

Adversidad Agroclimática: Heladas



Equipo docente:

Rafael Hurtado

Mónica Valdiviezo Corte

Carla Moreno

Fabio Alabar

Facultad de Ciencias Agrarias
U.N.Ju.

Meteorológicas



Agrometeorológicas

ESTUDIO AGROCLIMATICO DE HELADAS

Indices que permiten cuantificar o al menos calificar el probable daño a los diversos cultivos

Para ello es necesario conocer:

- 1. Época de ocurrencia**
- 2. Tipo genético**
- 3. Duración**
- 4. Intensidad**
- 5. Frecuencia**
- 6. Peligrosidad**

1. Época de ocurrencia

- Otoñales o heladas tempranas
- Invernales
- Primaverales o heladas tardías
- Estivales

En las heladas otoñales como en las primaverales interesa más la época de ocurrencia que su intensidad, debido a que pequeñas diferencias en las fechas de ocurrencia puede sorprender a las plantas en sus momentos de mayor o menor sensibilidad.

Heladas Invernales

- Interesa más la **intensidad**, que las fechas de ocurrencia.

La **resistencia al frío** durante esta estación es más estable en cada especie vegetal.

Heladas Estivales

- Interesa más la **intensidad**.

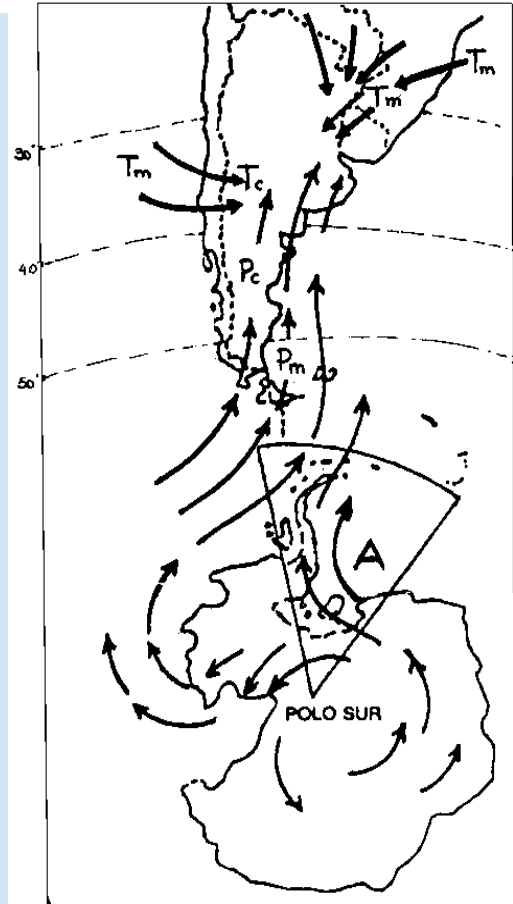
Muy poco frecuente

2. Tipo **genético** u origen de las heladas

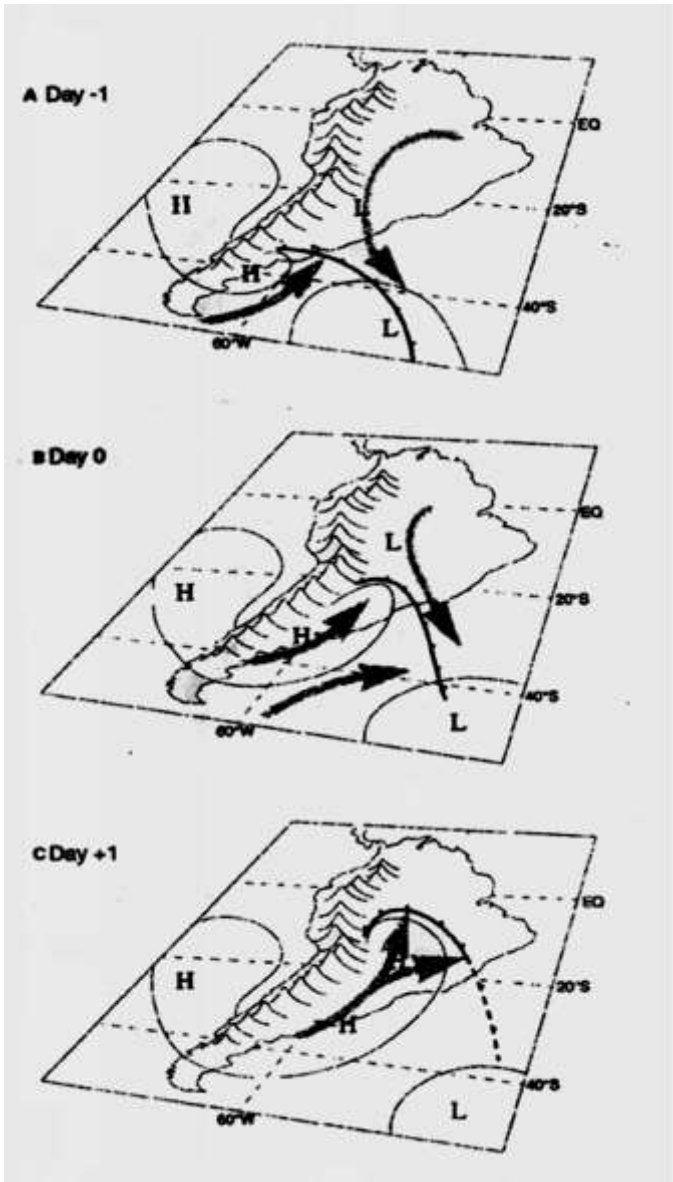
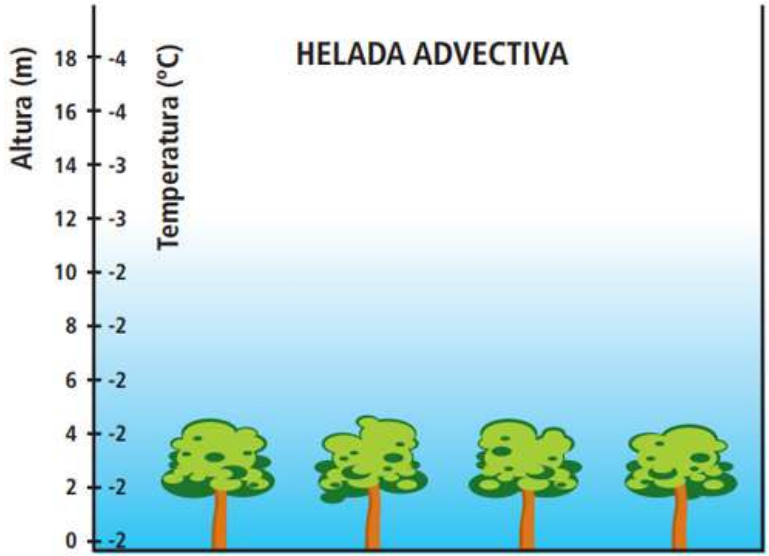
Heladas de Advección:

Provocadas por una **invasión de aire frío** proveniente de las regiones antárticas o subantárticas.

- Fenómeno **Macroclimático**
- Gradiente Vertical Normal de Temperatura**
- Nubosidad no atenúa el descenso térmico**
- Velocidad del Viento: $\geq 5,5$ km/h**



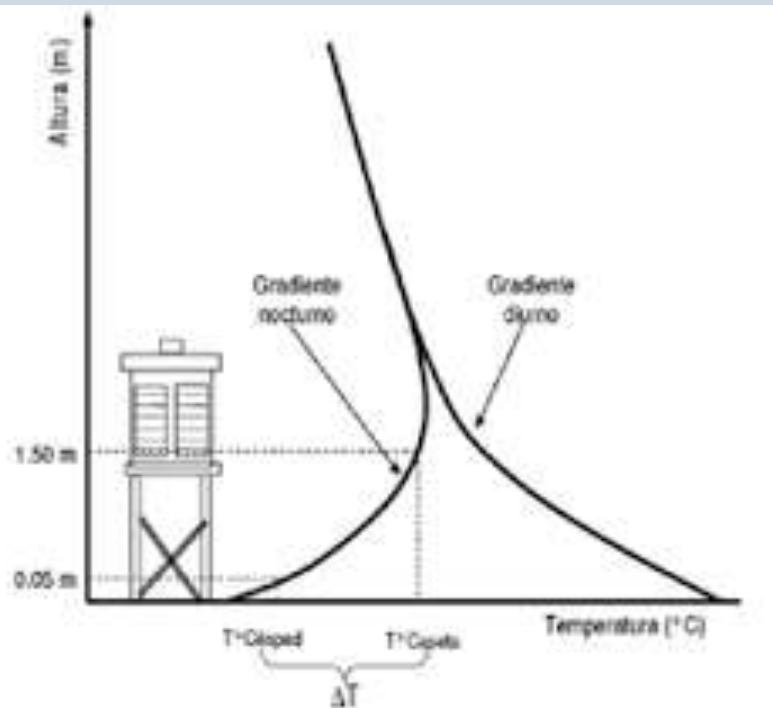
Modelo conceptual de la irrupción de aire frío en la Argentina



2. Heladas Radiativas

Heladas de Radiación: Ocurren como consecuencia de un balance de radiación negativo.

- Fenómeno **Microclimático o local**
- Vientos: Calmas
- Presión atmosférica alta, cielo **despejado, sin nubosidad**.
- La **inversión de temperatura** del aire cercano al suelo



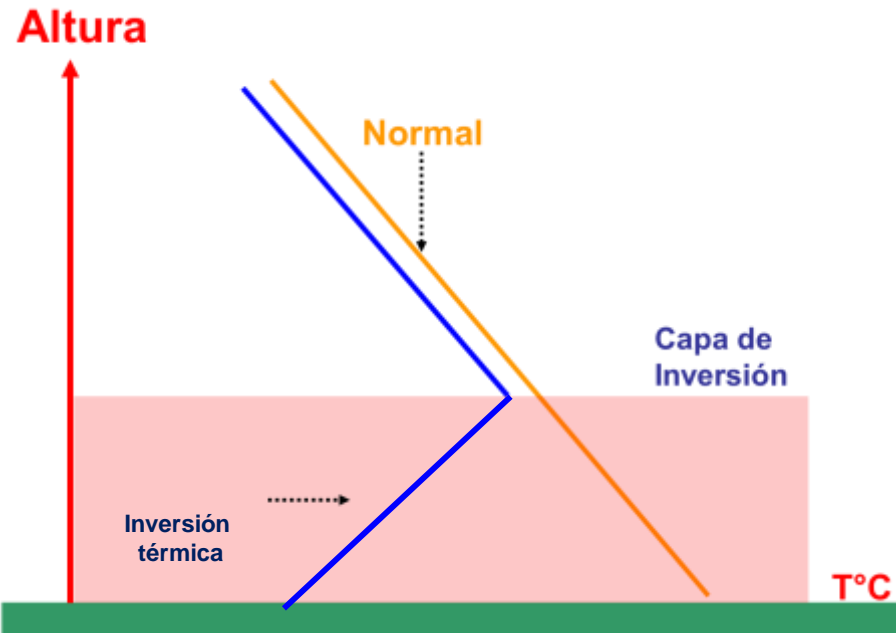
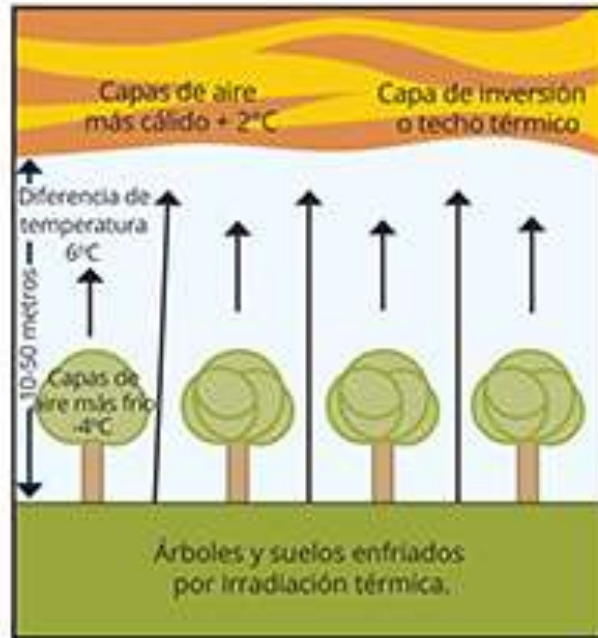
Inversión térmica:

- Moderada: 3°C; Elevada: 6 a 8°C:
- Techo de inversión: 10, 20, 50...m.
- **Techo de inversión** importante como métodos de protección de cultivos.
- Se registran principalmente en **otoño, invierno y primavera**.
- Pérdida de calor de un suelo agrícola: 0.10 a 0,15 Ly. minuto⁻¹

Durante el día



Noche helada



3. HELADAS MIXTAS

Heladas Mixtas: ocurren por una combinación de las heladas advectivas y radiativas.

- a) Irrumpe una masa de aire frío que provoca helada advectiva, se estabiliza y al día siguiente sufre descenso térmico de origen radiativo.
- b) Irrumpe una masa de aire frío que no llega a provocar una helada, se estabiliza y favorece por la noche el descenso térmico que determina la aparición de una helada.

CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A SU EFECTO VISUAL

helada blanca (escarcha):

Diferencia entre las dos: contenido de **humedad en el ambiente**



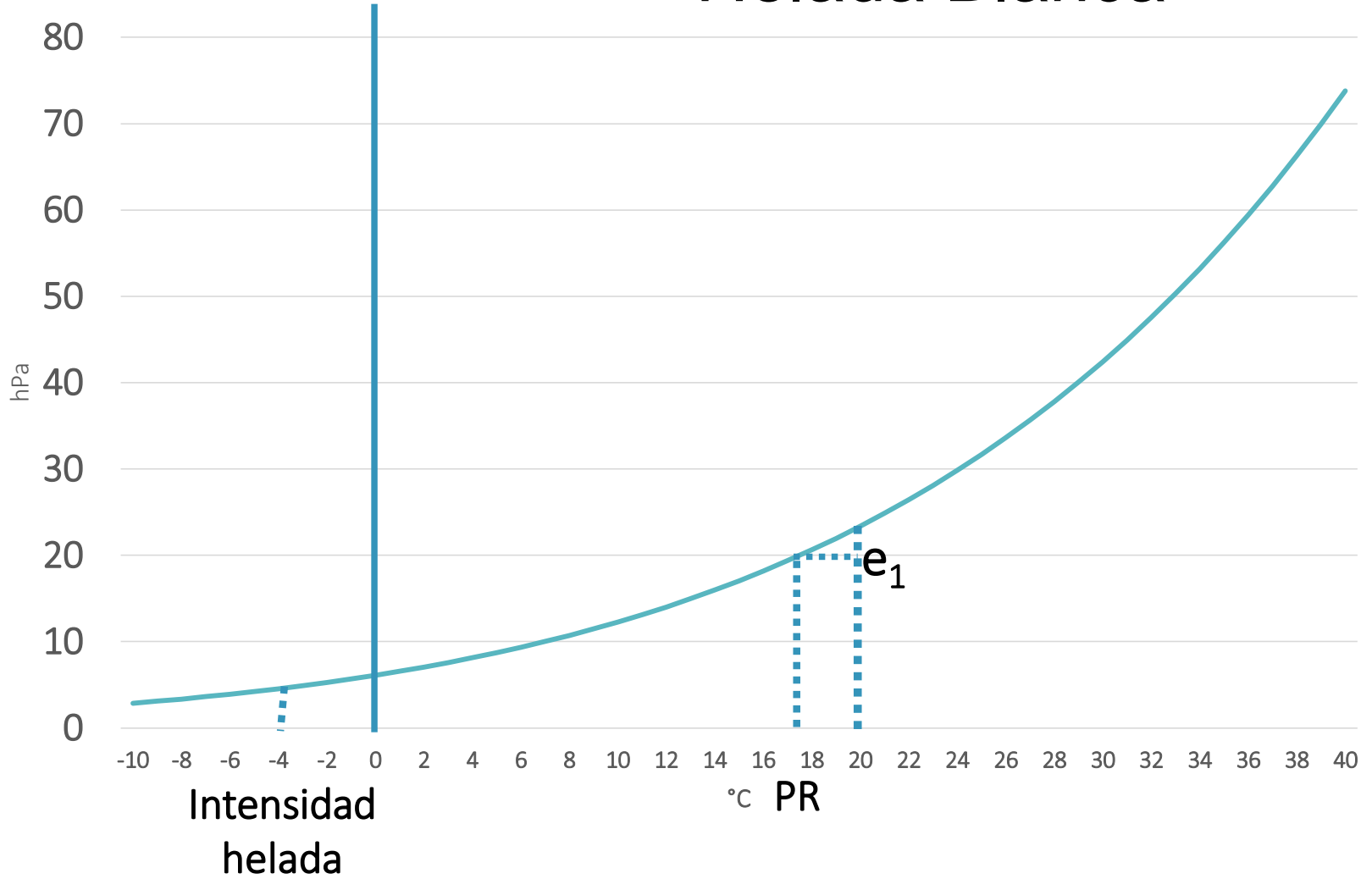
PR o Td $\geq 0^{\circ}\text{C}$: Helada blanca

PR o Td $< 0^{\circ}\text{C}$: Helada negra

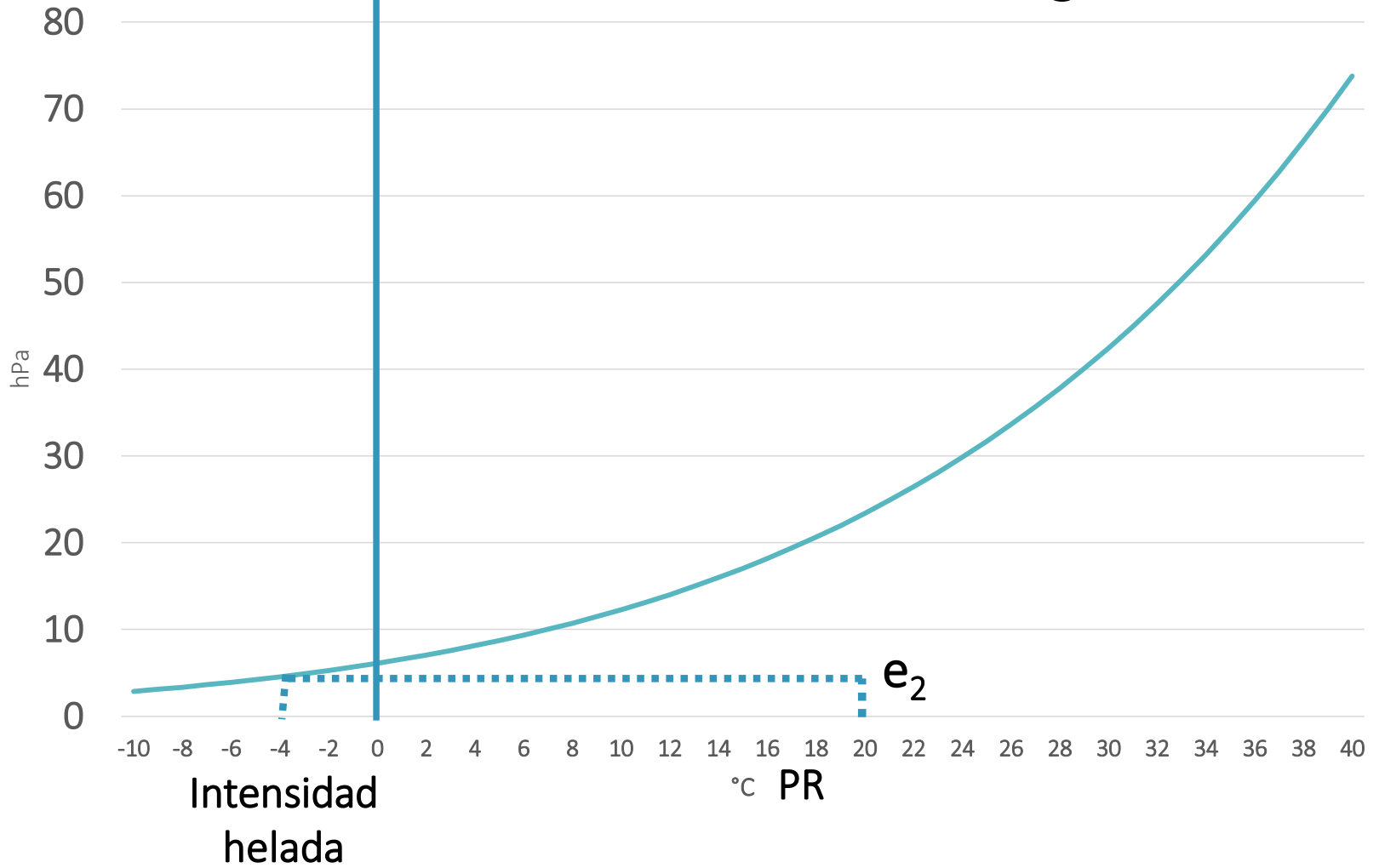
helada negra:



Helada Blanca



Helada Negra

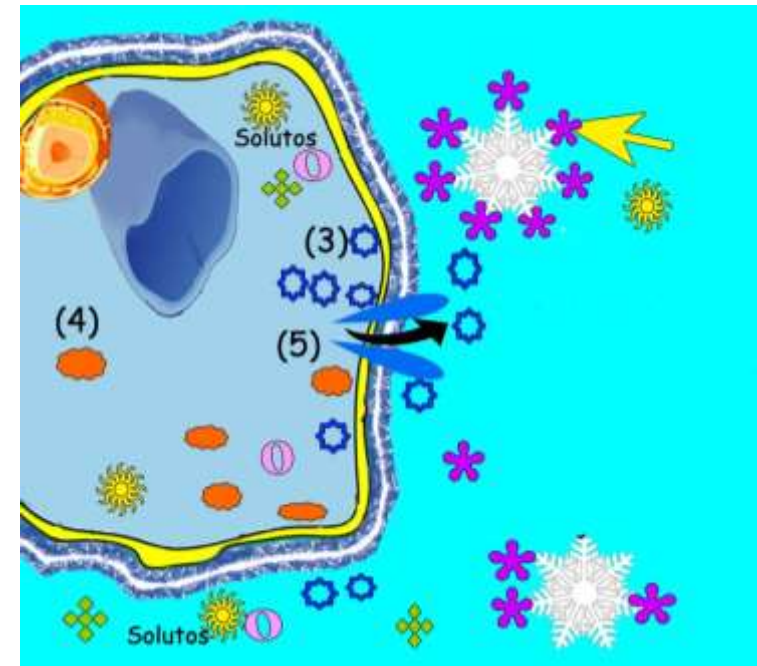
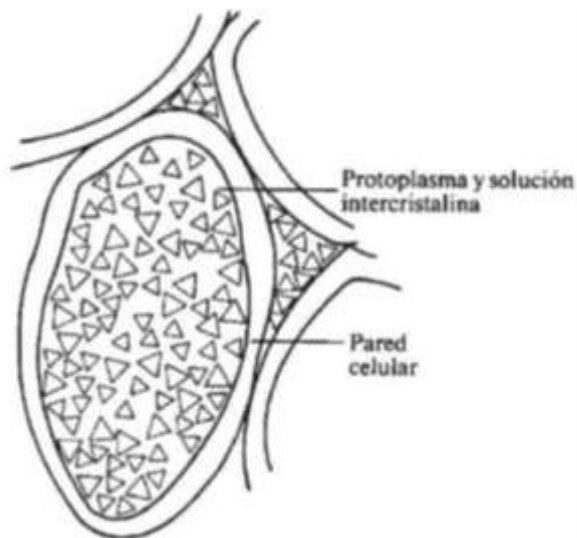


Dinámica del daño

- **HIELO EXTRACELULAR:** Formación del primer núcleo de cristal en el exterior de la célula por el vapor de agua presente en los espacios intercelulares.
- El hielo cristalizado actúa como aire seco...
- Las células comienzan a perder agua que va desde las vacuolas hacia las paredes celulares y de allí a los espacios intercelulares donde se congela.
- El protoplasto pierde agua, el volumen de la vacuola se reduce, las células se hallan en estrés mecánico...
- Colapso del citoplasma y muerte de las células.

Daño directo e indirecto

- Ocurre cuando se forman **cristales de hielo dentro del protoplasma** de las células (congelación o helada intracelular) (Directo)
- Puede ocurrir cuando se **forma hielo dentro de los espacios intercelulares**, fuera de las células (ej: congelación o helada extracelular) (Indirecto)

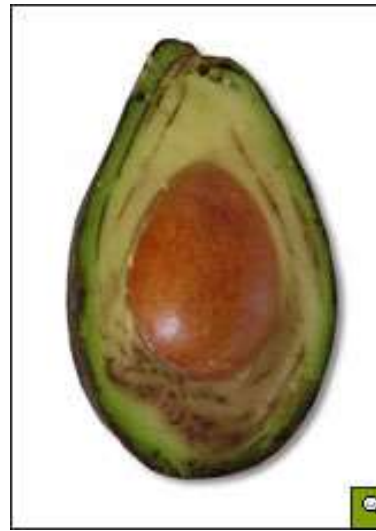
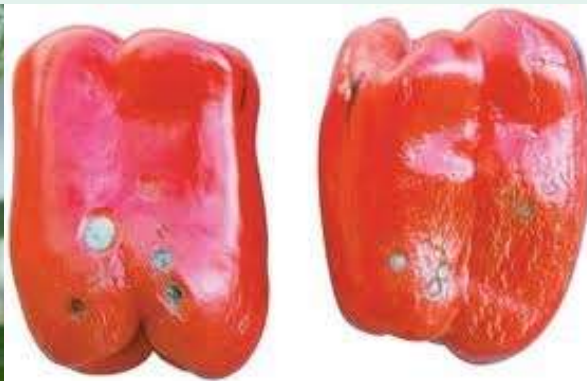


Daño Irreversible

- √ Visualmente apariencia traslúcida de órganos, flores y frutos.
- √ Destrucción de membrana protoplasmática
- √ Pérdida de contenidos celulares
- √ Inactivación de sistemas enzimáticos por alta concentración de sales
- √ Desnaturalización de proteínas (membrana)

Daño por enfriamiento

✓ Pérdida de botones florales, hojas y frutos por estrés térmico produce síntesis y liberación de etileno (compuesto gaseoso hormonal) responsable de abscisión (caída) de hojas, pétalos, pistilos, estambres y frutos



Magnitud del daño

VELOCIDAD DEL DESCENSO TÉRMICO

Lentamente...

- Días nublados c/ brisa
- Con mayor humedad relativa
- Velocidad de Licuación

Rápidamente...

- Mañanas sin nubes
- Rápido calentamiento del aire
- Lentamente Rehidratación Celular

DURACIÓN DE LAS BAJAS TEMPERATURAS

- Daño con $T^{\circ} > a 0^{\circ}$ (H Agr.)
- Temperatura de hojas u otros órganos, puede estar 3 o 4 $^{\circ}\text{C}$ mas baja que la del aire.

3. Duración

Cantidad media de horas durante las cuales la temperatura del aire a 1,5 m fue menor o igual a 0°C. Es de esperar que las heladas invernales sean de mayor duración que las ocurridas en otro período.

4. Intensidad

Se refiere al grado de nivel térmico al que llegarán las temperaturas de acuerdo a su época de ocurrencia. Es importante destacar que este proceso es mas importante en la época invernal, dado que puede exceder la resistencia vegetal a las bajas temperaturas.

5. Frecuencia

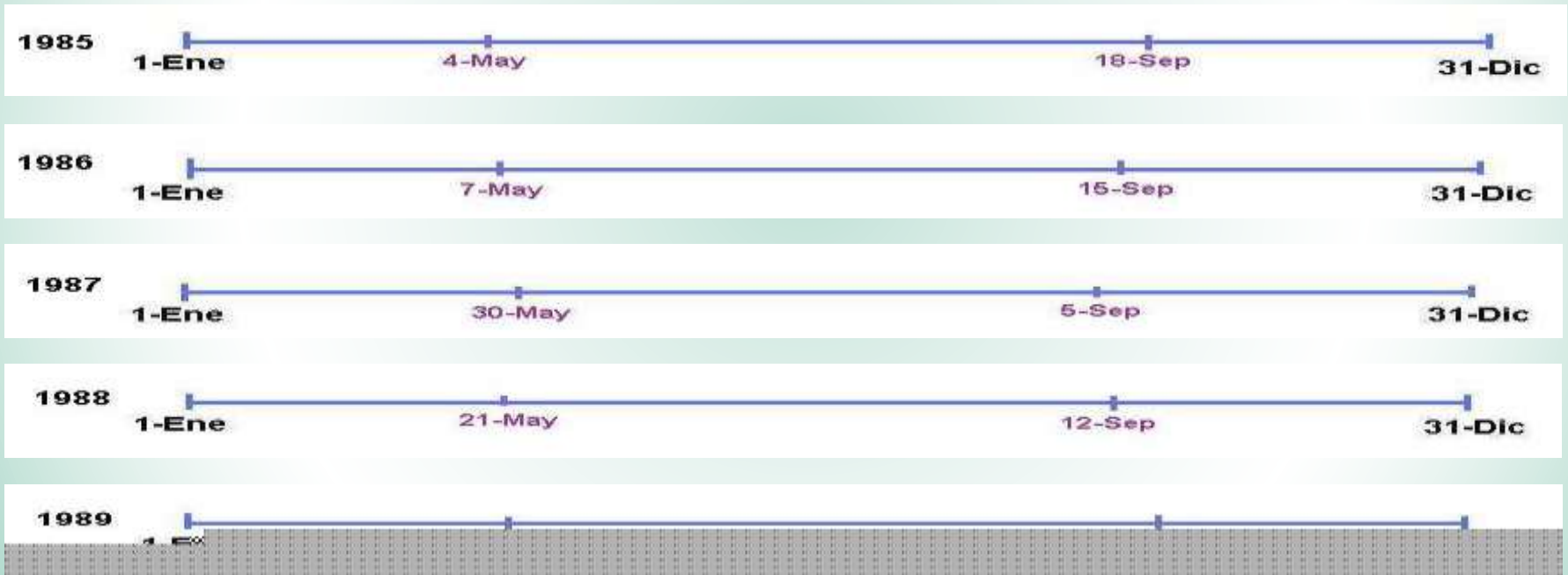
Se calculan las frecuencias relativas y absolutas de las características mencionadas en 1., 2., 3., y 4.

6. Peligrosidad

Existen diversos índices que describen cualitativa y cuantitativamente la peligrosidad de las heladas (ICK, IPH).

Determinación de fechas medias de primera y última helada

Para su determinación, es necesario disponer de un registro meteorológico de temperaturas mínimas de muchos años.



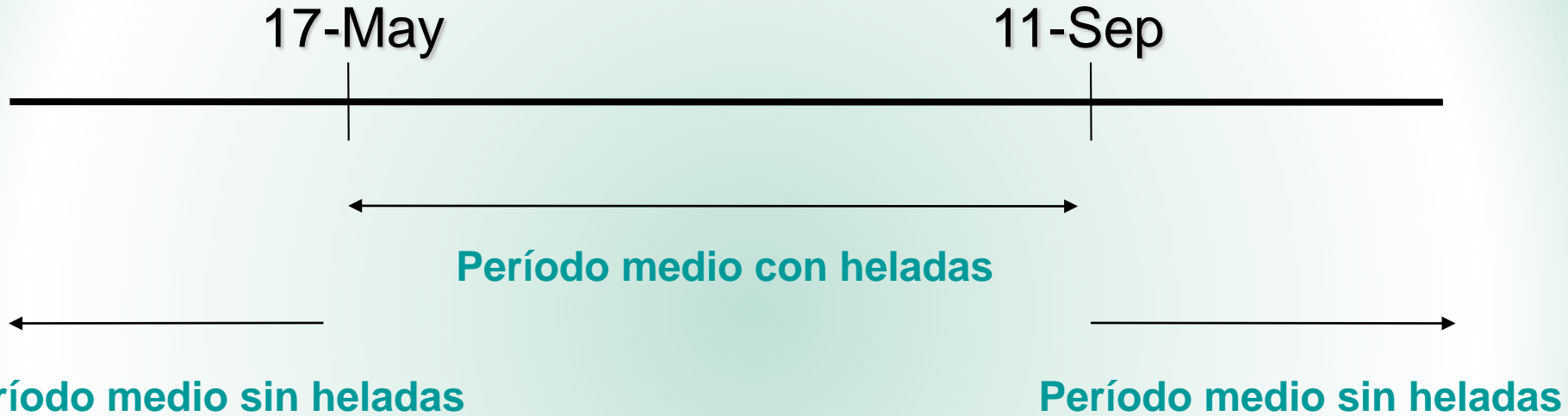
Fecha media de Primera helada: 17-May

Fecha media de Última helada: 11-Sep

$\sigma = \pm 11$ días

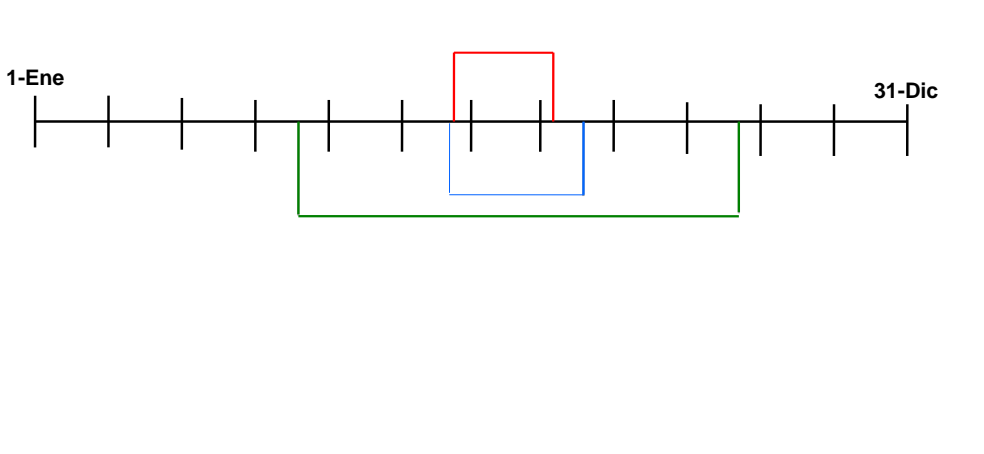
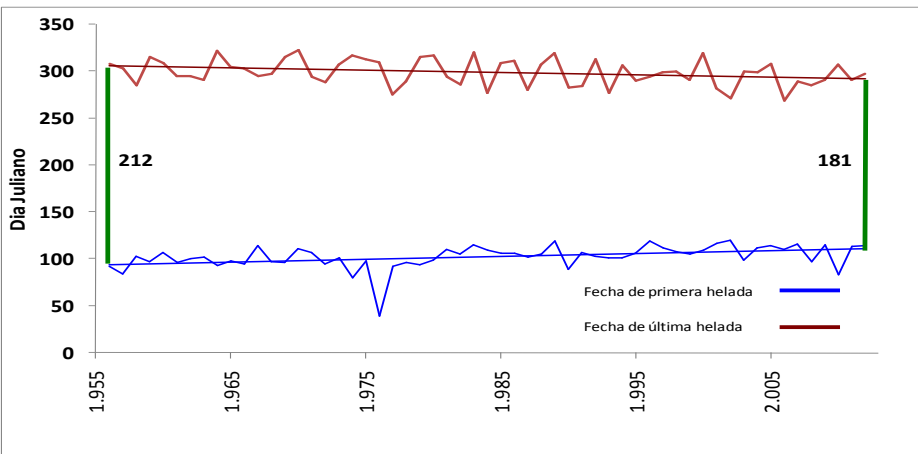
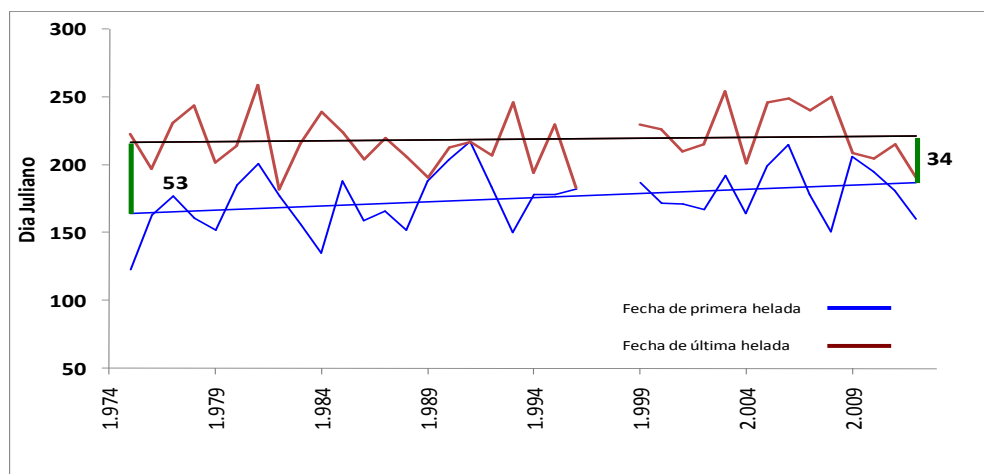
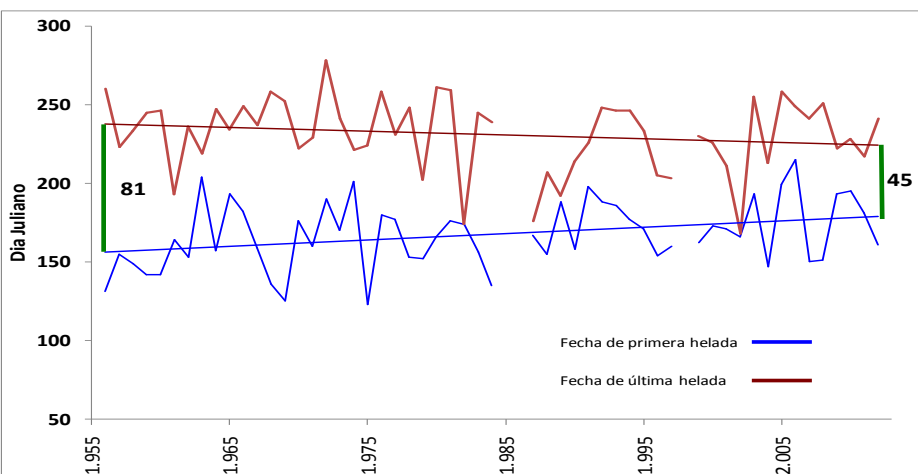
$\sigma = \pm 9$ días

PERÍODO MEDIO CON Y SIN HELADAS



Las heladas en Jujuy

	Latitud	Longitud	asm (mts)	F ext Pr.H.	F med Pr.H.	F med UH.	F ext U.H.	Per c/ H	Per s/ H	Prob 20% PH	Prob 20%UH	Desv StPH	Desv St UH	Frec Med	Desv St Frec	Tº min Ext	Tº min media	Desv Mmed
<u>Jujuy Ciudad</u>	24º 10´S	65º 11´W	1302	2-may	22-jun	17-ago	4-oct	56 dias	309 dias	30-may	10-sep	21	24	11	6	-6,8	-3,5	1,6
<u>Jujuy Aero</u>	24º 23´S	65º 05´W	905	2-may	23-jun	06-ago	15-sep	44 dias	321 dias	07-jun	27-ago	21	21	6	3	-6,9	-2,9	1,7
<u>La Quiaca</u>	22º 06´S	65º 36´W	3459	08-feb	16-abr	24-oct	18-nov	191 dias	174 dias	05-abr	07-nov	13	14	150	12	-15,2	-12,4	1,3



MÉTODOS DE LUCHA CONTRA LAS HELADAS

A) METODOS PASIVOS:

No tratan de evitar la ocurrencia o intensidad de la helada, sino sus daños.

B) METODOS ACTIVOS:

Actúan sobre las condiciones de microclima, tratando de evitar la ocurrencia de la helada o disminuyendo su intensidad.

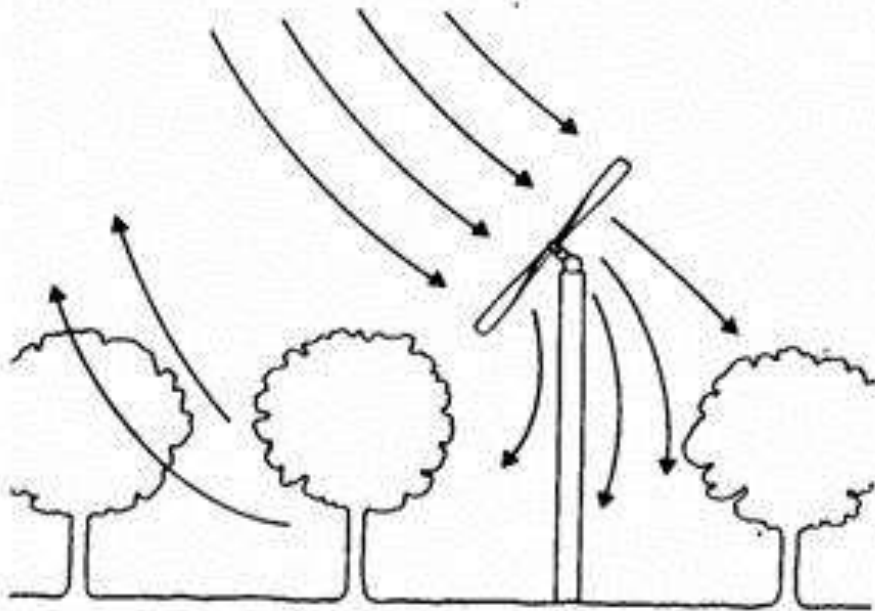
MÉTODOS PASIVOS:

- ✓ **Ubicación de la zona de cultivo:**
- ✓ **Ciclo del cultivo:**
- ✓ **Elección de especies y variedades:**
- ✓ **Manejo del suelo:**
- ✓ **Aplicación de fertilizantes minerales**
- ✓ **Prolongar el estado de dormición**
- ✓ **Cobertura:**

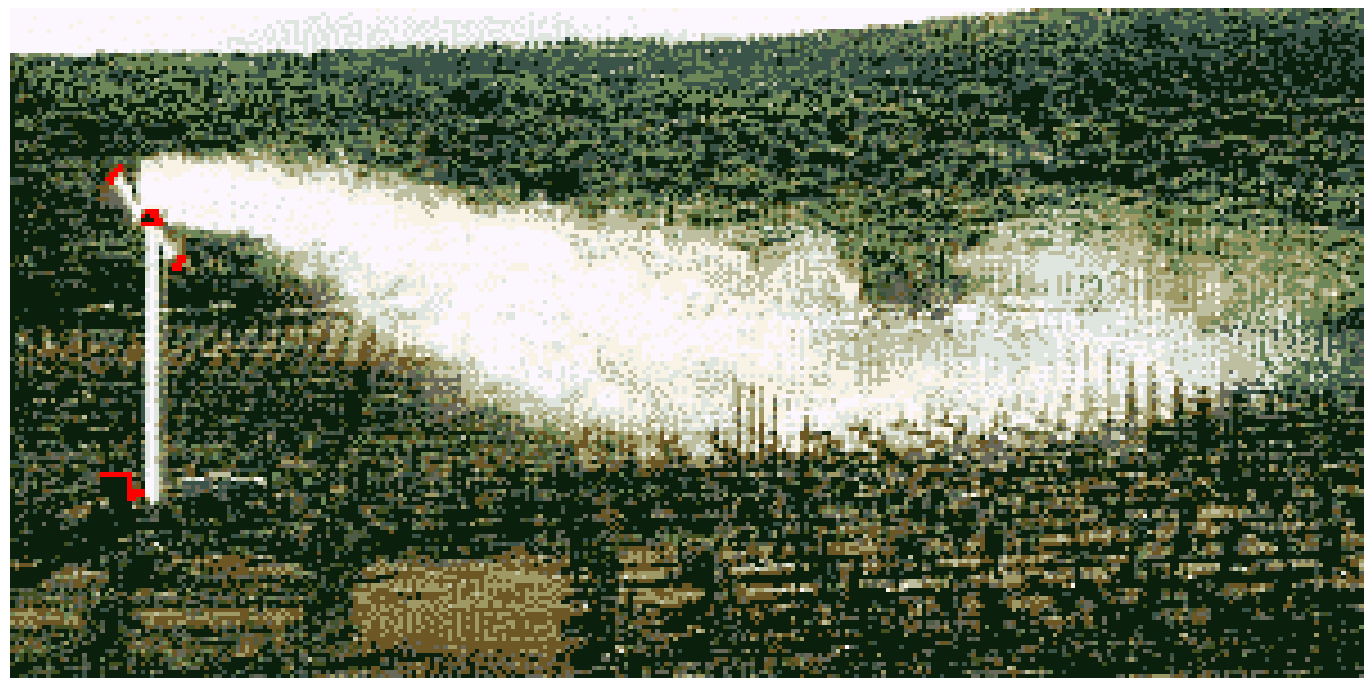
METODOS ACTIVOS

✓ Máquinas de viento:

Capa de inversión térmica



☑ Neblinas artificiales y neblinas químicas:



☑ Uso del agua:

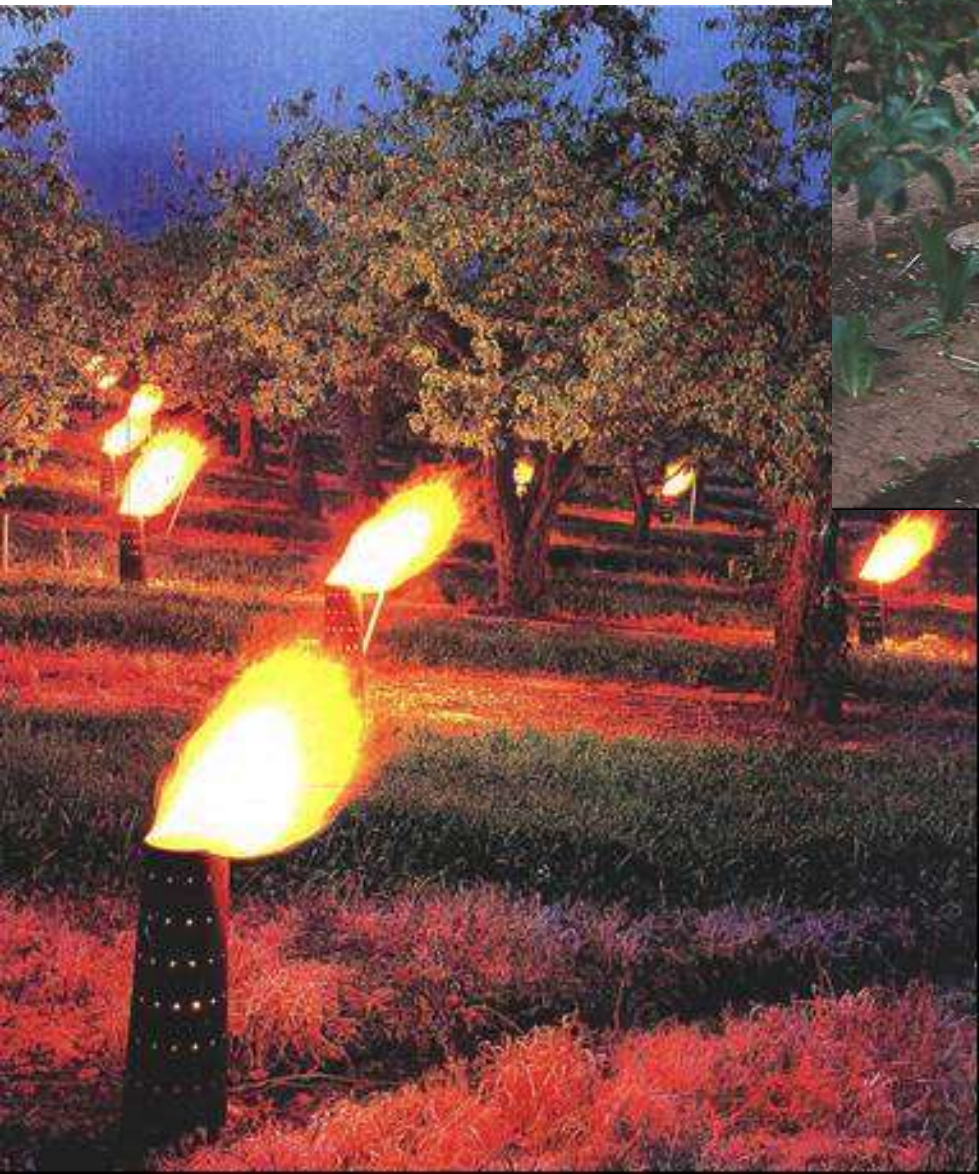


Riego por surco

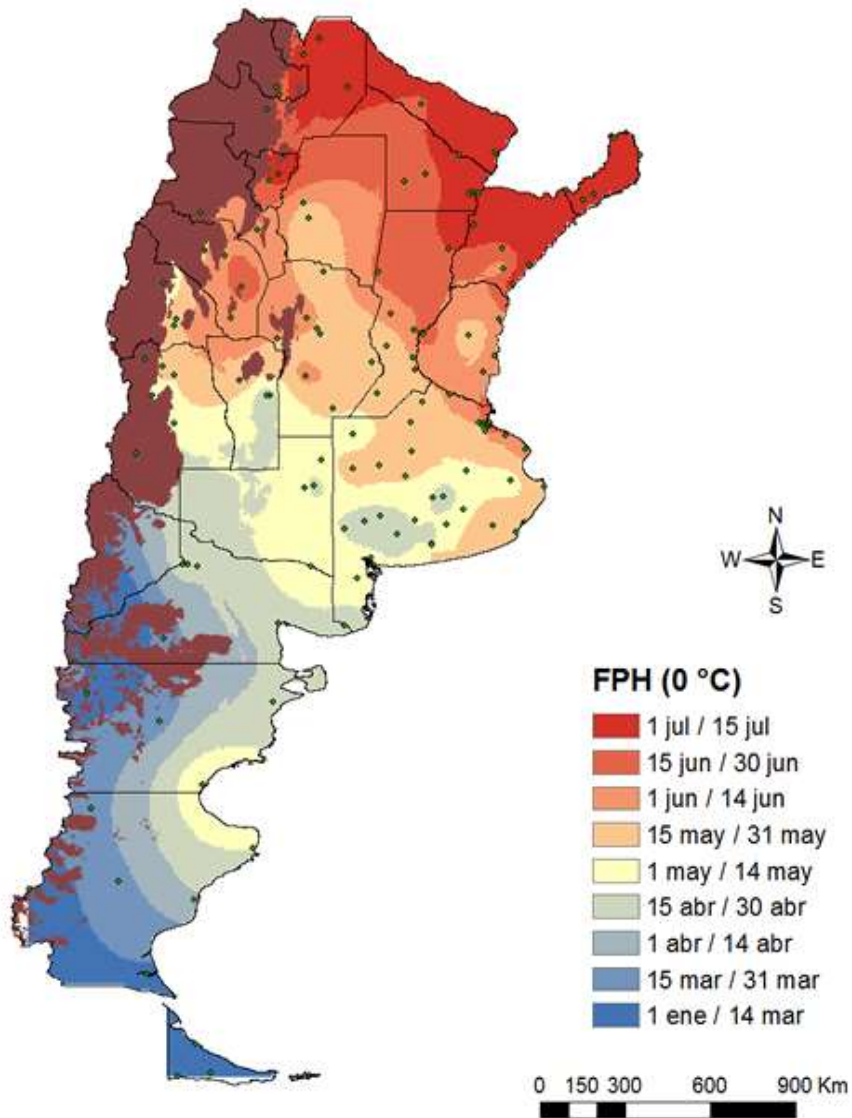
Riego por aspersión:



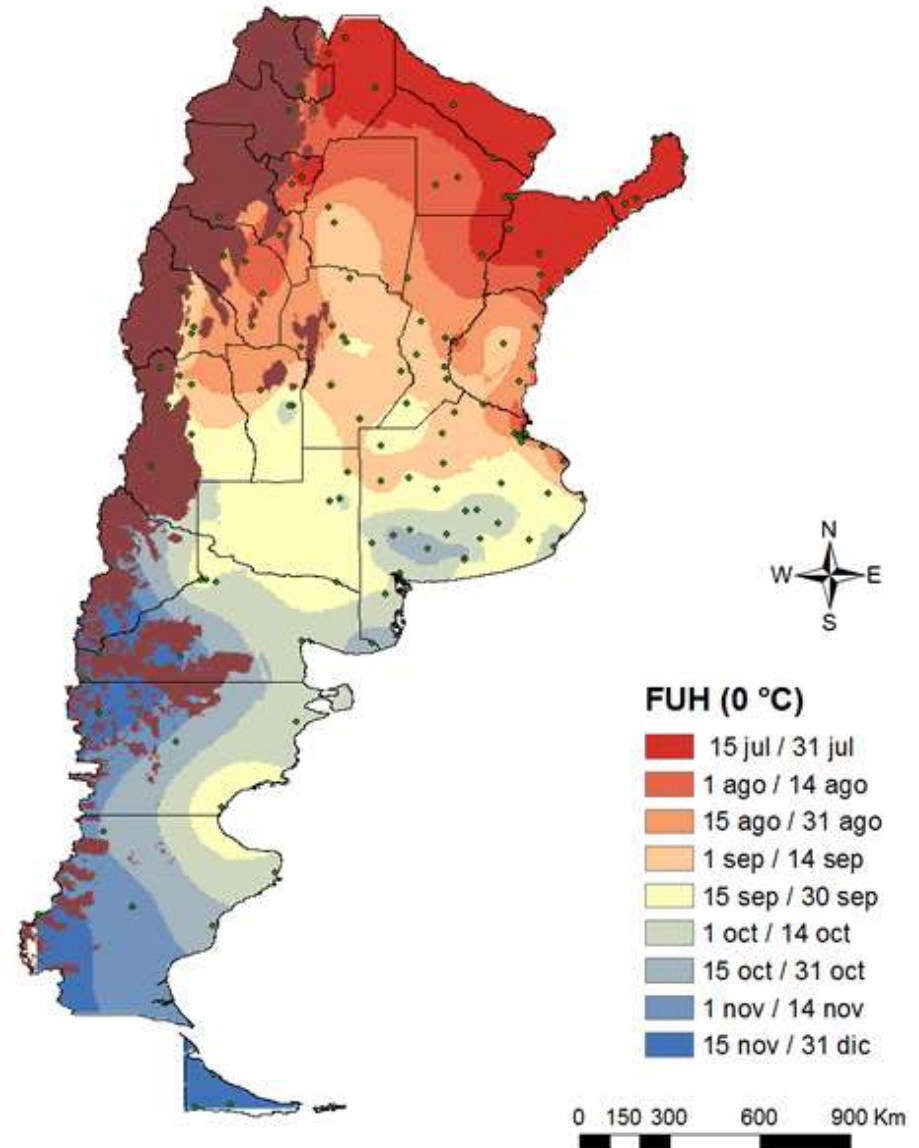
☑ Calefacción:



Mapas que unen puntos de igual fecha media



Fechas Media de Primeras heladas



Fechas Media de últimas heladas

Conclusiones

Las heladas son una de las adversidades climáticas que más limitan a las producciones y el estudio de una región desde este punto de vista de las heladas, resulta indispensable para cumplir los fines económicos que se plantean en una planificación agrícola.

Adversidad Agroclimática: Sequía



Equipo docente:

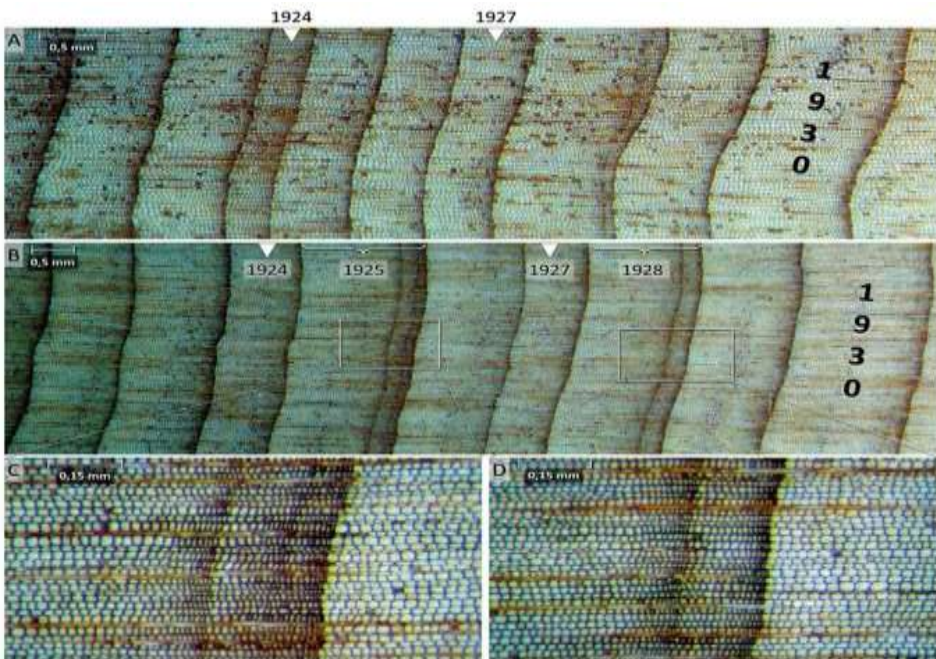
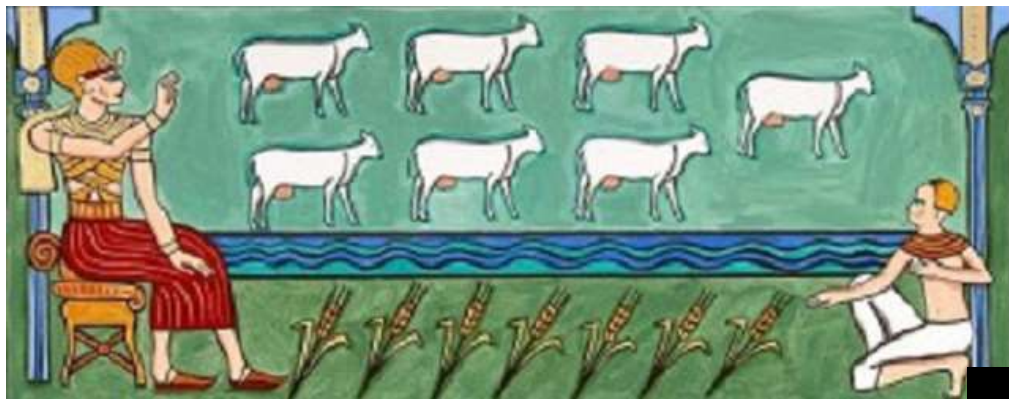
Rafael Hurtado

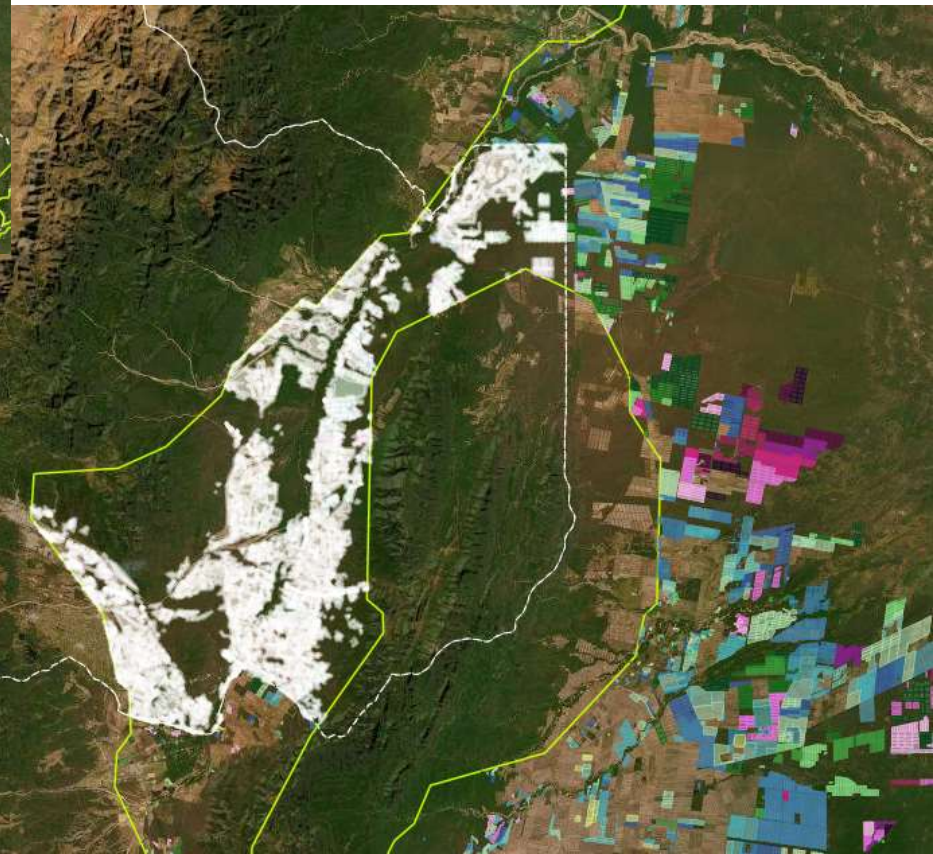
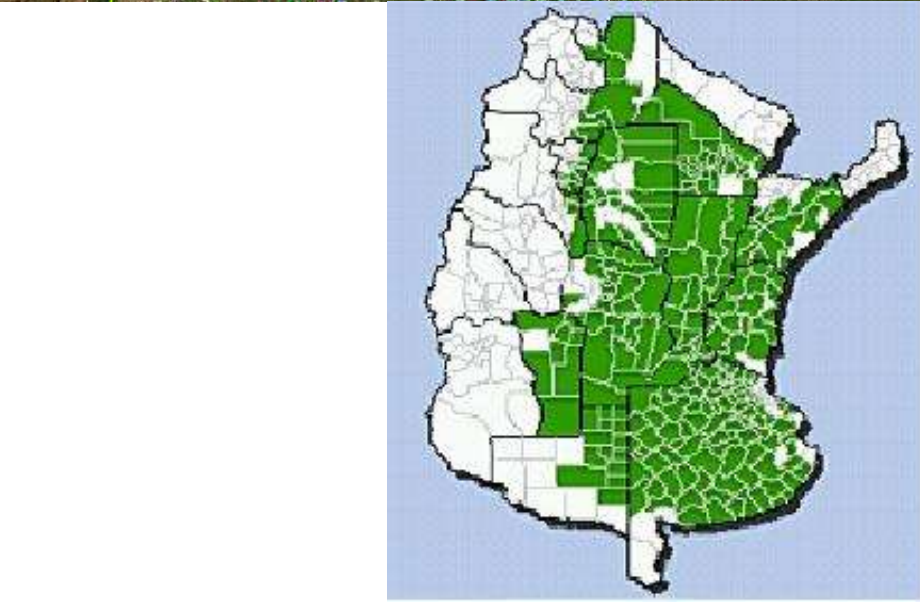
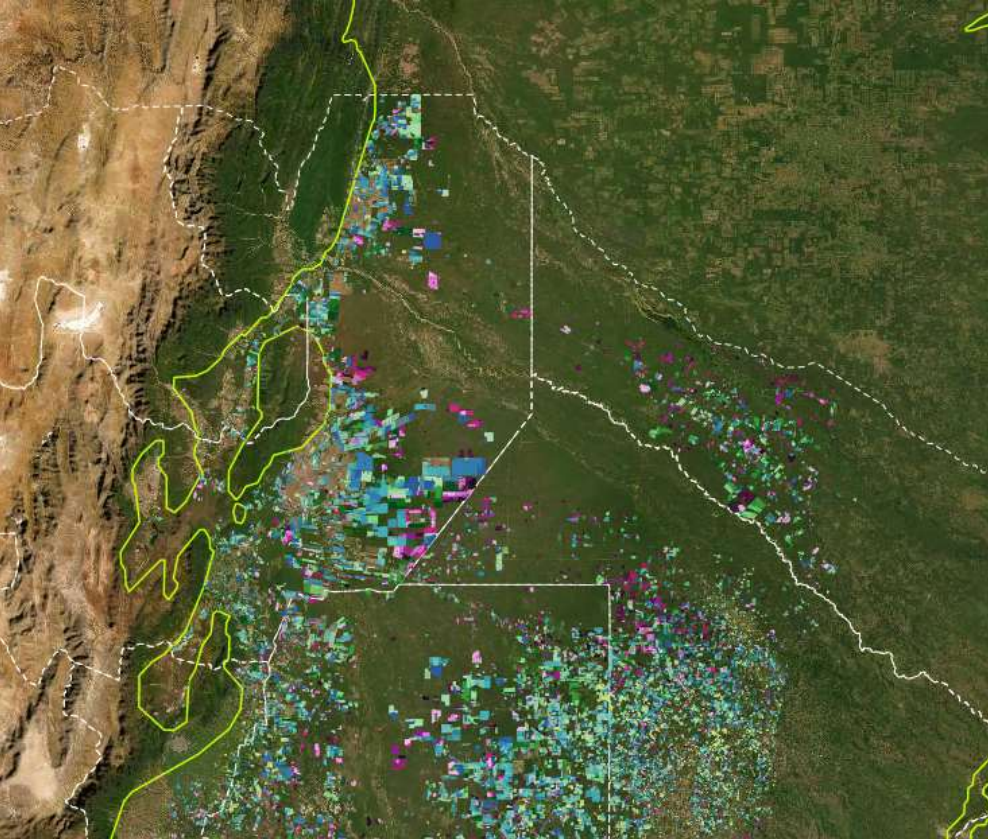
Mónica Valdiviezo Corte

Carla Moreno

Fabio Alabar

Facultad de Ciencias Agrarias
U.N.Ju.







Definición

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.

Características de las sequías

- Es un fenómeno estadísticamente extremo.
- 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).

Tipos de Sequías

Como fenómeno Físico

- **Sequía meteorológica:** disminución de las lluvias (acompañada eventualmente por alta temperatura, baja humedad, viento fuerte, escasa nubosidad, gran radiación, etc.)

- **Sequía hidrológica:** aprovisionamiento anormal de los cursos de agua y reservorios superficiales o subterráneos. (contribuye el clima, uso de la tierra, deforestación, degradación del suelo, presas etc.)

- **Sequía agrícola:** reducción del agua del suelo a nivel que limita el crecimiento y desarrollo de cultivos y animales.

- **Sequía socioeconómica:** la escasez de agua afecta a las personas y sus actividades socio-económicas.

Se la puede caracterizar

Por su recurrencia

- **Permanentes.**
- **Estacionales.**
- **Esporádicas u ocasionales.**

Por su naturaleza

- **Edáficas**
- **Atmosférica**

Determinación de las sequías

Se realiza por medio de **índices** que surgen de métodos empíricos o de modelos de simulación.

Índices basados en la precipitación

Porcentaje de la precipitación media:

Relación porcentual de la Precipitación registrada en un período determinado (mes, trimestre, año), y el valor medio normal climatológico del mismo período.

Cuantiles:

Basado en la distribución estadística de las precipitaciones de una serie de años ordenada de menor a mayor, que luego es dividida en terciles, quintiles o deciles.

Índice Estandarizado de Precipitación (SPI)

Precipitaciones



Distribución asimétrica respecto de los valores medios



Se aproximan a funciones teóricas de frecuencias (Gamma)



Se determina el nivel de probabilidad correspondiente a la cantidad de precipitación observada.



a ese valor de probabilidad se lo relaciona con el valor de "z"

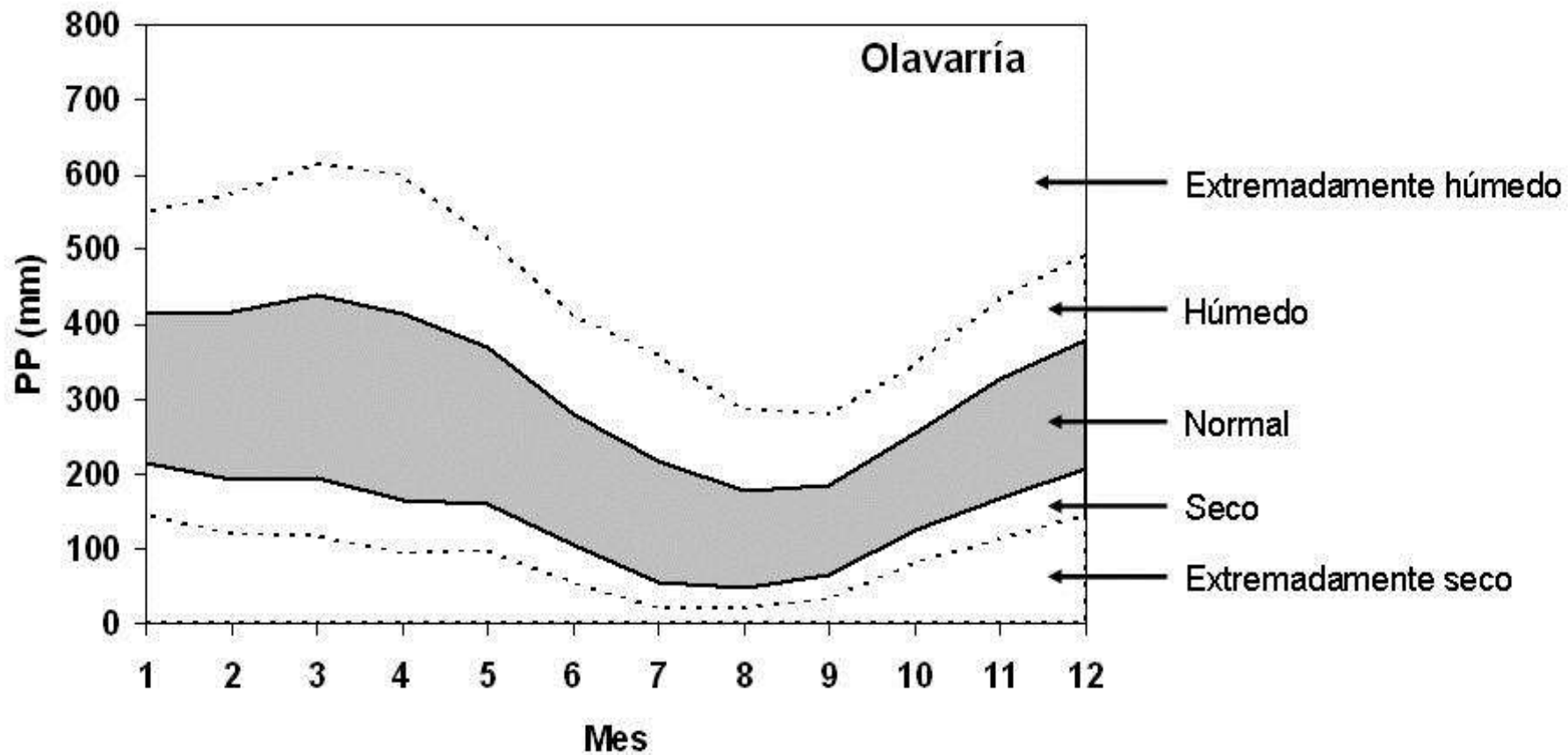


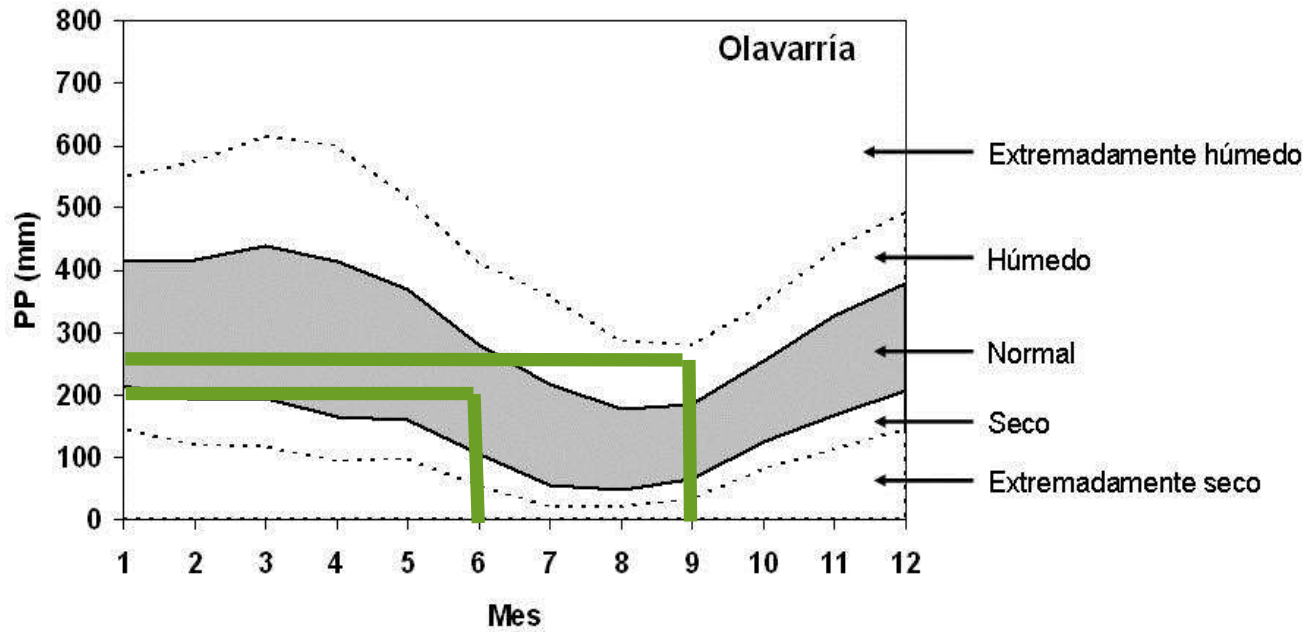
Índice de Precipitación estandarizado

Valor SPI	Categoría
$SPI > 2,0$	Extremadamente húmedo (HX)
$2,0 \geq SPI > 1,5$	Muy húmedo (HY)
$1,5 \geq SPI > 1,0$	Moderadamente húmedo (HM)
$1,0 \geq SPI > 0,0$	Ligeramente húmedo (HL)
$0,0 > SPI \geq -1,0$	Ligeramente seco (SL)
$-1,0 > SPI \geq -1,5$	Moderadamente seco (SM)
$-1,5 > SPI \geq -2,0$	Muy seco (SY)
$-2,0 > SPI$	Extremadamente seco (SX)

Identifica la **ocurrencia**, **duración** y **severidad** de períodos secos en múltiples escalas de tiempo.

SPI

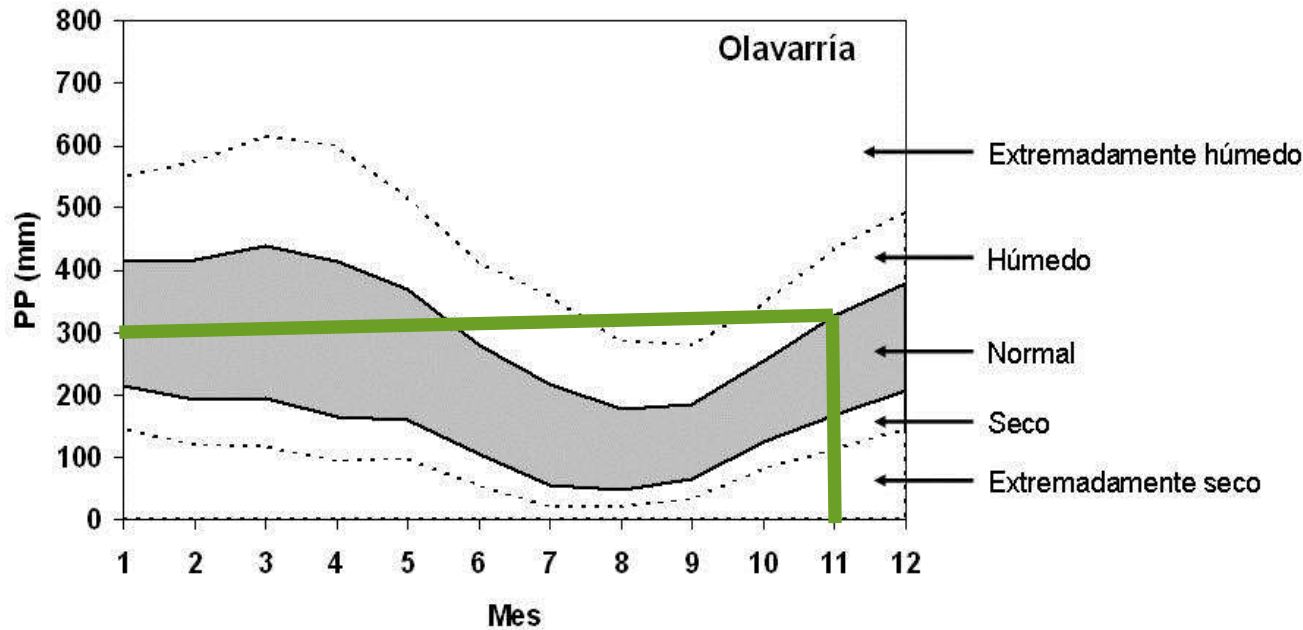




Determine la situación hídrica si:

Se acumulan 200 mm entre abril y junio → Normal

Se acumulan 250 mm entre julio y septiembre → Húmedo



Precipitación mensual – 2018

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
pp (mm)	198	161	130	173	0	30	0	5	3	69		

Cuanto tiene que llover en noviembre 2018 para alcanzar una condición húmeda

$$3\text{mm}(\text{sep } 2018) + 69\text{mm}(\text{oct } 2018) + X\text{mm}(\text{nov } 2018) \geq 300\text{mm}$$

Debería llover más de 228 mm en noviembre de 2018

Índices basados en el balance hídrico del suelo

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

Se basa en un balance hidrológico seriado del agua de suelo. Considera **dos capas**, una superficial que contiene **25 mm del agua útil** y que evapotranspira a nivel potencial; y una **capa inferior** que contiene el resto del agua útil en función de la profundidad considerada y de las características del suelo.

Los resultados del balance permiten determinar las **deficiencias** que se producen y una serie de índices como el de **anomalía hídrica** y el de **sequía** que fue estandarizado para permitir comparaciones entre localidades y meses.

Situación Hídrica

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984	0	384	-5	0	-1	0	-2	-3	0	126	-2	-40
1985	-74	-2	-41	0	0	-3	0	-1	0	89	1	-15
1986	0	-12	-32	0	-1	17	0	1	0	59	84	-39
1987	-37	0	35	10	-1	-1	59	0	-2	13	20	-8
1988	-34	-33	156	0	-3	-2	0	-4	-4	-3	-17	-19
1989	-31	-43	0	-1	0	0	0	35	-2	6	0	0
1990	-1	-14	0	109	40	0	10	-1	0	101	76	5
1991	-5	-24	0	73	74	63	13	30	36	14	-1	138
1992	-11	-24	-22	0	0	97	10	31	0	-3	0	-20
1993	0	-25	-1	229	68	51	0	0	6	183	-1	15
1994	-19	-22	-35	0	0	0	0	0	-7	0	-18	-39
1995	-34	-56	0	347	-1	0	-1	-4	-4	0	0	-39
1996	-36	0	-33	0	-1	-3	-1	0	-2	-11	-23	-34
1997	0	-24	-39	0	0	0	-3	0	-14	43	79	1
1998	-5	-5	-7	0	0	-2	0	-3	-9	0	0	2
1999	-10	-12	22	-1	-2	0	0	0	0	-1	-27	-42
2000	-60	0	-17	24	181	4	0	-2	34	125	72	-30

Balance Hidrológico Seriado

Probabilidades de las Situaciones Hídricas

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.02	-69	-52	-40	-1	-3	-3	-2	-4	-12	-8	-25	-42
0.05	-63	-46	-39	-1	-3	-3	-2	-4	-10	-5	-24	-40
0.1	-46	-37	-36	-1	-2	-2	-1	-3	-8	-3	-20	-40
0.2	-36	-25	-33	0	-1	-2	-1	-2	-4	-1	-14	-39
0.3	-34	-24	-24	0	-1	-1	0	-1	-3	0	-1	-35
0.4	-26	-23	-13	0	0	0	0	0	-2	2	0	-26
0.5	-11	-14	-5	0	0	0	0	0	0	13	0	-19
0.6	-7	-12	-1	0	0	0	0	0	0	31	0	-11
0.7	-4	-5	0	13	0	1	0	0	0	65	4	0
0.8	0	0	0	63	32	14	8	1	0	98	62	2
0.9	0	0	27	157	70	56	11	30	18	125	77	9
0.95	0	77	59	252	95	70	22	31	35	138	80	40
0.98	0	261	117	309	147	86	45	34	36	165	82	99
1	0	384	156	347	181	97	59	35	36	183	84	138

Probabilidades de las Situaciones Hídricas

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.02	-69	-52	-40	-1	-3	-3	-2	-4	-12	-8	-25	-42
0.05	-63	-46	-39	-1	-3	-3	-2	-4	-10	-5	-24	-40
0.1	-46	-37	-36	-1	-2	-2	-1	-3	-8	-3	-20	-40
0.2	-36	-25	-33	0	-1	-2	-1	-2	-4	-1	-14	-39
0.3	-34	-24	-24	0	-1	-1	0	-1	-3	0	-1	-35
0.4	-26	-23	-13	0	0	0	0	0	-2	2	0	-26
0.5	-11	-14	-5	0	0	0	0	0	0	13	0	-19
0.6	-7	-12	-1	0	0	0	0	0	0	31	0	-11
0.7	-4	-5	0	13	0	1	0	0	0	65	4	0
0.8	0	0	0	63	32	14	8	1	0	98	62	2
0.9	0	0	27	157	70	56	11	30	18	125	77	9
0.95	0	77	59	252	95	70	22	31	35	138	80	40
0.98	0	261	117	309	147	86	45	34	36	165	82	99
1	0	384	156	347	181	97	59	35	36	183	84	138

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.2	-36	-25	-33	0	-1	-2	-1	-2	-4	-1	-14	-39

Situación Hídrica

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1984	0	384	-5	0	-1	0	-2	-3	0	126	-2	-40
1985	-74	-2	-41	0	0	-3	0	-1	0	89	1	-15
1986	0	-12	-32	0	-1	17	0	1	0	59	84	-39
1987	-37	0	35	10	-1	-1	59	0	-2	13	20	-8
1988	-34	-33	156	0	-3	-2	0	-4	-4	-3	-17	-19
1989	-31	-43	0	-1	0	0	0	35	-2	6	0	0
1990	-1	-14	0	109	40	0	10	-1	0	101	76	5
1991	-5	-24	0	73	74	63	13	30	36	14	-1	138
1992	-11	-24	-22	0	0	97	10	31	0	-3	0	-20
1993	0	-25	-1	229	68	51	0	0	6	183	-1	15
1994	-19	-22	-35	0	0	0	0	0	-7	0	-18	-39
1995	-34	-56	0	347	-1	0	-1	-4	-4	0	0	-39
1996	-36	0	-33	0	-1	-3	-1	0	-2	-11	-23	-34
1997	0	-24	-39	0	0	0	-3	0	-14	43	79	1
1998	-5	-5	-7	0	0	-2	0	-3	-9	0	0	2
1999	-10	-12	22	-1	-2	0	0	0	0	-1	-27	-42
2000	-60	0	-17	24	181	4	0	-2	34	125	72	-30

Probabilidades de las Situaciones Hídricas

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.02	-69	-52	-40	-1	-3	-3	-2	-4	-12	-8	-25	-42
0.05	-63	-46	-39	-1	-3	-3	-2	-4	-10	-5	-24	-40
0.1	-46	-37	-36	-1	-2	-2	-1	-3	-8	-3	-20	-40
0.2	-36	-25	-33	0	-1	-2	-1	-2	-4	-1	-14	-39

1988	-34	-33	156	0	-3	-2	0	-4	-4	-3	-17	-19
------	-----	-----	-----	---	----	----	---	----	----	----	-----	-----

Casos de Sequía		Dura- ción	Intensidad			Recurren- cia (años)
Inicio	Fin		SH (mm)	p	Mes	
Abril 1988	Junio 1988	3 meses	-3 mm	0,05	Mayo	20
Agosto 1988	Noviembre 1988	4 meses	-4 mm	0,05	Agosto	20

Métodos de mitigación contra sequías

Los métodos de prevención se pueden clasificar en **tres** grupos, orientados:

1) **Hacia la oferta:**

- **Utilizar mejor y con mayor eficiencia las reservas existentes.**
Reducir pérdidas de transporte y de embalses.
Conservar el suelo para aumentar su capacidad de infiltración.
Reducir la evaporación (escorrentía y vegetación).
Prácticas de riego que ahorren agua.
- **Desarrollo de nuevas fuentes para Incrementar los recursos a suministrar.**
La reutilización de aguas residuales.
Utilización de aguas subterráneas y fósiles.
Desalinización del agua de mar.
Lluvias artificiales.

2) **Hacia la demanda**

Todas las medidas que a distintos niveles tiendan a reducir al mínimo el consumo.

Métodos de mitigación contra sequías

3) Hacia la reducción al mínimo de los impactos y las pérdidas.

- Anticiparse antes que se produzcan, empleando las predicciones y el análisis de datos.
- Conservación de vegetación natural (forestación).
- Utilización de buenas prácticas agrícolas.
- Reducir la erosión y mejorar la retención del agua por el suelo.
- Utilización de cultivos resistentes a las sequías.
- Correcta ubicación espacial y temporal de los cultivos.