

sup lant

More produce. Less water.

Mayor Producción – Menor Consumo de Agua Growth-Based Irrigation™ (GBI)

Manuel Gómez Carmona
Ingeniero Agrónomo

NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY

JORNADA TÉCNICA SOBRE EFICIENCIA
HÍDRICA EN AGRICULTURA DE REGADÍO.
MADRID 26/04/2018



¿Quiénes somos?
De donde venimos.
Donde estamos.
Hacia donde queremos ir.



ACTUALES MERCADOS DE SUPPLANT ALREDEDOR DEL MUNDO



¿Qué es el fitomonitorio?

Aplicaciones:

- Visualización de datos.
- GBI.



¿Dónde medimos?

- **Suelo:**
 - **Humedad del suelo**
 - **Temperatura del suelo.**
 - **Conductividad eléctrica.**
- **Clima:**
 - **Temperatura y humedad del aire.**
 - **PAR o Radiación total.**
 - **Velocidad y dirección de viento**
 - **Pluviometría.**
 - **Previsión meteorológica**

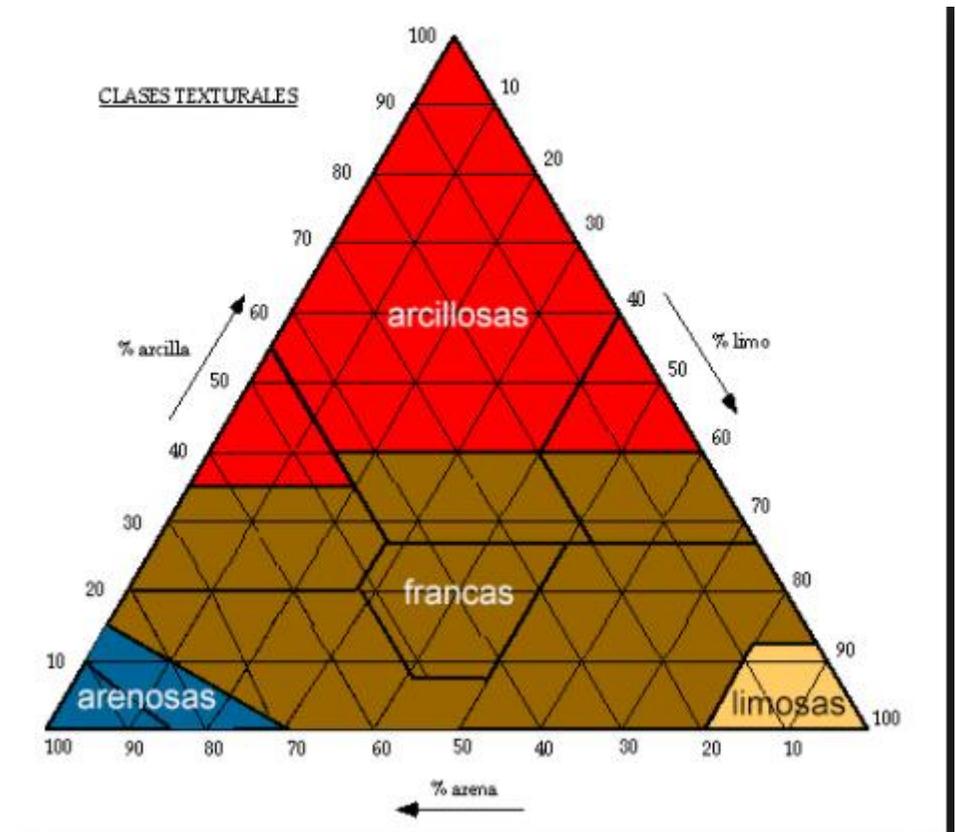


¿Dónde medimos?

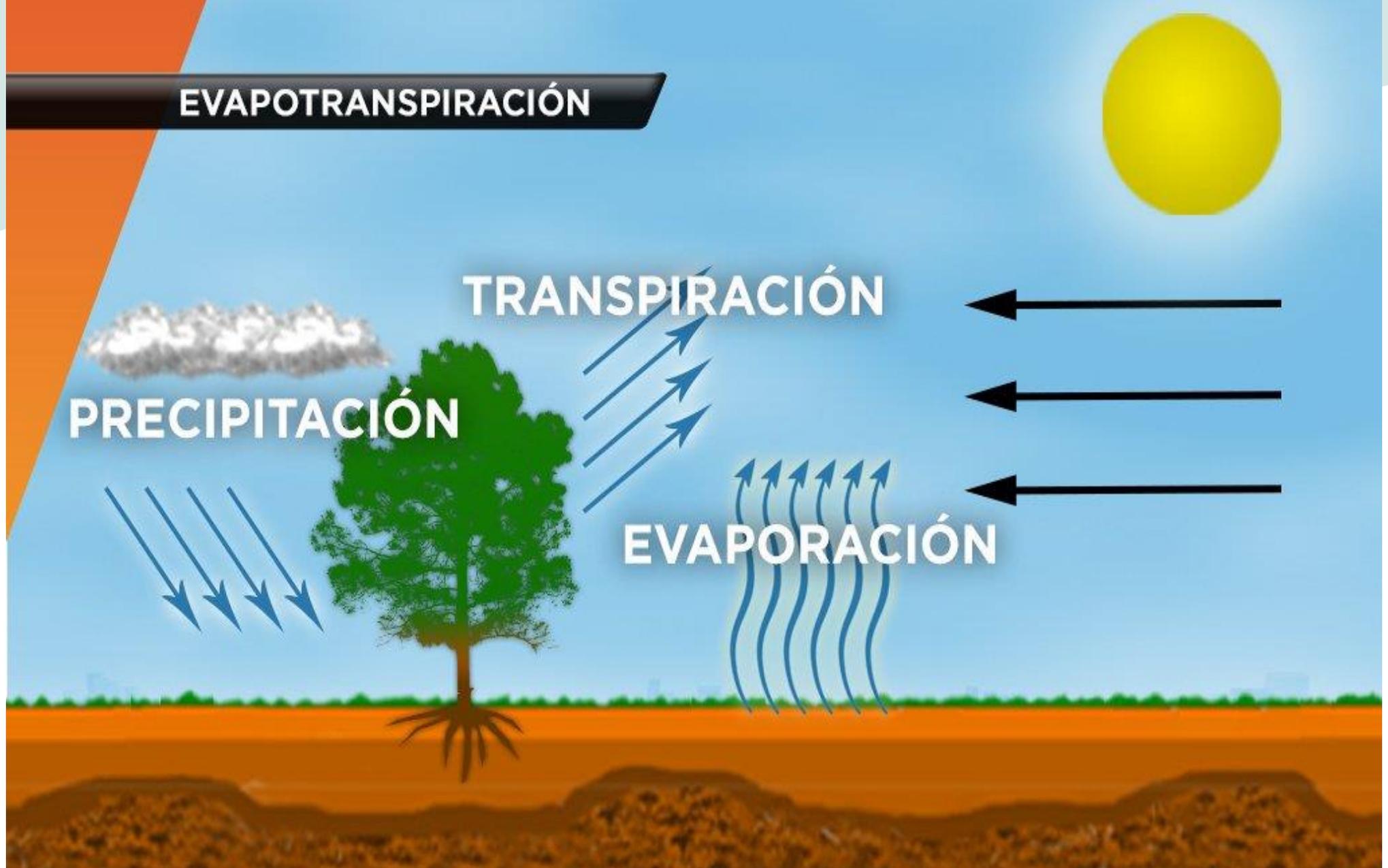
- **Planta:**
 - **Microcontracciones del tronco.**
 - **Temperatura de hoja.**
 - **Crecimiento del fruto.**



SUELO.



EVAPOTRANSPIRACIÓN



CLIMA

- Cálculo de Evapotranspiración. Etc = K. Eto
- Eto = Fórmula de Penman-Monteith

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34 u_2)}$$

donde:

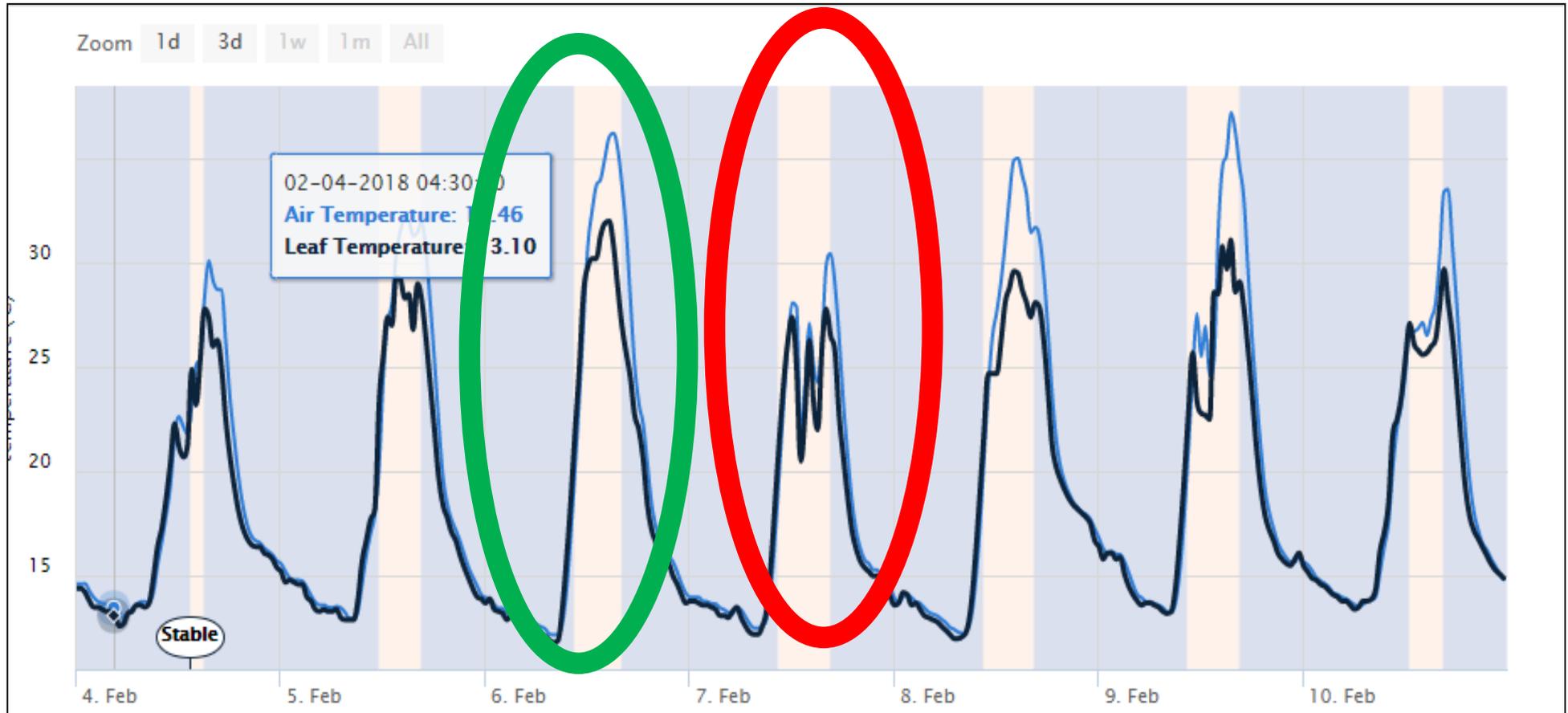
ET_o	evapotranspiración de referencia (mm día^{-1})
R_n	radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)
R_a	radiación extraterrestre (mm día^{-1})
G	flujo del calor de suelo ($\text{MJ m}^{-2} \text{ día}^{-1}$)
T	temperatura media del aire a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$)
u_2	velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1})
e_s	presión de vapor de saturación (kPa)
e_a	presión real de vapor (kPa)
$e_s - e_a$	déficit de presión de vapor (kPa)
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)
γ	constante psicrométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)



SENSOR DE TEMPERATURA DE HOJA



Temperatura de hoja



Temperatura de la hoja.

- Indicador de cierre estomático. ¿Cómo se cuantifica?
- CWSI (Crop water stress index).
- $CWSI = (DTHA - DTHA_{min}) / (DTHA_{max} - DTHA_{min})$

$DTHA = T_{hoja} - T_{aire}$.

$DTHA_{min} \rightarrow$ Cultivo sin estrés (valores negativos).

$DTHA_{max} \rightarrow$ Cultivo con estrés.

$CWSI = 0 \rightarrow DTHA = DTHA_{min}$. No existe estrés hídrico.

$CWSI = 1 \rightarrow DTHA_{max} = DTHA$ Estrés hídrico máximo.

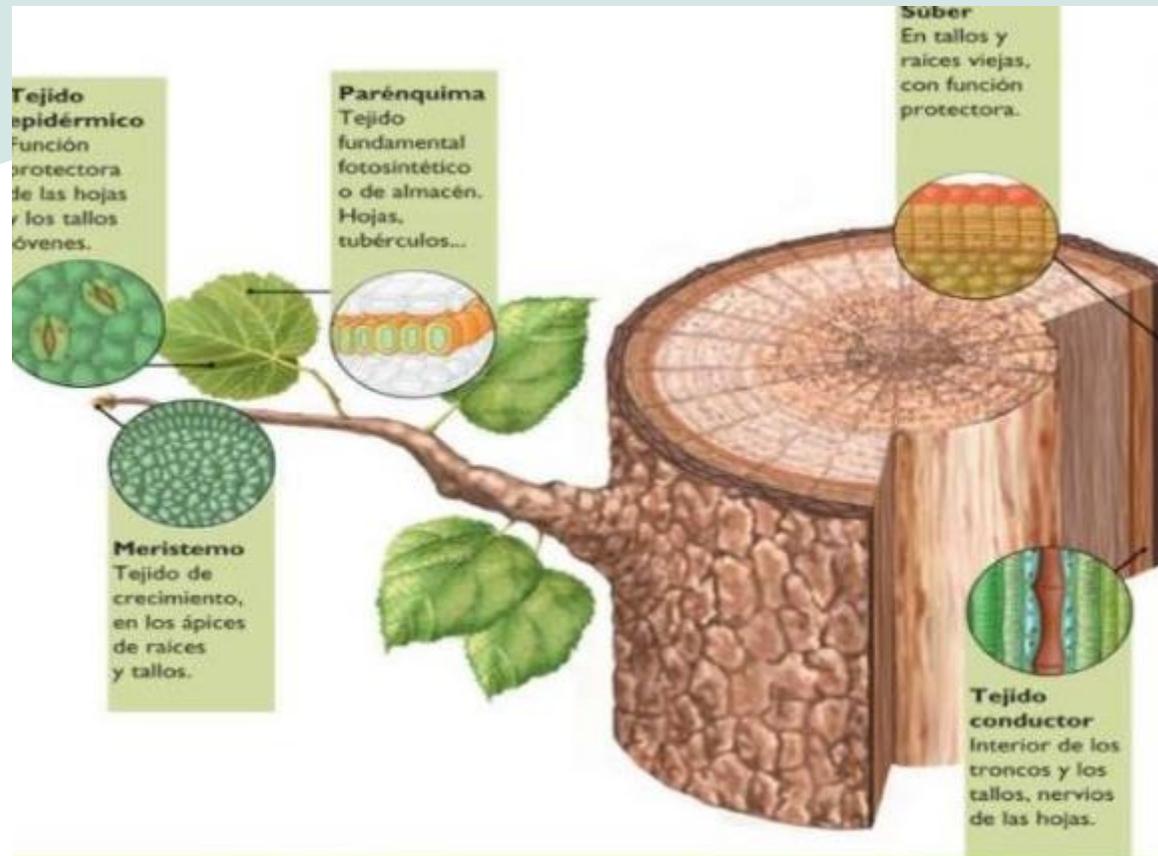


DENDÓMETRO

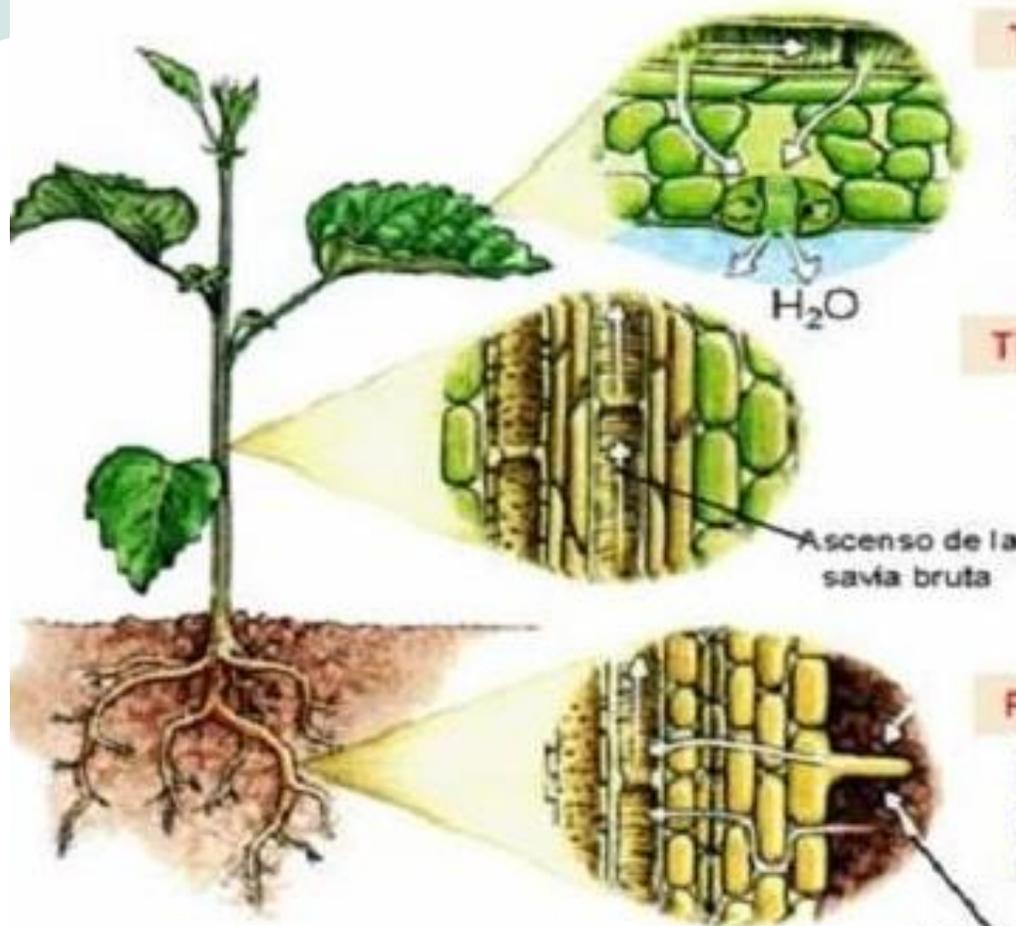




Microcontracciones del tallo/tronco.



Son un conjunto de fenómenos que provocan el ascenso de la savia bruta en contra de la gravedad.



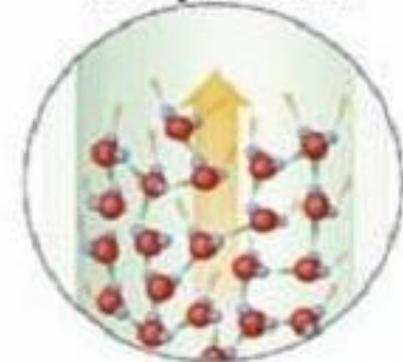
TRANSPIRACIÓN

La pérdida de agua por evaporación produce una fuerza capaz de absorber el agua en la raíz y conducirla por el xilema hasta las hojas.

TENSIÓN - COHESIÓN

Los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de agua permiten una cohesión muy elevada.

En la ascensión del agua también interviene la capilaridad



PRESIÓN RADICULAR

Es debida a la entrada de agua del suelo a la raíz por ósmosis, ya que la concentración de solutos es mayor en las células que en el agua.

Entrada de agua



MDS (Maximum Daily Shrinkage): Contracción diaria máxima. El tallo tiene un movimiento circadiano, se expande y se contrae diariamente. Cuanto mayor es el MDS indica un mayor nivel de estrés sufrido por la planta.

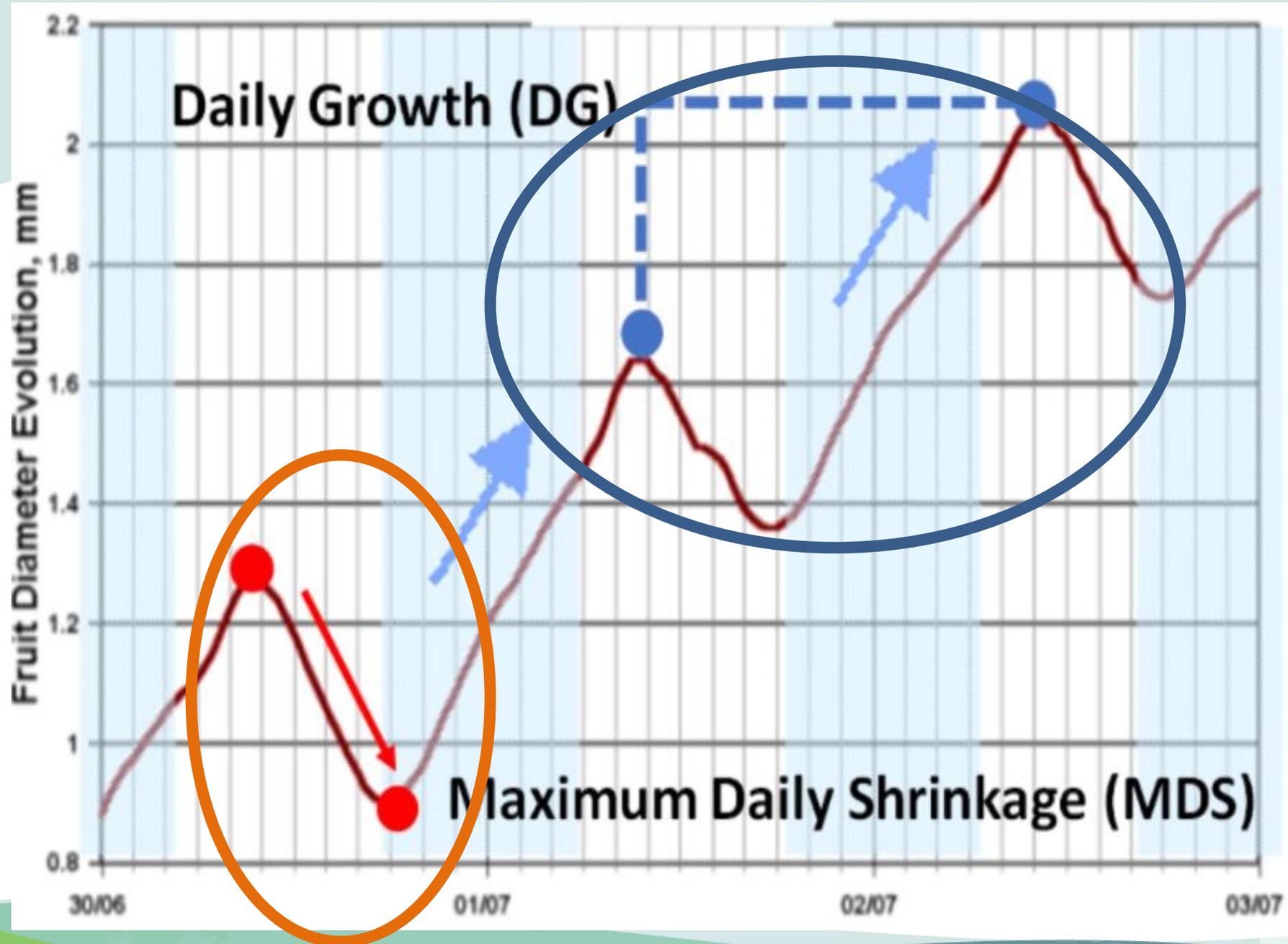
DG (Daily growth): Crecimiento absoluto diario del tallo. Indicador del nivel de estrés de la planta.



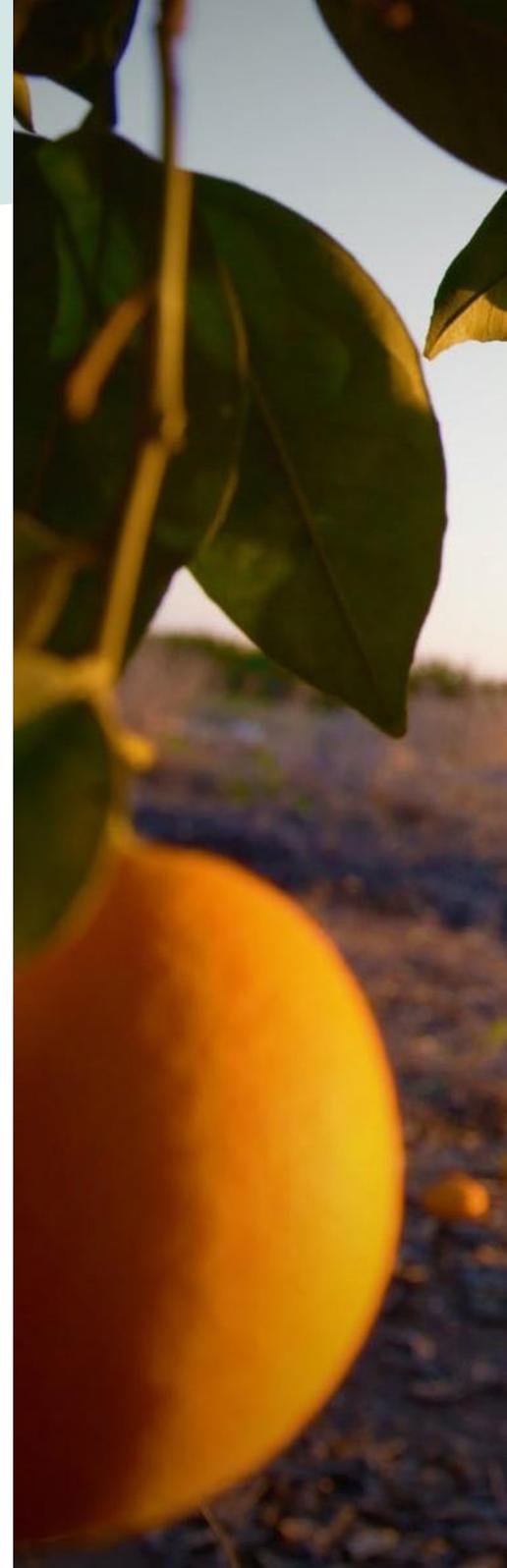
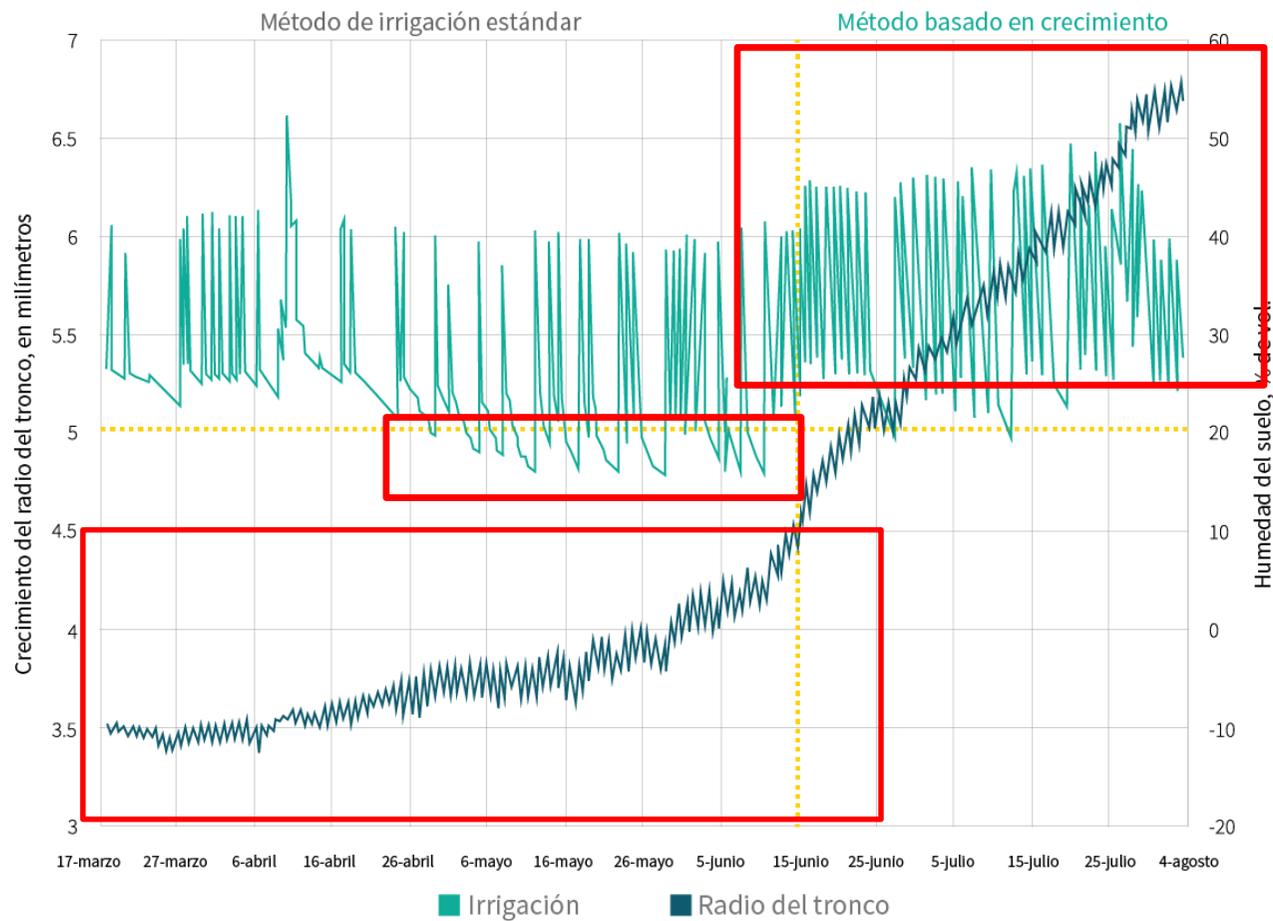
MDS (Maximum Daily Shrinkage): Contracción diaria máxima. El tallo tiene un movimiento circadiano, se expande y se contrae diariamente. Cuanto mayor es el MDS indica un mayor nivel de estrés sufrido por la planta.

DG (Daily growth): Crecimiento absoluto diario del tallo. Indicador del nivel de estrés de la planta.

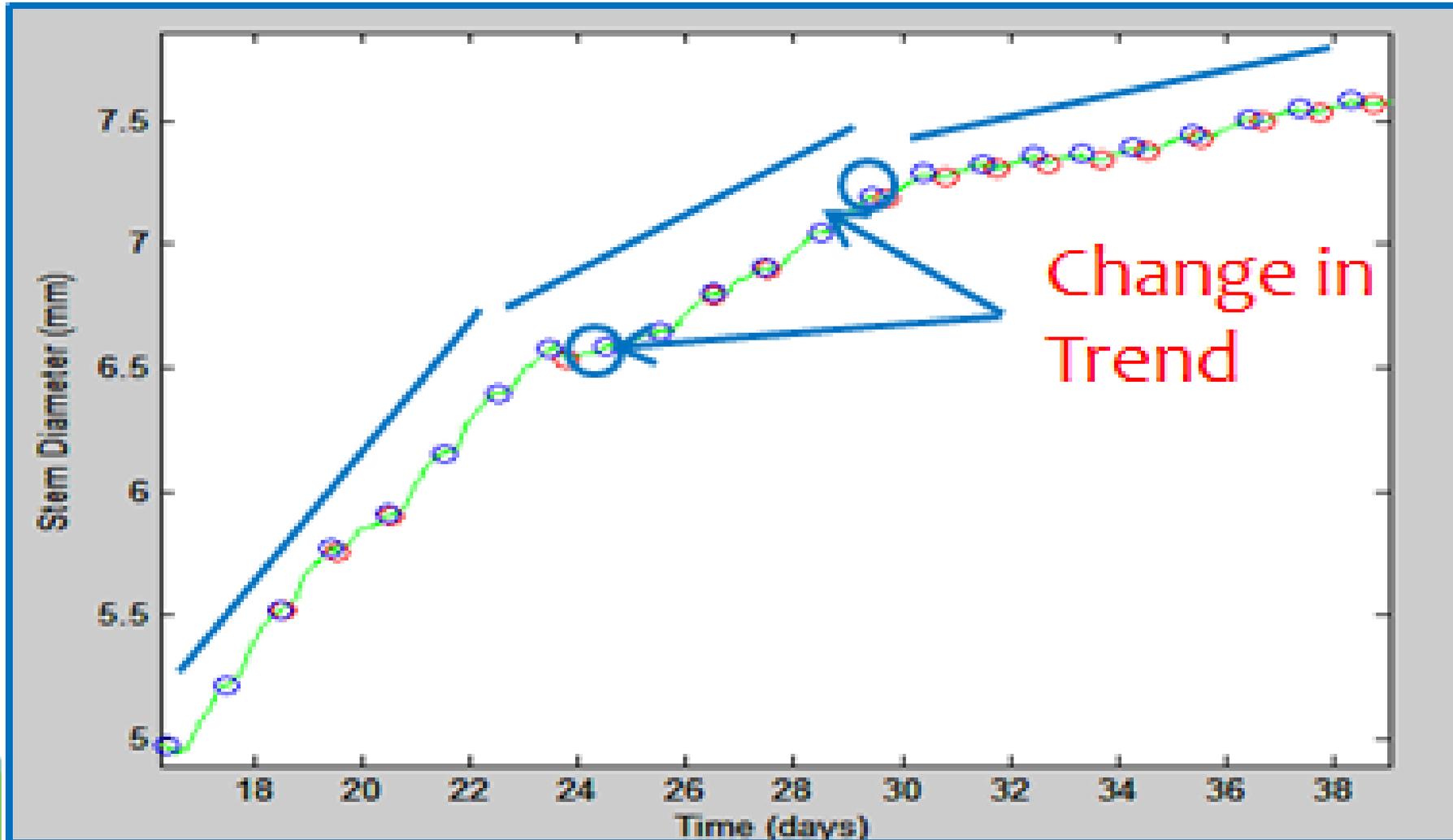




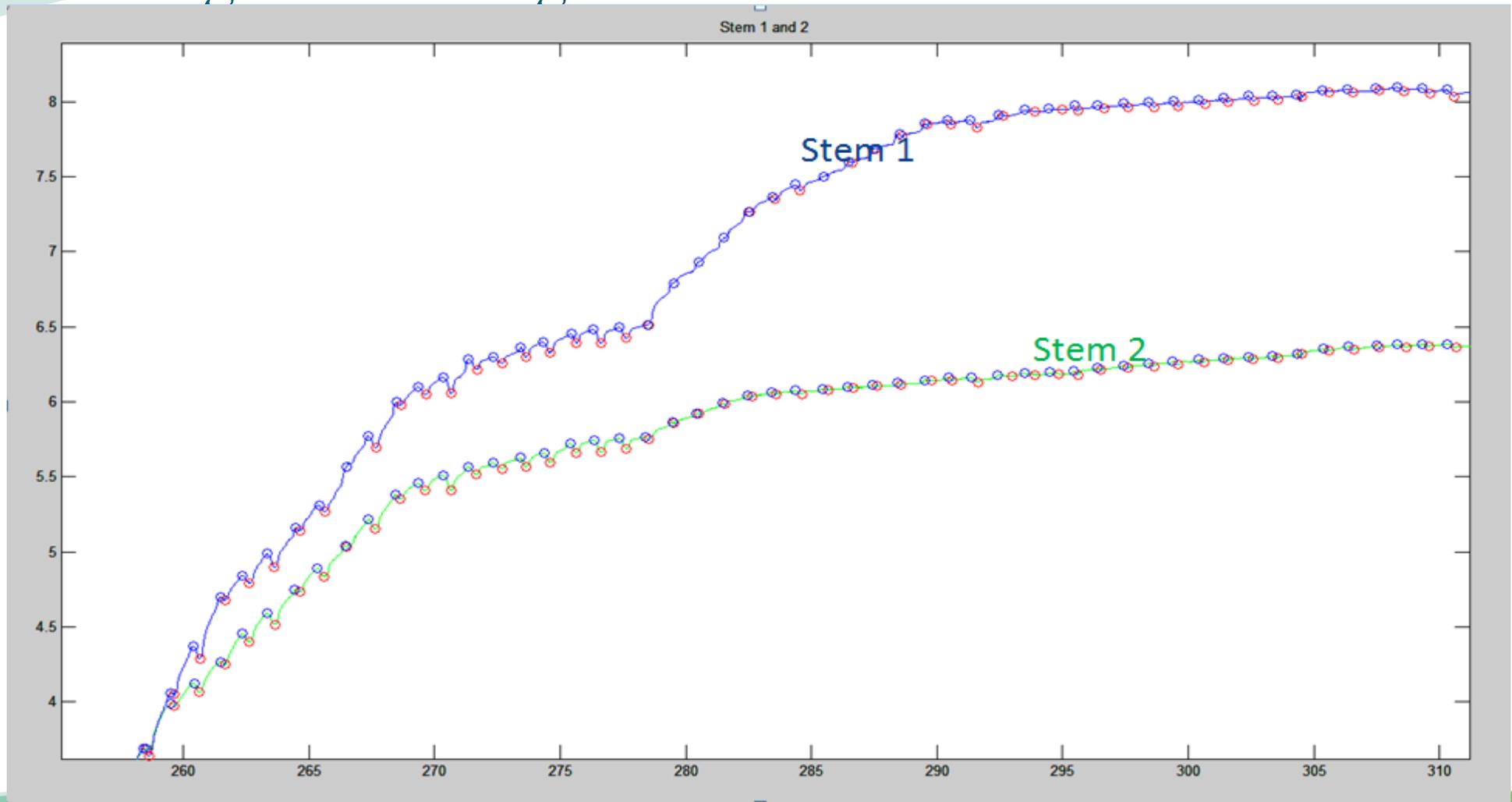
DECISIONES BASADAS EN LAS RESPUESTAS DE LA PLANTA



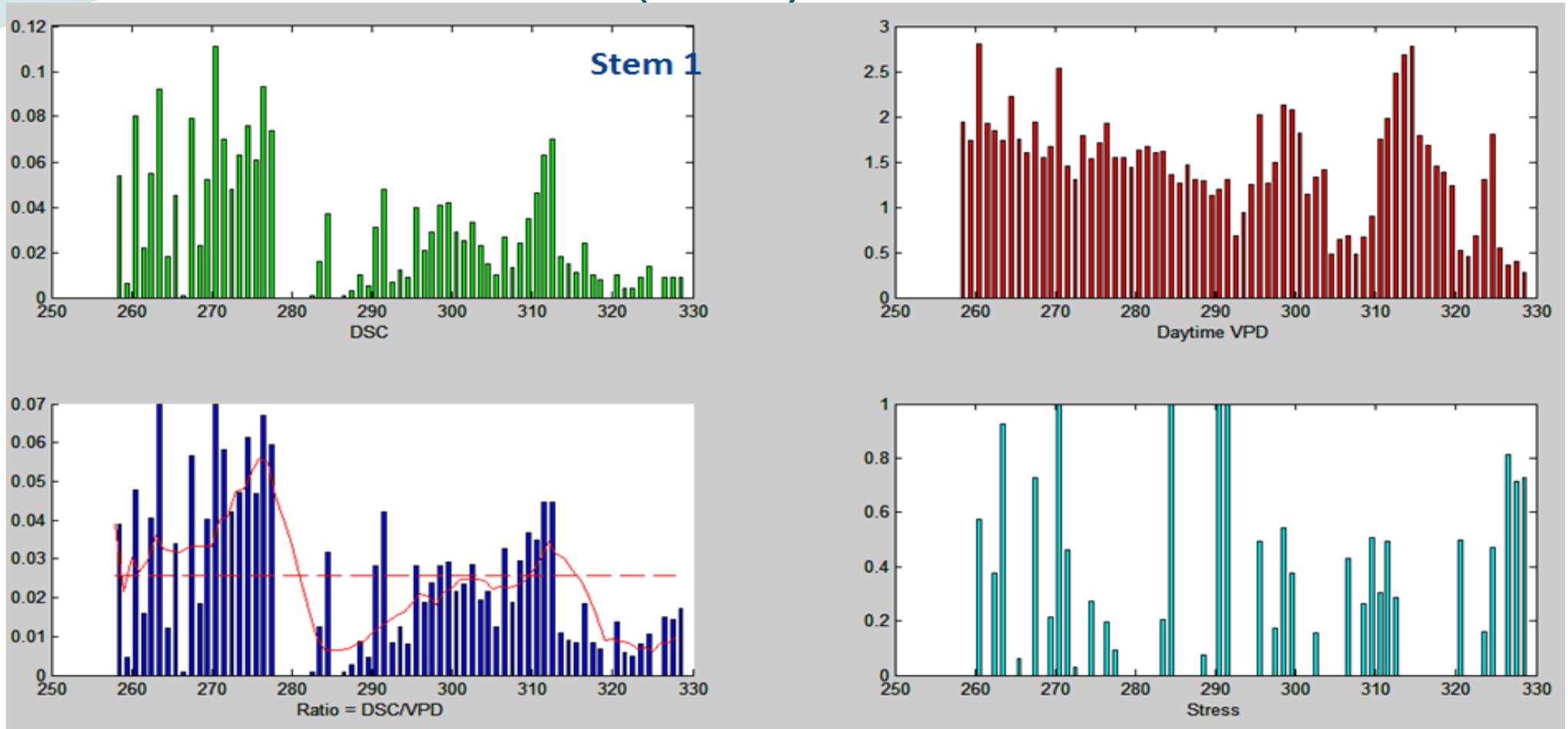
CAMBIO DE TASA DE CRECIMIENTO



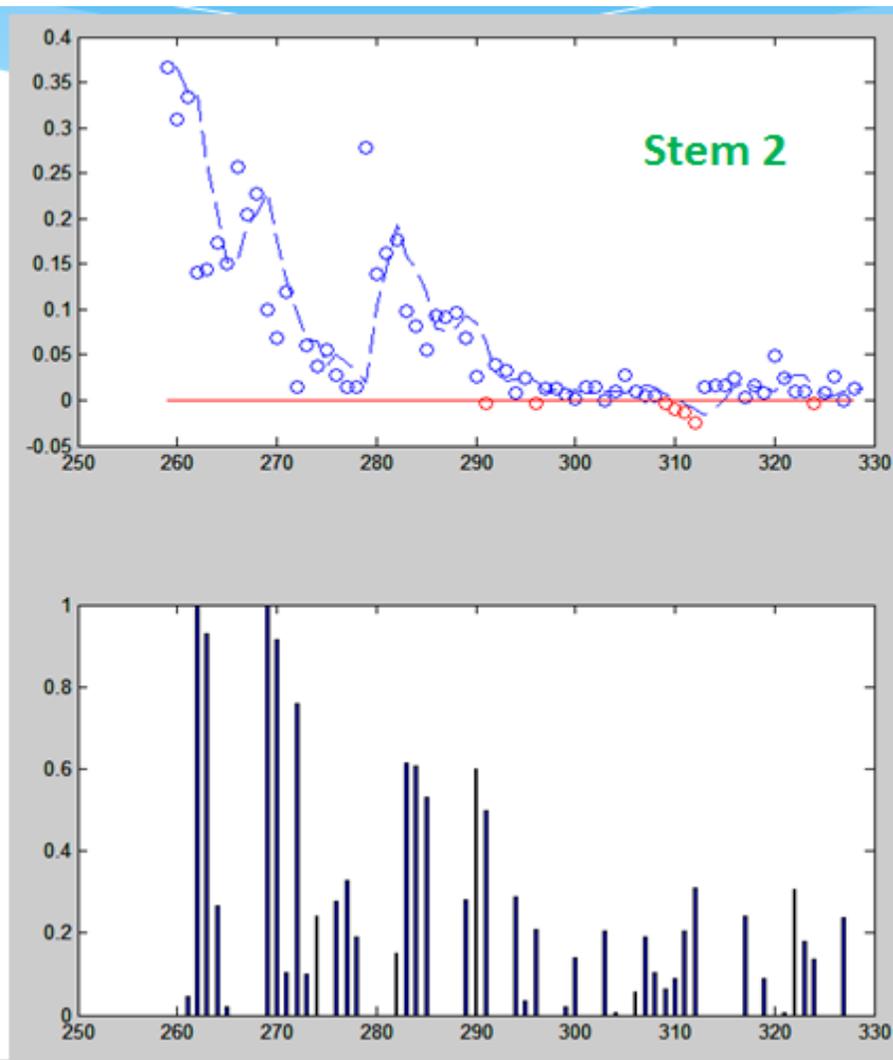
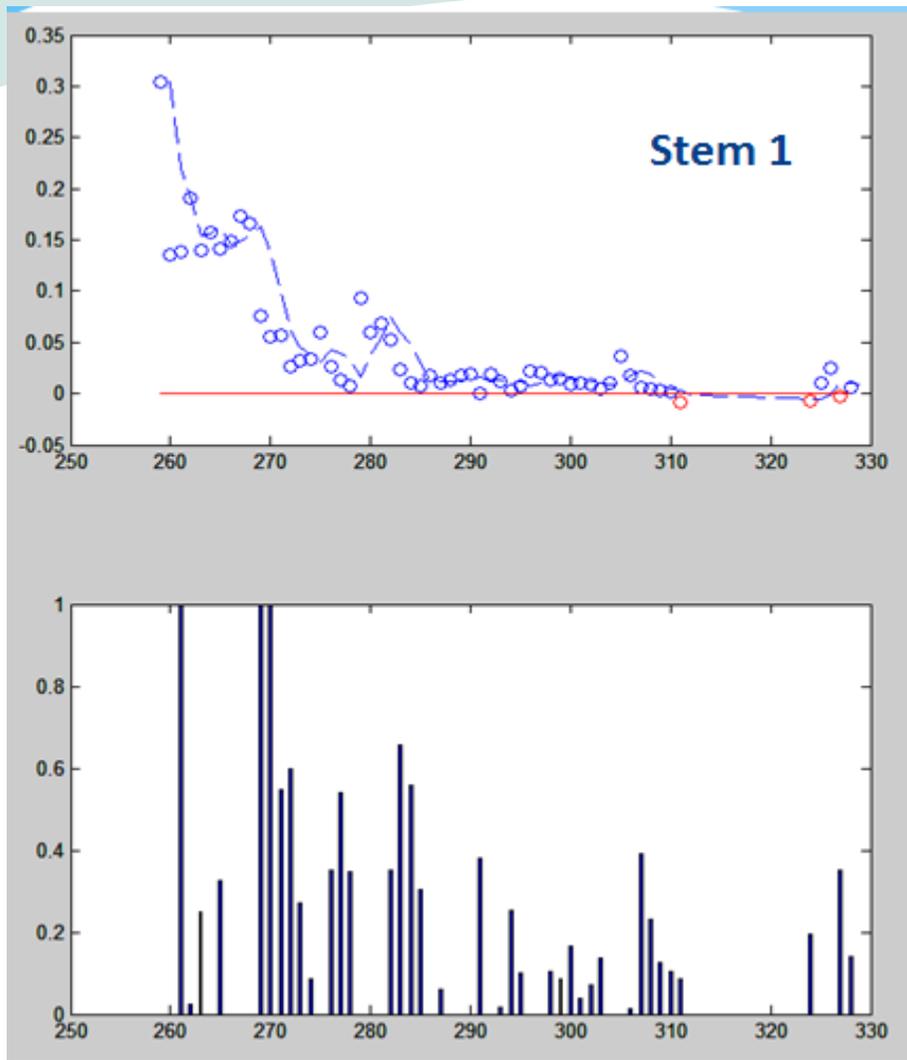
Mismo régimen de irrigación → Distinto crecimiento



DETECCIÓN DE ESTRÉS POR CONTRACCIÓN DIARIA DEL TALLO (DSC) Y EL DPV.



DETECCIÓN DE ESTRÉS POR VARIACIÓN EN LA TASA DE CRECIMIENTO DIARIA (TCD)



SENSOR FRUTO



NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY



DIÁMETRO ECUATORIAL DE LA ACEITUNA



SENSOR DE FRUTO

- Variación de tasa de crecimiento.
- Se pueden hacer calendarios de producción.
- Indicador de estrés hídrico.



Determinación de la cantidad de agua de riego basándonos en el valor del estrés no es fácil. El enfoque es doble.

- La cantidad de agua de riego deben ser proporcional al valor de estrés.
- La cantidad de riego también debe ser proporcional al ETP para ese día.

$$IR_{nueva} = IR_{prev} * (ET_{nueva}/ET_{prev}) * IR_Factor$$

$$IR_Factor = 0.9 + (Estrés/2)$$

Estrés = 0 → IR_Factor = 0.9 → Decrece IR un 10 %.

Estrés = 1 → IR_Factor = 1,4 → Crece IR un 40 %.



¿QUÉ ES “GBI”?

- Algoritmo:
 - Datos procedentes de los sensores.
 - Previsión meteorológica.
 - Tipo de cultivo.
 - Estado fenológico.
- Resultado: **CUANDO Y CUANTO REGAR.**
- Ventajas:
 - No es un modelo de umbrales.
 - Se tienen en cuenta la interrelación entre variables.
 - Algoritmo abierto y en continua mejoría.
 - Retroalimentación.



OBTENCIÓN
DE DATOS

Cada zona se puede ajustar y manejar individualmente. Los enlaces entre los bloques y los sensores se pueden cambiar fácilmente

EVALUACIÓN
DE DATOS

Si los datos de un sensor son incongruentes o se pierden, estos datos se ignoran y se toman los datos de otros sensores.

ANALIZAR
DATOS CON
ALGORITMO

Se puede añadir Análisis y evaluaciones adicionales basadas en variables agronómicas u otro tipo de variable

AJUSTAR
RIEGO

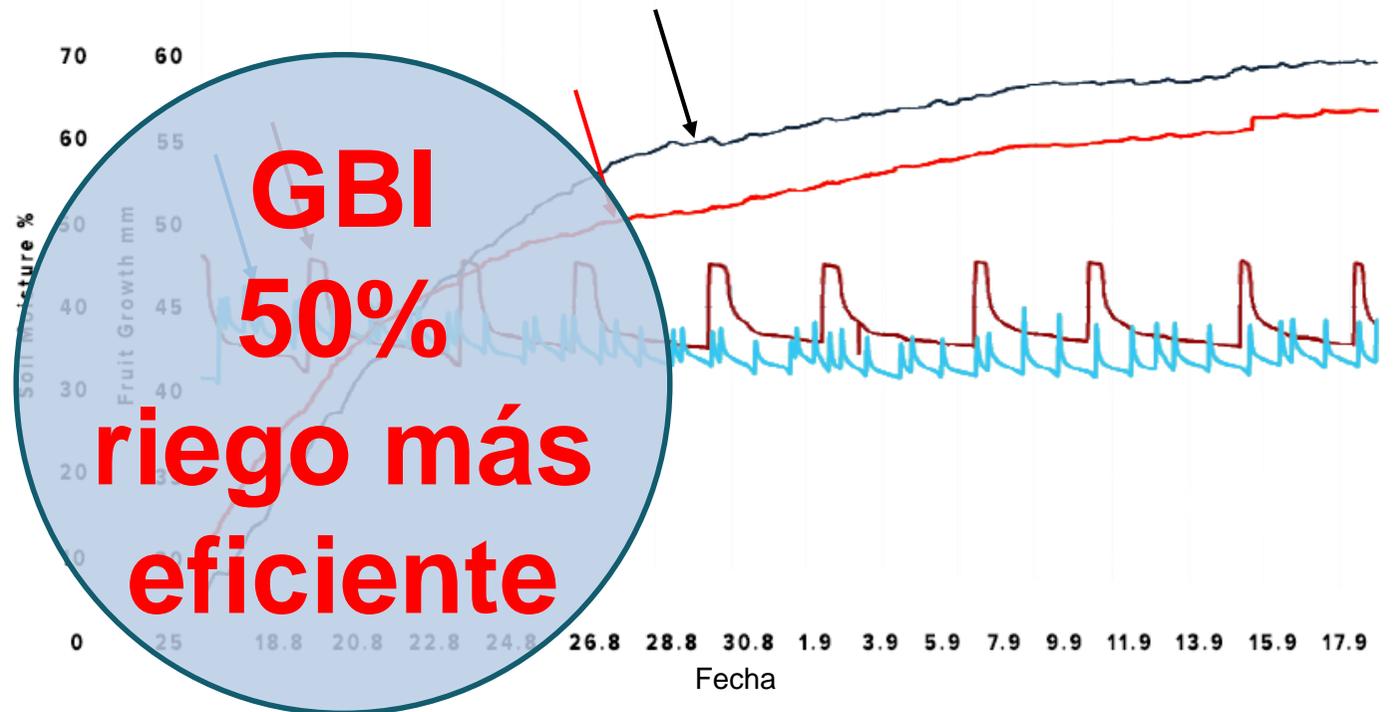
Nuevas estrategias de irrigación y ajustes pueden ser implementados y evaluados. Continuo I&D y mejoras



RESULTADOS RECIENTES - MAIZ

Control (riego standard):
Riego: 7.80 mm/diario
Velocidad de crecimiento de la mazorca : 1.73 mm/día

GBI:
Aplicación automática de riego: 5.0 mm/diario.
Velocidad de crecimiento de la mazorca: 2.17 mm/día



Riego standard

Riego automático GBI

Riego standard-curva de crecimiento de la mazorca

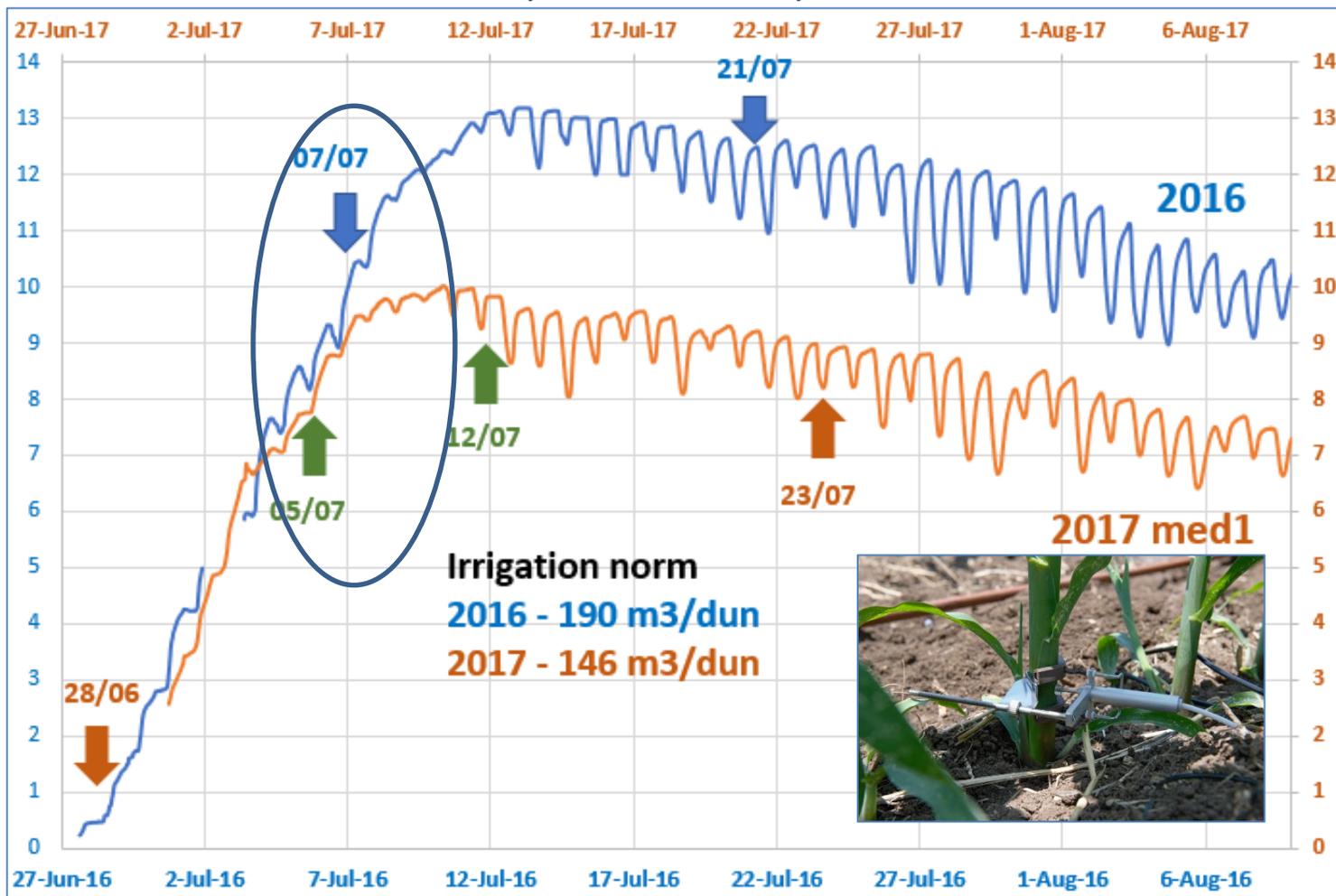
GBI-curva de crecimiento de la mazorca

Riego standard= crecimiento 0.22mm/1mm de H2O

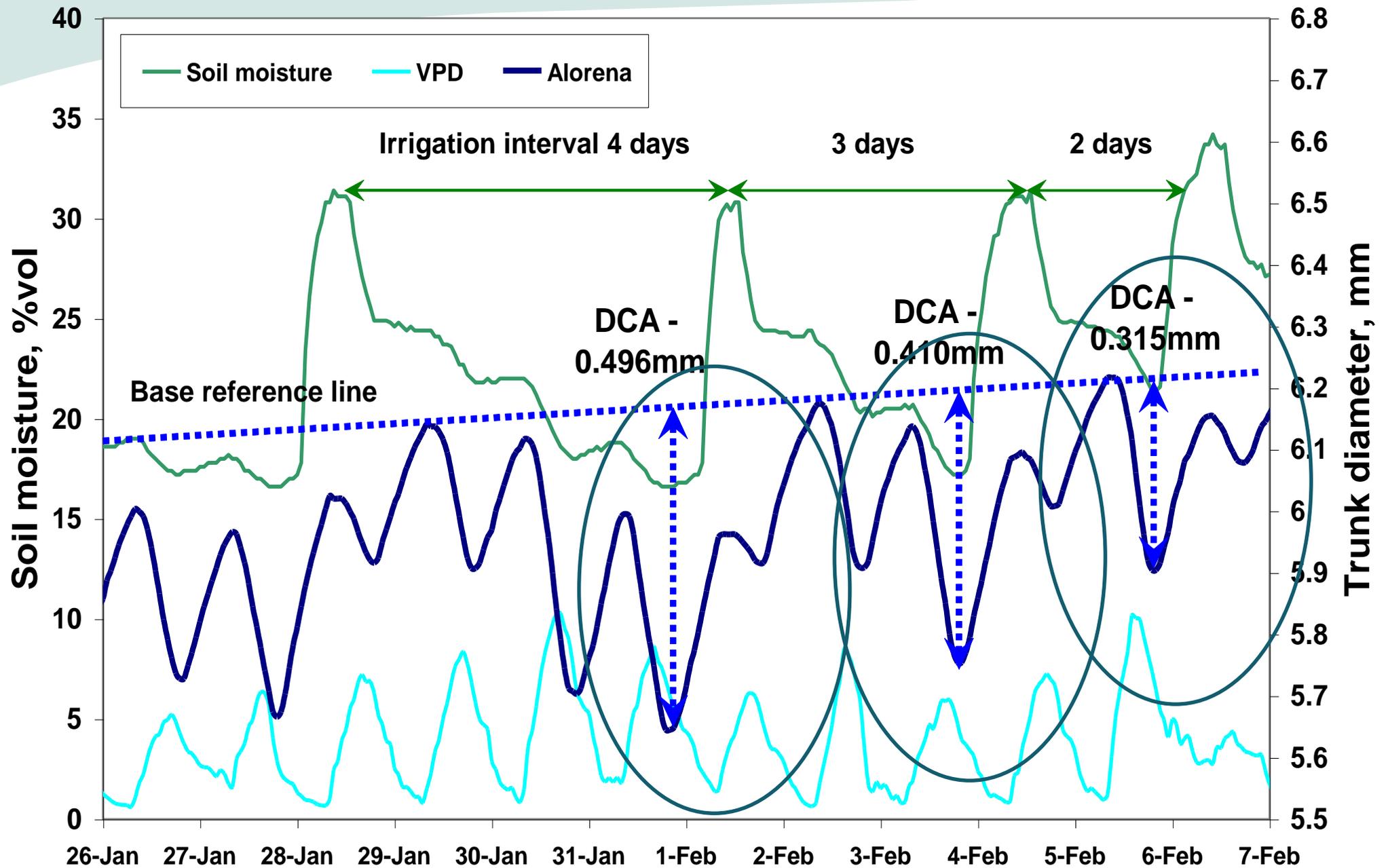
Riego automático GBI= crecimiento 0.43mm/1mm de H2O

Agricultura de Precisión- MAIZ

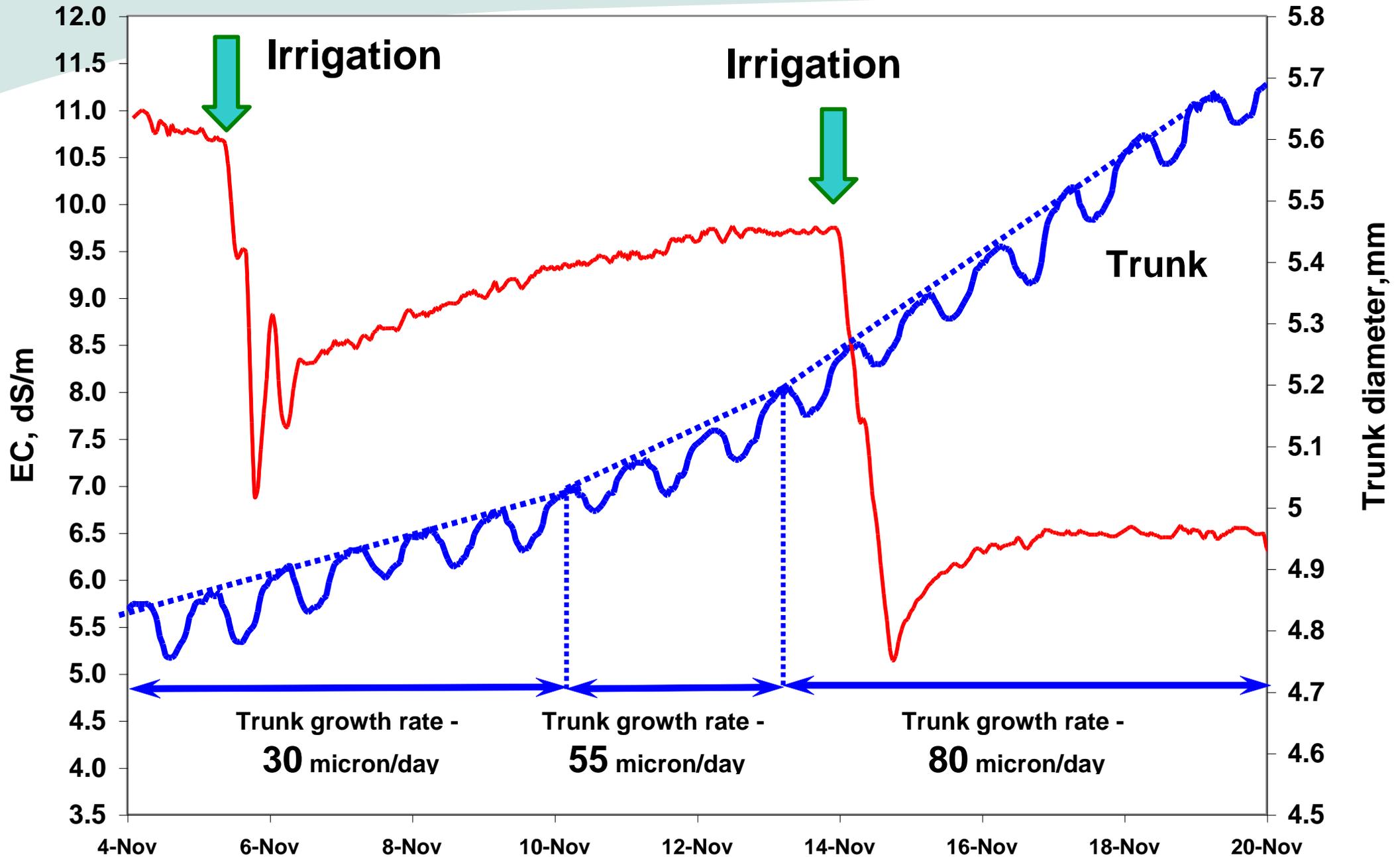
Adama biostimulant implementation date Corn, Kfar Yehoshua, 2016-2017



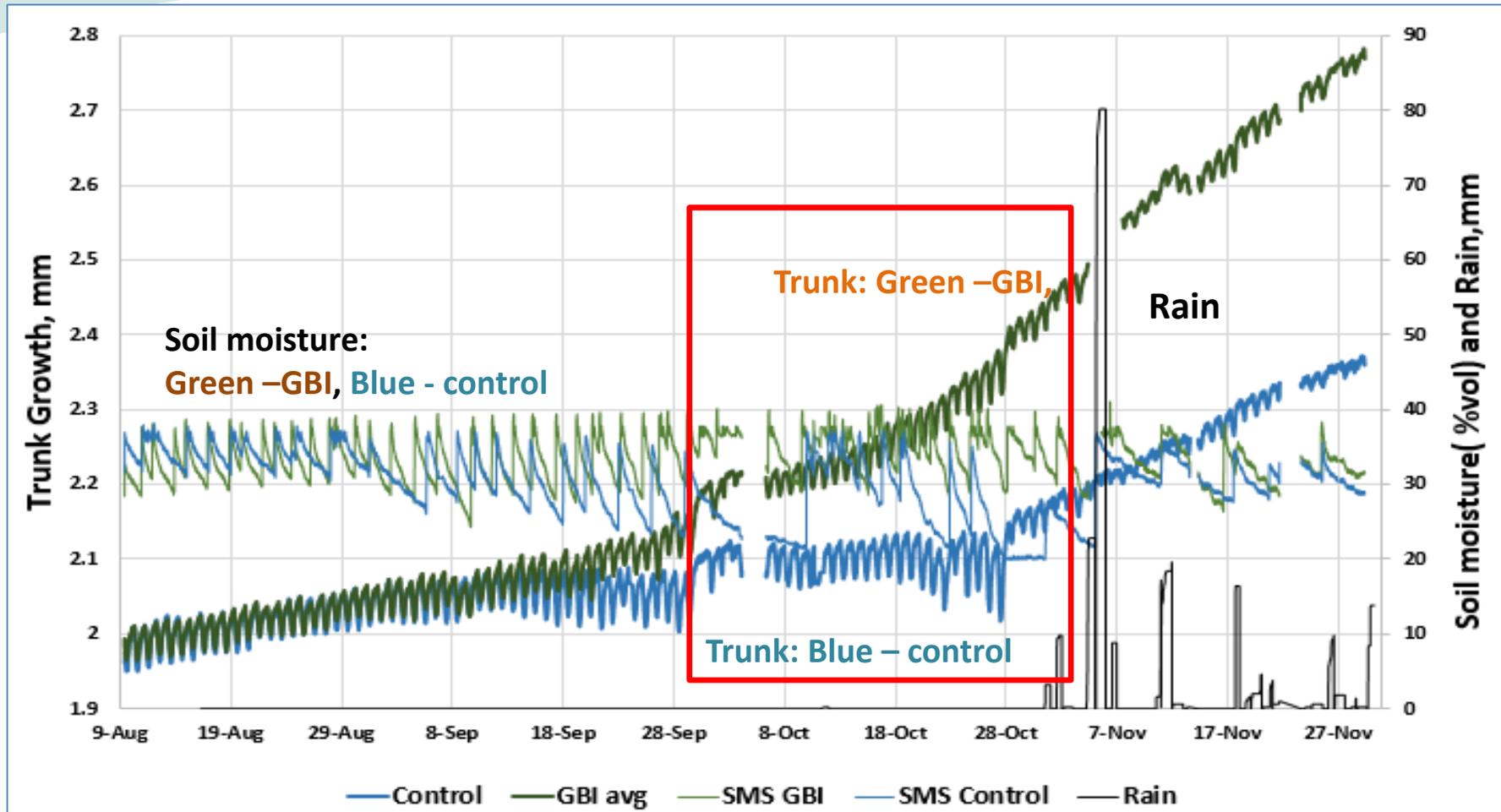
Respuesta del tronco **olivar** al riego con diferente intervalo de irrigación



Efecto del lavado de los suelos salinos en **olivar** sobre la tasa de crecimiento del tronco



Crecimiento del diámetro del tronco vs Humedad del suelo



Comparación del estado de las plantas durante el período de cuajado de la parcela GBI y la parcela de control.



Control plot.

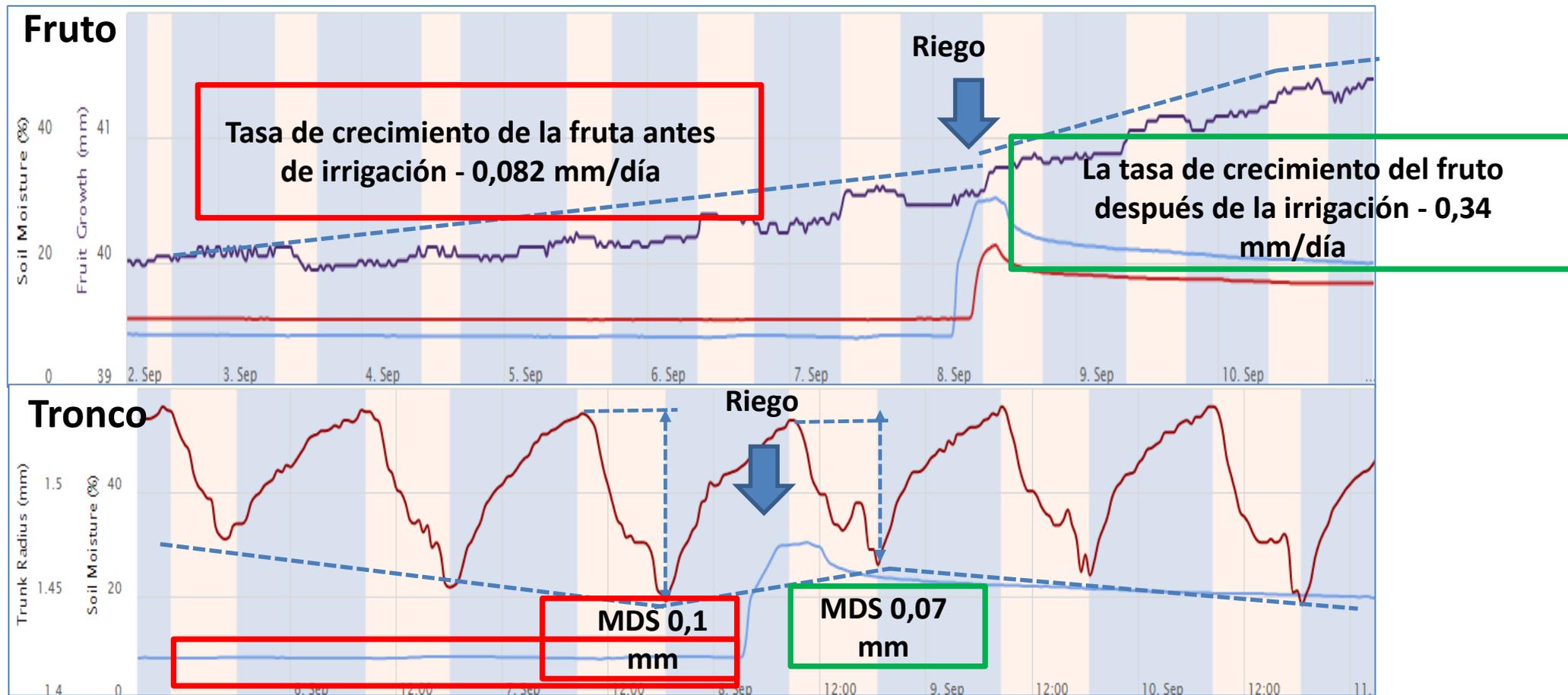
El número promedio de frutos por nudo es de 7-8 unidades.



GBI plot.

El número promedio de frutos por nudo es de 10-12 unidades.

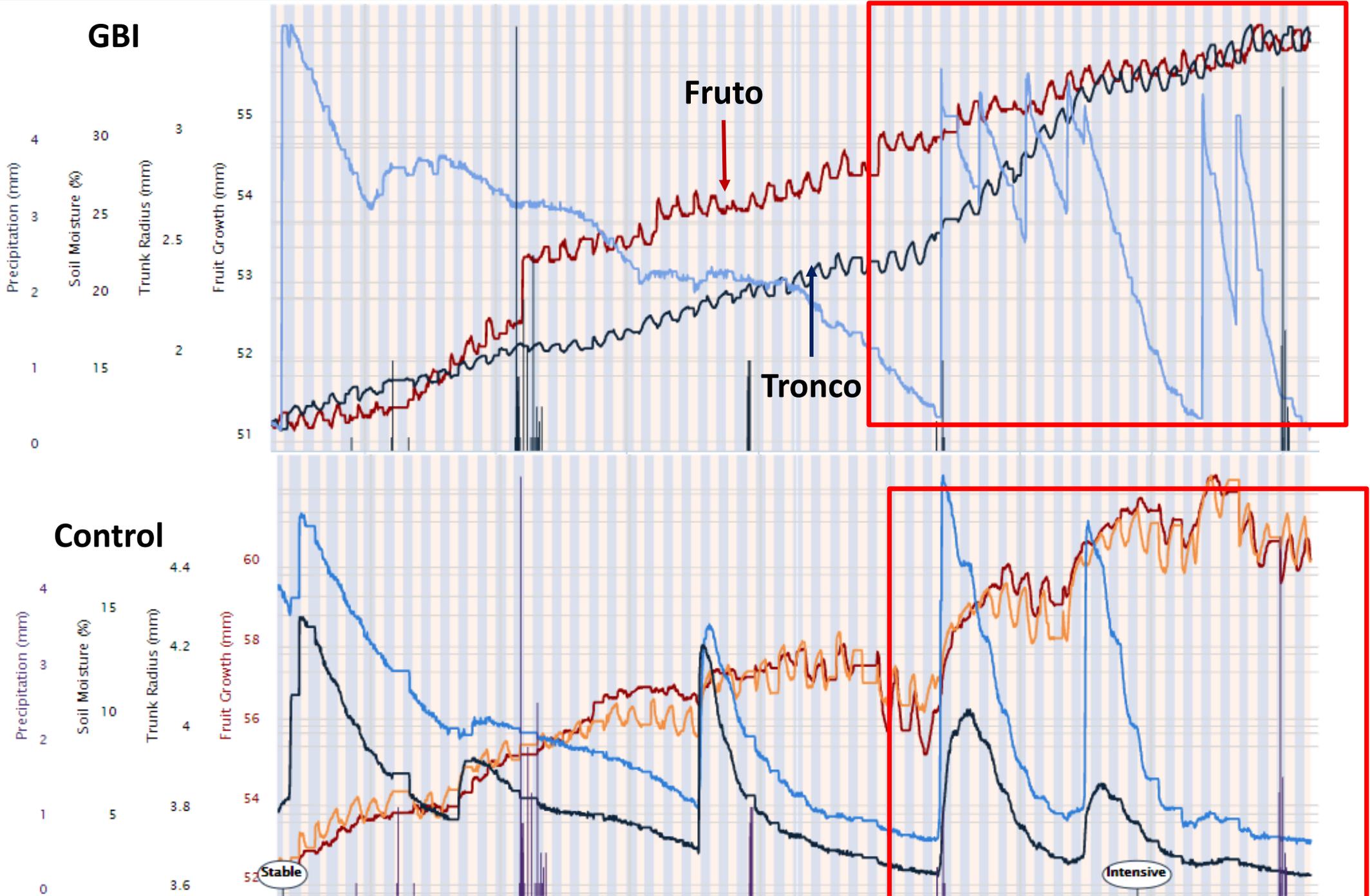
Tasa de crecimiento del fruto y el tronco, limón, Santa Clara Argentina 2016



Bajo estas condiciones de cultivo, cuatro son los indicadores principales de las necesidades de riego:

1. Baja humedad del suelo (8-10%)
2. Crecimiento lento de la fruta: 80 micrones antes del riego; 340 micrones después del riego
3. Alta demanda de humedad atmosférica (VPD)= 3 Kpa
4. Alto MDS antes del riego y reducción significativa del mismo después del riego del 8 de Septiembre.

Problemas con el controlador de riego y el funcionamiento del programa GBI y control en Limón en Sud Africa: Tasa de crecimiento de troncos y frutos



GBI plot

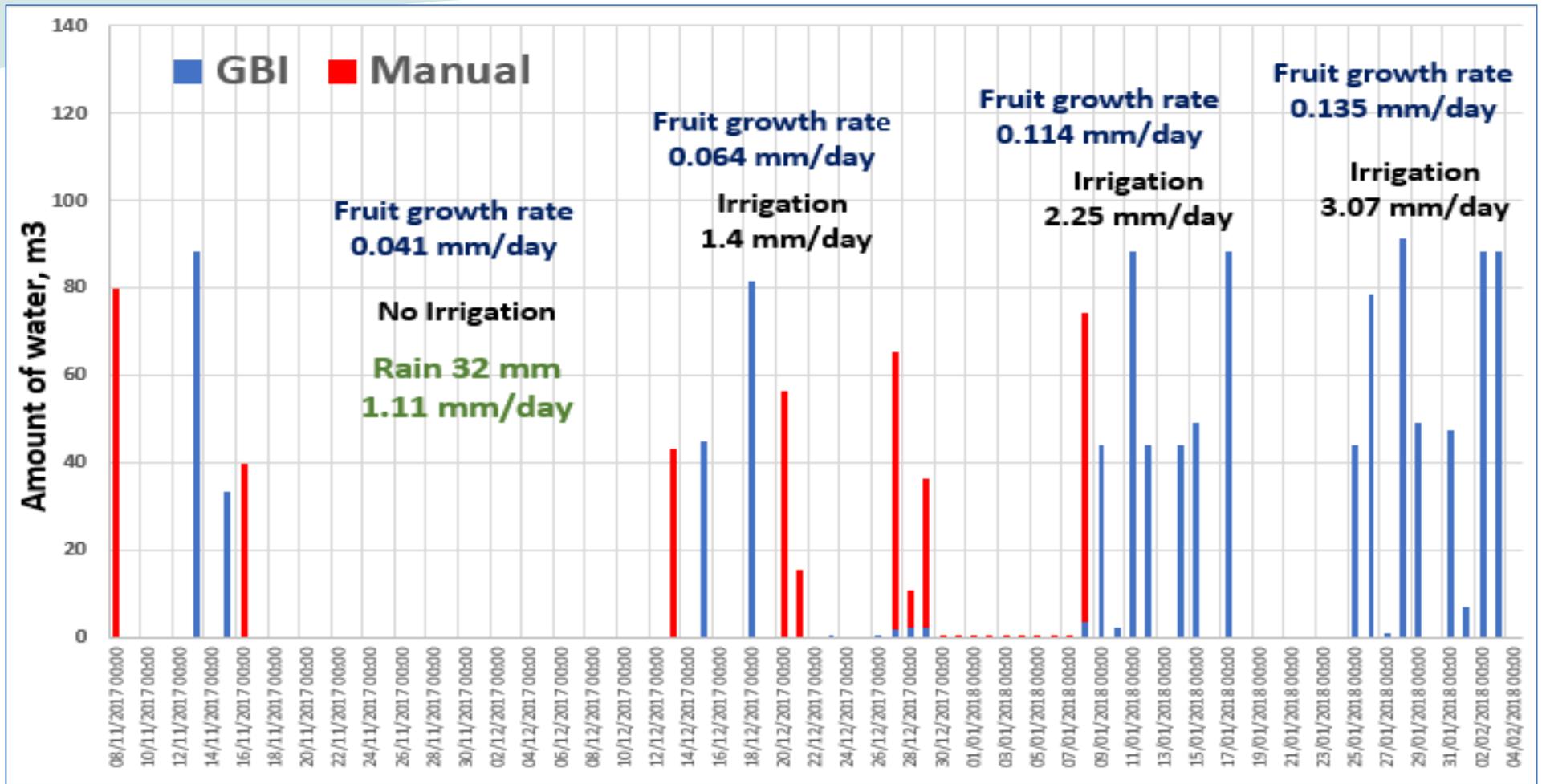


Fig. 4. Irrigation regime, manual irrigation (red column) and GBI (blue column) and fruit growth rate.

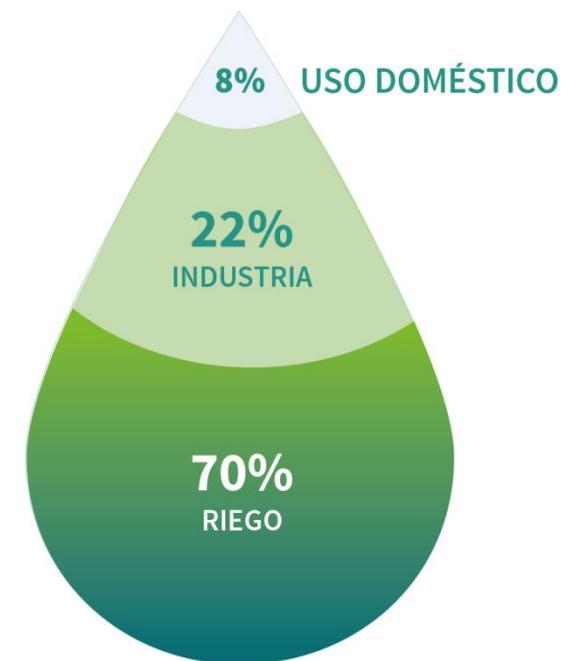
UN 70% DEL AGUA DULCE ES UTILIZADA PARA RIEGO



2.5% AGUA DULCE
Del total de agua en el mundo



Sólo 0.3% de 2.5%
AGUA FRESCA DISPONIBLE

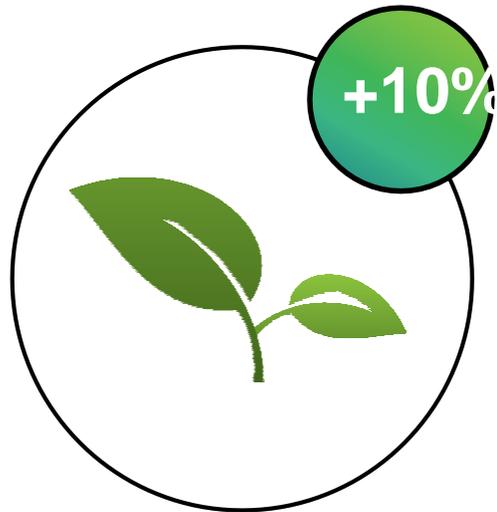


70% del agua fresca disponible
ES USADA PARA RIEGO

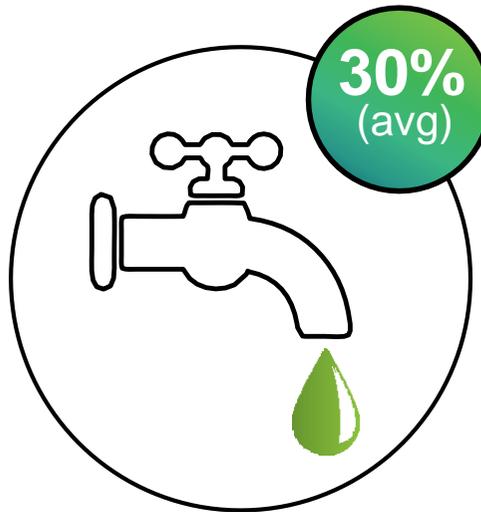


BENEFICIOS DEL GBI™

Con nuestra revolucionaria tecnología, ayudamos a nuestros clientes a reducir el consumo de agua + fertilizantes + coste energético, aumentar la producción y disminuir la incertidumbre.



Aumento en **+10%** de los rendimientos



Ahorro promedio de un **30%** en agua de riego



Control en tiempo real de sectores y plantas



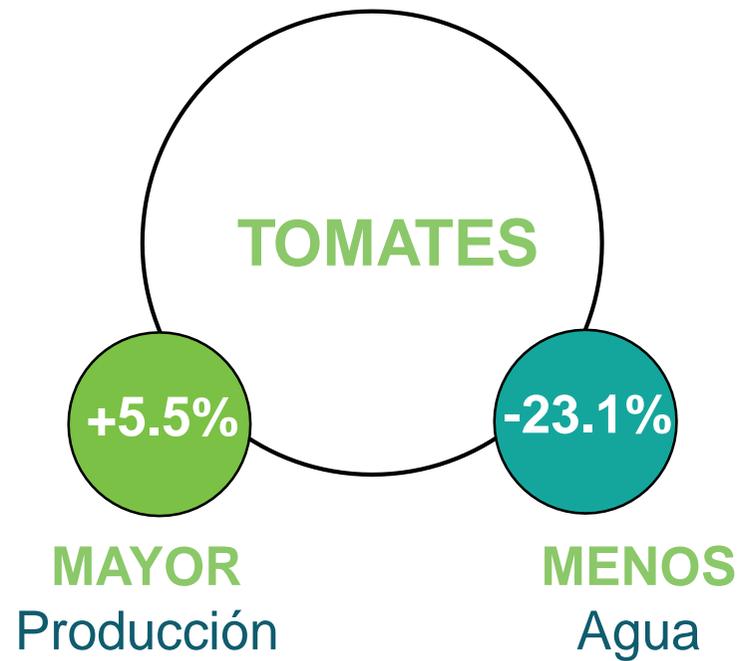




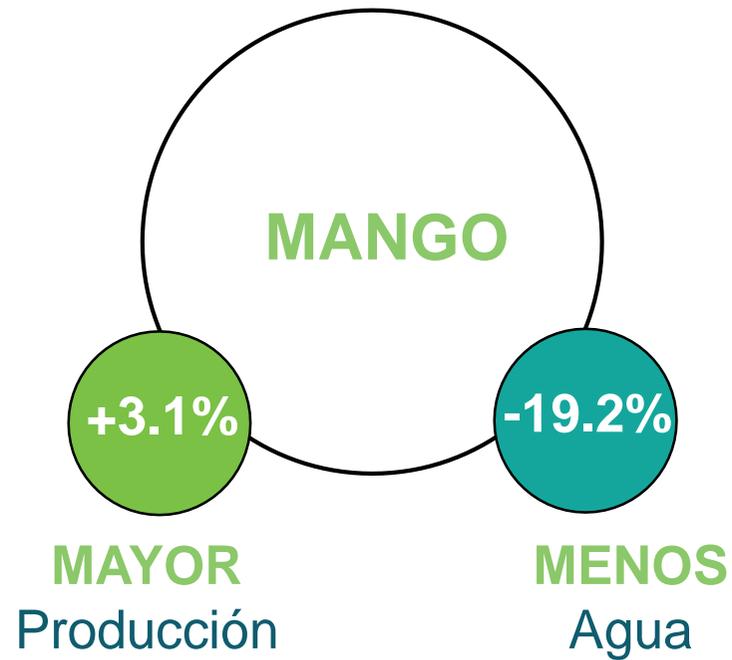
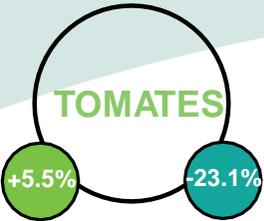




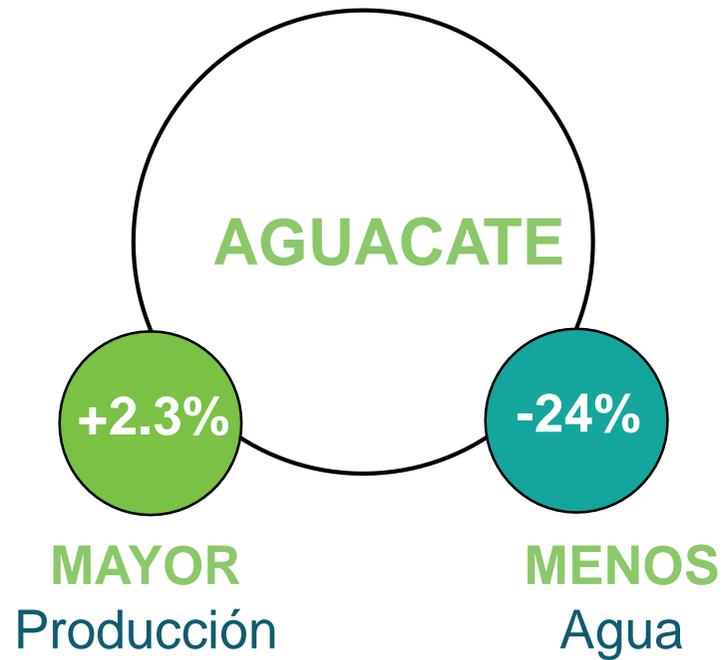
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



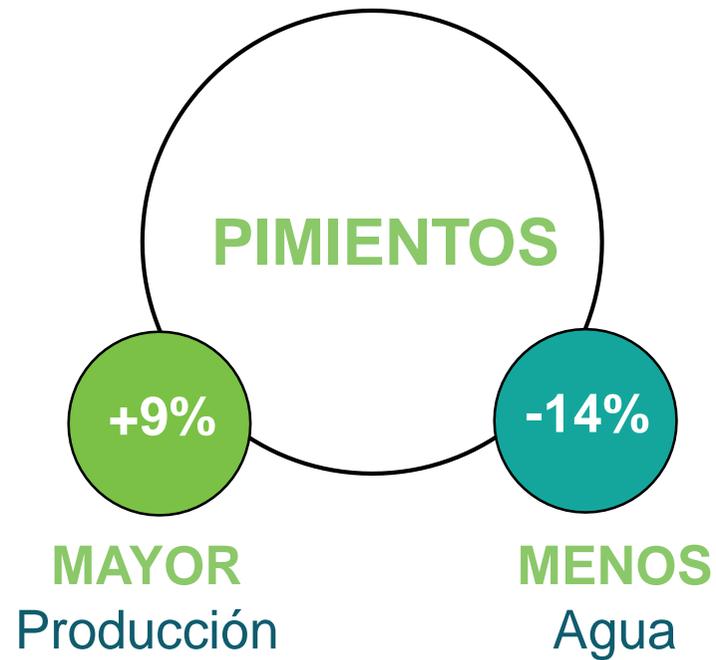
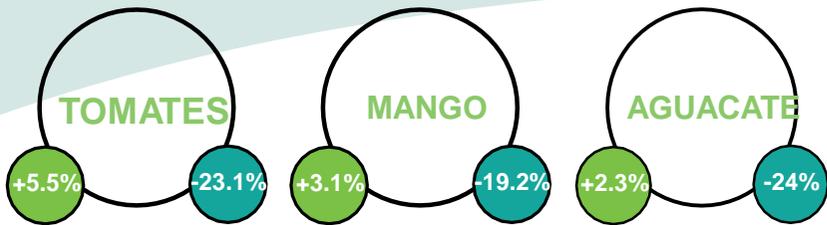
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



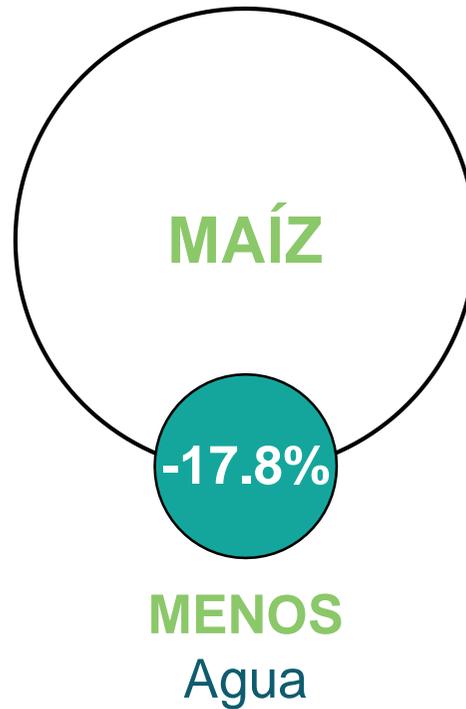
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



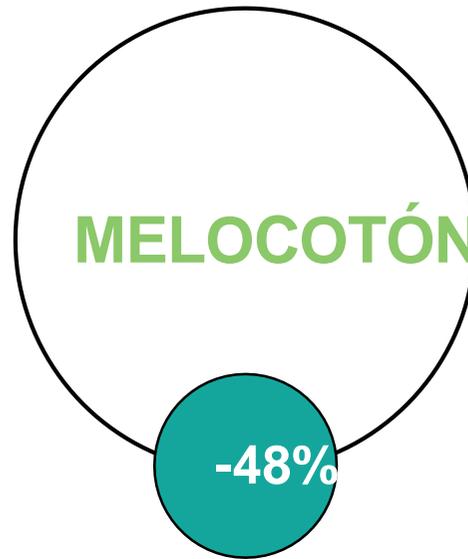
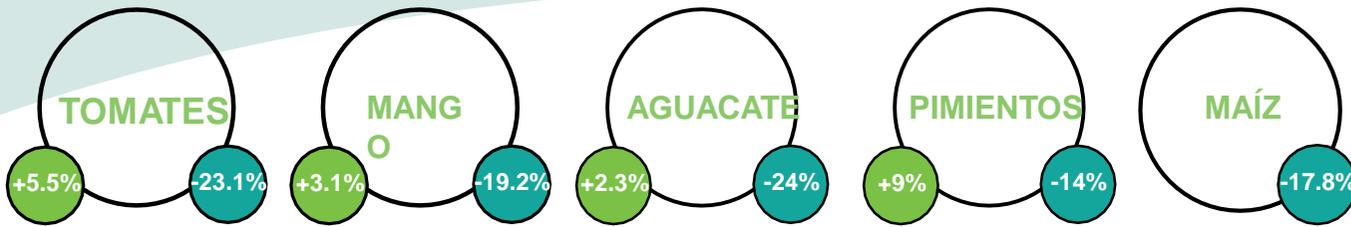
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



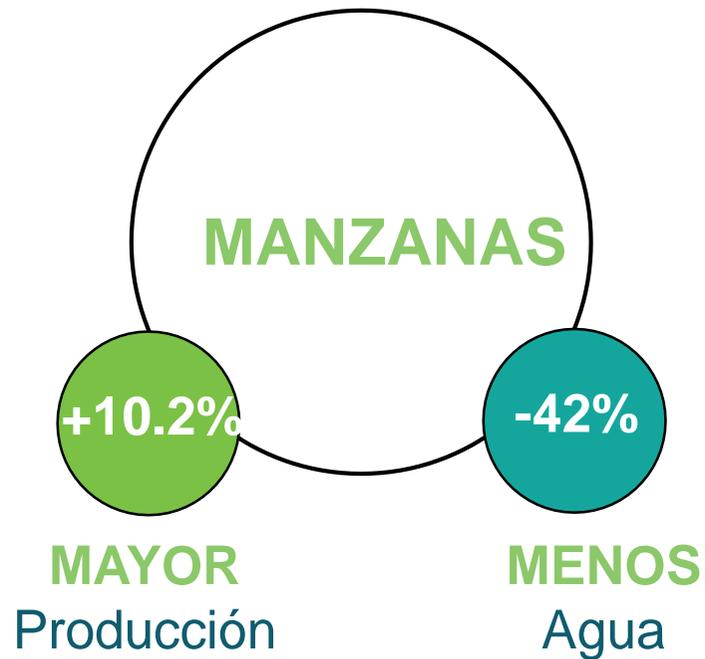
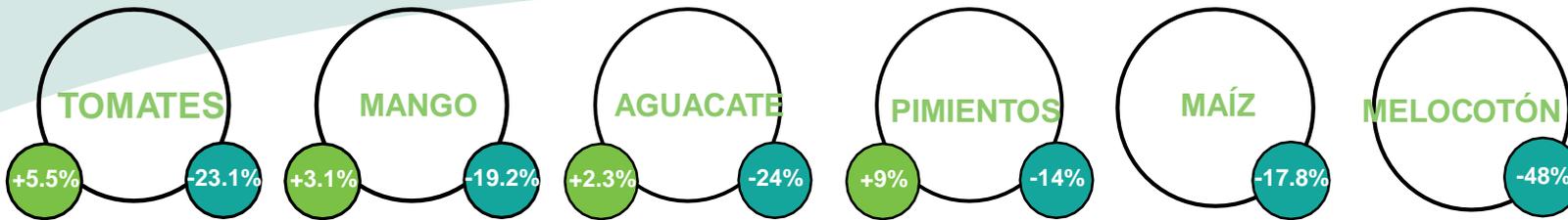
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



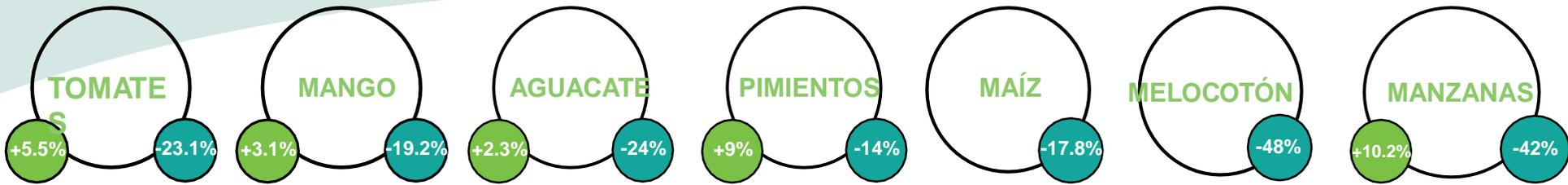
MENOS
Agua



RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



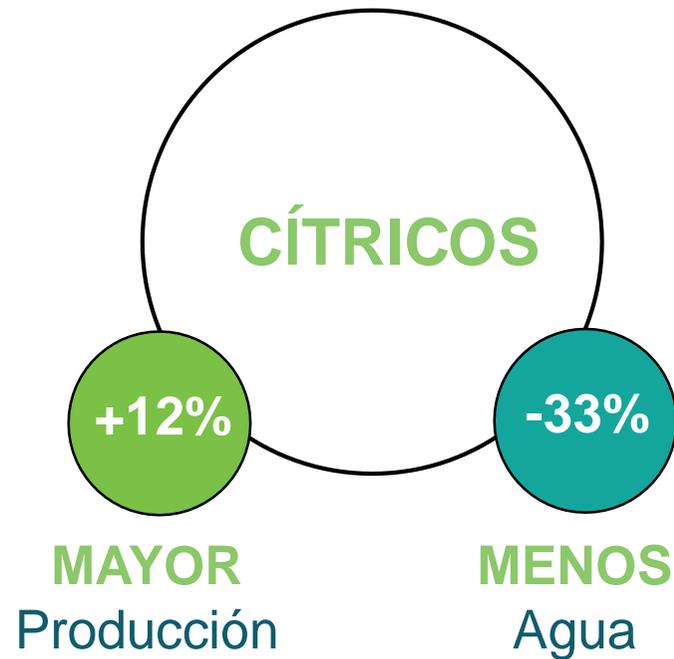
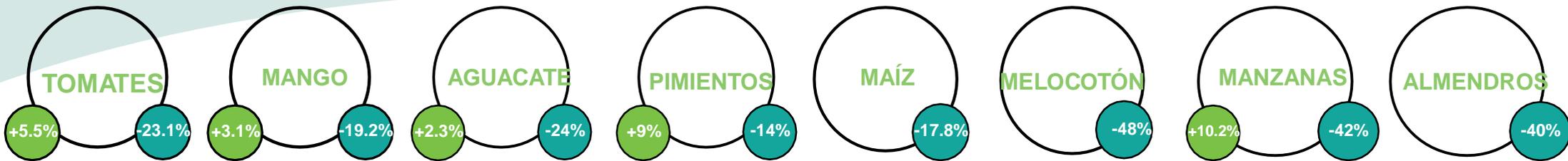
RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



MENOS
Agua



RESULTADOS – MAYOR PRODUCCION, MENOS AGUA



Visualización de datos.

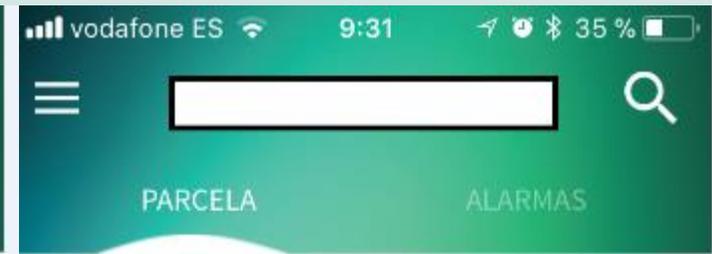
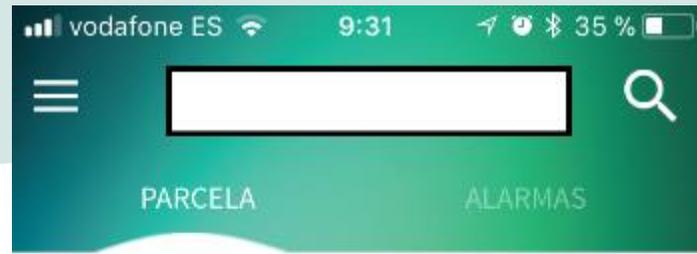
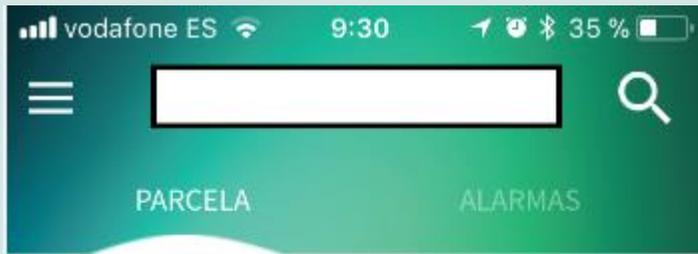
<http://app.agroweblab.com/#>

App móvil



NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY





Zona 7. Pepino

Zona 7. Pepino

Zona 7. Pepino

Clima

Temperatura del aire 5.8 °C

Humedad relativa % 89

Radiación solar 26 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\cdot\text{s}$

Déficit de presión de vapor 0.1 kPa

Riegos

- L
- D
- S 10:30
- V 11:00
- J 10:30
- M 10:30
- M 11:00

Contracción diaria del tallo



Expansión diaria del tallo

5



GRACIAS!

NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY

