

# Sensores y digitalización agrícola





# ÍNDICE DE CONTENIDO

DIGITALIZACIÓN AGRÍCOLA Y  
SENSORÍSTICA

---

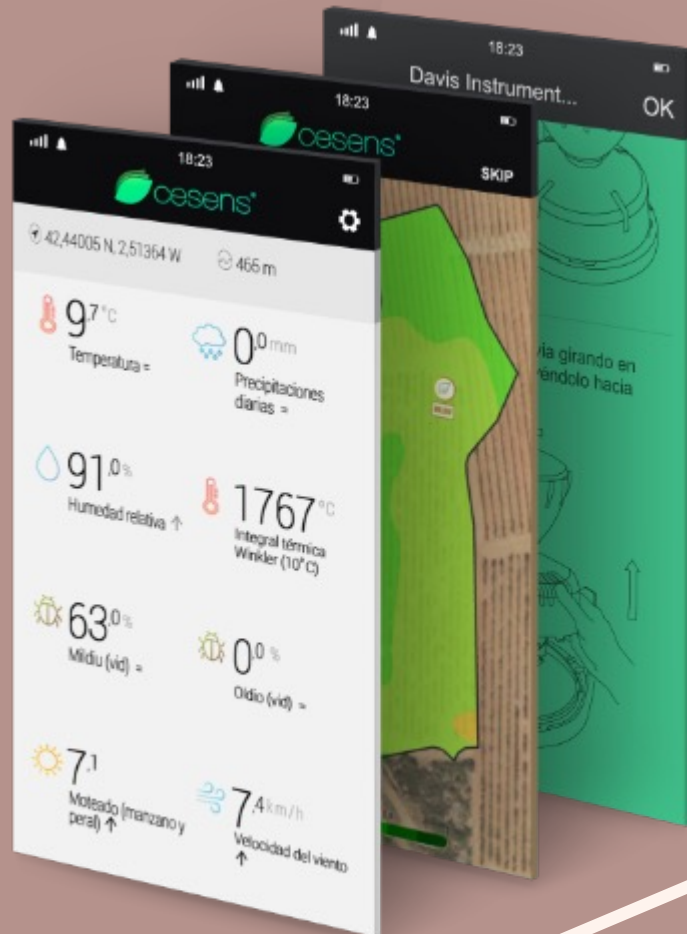
GESTIÓN DEL AGUA

---

GESTIÓN DE HELADAS

---

# Evolución de la sensorización



# INTRODUCCIÓN

“OJIMETRO 9 500 a. C”



Toma de datos



Actuación



Modelado



Necesarios para afrontar los retos actuales de la agricultura

# DIGITALIZACIÓN AGRÍCOLA:

La evolución de los sensores

Sensores manuales



Datalogger que registran y guardan lecturas



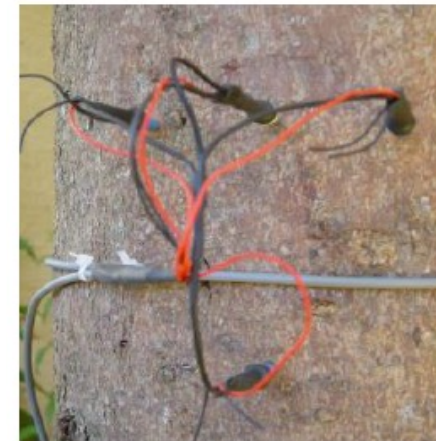
Sistemas autónomos con envío directo a la nube



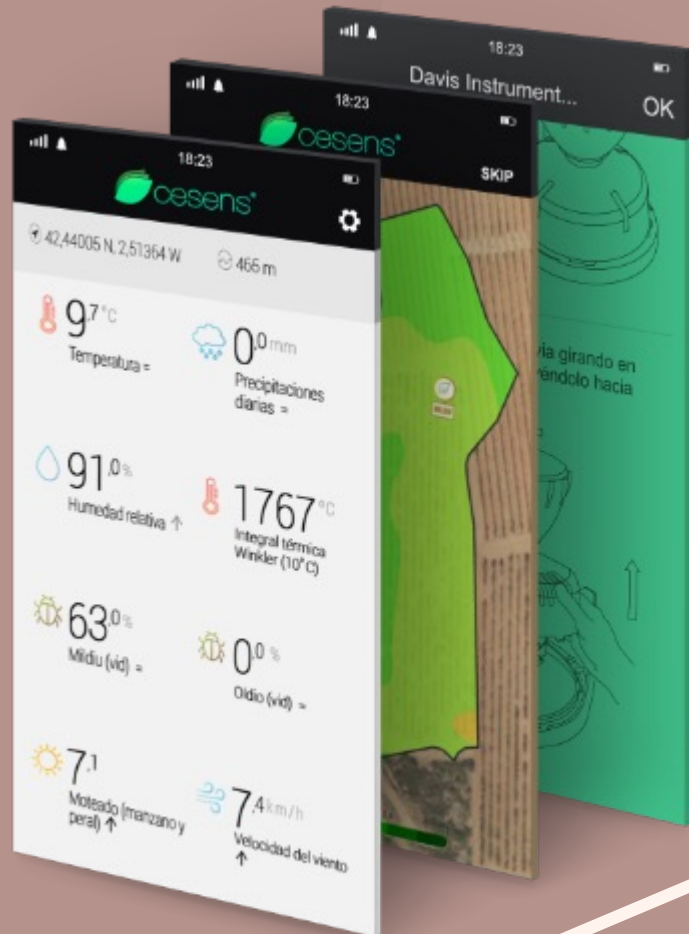


# DIGITALIZACIÓN AGRÍCOLA:

Perspectivas de futuro



# Manejo del agua



# GESTIÓN DEL AGUA

Porque regar bien

- Optimizar costes
- Optimizar la producción
- Reducción de enfermedades
- Optimizar recursos (ajustarse a la dotación)





# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

1º Conocer nuestro terreno:

Tenemos un sistema complejo en el que participan factores que afectan de forma muy significativa y locales.

- Estructura del suelo (Porosidad, composición, capa ferrítica)
- Pendiente del cultivo
- Disposición de nutrientes
- Aguas subterráneas.

Se usaran calicatas, pruebas de filtración, analíticas del suelo, en todos los puntos significativamente distintos, mapa de NVDI y relieve.

Seleccionar cultivo y diseñar el sistema de riego

# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

## 2° Que necesita mi cultivo:

Las necesidades hídricas del cultivo cambian en función de su variedad y de su fenología.

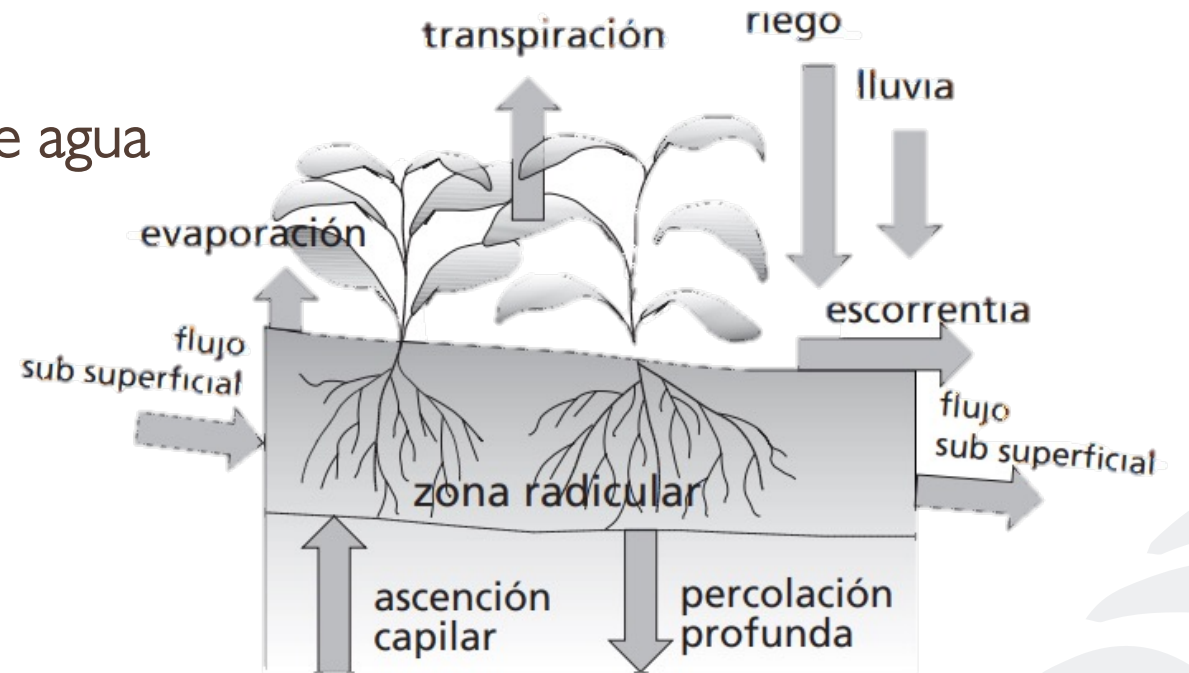
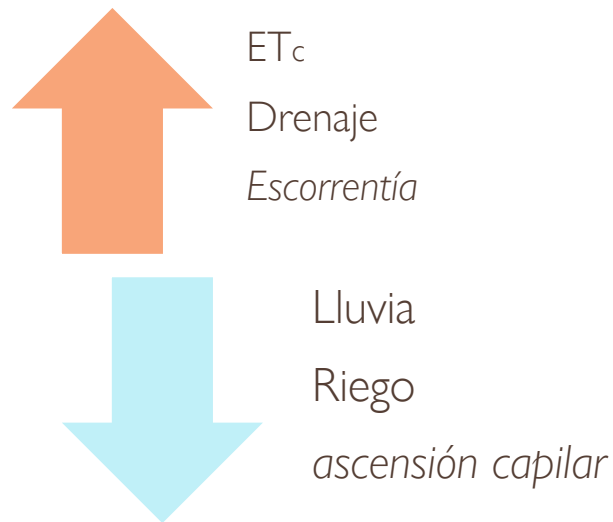
Es una decisión del agricultor y un buen manejo permite aumentar la producción, reducir la vegetación y aumentar la calidad del fruto final. Existen recomendaciones en documentación pero al final cada empresa tiene su propio KnowHow.

Necesitaremos tener registrado una humedad objetivo o un nivel de estrés hídrico adecuado a los estados fenológicos.

# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

## 3º Balances de entradas y salidas de agua



# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

3° Balances de entradas y salidas de agua

ET<sub>0</sub> y ET<sub>c</sub>: perspectiva global del agua saliente al día, Nos permite tener una imagen de las necesidades del cultivo y dimensionar instalaciones y hacer un manejo general a nivel finca.

$$ET_0 = \frac{0,408(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (DPV)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)} \text{ (mm/día)}$$

$$ET_c = K_c * ET_0 \text{ (mm/día)}$$

FAO, Mapas de satélite

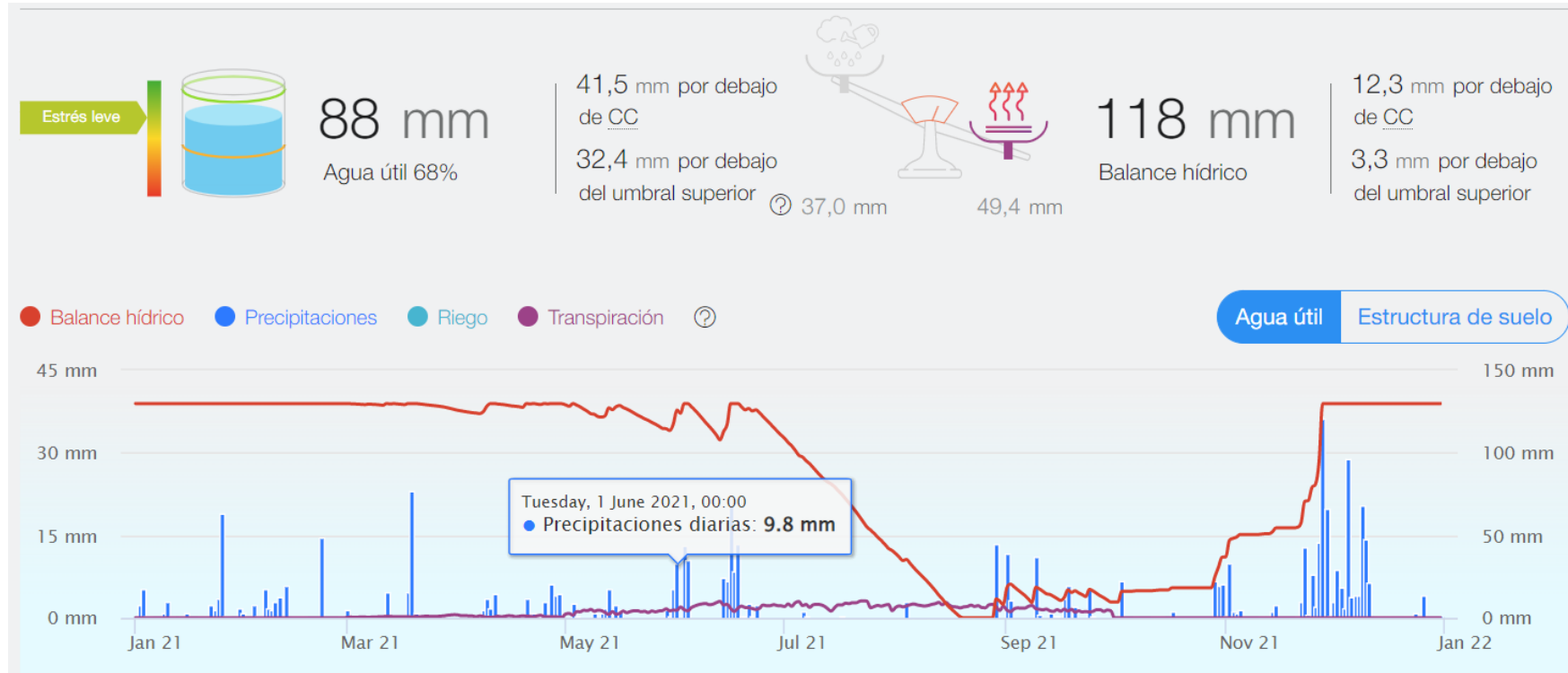


Superficie de referencia es hipotético pasto, con 12 cm de altura, resistencia sup. fija de 70 s /m y albedo de 0,23.

# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

3º Balances de entradas y salidas de agua  
ETo y ETc:





# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

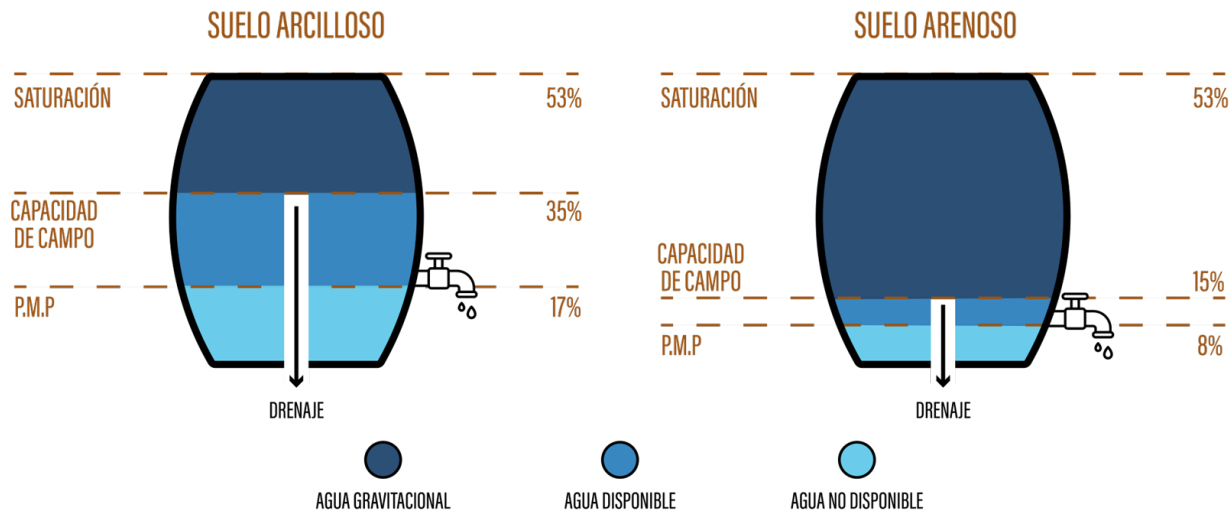
3° Balances de entradas y salidas de agua  
ETo y ETc:



# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

3° Balances de entradas y salidas de agua  
Medición de agua a nivel de la Rizosfera.



- Sensores de estrés Hídricos.
- Sensores de contenido volumétrico

Pros  
Cuando necesita agua  
Cuanta agua necesita mm

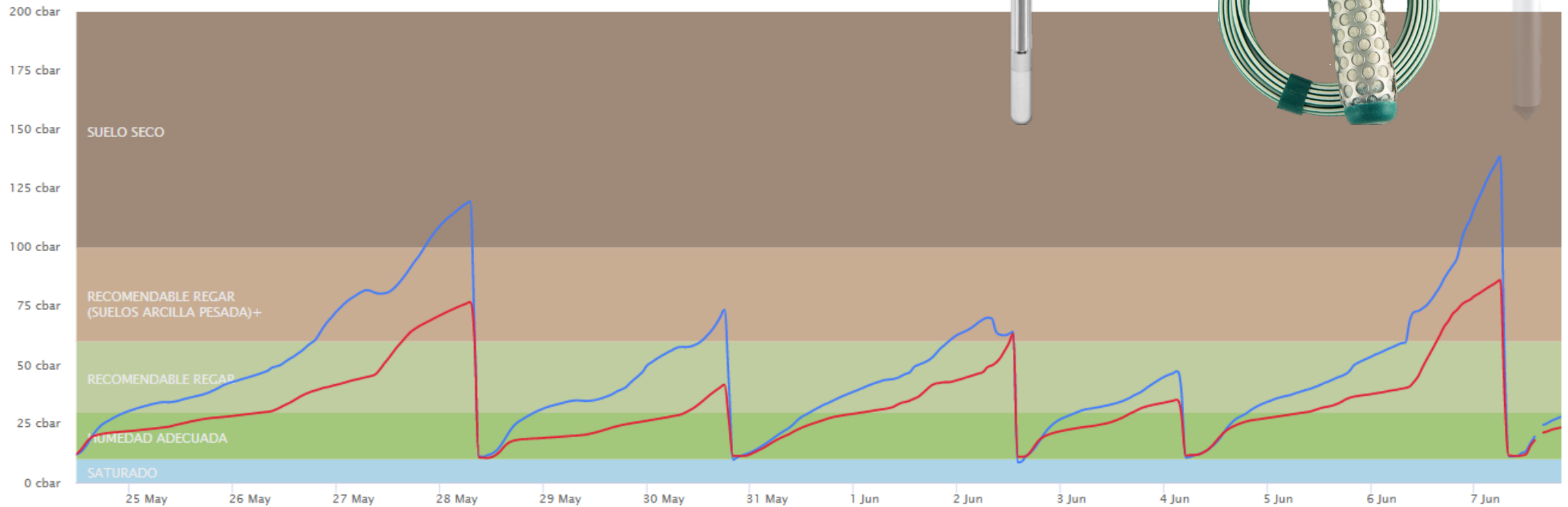
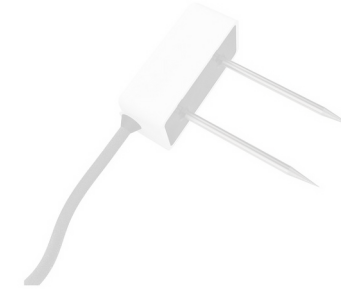
Contras  
Mayor mantenimiento  
Calibración PM y CC



# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

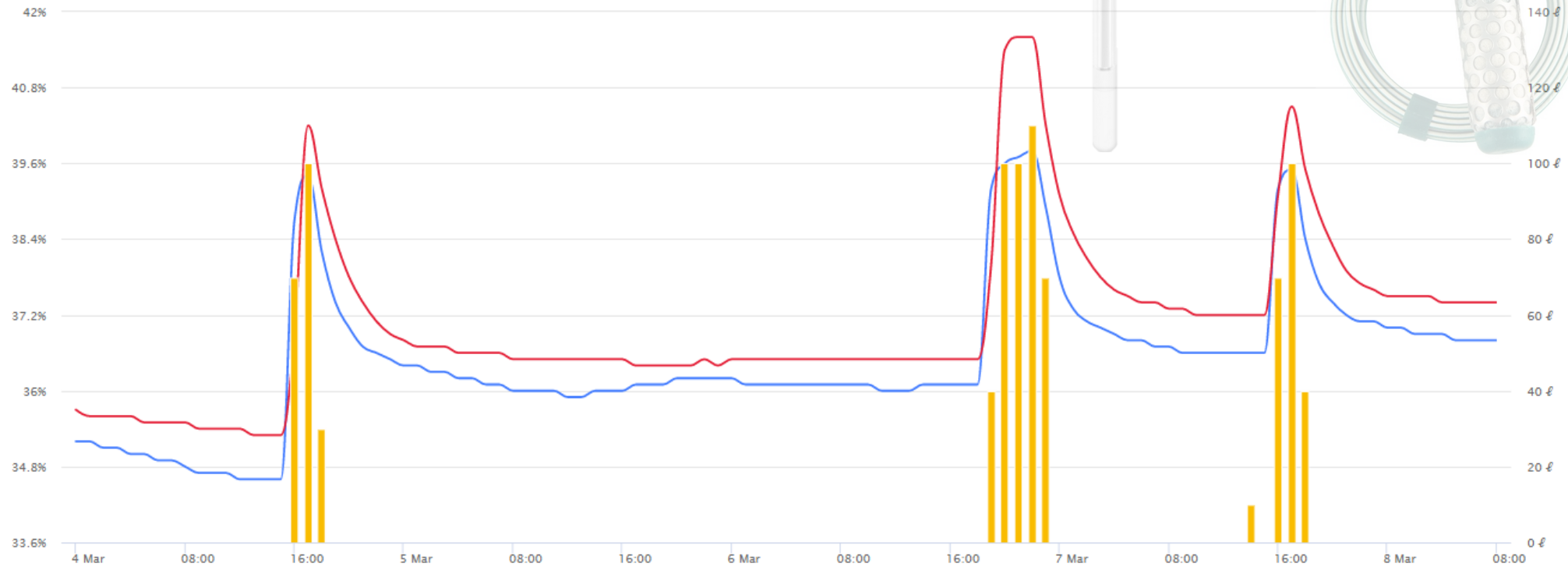
3º Balances de entradas y salidas de agua  
Medición de agua a nivel de la Rizosfera.



# GESTIÓN DEL AGUA

Que habría que hacer para regar bien

3° Balances de entradas y salidas de agua  
Medición de agua a nivel de la Rizosfera.

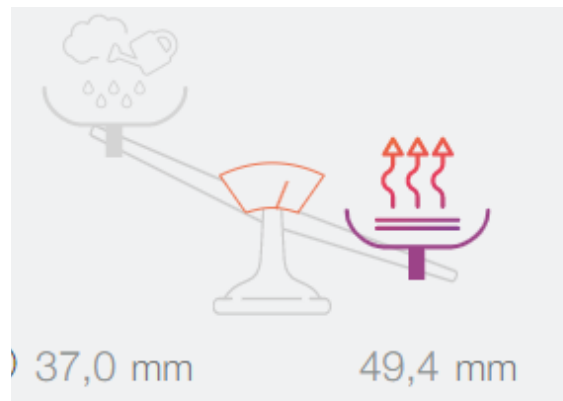


# GESTIÓN DEL AGUA

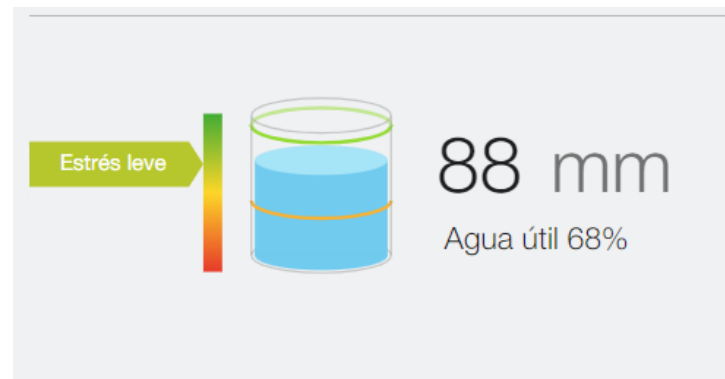
Que habría que hacer para regar bien

## 3° Balances de entradas y salidas de agua

	Etc
Nivel	General
Uso	Guía
Predicción	Corto y largo
Problemas	el error se acumula Drenajes / escorrentía Consumo de la planta



Medicion rizosfera	Local
	Ajuste fino
	Corto
Mantenimiento	





# GESTIÓN DEL AGUA

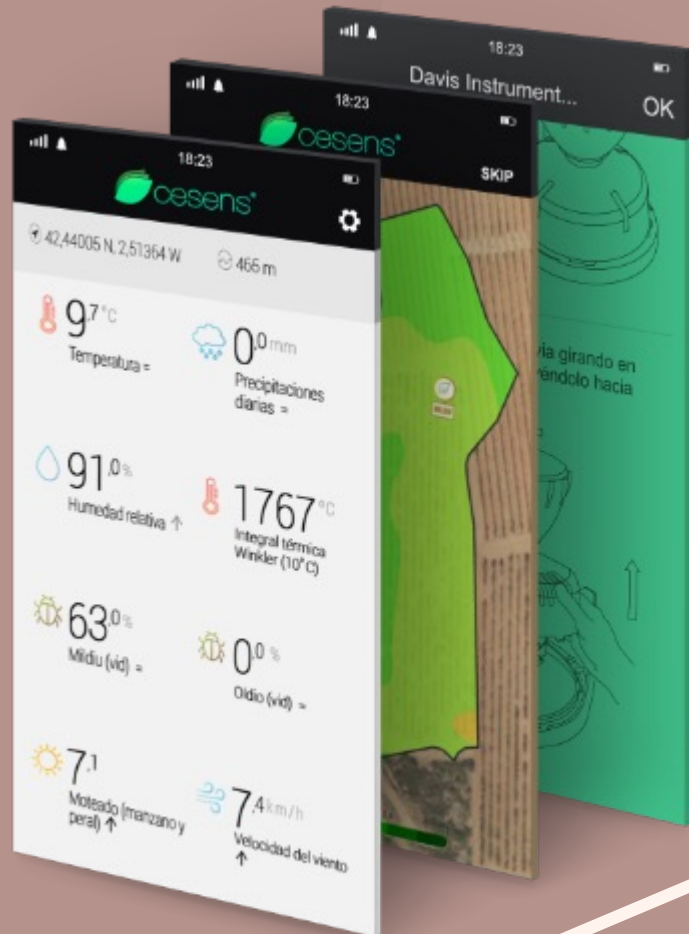
Que habría que hacer para regar bien

4° Definir estrategia de riego y actuación

- Necesidades de la planta.
- Agua disponible en el suelo
- Clima y predicción.
- Restricciones de riego
- Histórico de clima



# Detección Heladas



# GESTIÓN DE HELADAS

Valores de temperatura crítica ( $T_c$ ; °C) para algunos frutales de hoja caduca

CULTIVO	ESTADIO	10% MORTANDAD	90% MORTANDAD
Albaricoquero	Yema hinchada	-4,3	-14,1
	Cáliz rojo	-6,2	-13,8
	Ápice blanco de la corola visible	-4,9	-10,3
	Primera flor	-4,3	-10,1
	Plena floración	-2,9	-6,4
	Caída de los pétalos	-2,6	-4,7
	Fruto tierno	-2,3	-3,3
	Yema hinchada	-11,1	-17,2
Cerezo (Bing)	Botones visibles	-5,8	-13,4
	Yema con la punta color verde	-3,7	-10,3
	Botones todavía reunidos	-3,1	-7,9
	Los botones se separan	-2,7	-6,2
	Ápice blanco de la corola visible	-2,7	-4,9
	Primera flor	-2,8	-4,1
	Plena floración	-2,4	-3,9
Ciruelo (Italiano)	Caída de los pétalos	-2,2	-3,6
	Yema hinchada	-11,1	-17,2
	Yema hinchada (color blanquecino en la punta)	-8,9	-16,9
	Botones visibles (Las escamas se separan y se ven los botones de color verde)	-8,1	-14,8
	Botones florales todavía reunidos	-5,4	-11,7
	Los botones se separan (Ápice blanco de la corola visible)	-4,0	-7,9
	Primera flor	-4,3	-8,2
Manzano	Plena floración	-3,1	-6,0
	Caída de los pétalos	-2,6	-4,3
	Comienza a hincharse la yema	-11,9	-17,6
	Yema hinchada	-7,5	-15,7
Aparición de botones florales (sin hojas desarrolladas)	Aparición de botones florales	-5,6	-11,7
	Aparición de botones florales (con hojas desarrolladas)	-3,9	-7,9

CULTIVO	ESTADIO	10% MORTANDAD	90% MORTANDAD
Manzano	Los sépalos dejan ver los primeros pétalos	-2,8	-5,9
	Los sépalos dejan ver todos los pétalos	-2,7	-4,6
	Primera flor	-2,3	-3,9
	Plena floración	-2,9	-4,7
	Caída de pétalos	-1,9	-3,0
Melocotonero (Elberta)	Yema hinchada	-7,4	-17,9
	Cáliz verde	-6,1	-15,7
	Cáliz rojo	-4,8	-14,2
	Corola rosa en el ápice de la yema	-4,1	-9,2
	Primera flor	-3,3	-5,9
	Floración tardía	-2,7	-4,9
Caída de los pétalos		-2,5	-3,9
	Peral (Bartlett)	Las yemas empiezan hincharse (Las escamas se separan)	-8,6
Yemas florales expuestas	Yemas florales expuestas	-7,3	-15,4
	Aparición de botones florales todavía reunidos	-5,1	-12,6
	Los sépalos dejan ver los primeros pétalos	-4,3	-9,4
	Los sépalos dejan ver todos los pétalos	-3,1	-6,4
	Primera flor	-3,2	-6,9
	Plena floración	-2,7	-4,9
	Post floración	-2,7	-4,0

El 10% de mortandad y el 90% de mortandad implican que 30 minutos a la temperatura indicada se espera que provoque la muerte de un 10% y un 90% de la parte de planta afectada durante el estadio fenológico indicado.

FUENTE: Proebsting y Mills, 1978.





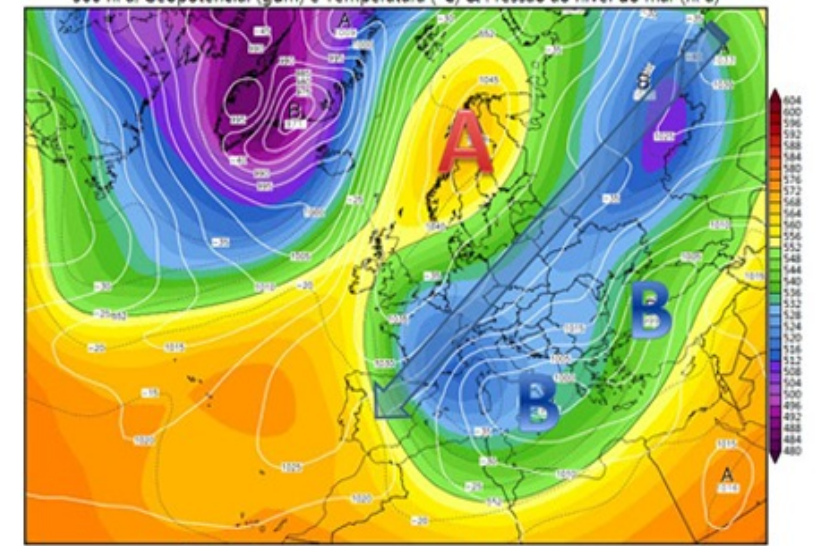
# Tipos de Helada

- En función de la humedad ambiental: Heladas blancas y negras



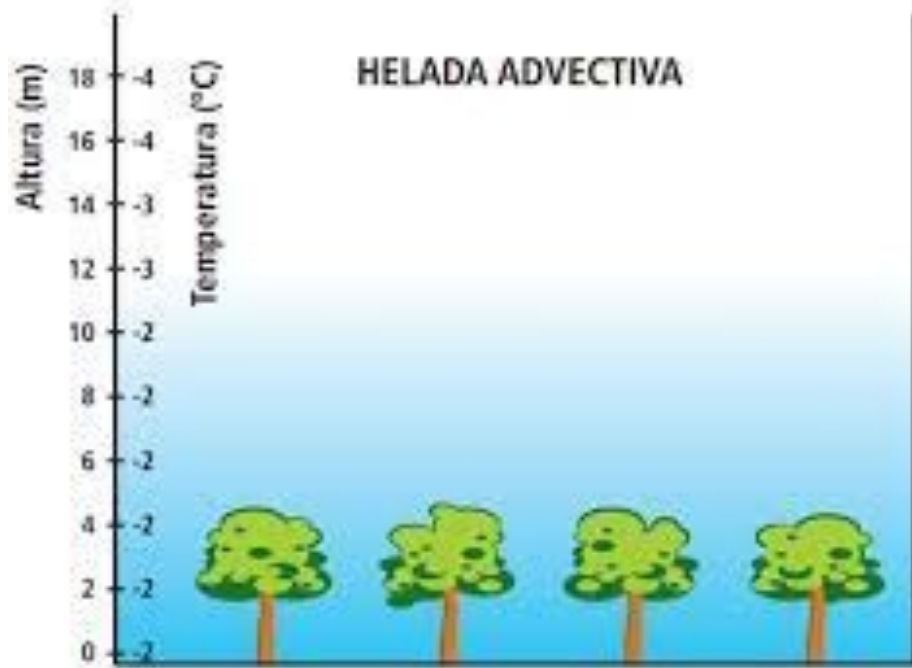
# Heladas de Advección

Diferencias de presión entre zonas con anticiclón y borrascas producen desplazamientos de aire.



“Invasión” de una masa de aire frío ( $<0^{\circ}\text{C}$ ) que enfría el cultivo por contacto.

- ✓ La mayoría se producen en invierno
- ✓ Afectan a zonas muy extensas



Características climáticas habituales:

- Bajada brusca de  $T^a$
- Presencia de viento ( $\geq 15 \text{ km/h}$ )
- Baja humedad ambiental
- No hay inversión térmica
- Nubosidad no influye en la  $T^{\circ}$



HELADA  
NEGRA

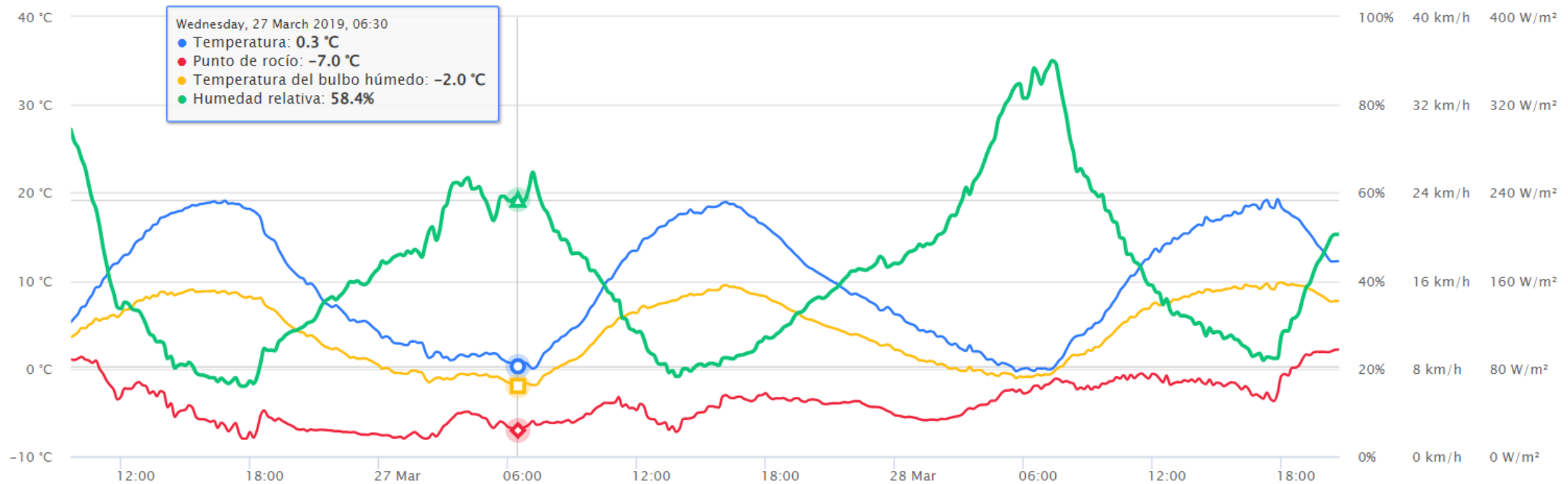


# GESTIÓN DE HELADAS

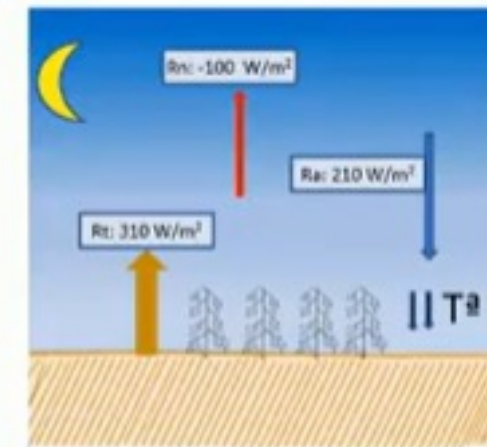
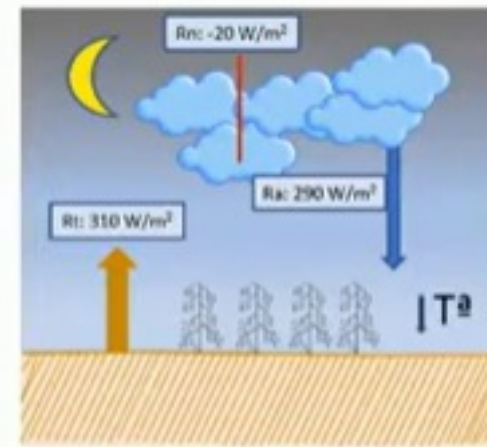
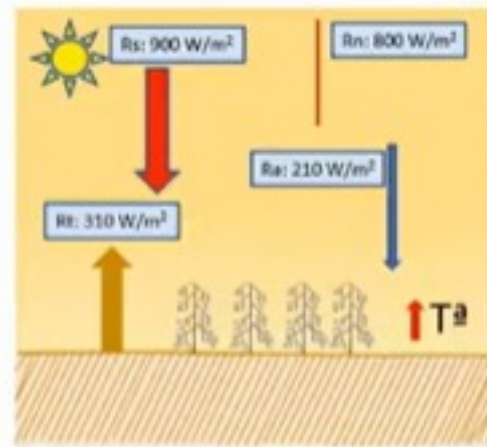
Permite determinar la naturaleza de la helada, establecer alertas para anticiparse, valorar daños a posteriori, optimizar estrategias de protección...

Análisis de los datos:

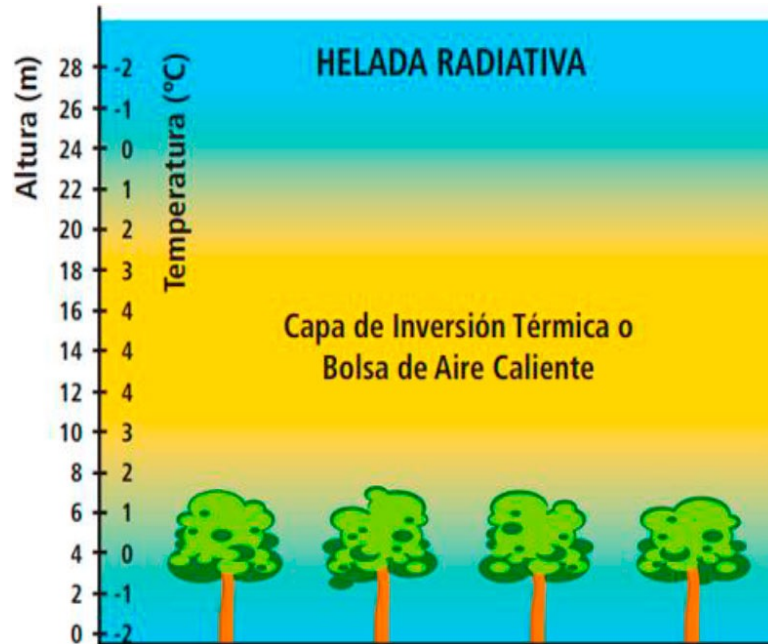
¿Se ha producido una helada? ¿De que tipo?



# Heladas de Radiación

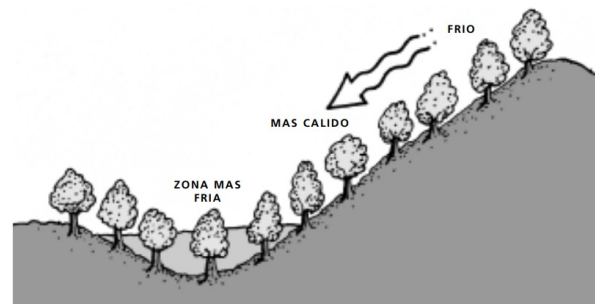


PÉRDIDA DE CALOR TERRESTRE POR IRRADIACIÓN DURANTE LA NOCHE



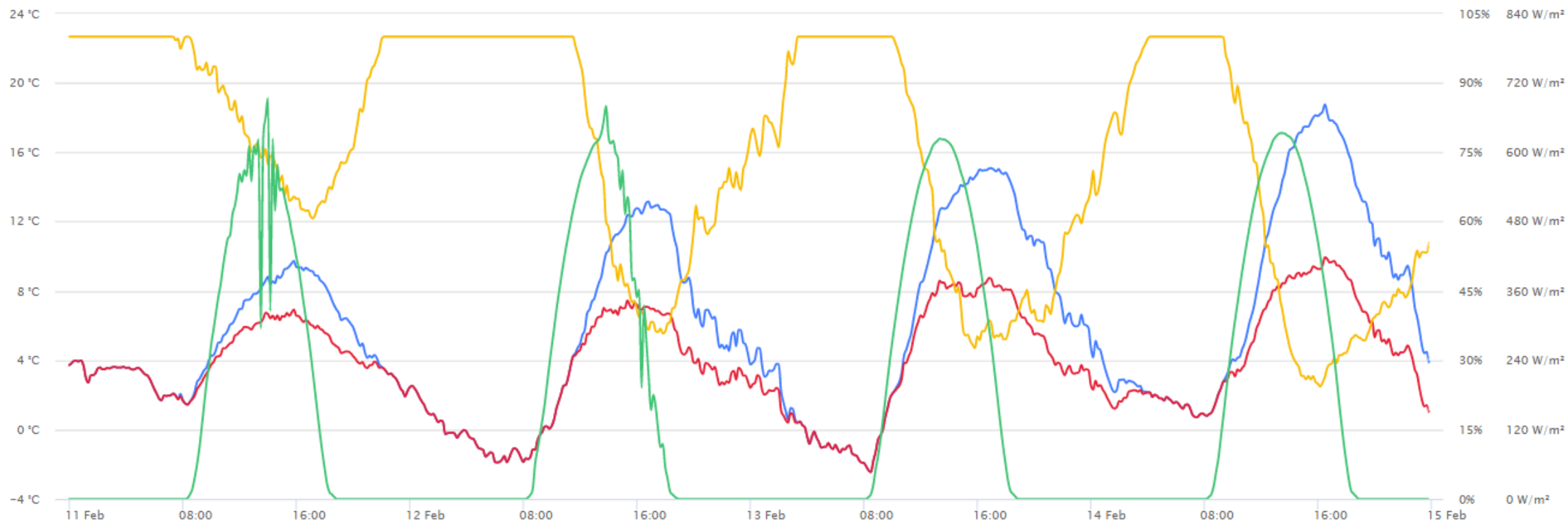
Condiciones climáticas:

- Cielo despejado
- Ausencia de viento
- inversión térmica
- HR suele ser alta



# VARIABLES CLIMÁTICAS Y SEGUIMIENTO

Análisis de los datos:  
Tipo de helada: BLANCA  
Origen de la helada: RADIACIÓN





# Heladas de Evaporación

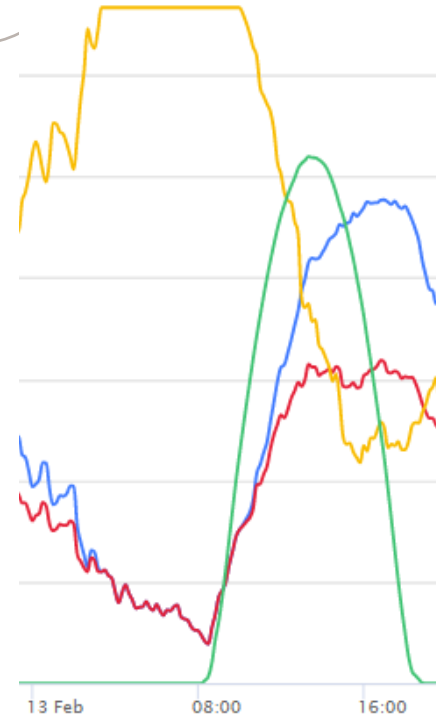
Evaporación absorbe energía y enfría el ambiente



\* T° del bulbo húmedo: Variable climática que tiene en cuenta la evaporación potencial. Más fría que el aire si  $HR < 100\%$

Agua sobre la superficie del cultivo se evapora con la radiación solar

- ✓ Habitualmente se producen a primera hora de la mañana
- ✓ Suelen ser **leves** y apenas causan daños
- ✓ Proceso relevante al **agrarar** otros tipos de heladas y condicionar el manejo de los sistemas de protección.



MUCHAS HELADAS, SOBRE TODOS LAS MÁS GRAVES, SON UNA COMBINACIÓN DE TODOS LOS TIPOS!!

# GESTIÓN DE HELADAS



# GESTIÓN DE HELADAS

0° (+?) = T° bulbo húmedo  
Tc (+?) = T° bulbo húmedo

cesens®

Errores 1993 admin

Home Cuadro mando Estaciones Fincas Alertas Informes Post Venta

Alertas activadas Alertas desactivadas

Activa

Condiciones

- Temperatura inferior a
- Punto de rocío inferior
- Humedad relativa inferior

Crear alerta

Nombre: Helada

Condiciones: Temperatura del bulbo húmedo inferior a 0 °C

Se deben cumplir todas las condiciones para que se dispare la alerta.

Ubicaciones: Demo (con humedad de suelo)

Previsión:  Incluir predicción meteorológica (No disponible para las variables seleccionadas)

Límite de avisos: Cada 2 horas

Llamarme por teléfono cuando se cumpla

Cancelar Guardar

Crear nueva alerta



# Sistema de **Alertas** con **Predicción** de AEMET

Avisa si hay pronóstico de que se cumpla la condición establecida en las próximas **36 h**.  
PREDICCIÓN ES VARIABLE Y SE ACTUALIZA!

