

Plantas
Microorganismos

EFECTOS BIOLÓGICOS

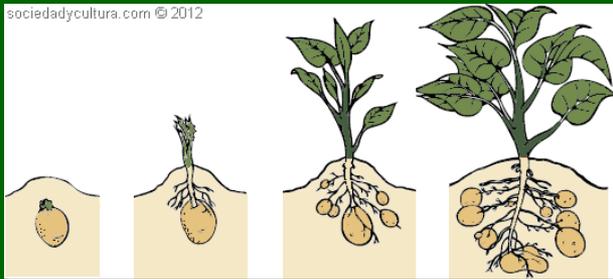
- **FENOLOGICOS:**



Duración del subperíodo (siembra-nacimiento)

Temperatura cardinales de germinación

- **CRECIMIENTO DE RAICES Y TUBERCULOS**



PAPA: Óptima: 17 °C

Máxima: 27°C

- **Disponibilidad del agua en el suelo: no disponible con $T < 1\text{ °C}$**

EFECTOS SOBRE ACTIVIDAD DE BACTERIAS

- Se activan con temperatura $> 7^{\circ}\text{C}$

Producción de NO^3

7°C ----- $0,9 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

26°C ----- $3,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

34°C ----- $9,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

44°C ----- $2,1 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$



Efectos sobre la actividad de hongos fitopatógenos

MARCHITAMIENTO DEL LINO Y TOMATE

Infección máxima ----- 24 – 28 °C

Infección nula ----- > 38 °C

Infección nula ----- < 14 °C



CARBON HEDIONDO DEL TRIGO

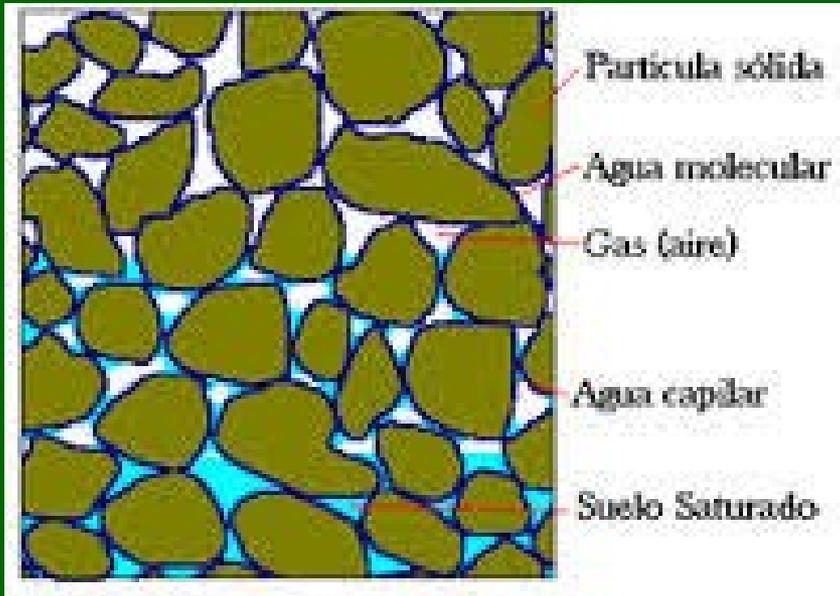
inhibe infección ----- < 5 °C

Óptima ----- 15 – 20 °C

Inhibe infección ----- > 22 °C



TEMPERATURA DEL SUELO



Transmisión de calor:

Conducción molecular (95 %)

Movimientos verticales

Movimiento del calor depende de 3 constantes físicas:

Calor específico o capacidad calórica (C_e)

Conductibilidad calórica (λ)

Difusibilidad calórica o conductibilidad térmica (D ó A)

Constantes físicas del suelo

Calor específico (Ce) o capacidad calórica (CC)

Cantidad de calor necesaria para elevar en 1°C la temperatura de una cierta cantidad de sustancia

El suelo puede cambiar su relación entre peso y volumen (densidad)

$\bar{\rho}$ real: masa de una unidad de volumen de partículas sólidas [g.cm³]
(medida uniendo las partículas sólidas del suelo)

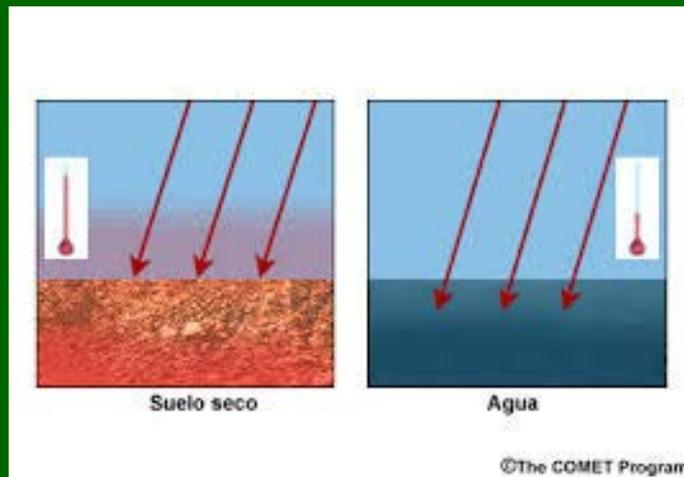
$\bar{\rho}$ aparente : masa de una unidad de suelo seco, sin compactar
(la muestra conserva sus espacios porosos)

Ce_g (gravimétrico) : la unidad es la masa de la sustancia [cal . g⁻¹. °C⁻¹]

Ce_v (volumétrico): la unidad es el volumen de la sustancia [cal . cm⁻³. °C⁻¹]

Calor específico de distintos componentes del suelo

Sustancia	Ce_g [cal. g ⁻¹ .°C ⁻¹]	Ce_v [cal . cm ⁻³ . °C ⁻¹]
Minerales	0,18 a 0,23	0,49 a 0,58
Humus	0,45	0,60
Aire	0,24	0,0003
Agua	1	1



¿Qué suelo incrementará más rápidamente su temperatura?

Un suelo seco?

Un suelo húmedo?

Un suelo mineral?

Un suelo orgánico?

¿ Por qué?

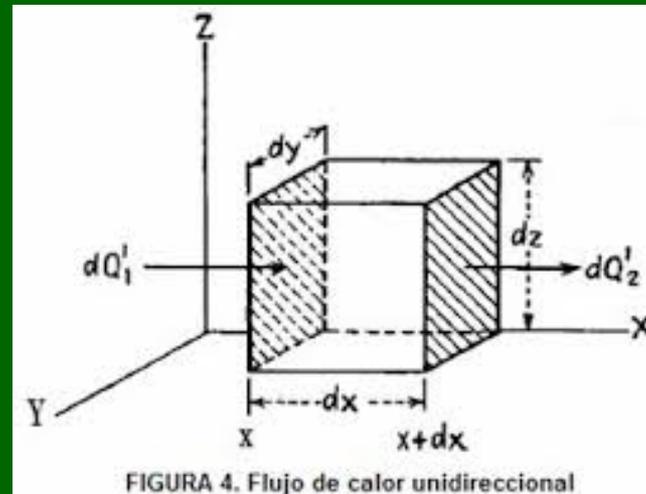
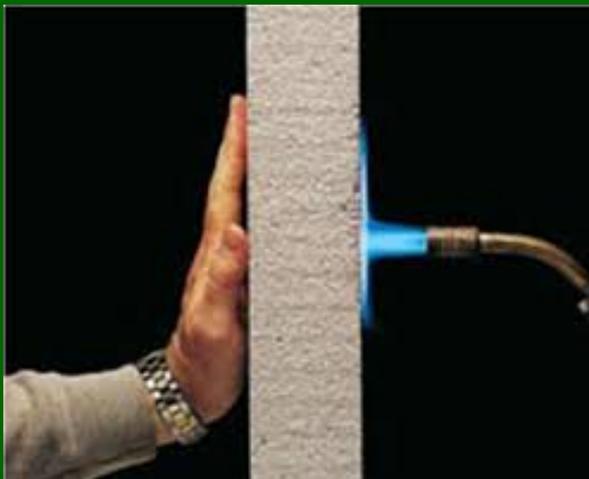
Considerando 1 cm³ con la siguiente composición:

Componente	Volumen [cm³]	Cev del componente [cal.cm⁻³.°C⁻¹]	Cv total [cal.cm⁻³.°C⁻¹]
Mineral (arena)	0,46	0,49	$(0,46 \times 0,49) = 0,22$
Materia orgánica (humus)	0,10	0,60	$(0,10 \times 0,60) = 0,06$
Agua	0,31	1,0	$(0,31 \times 1,00) = 0,31$
Aire	0,13	0,0003	$(0,13 \times 0,0003) = \text{muy baja}$
Total			0,59

CONDUCTIBILIDAD CALORICA O TÉRMICA (λ)

$$[\text{cal.cm}^{-1} \cdot \text{seg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}]$$

Cantidad de calor capaz de pasar, en una unidad de tiempo (1 seg), a través de un bloque de sustancia de 1 cm^2 de superficie y de 1 cm de espesor, cuando la diferencia es de 1°C y no hay transporte horizontal de calor (Calor en sentido vertical)



Coeficiente de conductibilidad térmica de distintos componentes del suelo

Componente	[cal.cm ⁻¹ .seg ⁻¹ .°C ⁻¹]
Calcáreos	0,0040
Humus	0,0030
Agua	0,0015
Aire	0,00005

¿Qué suelo transmitirá mejor el calor en profundidad?

Un suelo seco?

Un suelo húmedo?

¿ Por qué?

COEFICIENTE DE DIFUSIBILIDAD CALÓRICA (D)

$$[\text{cm}^{-2} \cdot \text{seg}^{-1}]$$

Elevación de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de 1 cm^3 de sustancia por el pasaje de una cantidad de calor equivalente a su C_e volumétrico

$$D = \frac{\lambda}{C_{\text{eg}} \cdot \delta} = \frac{\text{cal} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{seg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}}{\text{cal} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}} = \text{cm}^2 \cdot \text{seg}^{-1}$$

Coeficiente de difusibilidad calórica de distintos componentes del suelo

Componente	λ [cal.cm ⁻¹ .seg ⁻¹ .°C ⁻¹]	Cv (Cg*δ) [cal.cm ⁻³ .°C ⁻¹]	D [cm ² .seg ⁻¹]
Materia mineral	0,0050	0,49	0,010
Humus	0,0030	0,60	0,005
Agua	0,0015	1	0,0015
Aire	0,00005	0,0003	0,16

TEMPERATURA DEL SUELO

FACTORES EXTERNOS:

- Características del suelo
- Cubierta vegetal
- Radiación recibida

FACTORES INTERNOS:

- Propiedades físicas del suelo

MODIFICACION DE LA TEMPERATURA DEL SUELO

- **PRACTICAS CULTURALES:**
Laboreo
Incorporación de abonos orgánicos
- **CAMBIANDO COLOR DE LA SUPERFICIE:**
Materiales inertes, carbón
- **TAREAS DE IRRIGACION Y DRENAJE**
- **UTILIZACION DE MATERIALES ARTIFICIALES**



TEMPERATURA DEL AIRE

Importancia biológica

- **Distribución de especies**
- **Formas y estructuras vegetales**
- **Procesos vitales de crecimiento y desarrollo**
- **Calidad y cantidad de rendimientos**
- **Difusión y virulencia de enfermedades y plagas**

TEMPERATURA DEL AIRE

Umbrales

- **Algas azul - verdosas: hasta 90° - 95°C**
- **Especies árticas: hasta - 70°C**
- **Levaduras y bacterias en reposo: 120° / 130°C**
- **Árboles en dormancia: - 30° / - 40°C**

TEMPERATURA DEL AIRE

Cultivos

Límites generales: 0° a 50°C

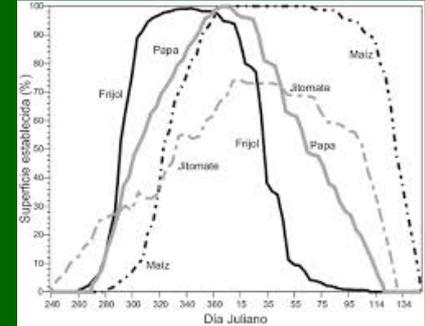
Efectos
diferenciales

A) TEMPERATURA Y CRECIMIENTO

Temperaturas cardinales

Bioperiodos térmicos

Temperaturas extremas letales



B) TEMPERATURA Y DESARROLLO

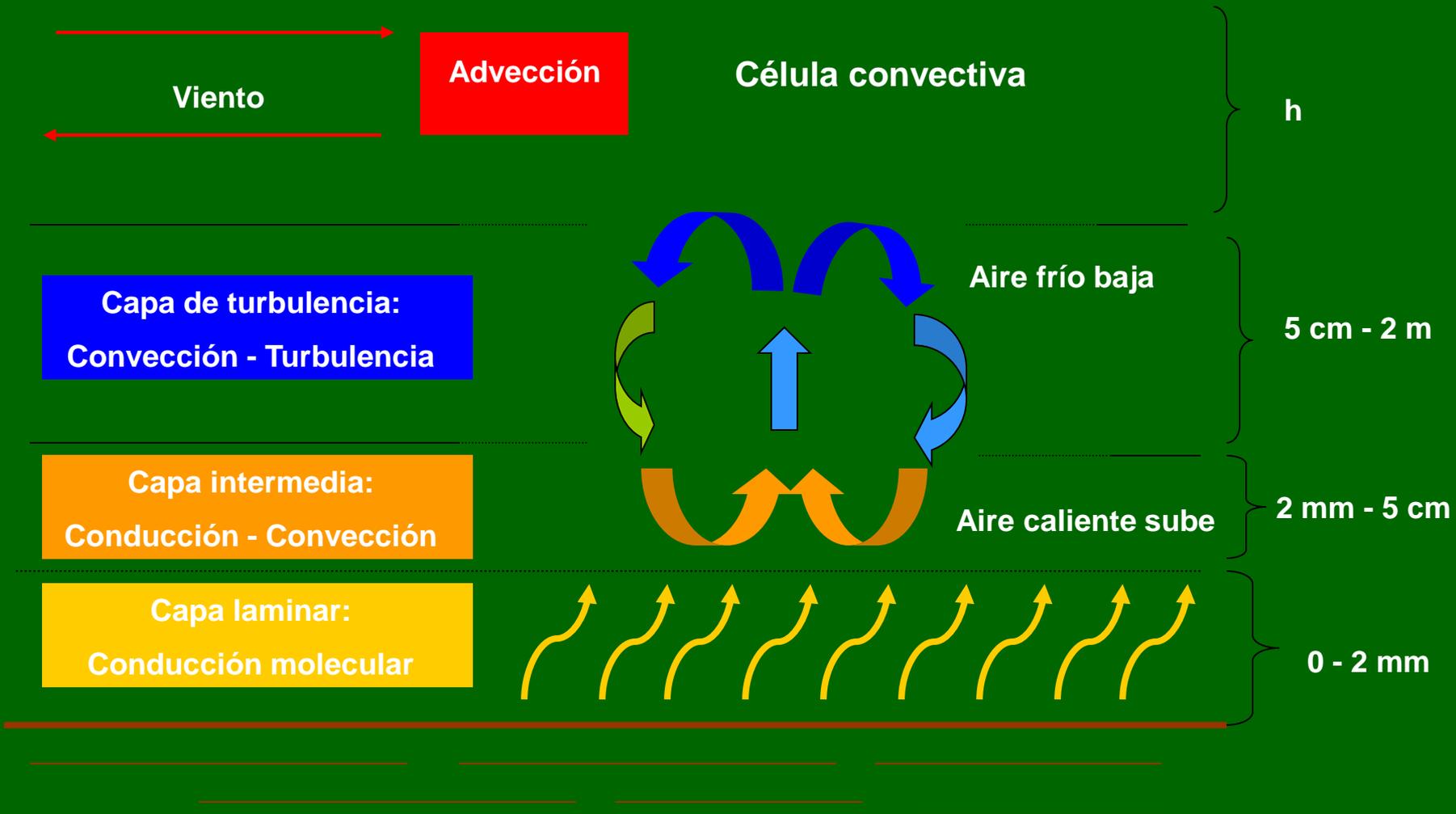
Acción positiva

Acción negativa

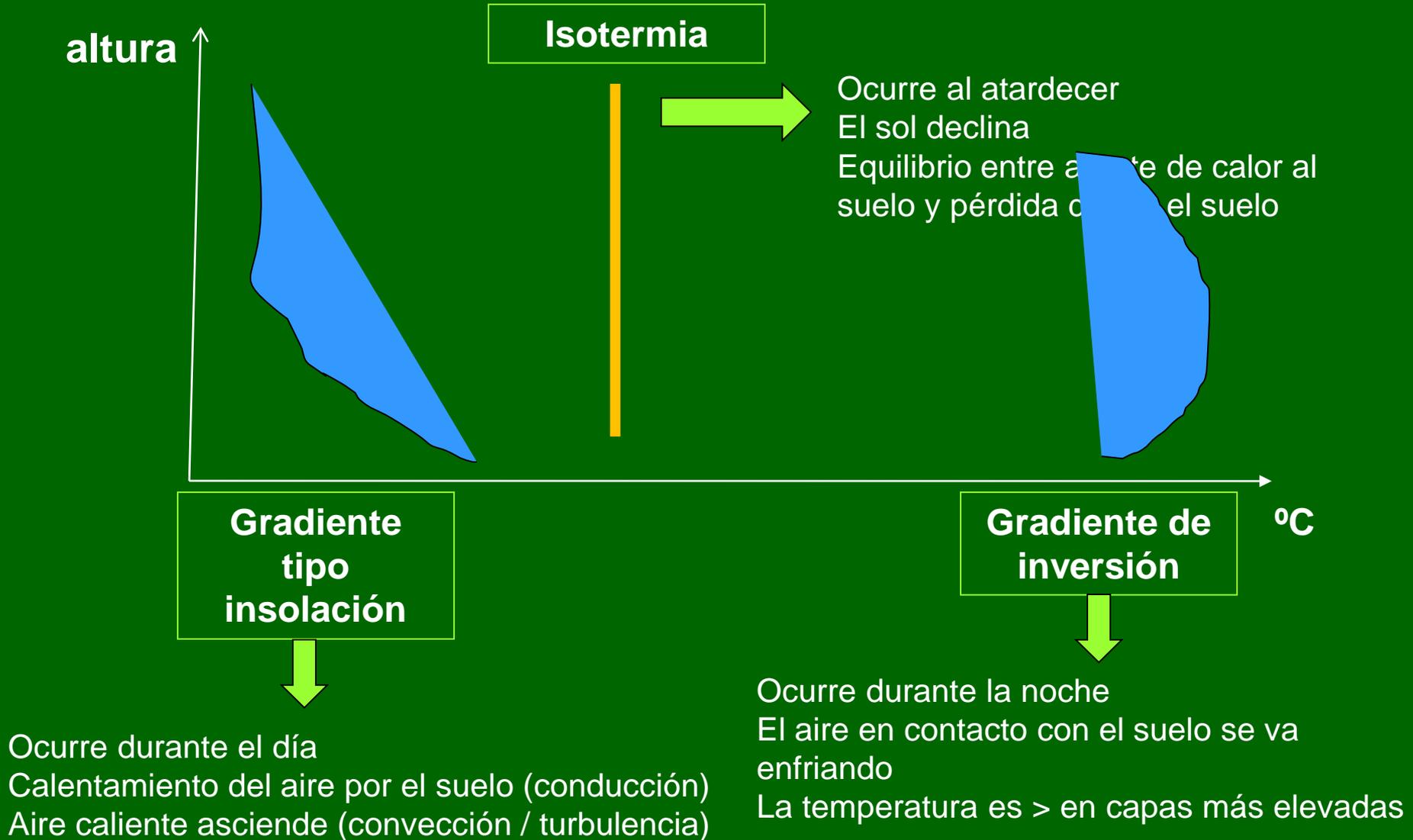
Termoperiodismo

TEMPERATURA DEL AIRE

Intercambio de calor suelo - aire

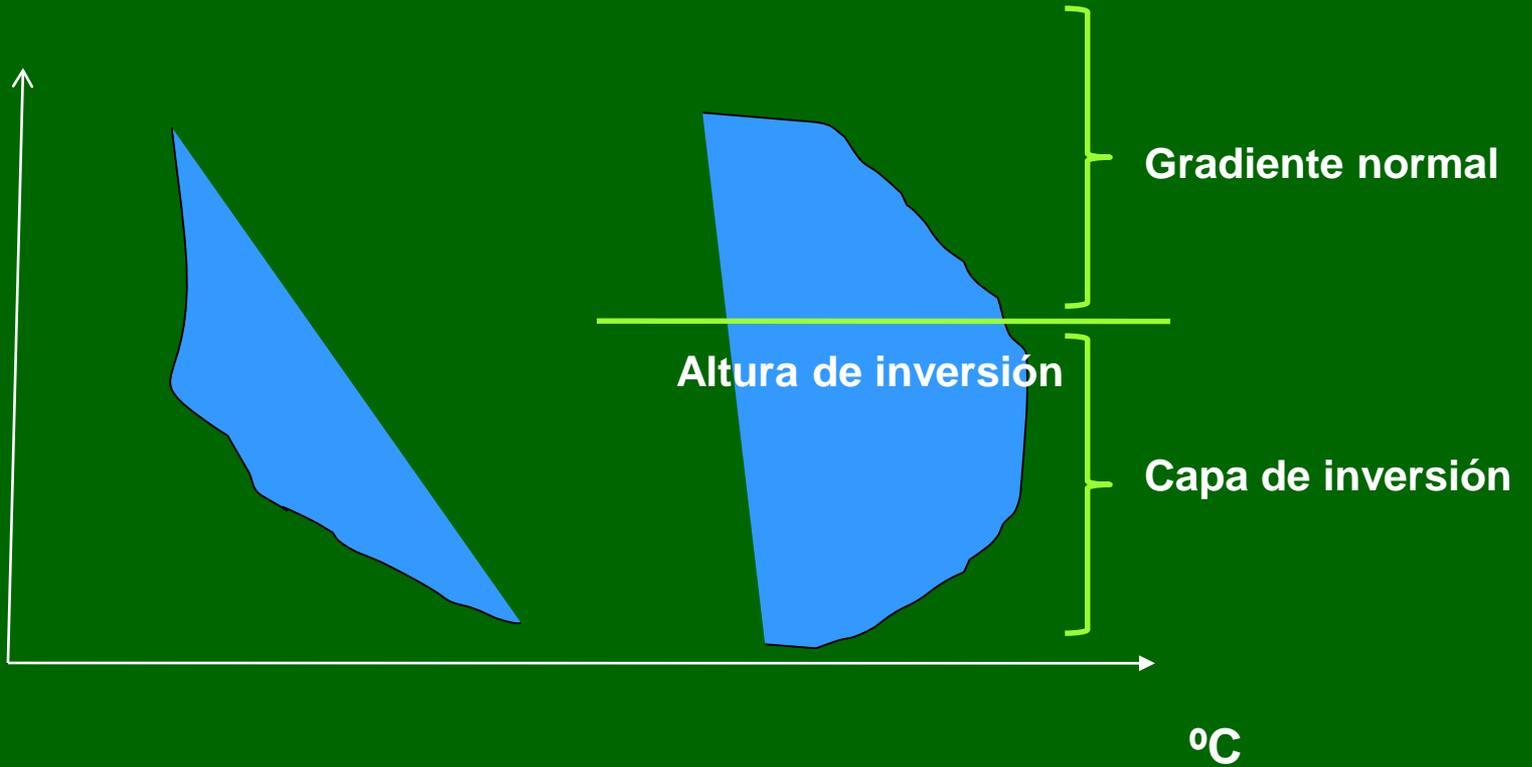


Procesos de calentamiento y enfriamiento del aire (Variación con la altura: gradientes)



Inversión térmica

altura



Gradiente normal

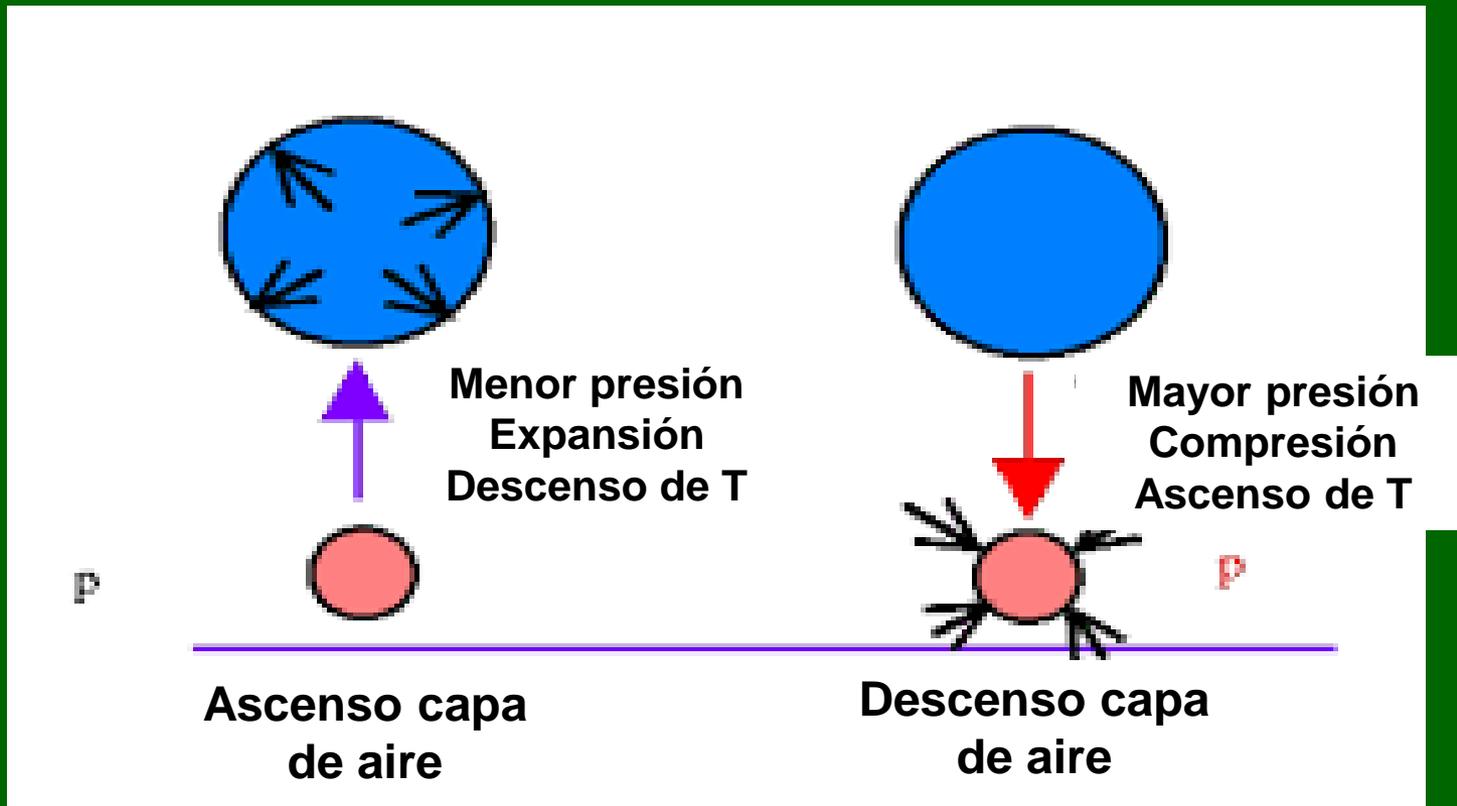
Altura de inversión

Capa de inversión

°C

Cambios adiabáticos de temperatura

Responsables de cambios de temperatura en capas altas de la atmósfera
(procesos del tiempo)



Procesos adiabáticos

No hay intercambio de calor con el medio

Cambios adiabáticos de temperatura

GRADIENTES ADIABÁTICOS

Ascenso / descenso aire no satura o seco (< 100 % HR)

Variación: 1 °C cada 100 m (gradiente adiabático seco)

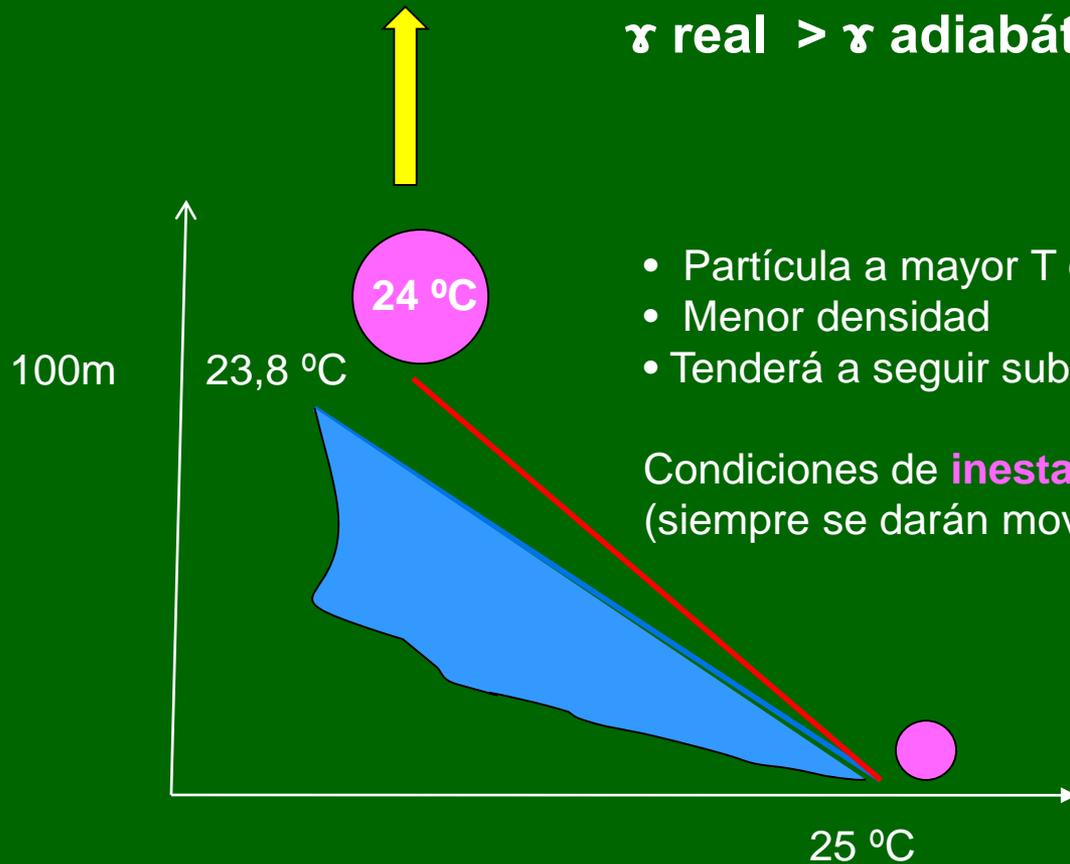
Ascenso / descenso aire saturado (100 % HR)

Valor variable, menor que el gradiente adiabático seco (gradiente adiabático húmedo) 0,5 °C cada 100 m

Estabilidad / inestabilidad de la atmósfera

$\gamma_{\text{real}} > \gamma_{\text{adiabático seco}}$

$\gamma_{\text{real}} > \gamma_{\text{adiabático húmedo}}$



- Partícula a mayor T que el aire que la rodea
- Menor densidad
- Tenderá a seguir subiendo

Condiciones de **inestabilidad absoluta**
(siempre se darán movimientos verticales de la masa de aire)

Por ejemplo:

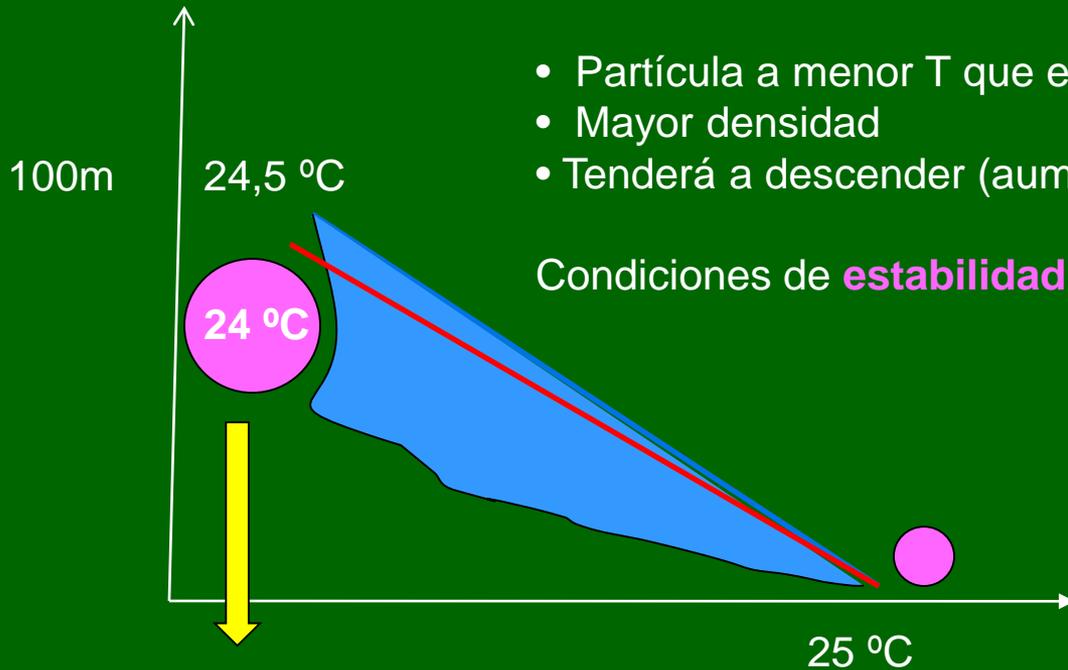
$\gamma_{\text{real}} = 1,2 \text{ °C} / 100 \text{ m}$

$\gamma_{\text{adiabático seco}} = 1 \text{ °C} / 100 \text{ m}$

$\gamma_{\text{real}} < \gamma_{\text{adiabático seco}}$

$\gamma_{\text{real}} < \gamma_{\text{adiabático húmedo}}$

- Partícula a menor T que el aire que la rodea
- Mayor densidad
- Tenderá a descender (aumentando su T) hasta su posición original



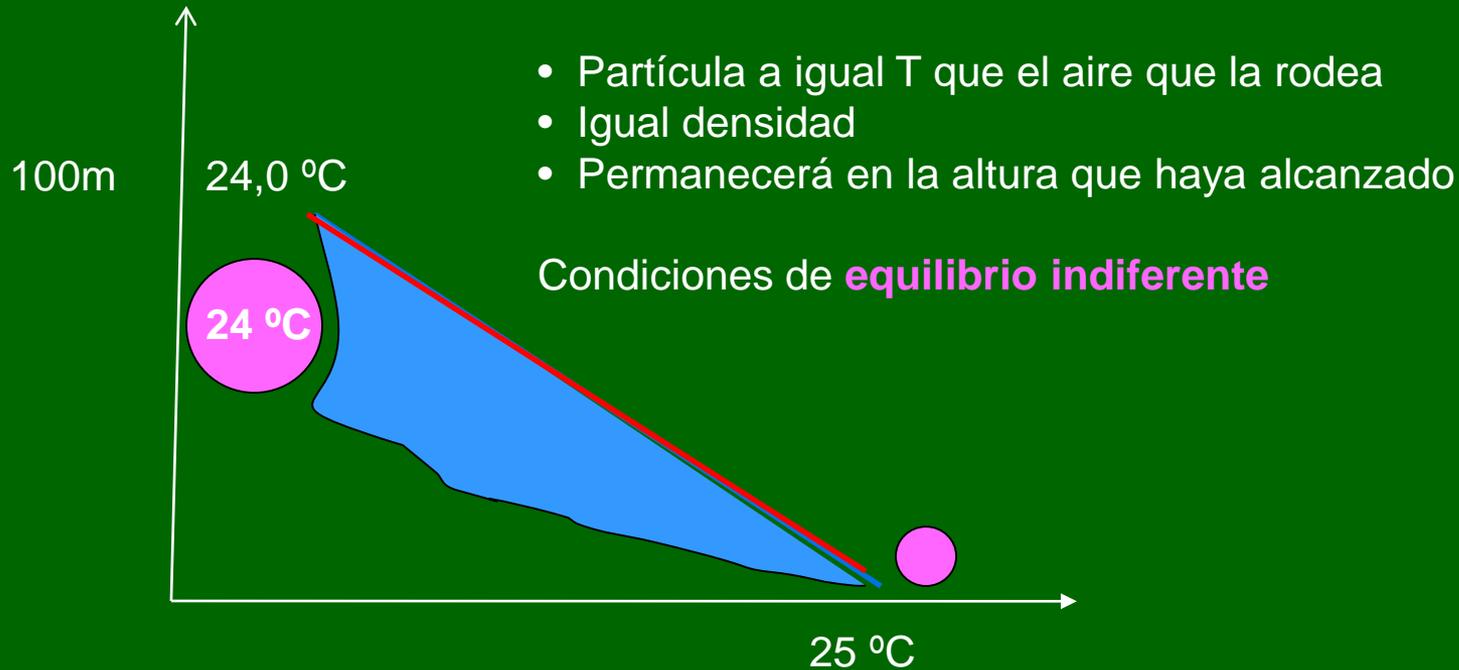
Por ejemplo:

$$\gamma_{\text{real}} = 0,5 \text{ °C} / 100 \text{ m}$$

$$\gamma_{\text{adiabático seco}} = 1 \text{ °C} / 100 \text{ m}$$

$\gamma_{\text{real}} = \gamma_{\text{adiabático seco}}$

$\gamma_{\text{real}} = \gamma_{\text{adiabático húmedo}}$



Por ejemplo:

$\gamma_{\text{real}} = 1 \text{ °C} / 100 \text{ m}$

$\gamma_{\text{adiabático seco}} = 1 \text{ °C} / 100 \text{ m}$

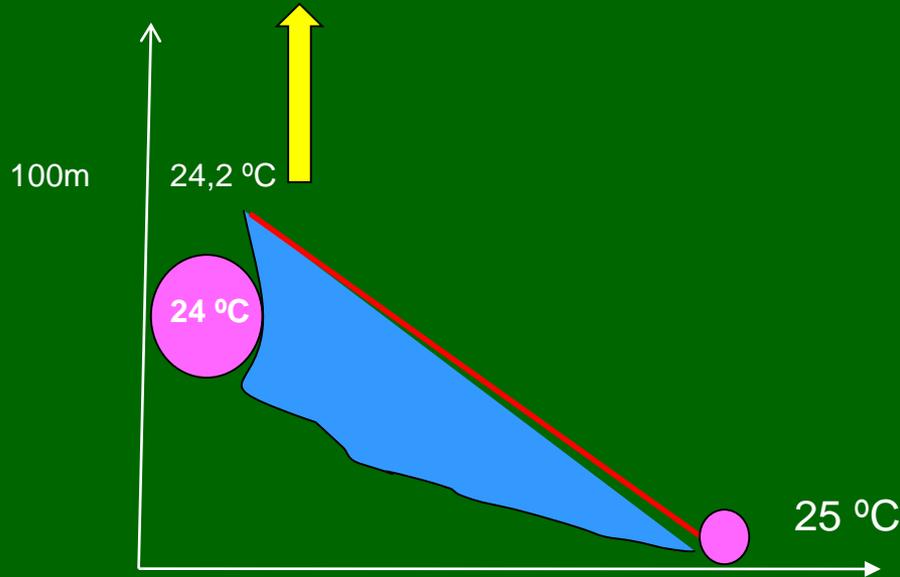
γ real < γ adiabático seco

γ real > γ adiabático húmedo

Aire seco:

- Partícula a menor T que el aire que la rodea (más densa)
- Tenderá a descender hasta su posición original

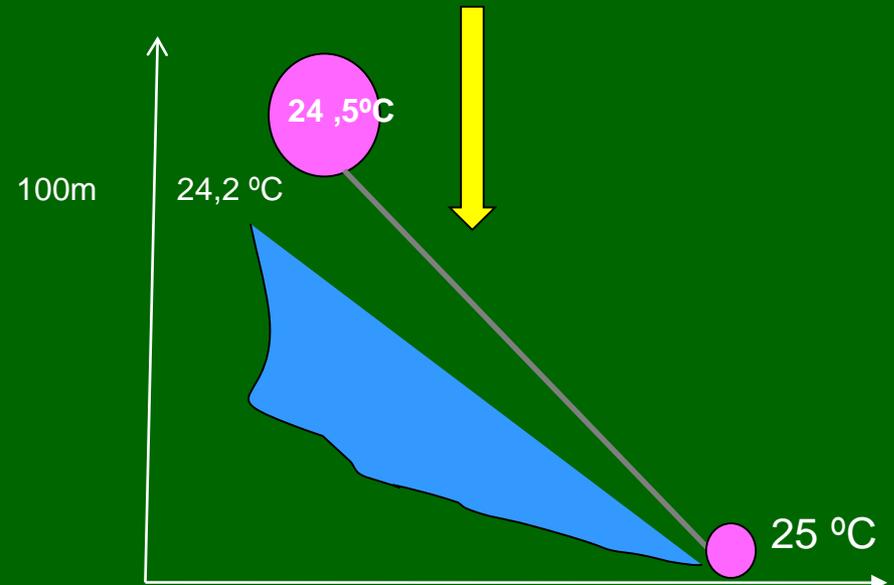
Estable



Aire húmedo:

- Partícula a mayor T que el aire que la rodea (menos densa)
- Tenderá a seguir ascendiendo

Inestable



Por ejemplo:

γ real = 0,8 °C/ 100 m

γ adiabático seco = 1 °C/100 m

γ adiabático húmedo = 0,5 °C/ 100 m

Variación de la temperatura en el tiempo y espacio

- Latitud : influencia en el goce de radiación
- Vientos: transporte del calor
- Corrientes marinas
- Distribución de tierras y mares
- Características del suelo y cubierta
- Orografía