

# Bioclimatología

## Acción bioclimática de la **temperatura**

- Elemento **auxígeno**: actúa sobre el crecimiento
- Elemento **anaptígeno**: actúa sobre el desarrollo
- Elemento **tanatoclimático**: provoca daño o muerte

# Temperaturas cardinales

## Crecimiento

- **Cero de vegetación**: se denomina cero de vegetación a aquella temperatura por debajo de la cual la planta deja de crecer.
- **Temperatura óptima**: es el valor térmico que asegura la velocidad potencial de crecimiento máxima.
- **Temperaturas umbral o límite**: mínima y máxima
- **Temperaturas letales**: son la temperatura más **baja** y la más **elevada** que puede soportar una determina planta (letal mínima y letal máxima).

# Temperaturas cardinales

- Las temperaturas tienen efecto sobre la **velocidad** de crecimiento, germinación, transpiración, respiración, fotosíntesis, y absorción de agua y nutrientes

## **ESTRÉS POR TEMPERATURAS EXTREMAS**

La mayoría de las plantas reducen su crecimiento a temperaturas superiores a 40°C o inferiores a 10°C. A temperaturas elevadas, las reacciones enzimáticas se ralentizan y las proteínas comienzan a degradarse.

# Temperatura

## Desarrollo

### **Acción positiva**

### **Acumulación de temperaturas. Grados día.**

Una planta o un cultivo en particular, para completar satisfactoriamente su ciclo de vida debe acumular una determinada suma de temperaturas o de grado días, a ésta se la denomina **constante térmica**. Cada vegetal posee un valor propio y fijo, resultado de la suma de temperaturas desde su germinación hasta la completa madurez de la planta.

# Temperatura

## Acumulación de temperaturas. Grados día.

- *Métodos de cálculos*

### Método directo

Se suman las temperaturas medias diarias, con excepción de los valores bajo cero, entre dos límites:

- **Mensual:** se suman todas las temperaturas medias diarias mayores a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante la totalidad de días de un mes determinado.
- **Anual:** se suman todas las temperaturas medias diarias mayores a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante los 365 días del año.

# Temperatura

## Acumulación de temperaturas. Grados día.

- *Métodos de cálculos*

### Método directo (*sigue*)

- **Entre dos fases:** se suman todas las temperaturas medias diarias, durante el período entre dos fases como extremos de uno o más subperíodos.

Puede determinarse la acumulación térmica a partir de un nivel, como por ejemplo. 5, 10, 15 o más °C, debido a que algunos procesos biológicos se inician únicamente, cuando se alcanza un nivel térmico adecuado.

# Temperatura

## Acumulación de temperaturas. Grados día.

- *Métodos de cómputos*

### Método residual o Suma térmica efectiva o grados-días

- Se restan a las temperaturas medias diarias el valor de la temperatura base ( $t_b$ , cero vital) y luego se suman los residuos obtenidos.
- Las temperaturas medias diarias inferiores a la  $t_b$  de crecimiento no se computan en este método, debido a que las especies agrícolas detienen su crecimiento a temperaturas inferiores a este valor.

# Temperatura

## Acumulación de temperaturas. Grados día.

- *Otros métodos de cómputos*

### Método exponencial

- En este método se halla la constante térmica comparando las velocidades de las reacciones físico-químicas a una determinada temperatura, con la velocidad de la reacción correspondiente a 4,5 °C (velocidad unidad).

### Método termofisiológico

- Se basa en experiencias fisiológicas realizadas en un cultivo de maíz, en condiciones de uniformidad de temperaturas durante 12 horas y sometida a oscuridad.

# Temperatura

## Desarrollo

### **Acción negativa**

- Exigencia en bajas temperaturas (**horas de frío**) por parte de los organismos.

Esta acción interfiere en el cultivo de ciertas especies frutales, en regiones con inviernos suaves o muy variados en cuanto a temperaturas. De igual modo impiden el cultivo en regiones de bajas latitudes.

Temperaturas de 6º o 7 ºC son determinantes del cese de crecimiento vegetal durante el otoño, antes de iniciar el período de reposo invernal.

# Temperatura

## Desarrollo

### Acción negativa

- Exigencia en bajas temperaturas (**horas de frío**), se calcula mediante fórmulas.

**Da Mota**       $Y = 485,1 - 28,5X$

Y= número mensual de horas por debajo de 7 °C.

X= temperatura media mensual.

**Weinberger**       $T = \frac{T_{jn} + T_{jl}}{2}$

T= la media de las temperaturas medias de junio (jn) y julio (jl) para el hemisferio sur.

# Temperatura

## Desarrollo

### **Acción negativa**

#### **Crossa-Reynaud**

$$n = \frac{24 (7 - T_m)}{(T_M - T_m)}$$

n = número diario de horas por debajo de 7 °C.

T<sub>M</sub> = temperatura máxima diaria

T<sub>m</sub> = temperatura mínima diaria

#### **Sharde**

$$H_f = 639 - 33T_m$$

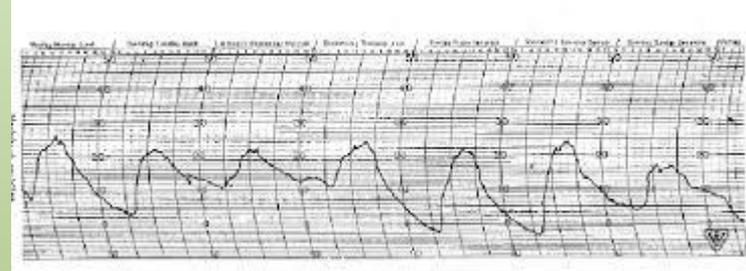
H<sub>f</sub> = número de horas por debajo de 7 °C.

T<sub>m</sub> = temperaturas medias mensuales de los meses de invierno.

# Temperatura

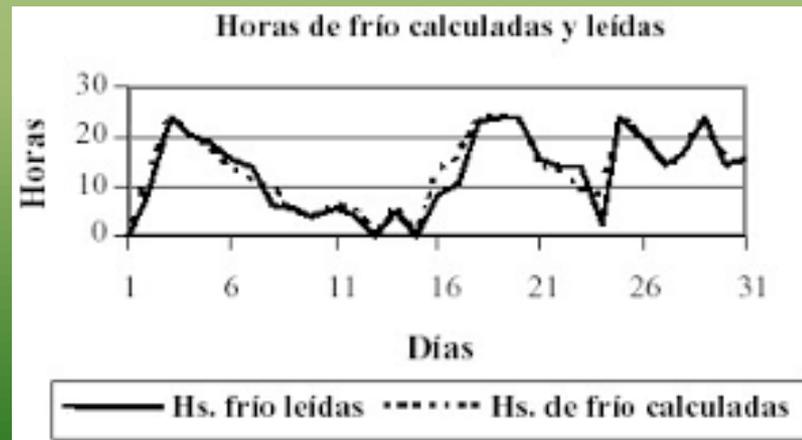
Desarrollo

**Acción negativa**



## *Cálculo directo utilizando fajas de termógrafo*

- Las horas de frío se contabilizan en las fajas a partir del momento en que se registran temperaturas inferiores a los 7°C.



# Temperatura

## *Efectos provocados por la falta de horas frío*

- Caída de yemas
- Retraso en la apertura de yemas y consecuentemente retraso en la maduración de los frutos.
- Retraso en la floración.
- Irregularidades en la brotación.
- Aborto del estilo y alteraciones en el desarrollo del grano de polen.
- Aparición de gineceos múltiples que originan frutos múltiples.



# Temperatura

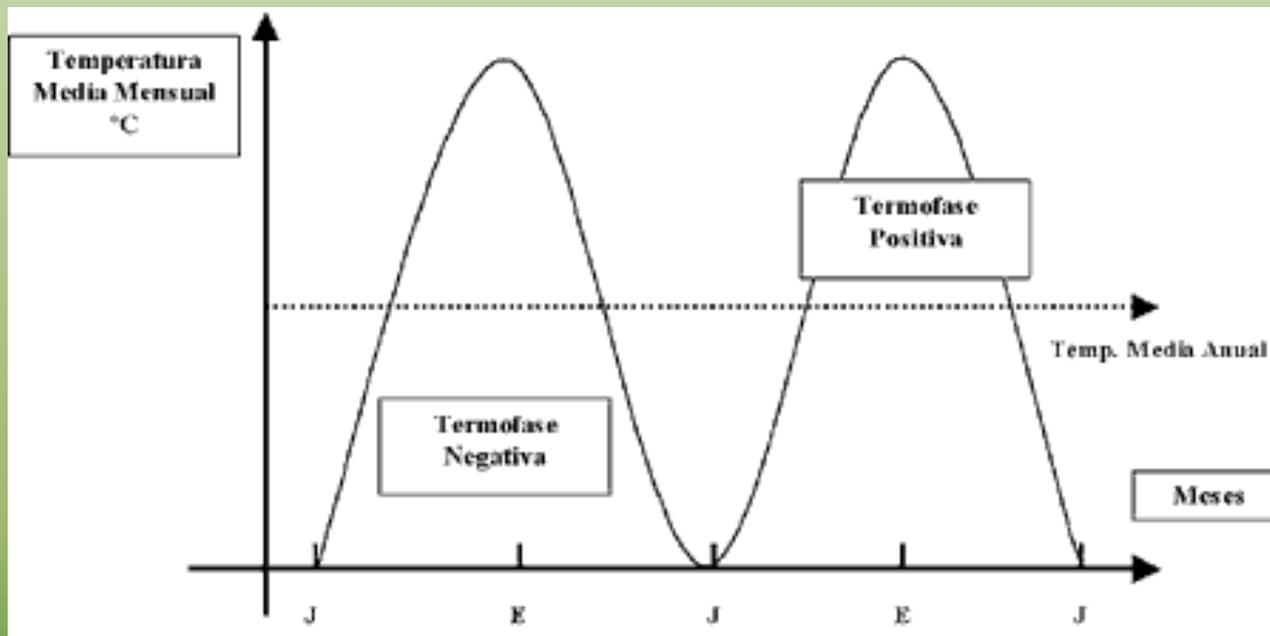
## *Efectos provocados por la falta de horas frío*

- Alargamiento excesivo del periodo de floración.
- Frutos de distintos tamaños y diferente épocas de maduración.
- En plantas diclinas, impedimento de la fecundación (avellano: las flores femeninas son menos exigentes en frío anticipándose en su apertura con respecto a las masculinas).
- Floraciones tempranas en frutales poco exigentes en horas frío(almendro).
- Segunda floración (manzanos y perales).

# Temperatura

Desarrollo

**Termoperiodismo**



\_\_\_\_\_

termocíclicos

\_\_\_\_\_

Paratermocíclicos

\_\_\_\_\_

Atermocíclicos

# Temperatura

## Elemento tanatoclimático

### HELADAS

El concepto meteorológico de “helada” considera como tal a todo descenso de la temperatura del aire que alcance o sobrepase el 0 °C, registrado en el abrigo meteorológico a 1.50 m de altura desde el suelo.

Desde el punto de vista agrícola, se considera como tal, a los descensos térmicos capaces de causar daño a los tejidos vegetales. En este caso, dependerá de la resistencia de cada vegetal a las bajas temperaturas.



# Acción bioclimática del **agua**

## **Humedad edáfica**

**Auxígeno y anaptígeno**: contenido hídrico de libre disponibilidad → períodos críticos

**Tanatoclimático**: por su **deficiencia** o **exceso**

***LAS SEQUÍAS,  
CLASIFICACIÓN,  
ÍNDICES Y MÉTODOS  
DE LUCHA***

# SEQUÍAS



# Suelen ser el desastre natural más perjudicial

## Afectan grandes extensiones geográficas

### Pueden durar varios meses o años

#### Centroamérica, ante sequía histórica

Nota

América Latina | Nicaragua | Costa Rica | Guatemala | El Salvador | Sequía

- Preven afectaciones que agravarán la seguridad alimentaria en los próximos meses
- Fenómeno "El Niño". Efectos del cambio climático

Honduras, Nicaragua, Guatemala, El Salvador y Costa Rica padecen la peor falta de agua en 40 años

**CIUDAD DE MÉXICO (08/SEP/2014).**- La sequía que afecta a países de Centroamérica, sin precedentes en 40 años, podría generar problemas alimentarios sobre todo para la población vulnerable de Honduras, Nicaragua, Guatemala y El Salvador, en menor medida de Costa Rica, país que tomó medidas preventivas.

Una Red de Sistemas de Alerta Temprana Colectiva (FEWS NET), financiado por la Agencia Estadounidense para la Cooperación y el Desarrollo, anticipó que las afectaciones "agravarán la situación de seguridad alimentaria" en los próximos meses.



SECO. El embalse Las Canoas, en Managua, sin agua. Se perdieron 2,500 cabezas de ganado. AFP

Compartir:

Managua, Nicaragua | [elnuevodiario.com.ni](http://elnuevodiario.com.ni)

#### Sequía deprime ventas de agroquímicos

Comercializadores. Los vendedores de agroquímicos indican que si aparecen las lluvias el panorama podría cambiar. Insecticidas y herbicidas no variaron sus precios

Ricardo Guerrero N. | **Dinero**



#### Inquietud en Brasil por una sequía

Domingo 07 de Septiembre 2014

Compartir: [f](#) [0](#) [t](#) [0](#) [g+](#) [Comentar](#) 1

SAO PAULO - La producción de azúcar en la zona clave para la industria de Brasil sería menor en el período 2014/15 que en la temporada pasada y alcanzaría las 32,8 millones de toneladas debido a una sequía, informó Datagro.

La consultora redujo así su previsión desde el estimado de agosto de 33,2 millones de toneladas de azúcar para la región centro-sur del país, la mayor productora de caña. La temporada pasada la producción fue de 34,29 millones.



Plinio Nastari, titular de Datagro, afirmó que las enormes existencias de azúcar, especialmente en Asia, continuarían pesando sobre los precios del endulzante en el corto plazo, pese a la esperada caída en la producción de Brasil, el mayor exportador mundial de la materia prima. Además, se espera que la cosecha internacional de caña de azúcar, que empieza en octubre, cambie de superávit a déficit por primera vez en tres años, con la demanda superando a la oferta en 2,45 millones de toneladas (Reuters)

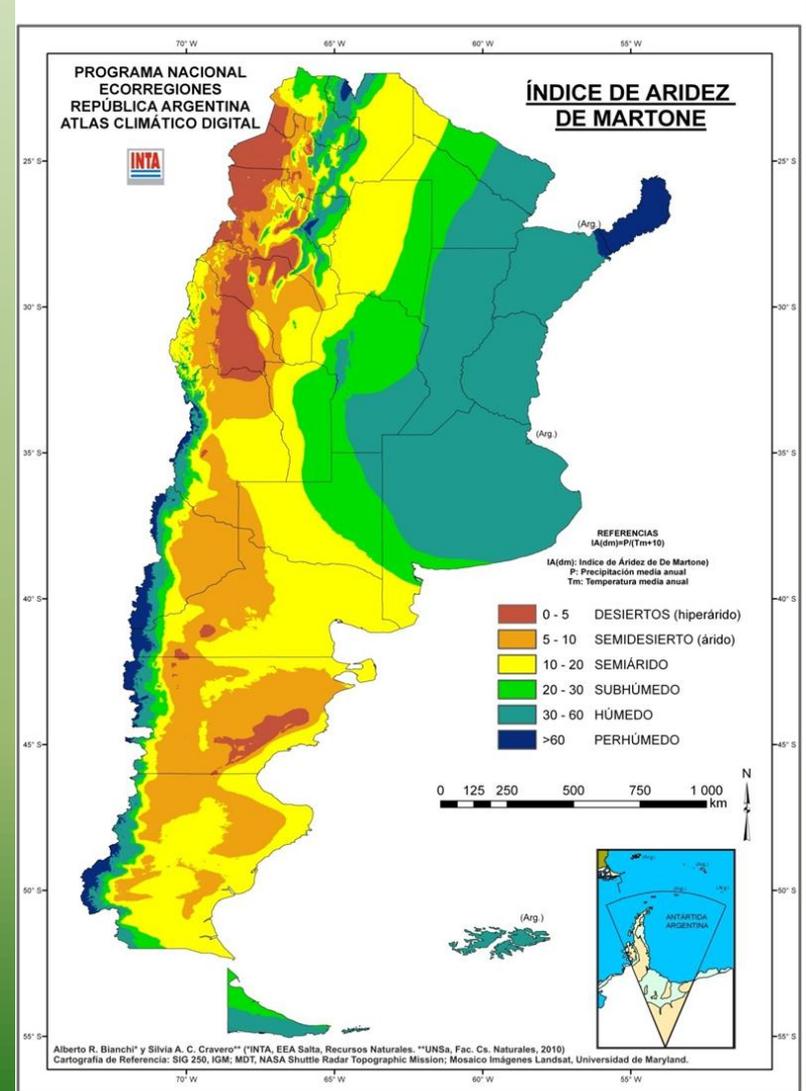
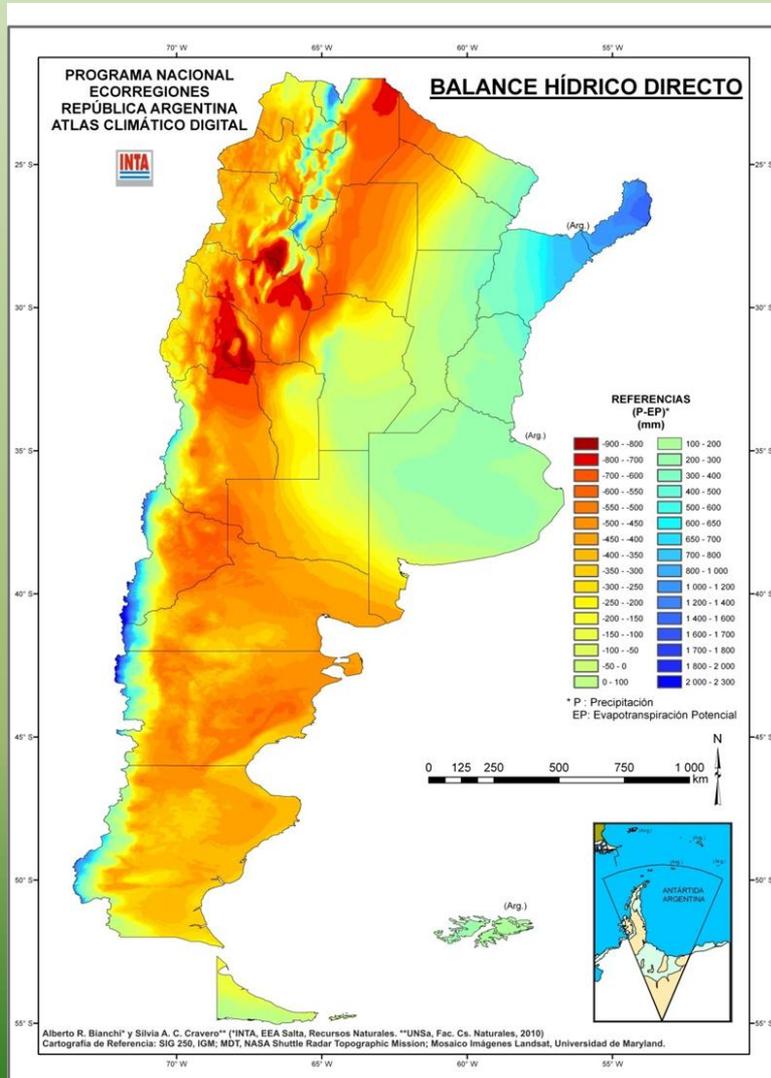
## China padece la peor sequía de las últimas décadas

Desde el 24 de agosto, un total de 20 millones de hectáreas se vieron perjudicadas y de estas, 10 millones son tierras cultivables

# Sequía ≠ Aridez

- Sequía: es un fenómeno natural que supone una «anomalía **transitoria** de **restricción de agua**, más o menos prolongada, respecto de la normal en una determinada zona»
- Aridez: es un **rasgo climático** permanente, es decir una región donde la precipitación es escasa como característica normal del clima.

# Gran parte del territorio argentino experimenta algún rasgo de aridez



# Definiciones de **Sequía**

- Según la **Organización Meteorológica Mundial** es la prolongada ausencia o marcada deficiencia de la precipitación.
- La **Sociedad Meteorológica Americana** expresa que es un periodo de tiempo anormalmente seco, lo suficientemente prolongado como para que la falta de agua cause un serio desequilibrio hidrológico en el área afectada.

# Definiciones de **Sequía**

- La sequía es un fenómeno hidrológico extremo que puede definirse como una **disminución significativa de los recursos hídricos** durante un período suficientemente prolongado que afecta adversamente a la vegetación, a los animales, al hombre y a sus actividades socioeconómicas en un área extensa.
- Agrometeorológicamente es toda condición del tiempo meteorológico que prolongada a través de un número no determinado de días provoca el sufrimiento o la muerte de cultivos por **alteración del balance hídrico normal**.

# Características de las sequías

- Es un fenómeno estadísticamente extremo, natural y recurrente del clima.
- Tiene un carácter lento y progresivo, de forma que, cuando se manifiesta de manera evidente ya se está inmerso en ella.
- No es destructiva en forma violenta pero a largo plazo sus consecuencias son muy graves.

# Clasificación

- **Como fenómeno físico natural**
- **Por su naturaleza**
- **Por su recurrencia**
- **Por sus efectos sobre la vegetación**

# Clasificación

- **Como fenómeno físico natural**
  - Sequías meteorológicas
  - Sequías hidrológicas
  - Sequías agronómicas
  - Sequías socioeconómicas

# Tipos de sequías

Como **fenómeno físico natural**

- **Sequía meteorológica:** disminución de las precipitaciones en una región en relación con el valor normal en un plazo de tiempo determinado

(generalmente acompañada por baja humedad, viento fuerte, escasa nubosidad, gran radiación, etc.)



# Tipos de sequías

## Como fenómeno físico natural

- **Sequía hidrológica:** precipitación menor a la media que se traduce en aprovisionamiento anormal de los cursos de agua y reservorios superficiales o subterráneos



# Tipos de sequías

## Como fenómeno físico natural

- **Sequía agronómica:** déficit de lluvia que provoca reducción del agua disponible en el suelo limitando el crecimiento y desarrollo de cultivos y animales.



# Tipos de sequías

## Como fenómeno físico natural

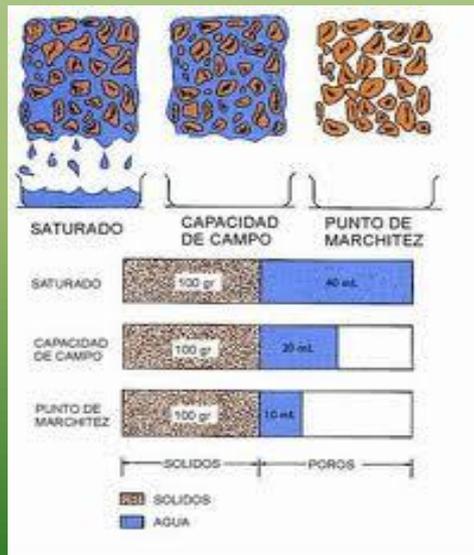
- **Sequía socioeconómica:** escasez de agua que afecta a las personas y sus actividades socioeconómicas.



# Tipos de sequías

## Por su naturaleza

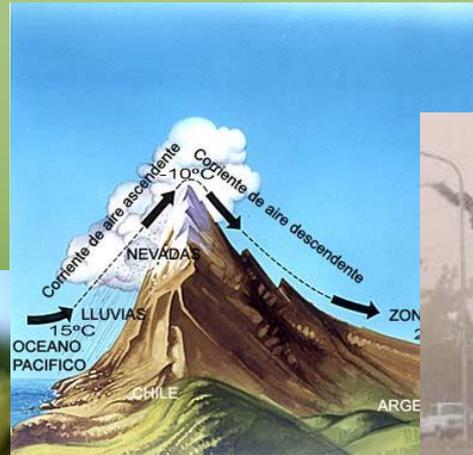
- **Sequías edáficas:** debido a un balance hídrico negativo, la retención del agua remanente en el suelo aumenta. Las plantas experimentan dificultades para absorberla.



# Tipos de sequías

## Por su naturaleza

- **Sequías atmosféricas:** debido a una elevada demanda atmosférica de agua supera la capacidad de extracción de agua del suelo por parte de las plantas (desequilibrio hídrico).



# Tipos de sequías

## Por su recurrencia

- **Sequías ocasionales o esporádicas** se presentan en forma accidental en un lugar donde, en general las precipitaciones son suficientes para asegurar un BHC satisfactorio
- **Sequías periódicas y permanentes** asociadas a condiciones de marcada estacionalidad (periodos o estaciones secas que caracterizan el clima de un lugar)

# Tipos de sequías

## Por sus efectos sobre la vegetación

- **Sequías visibles o aparentes** en las que la falta de agua provoca pérdida de turgencia, y signos visibles de falta de agua.
- **Sequías invisibles u ocultas** se producen sin provocar síntomas en la planta, pero el estrés hídrico se refleja en la reducción de rendimientos



# Índices de Sequía

- Para caracterizar agroclimáticamente las sequías se debe tener en cuenta:
  - **Intensidad**
  - **Duración**
  - **Extensión**
  - **Tiempo de recurrencia**

# Índices de Sequía

Más sencillos:

- **Porcentaje de precipitación media**

$$P \% = P (\text{mes}) / P \text{ media normal (mes)}$$

- **Cuantiles**

**Cuartiles, quintiles, deciles, percentiles**

# Índices de Sequía

Más complejos:

- **SPI** (Índice estandarizado de precipitación)

McKee *et al*, 1993, 1995

Identifica ocurrencia y severidad de periodos secos

- **PDSI** (Índice de severidad de sequía de Palmer)

Palmer, 1965

Mide las condiciones de humedad en el suelo, se basa en concepto oferta-demanda

# Índices de Sequía

## Índice estandarizado de precipitación (SPI)

- Determinar una función de densidad de probabilidad que describa la serie temporal de precipitaciones
- La distribución Gamma es la más utilizada
- Las precipitaciones se agrupan en periodos de tiempo (2, 3, 6...meses)
- Se ajusta la distribución Gamma
- La función de densidad es transformada a una distribución normal estandarizada (con media = 0, y desvío = 1)

# Índices de Sequía

Tabla 1: Rangos de **SPI** y categorización de las condiciones hídricas

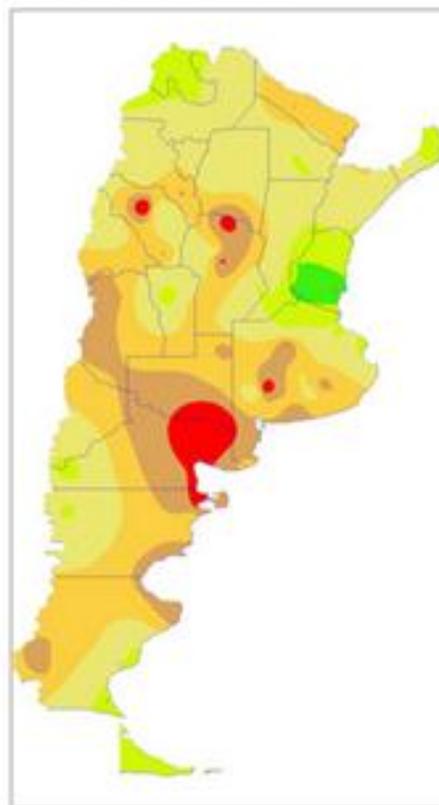
Valor SPI	Categoría	Probabilidad (%)
$SPI \geq 2,00$	Extremadamente húmedo (HX)	2,3
1,50 a 1,99	Muy húmedo (HY)	4,4
1,00 a 1,49	Moderadamente húmedo (HM)	9,2
0,00 a 0,99	Ligeramente húmedo (HL)	34,1
0,00 a -0,99	Ligeramente seco (SL)	34,1
-1,00 a -1,49	Moderadamente seco (SM)	9,2
-1,50 a -1,99	Muy seco (SY)	4,4
$SPI \leq -2,00$	Extremadamente seco (SX)	2,3

# Índice estandarizado de precipitación (SPI)

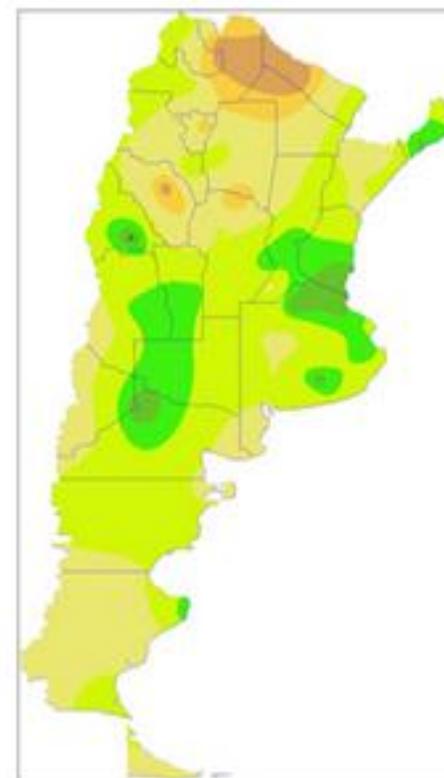
## Escala cromática

	-2.00 o superior	Sequía extrema
	-1.50 a -2.00	Sequía severa
	-1.00 a -1.50	Sequía moderada
	-0.50 a -1.00	Sequías incipiente
	0.50 a -0.50	Normal
	0.50 a 1.00	Humedad incipiente
	1.00 a 1.50	Humedad moderada
	1.50 a 2.00	Humedad excesiva
	2.00 o superior	Humedad extrema

Mayo 2010 | 24 meses

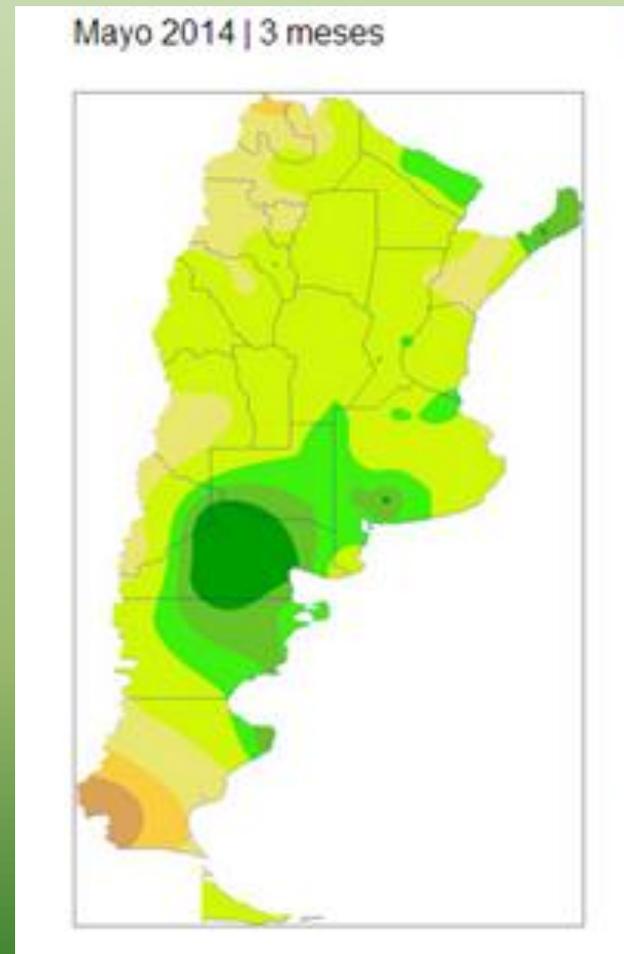
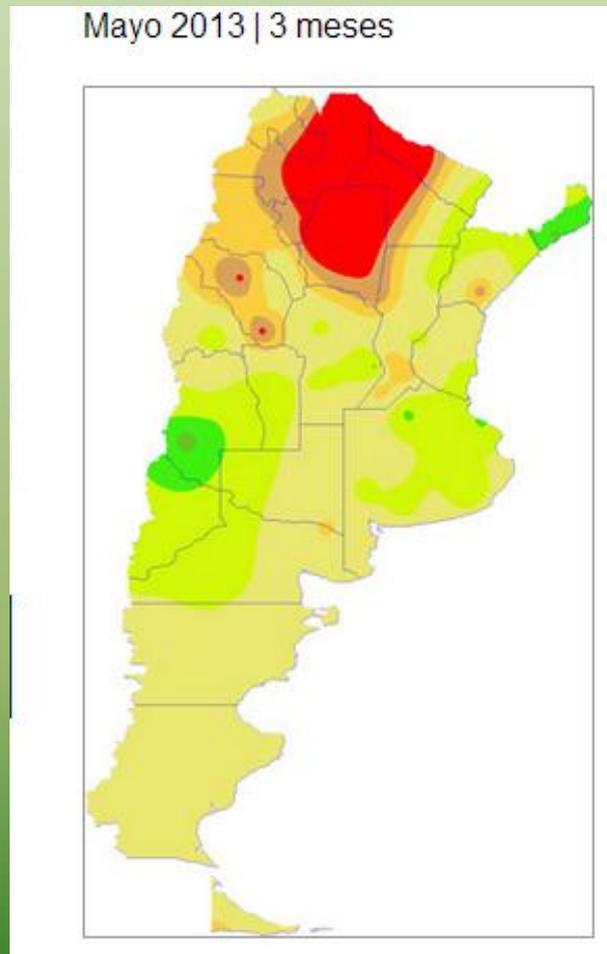


Mayo 2014 | 24 meses



Índice elaborado por el Centro  
de Relevamiento  
y Evaluación de Recursos  
Agrícolas y Naturales

# Índice estandarizado de precipitación (SPI)



# Índices de Sequía

## Índice de severidad de sequía de Palmer (PDSI)

- Medida estandarizada de las condiciones de humedad edáfica
- El cálculo se basa en un balance hidrológico (datos de precipitación, evapotranspiración potencial y cantidad de agua útil del suelo)
- El balance permite determinar: deficiencias, excesos, carga o pérdida de agua en suelo, escurrimiento e índices como el de anomalía hídrica y el de **sequía**

# Índices de Sequía

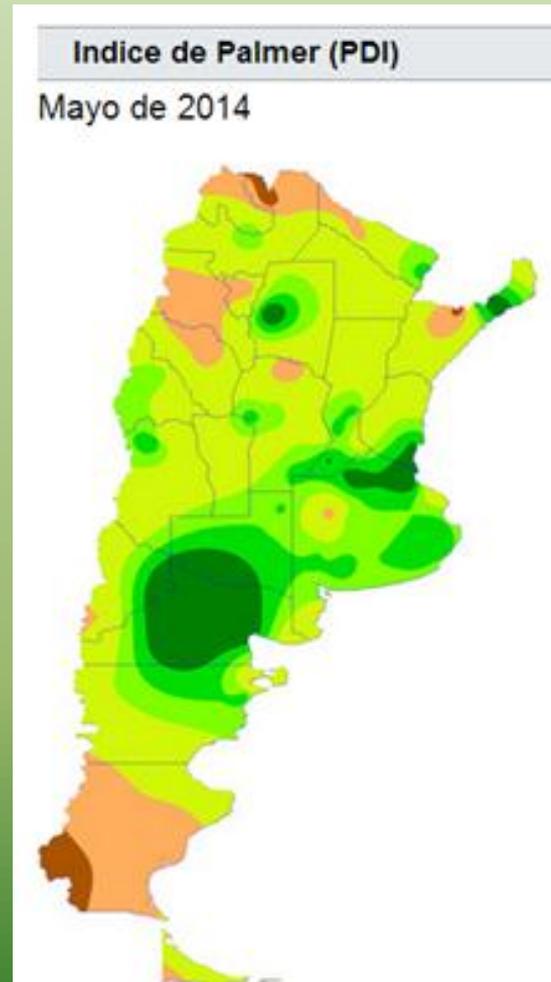
Tabla 2: Clasificación de sequía y períodos húmedos según Palmer

PDSI	Condición
4,0 o mayor	Extremadamente húmedo
3,0 a 3,99	Muy húmedo
2,0 a 2,99	Moderadamente húmedo
1,0 a 1,99	Levemente húmedo
0,5 a 0,99	Incipiente periodo húmedo
0,49 a -0,49	Normal
-0,5 a -0,99	Incipiente periodo seco
-1,0 a -1,99	Sequía suave
-2,0 a -2,99	Sequía moderada
-3,0 a -3,99	Sequía severa
-4 o menor	Sequía extrema

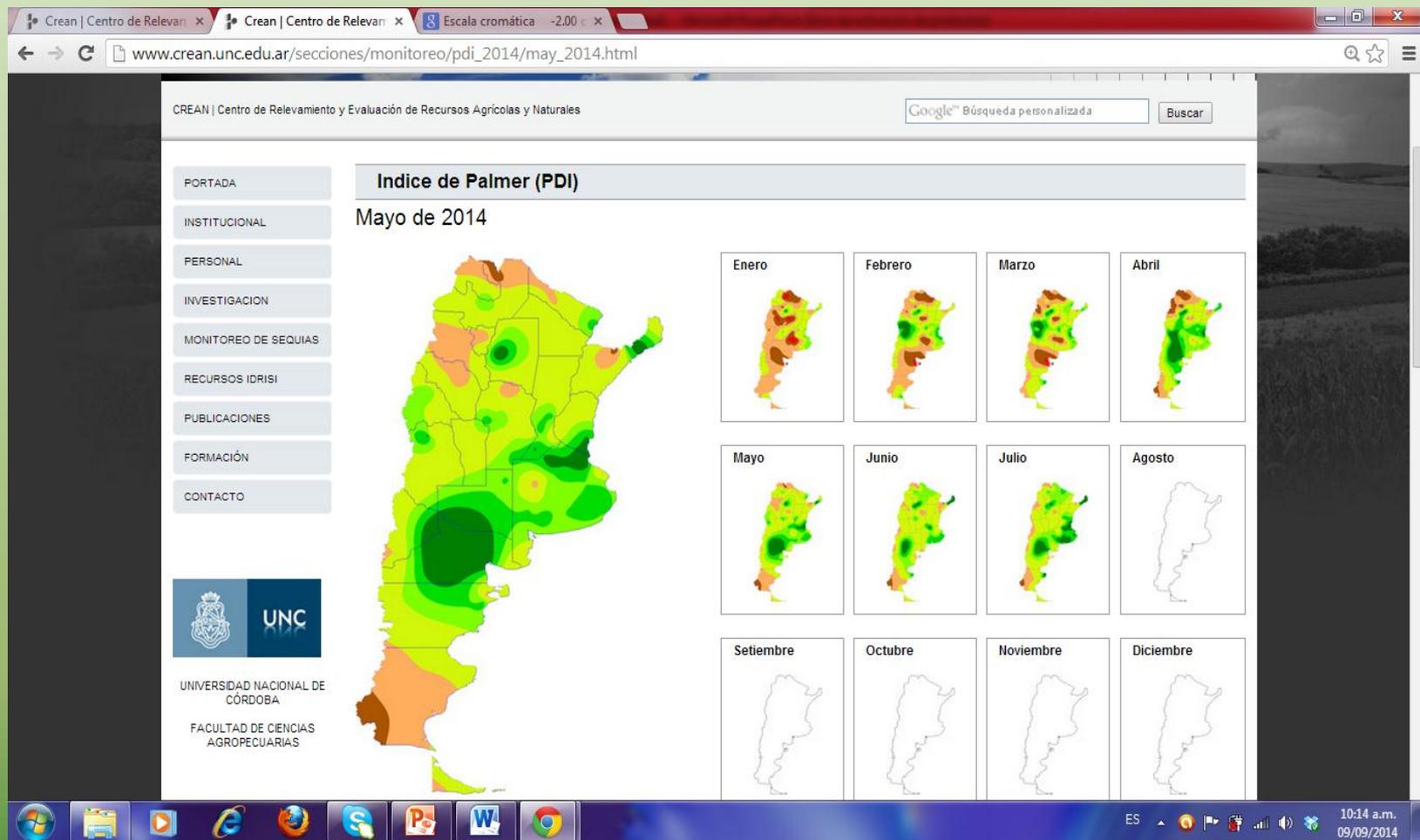
# Índice de severidad de sequía de Palmer

## Escala cromática

	-3.00 o inferior	Sequía extrema
	-2.00 a -3.00	Sequía severa
	-1.00 a -2.00	Sequía moderada
	-1.00 a 1.00	Normal
	1.00 a 2.00	Humedad moderada
	2.00 a 3.00	Humedad excesiva
	3.00 o superior	Humedad extrema



# Monitoreo de sequías



[http://www.crean.unc.edu.ar/secciones/monitoreo/pdi\\_2014/may\\_2014.html](http://www.crean.unc.edu.ar/secciones/monitoreo/pdi_2014/may_2014.html)

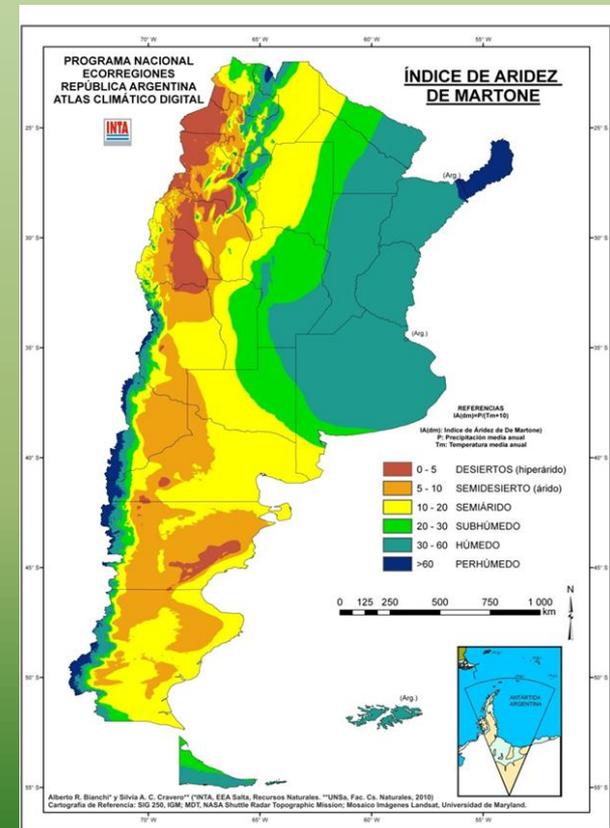
CREAN | Centro de Relevamiento y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales

# Otros índices

- Índice de aridez De Martone

$$I_a = P / (T + 10)$$

$I_a$	CLIMA
>60	Per-húmedo
60-30	Húmedo
30-20	Sub-húmedo
20-15	Semiárido (mediterráneo)
15-5	Árido (estepario)
5-0	Árido extremo (desierto)



# Otros índices

- **Fórmula de Meyer**

$$I = P/DS$$

I = índice de aridez

P = precipitación media anual

DS = déficit de saturación medio anual

- **Fórmula de Thornthwaite**

$$I = \frac{100 \times \text{deficiencia de agua}}{\text{necesidad de agua}}$$

# Daños en las plantas

- Marchitamiento



- Acartuchamiento de hojas



- Alteración de color de follaje, del tamaño de frutos, reducción de rendimientos



# Métodos de control y lucha

## Métodos directos

### Activos:

- Riego
- Provocación artificial de la lluvia
- Sustancias antitranspirantes

### Pasivos:

- Arquitectura de la planta
- Barbecho

# Métodos de control y lucha

## Métodos indirectos

- Elección de especies resistentes
- Elección de fechas de siembra
- Evitar los períodos críticos de los cultivos
- Adopción de sistemas productivos adaptados a la oferta de recurso
- Mejoramiento genético: obtención de variedades resistentes a sequía

# Medidas de mitigación

- **Prevención**

- en base a pronósticos de condiciones deficitarias

- difusión de la información

- *Medidas orientadas a la demanda*

- Uso eficiente del agua*

- *Medidas orientadas a la oferta*

- Uso eficiente de las reservas hídricas*

- Incremento de los recursos hídricos existentes*

# Medidas de mitigación

- **Reducción de los impactos y pérdidas económicas**

*Conservación de vegetación*

*Uso de suelo*

*Elección de cultivos y de su ubicación espacial-temporal*

*Prácticas agrícolas*

- **Tolerancia**

*Análisis de riesgo y tolerancia de las pérdidas*

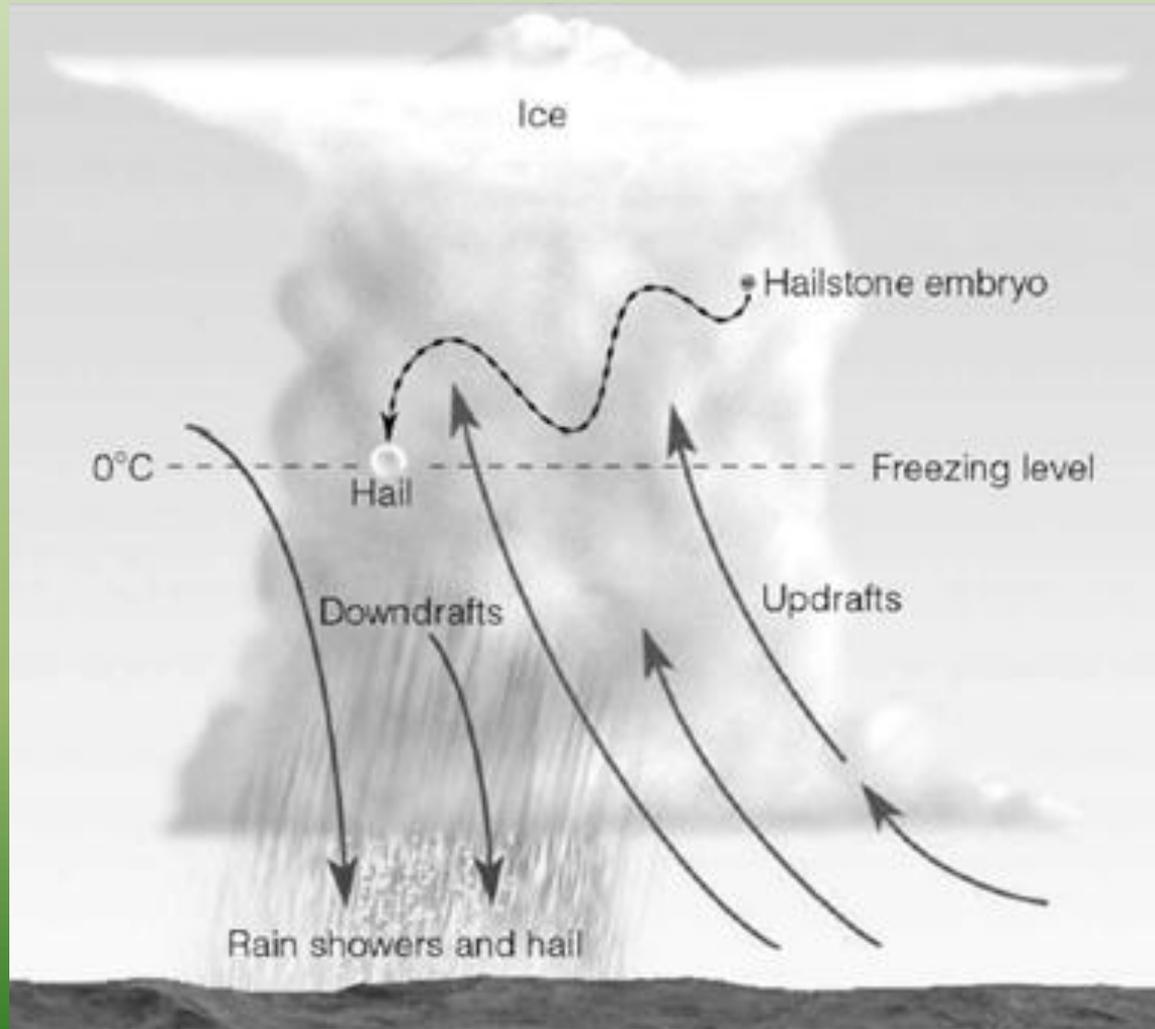
# ***GRANIZO***



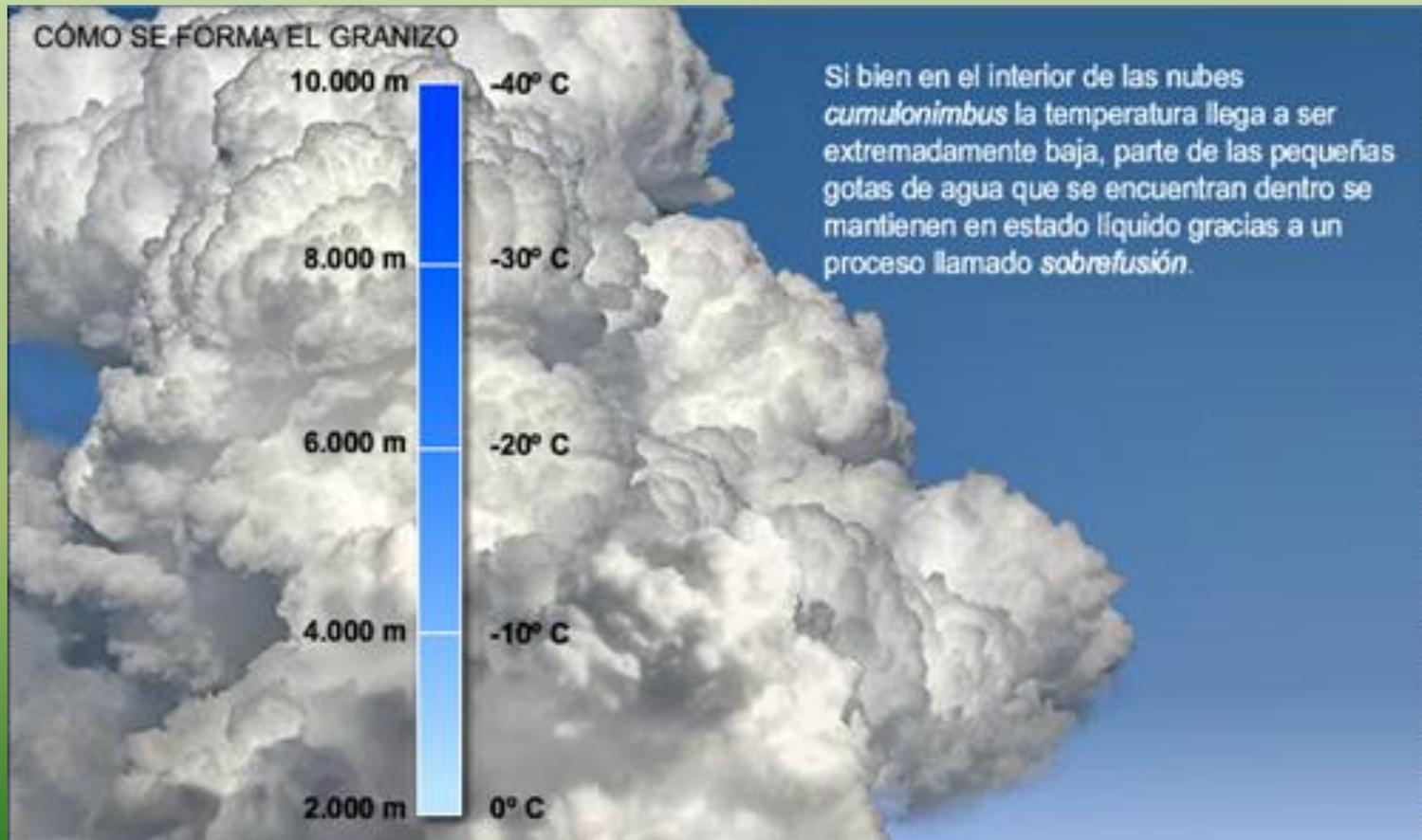
El **granizo** es una forma de **precipitación**, formada por piedras de hielo transparente o parcialmente opacos, que van de unos pocos mm a 5-6 cm, pueden ser redondos o de forma irregular.



El granizo se forma en nubes de gran desarrollo vertical llamadas **cúmulonimbus**



El crecimiento de las gotas de agua y cristales de hielo hasta alcanzar el tamaño necesario para caer y llegar a la superficie terrestre (cúmulus maduro) se produce de acuerdo a la teoría de **Bergeron y Findensein**.



# Daños por granizo

- Mecánicos



# Lucha contra granizo

- **Siembra de nubes**, con adición de núcleos de condensación/sublimación como el yoduro de plata



# Lucha contra granizo

- **Mallas antigranizo**



- Contratación de **seguros** contra granizo

# Bibliografía recomendada

- BIANCHI, A. R y CRAVERO, S.A.C. 2010. Atlas climático digital de la República Argentina”. Salta: Ediciones Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, 2010. 84 p. ISBN 978-987-1623-95-2
- PASCALE, A. J. y E. A. DAMARIO. 2004. Bioclimatología agrícola y Agroclimatología. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- MURPHY, G. y R. HURTADO. 2011. Agrometeorología. Editorial FAUBA. Universidad de Buenos Aires. Argentina.

# ¿Preguntas?

**Muchas gracias por su atención!!**

En la próxima clase veremos:

Clima del NOA y Argentina – Variabilidad y CC

e mail: [scravero@unsa.edu.ar](mailto:scravero@unsa.edu.ar)

Aula virtual Agroclimatología en la plataforma educativa moodle de la facultad:

<http://e-natura.unsa.edu.ar/moodle/>