

OPTIAQUA: APLICACIÓN PARA RIEGO EFICIENTE EN COMUNIDADES DE REGANTES

Logroño, 18 septiembre 2019

Vanessa Tobar

Joaquín Huete

Servicio de Información Agroclimática de La Rioja



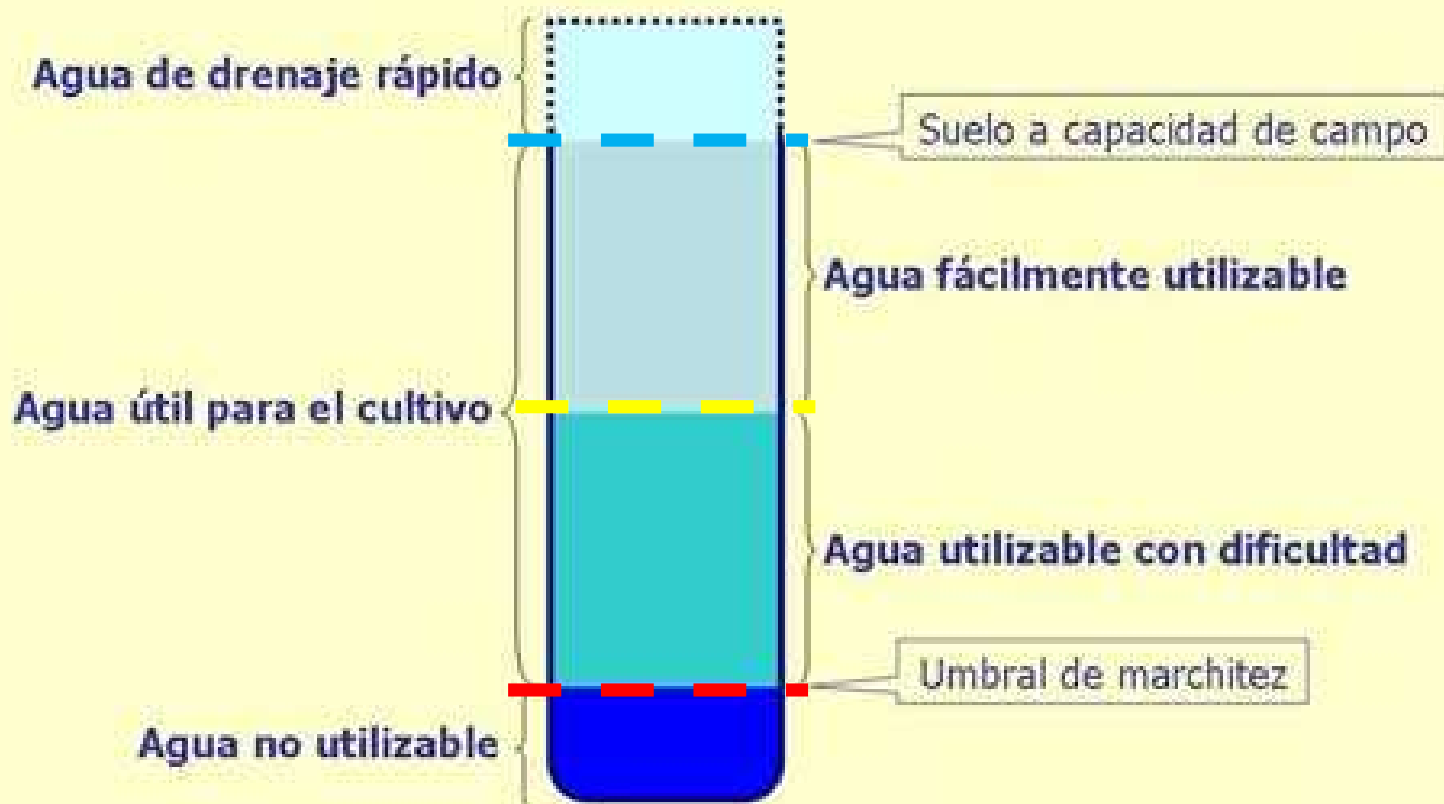
BALANCE HÍDRICO FAO 56

Balance Hídrico:

- considera el suelo como un reservorio de agua
- diariamente se calcula contenido de agua disponible para el cultivo



EL SUELO COMO DEPÓSITO DE AGUA



BALANCE HÍDRICO FAO 56

Balance Hídrico:

- considera el suelo como un reservorio de agua
- diariamente se calcula contenido de agua disponible para el cultivo

Capacidad de almacenamiento suelo depende de:

- Profundidad raíz
- Textura suelo
- Elementos gruesos

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \text{Aportaciones agua} - \text{Pérdidas de agua}$$



BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} +$$
$$\text{Aportaciones agua} - \text{Pérdidas de agua}$$

Aportaciones de agua:

- Lluvia (considerar lluvia efectiva)
- Riego (considerar riego efectivo)
- Ascensión capilar

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} +$$
$$\text{Aportaciones agua} - \text{Pérdidas de agua}$$

Aportaciones de agua:

- Lluvia (considerar lluvia efectiva)
- Riego (considerar riego efectivo)
- ~~Ascensión capilar~~

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Pérdidas de agua}$$

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Pérdidas de agua}$$

Pérdidas de agua:

- Escorrentía
- Drenaje

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Pérdidas de agua}$$

Pérdidas de agua:

- ~~- Escorrentía~~
- Drenaje

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Drenaje}$$

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - \text{Consumo del cultivo} + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Drenaje}$$

Consumo cultivo depende de:

- Tipo cultivo
 - Fase desarrollo
 - Demanda evaporativa
- $\left. \begin{array}{l} \text{Tipo cultivo} \\ \text{Fase desarrollo} \end{array} \right\} \rightarrow K_c$
- $\left. \begin{array}{l} K_c \\ \text{Demanda evaporativa} \end{array} \right\} \rightarrow E_{To}$
- $K_c \times E_{To} = \text{Consumo cultivo}$

BALANCE HÍDRICO FAO 56

$$\text{Agua suelo}_{\text{hoy}} = \text{Agua suelo}_{\text{ayer}} - (Kc \times Eto) + \\ \text{Lluvia}_{\text{efectiva}} + \text{Riego}_{\text{efectivo}} - \text{Drenaje}$$

BALANCE HÍDRICO FAO 56

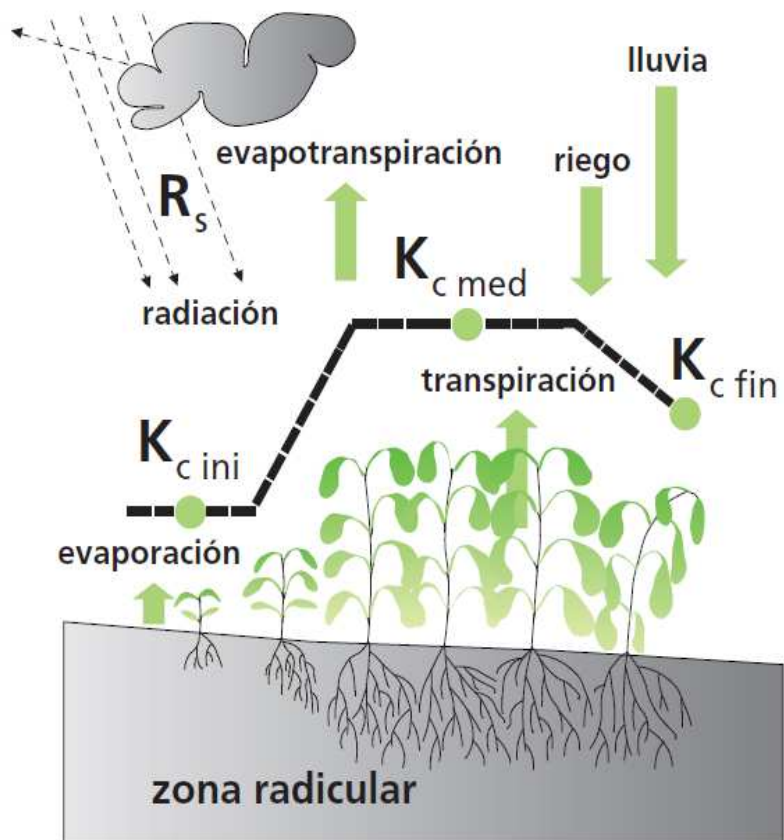
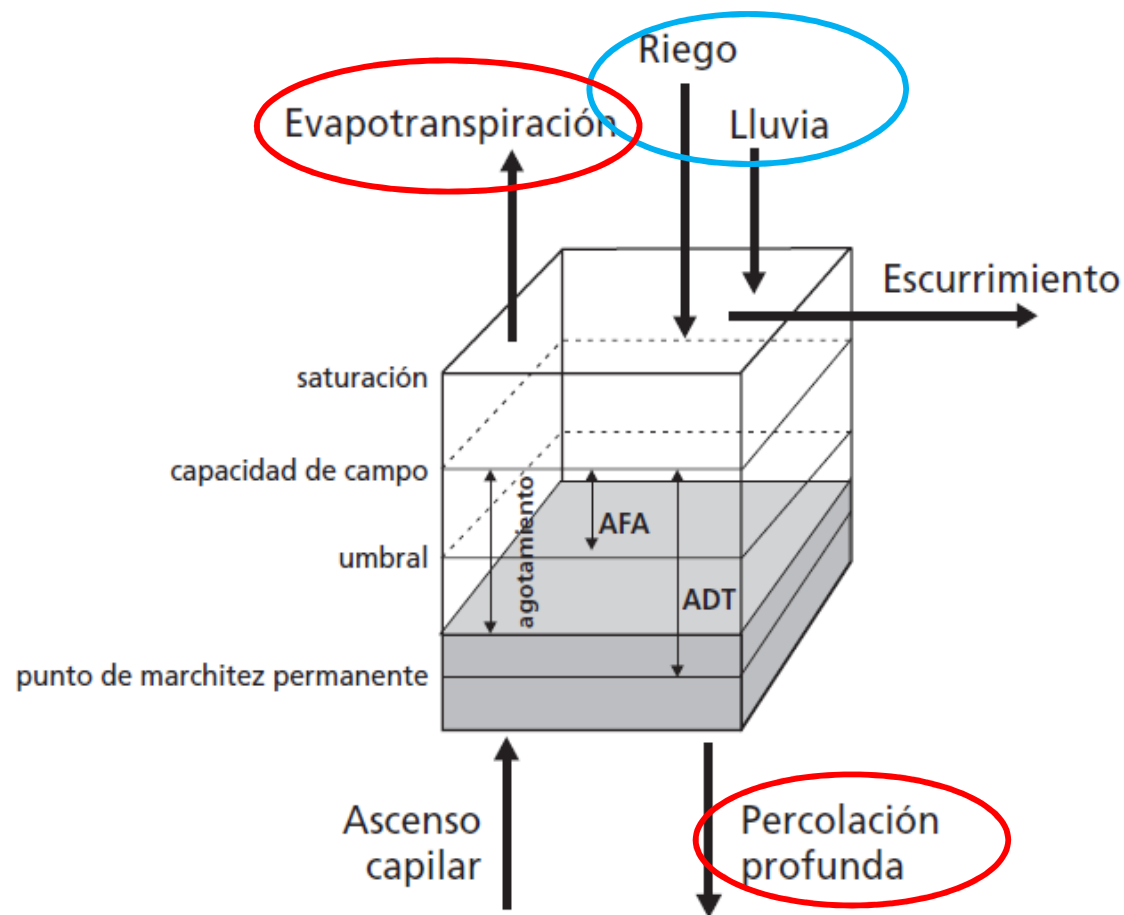


FIGURA 43
Balance de agua en la zona radicular



Fuente: Estudio FAO riego y drenaje. N° 56

BALANCE HÍDRICO FAO 56

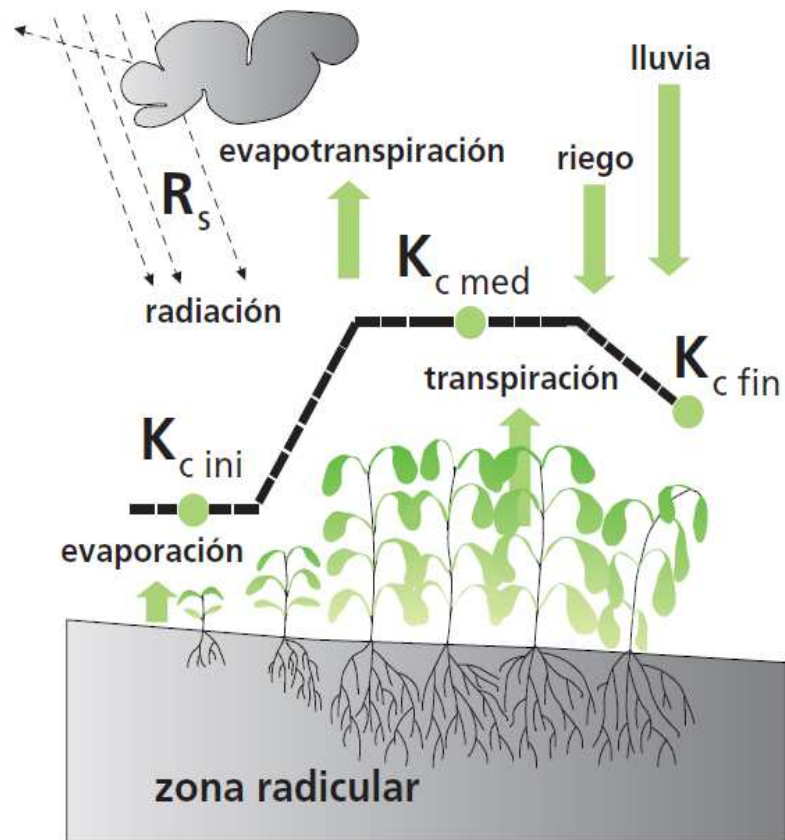
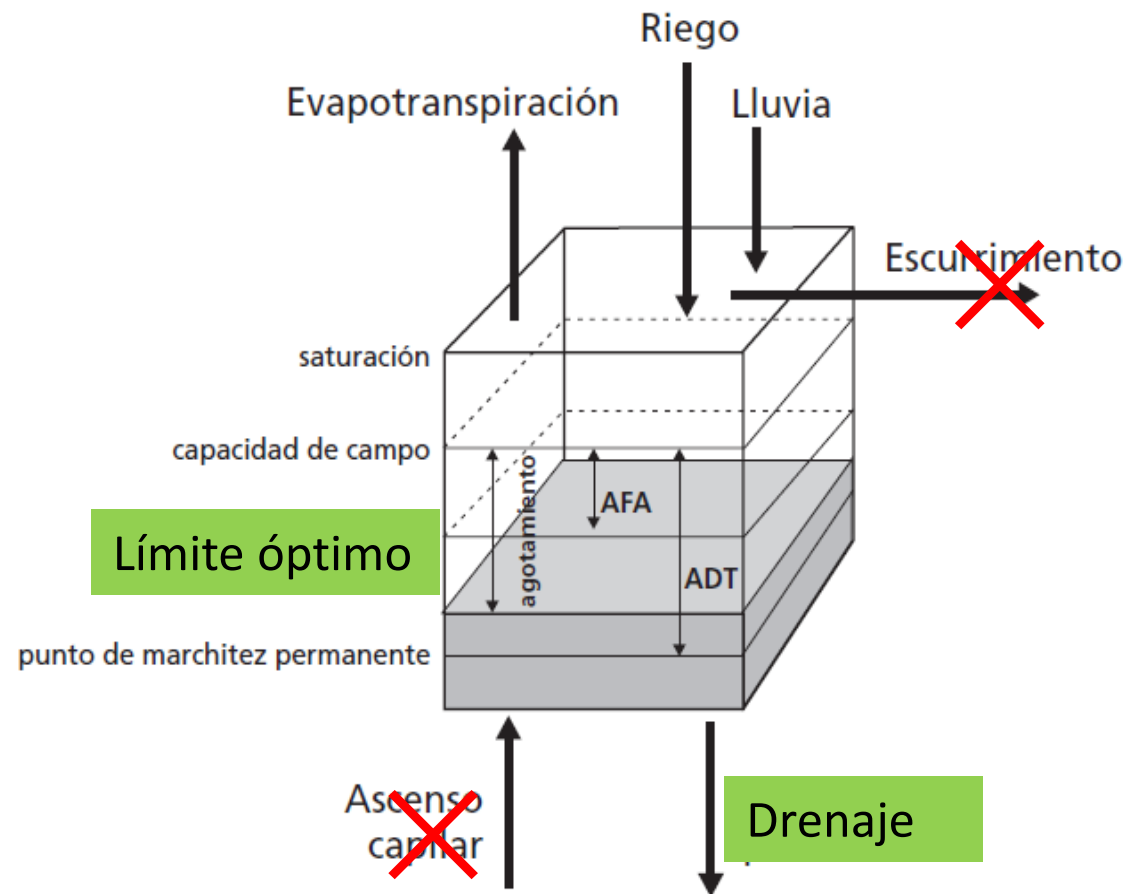


FIGURA 43
Balance de agua en la zona radicular

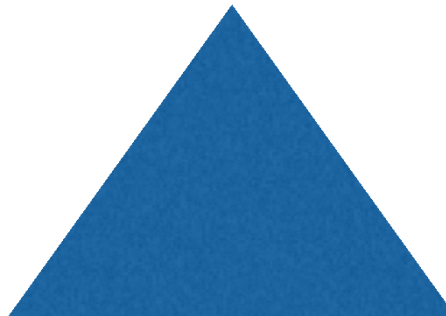


Fuente: Estudio FAO riego y drenaje. N° 56

DIFICULTADES ENCONTRADAS (2012-2015)

Gran dificultad para acceder en TIEMPO REAL a la información necesaria para el cálculo del balance

Datos de clima



Datos de cultivo y parcela

Datos de contadores



DIFICULTADES ENCONTRADAS (2012-2015)

Gran dificultad para acceder en TIEMPO REAL a la información necesaria para el cálculo del balance

Datos de clima



Datos de contadores

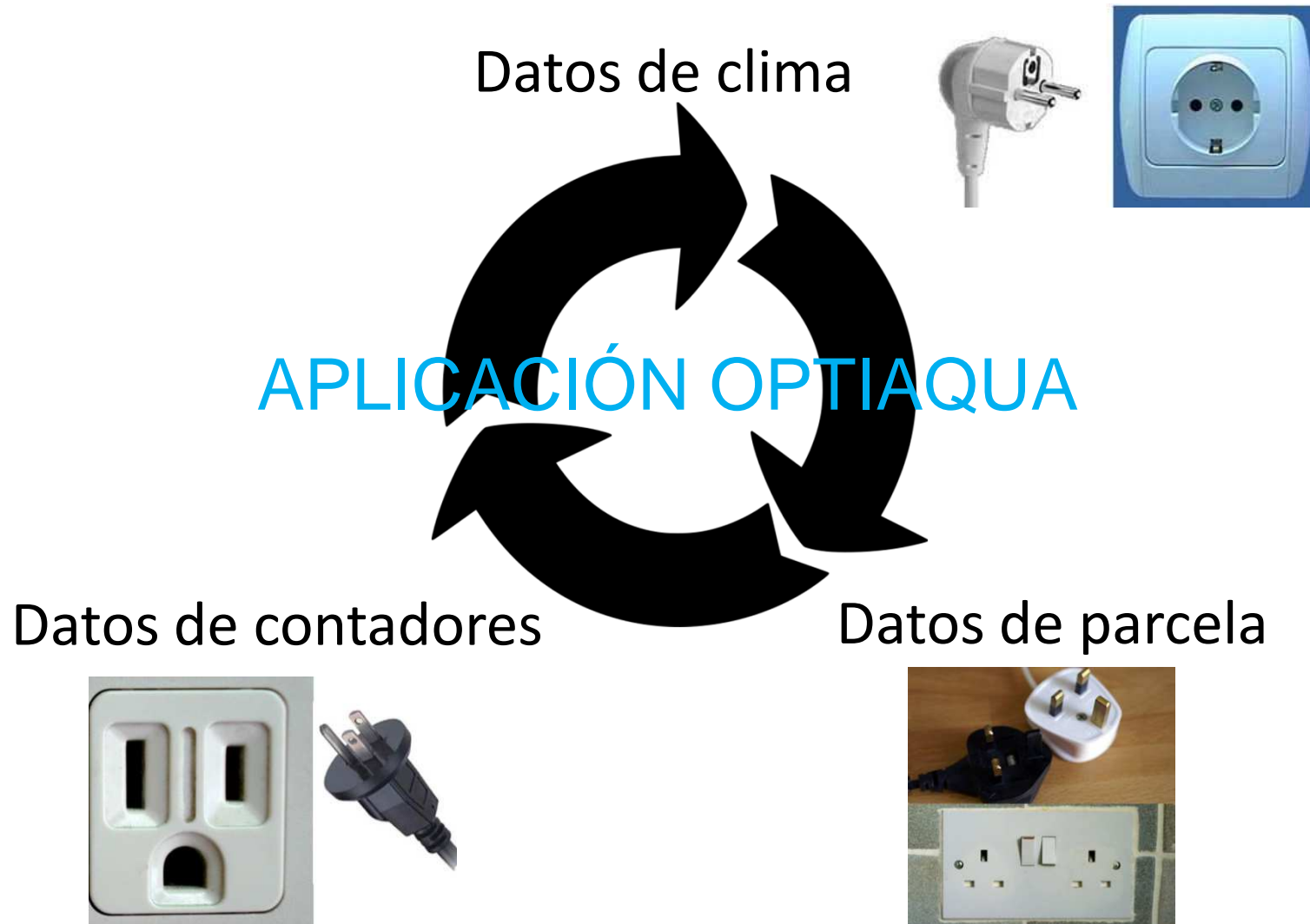


Datos de parcela



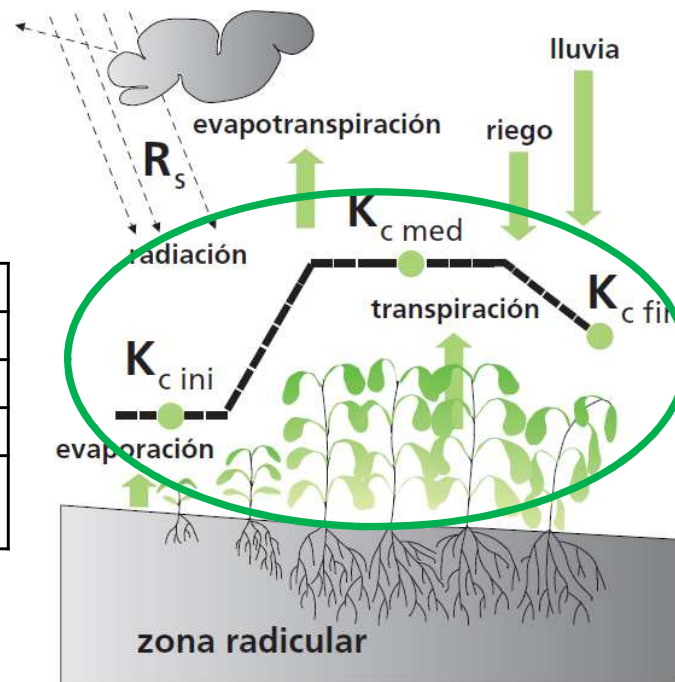
Aplicación OPTIAQUA

OPTIAQUA: Integración de los datos procedentes de distintas bases de datos y cálculo del balance hídrico (adaptación de FAO 56)



Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS

UNIDAD CULTIVO	Id Unidad Cultivo
	Id Regante
	Id Estación
	Alias
	Tipo Suelo
	Descripción

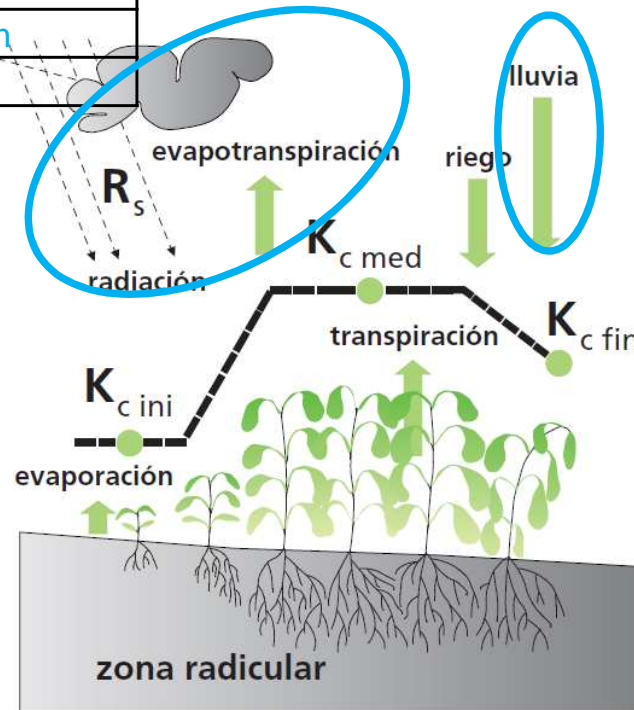


CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A
	ModRaizCoef B
	ModRaizCoef C
	Altura inicial
	Altura final
	Integral Emergencia

UNIDAD CULTIVO - CULTIVOFASES	Id Unidad Cultivo
	Id Temporada
	Id Fase Cultivo
	Fase
	Fecha Inicio Fase
	Fecha Fin Fase
	Definicion Por Dias
	KcInicial
	KcFinal
	CobInicial
	CobFinal
	Factor De Agotamiento

Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS

DATO CLIMÁTICO	Fecha
	Id Estación
	Temperatura Med
	HR Med
	Vel Viento
	Precipitación
	ETo

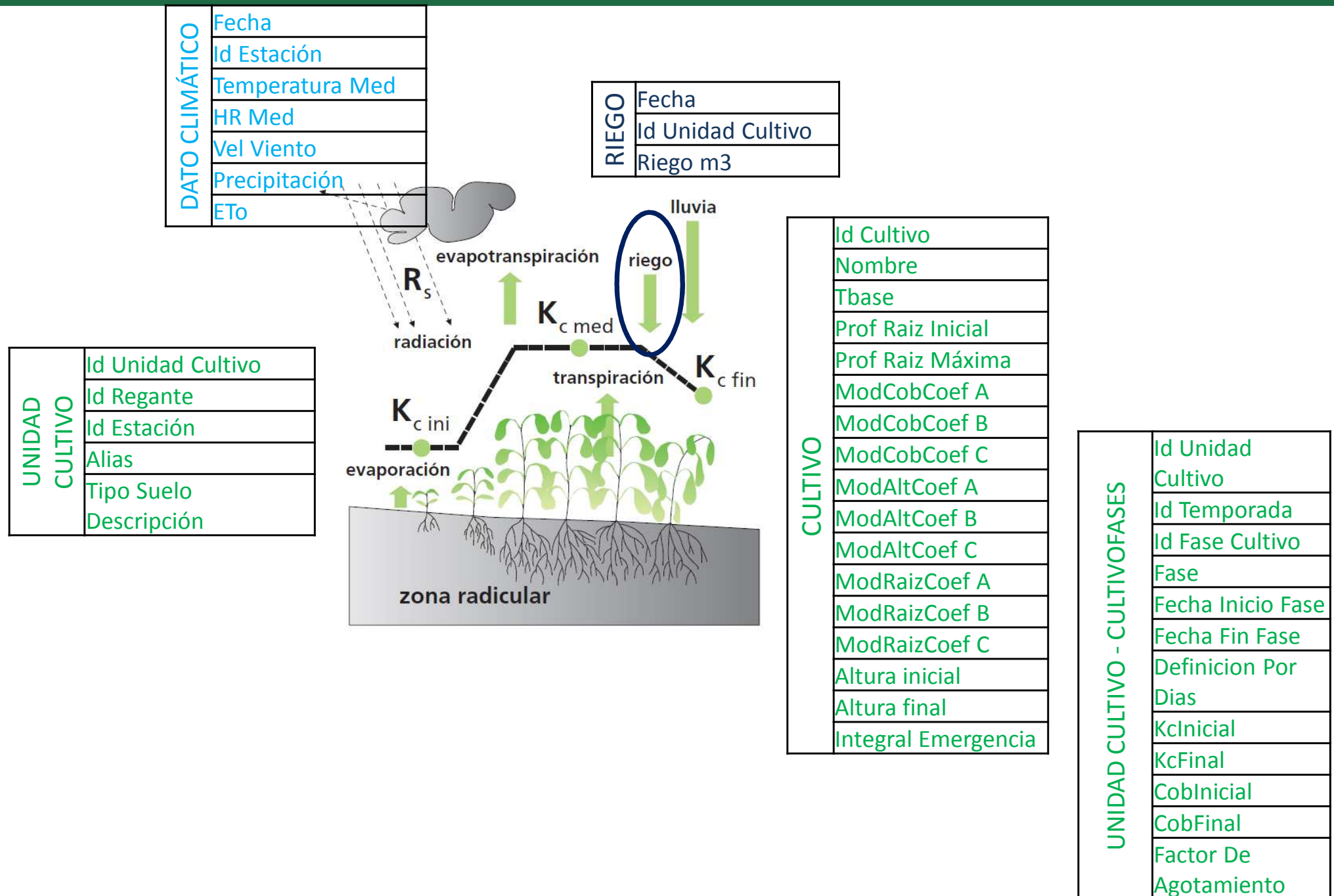


UNIDAD CULTIVO	Id Unidad Cultivo
	Id Regante
	Id Estación
	Alias
	Tipo Suelo
	Descripción

CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A
	ModRaizCoef B
	ModRaizCoef C
	Altura inicial
	Altura final
	Integral Emergencia

UNIDAD CULTIVO - CULTIVOFASES	Id Unidad Cultivo
	Id Temporada
	Id Fase Cultivo
	Fase
	Fecha Inicio Fase
	Fecha Fin Fase
	Definicion Por Dias
	KcInicial
	KcFinal
	CobInicial
	CobFinal
	Factor De Agotamiento

Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS



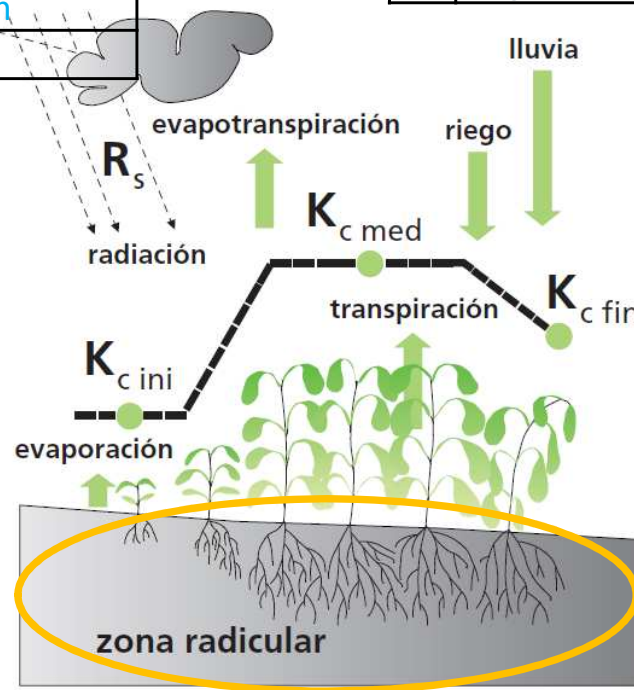
Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS

DATO CLIMÁTICO	Fecha
	Id Estación
	Temperatura Med
	HR Med
	Vel Viento
	Precipitación
	ETo

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3

UNIDAD CULTIVO	Id Unidad Cultivo
	Id Regante
	Id Estación
	Alias
	Tipo Suelo
	Descripción

UNIDAD CULTIVO - SUELO	Id UnidadCultivo
	Id Horizonte
	Profundidad Horizonte
	% Limo
	% Arcilla
	% Arena
	% Elementos Gruesos
	Materia Organica



CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A
	ModRaizCoef B
	ModRaizCoef C
	Altura inicial
	Altura final
	Integral Emergencia

UNIDAD CULTIVO - CULTIVOFASES	Id Unidad Cultivo
	Id Temporada
	Id Fase Cultivo
	Fase
	Fecha Inicio Fase
	Fecha Fin Fase
	Definicion Por Dias
	KcInicial
	KcFinal
	CobInicial
	CobFinal
	Factor De Agotamiento

Aplicación OPTIAQUA - CALCULO BALANCE

Para cada parcela y cada día se calculan más de 30 parámetros

Aplicación OPTIAQUA - CALCULO BALANCE

Para cada parcela y cada día se calculan más de 30 parámetros

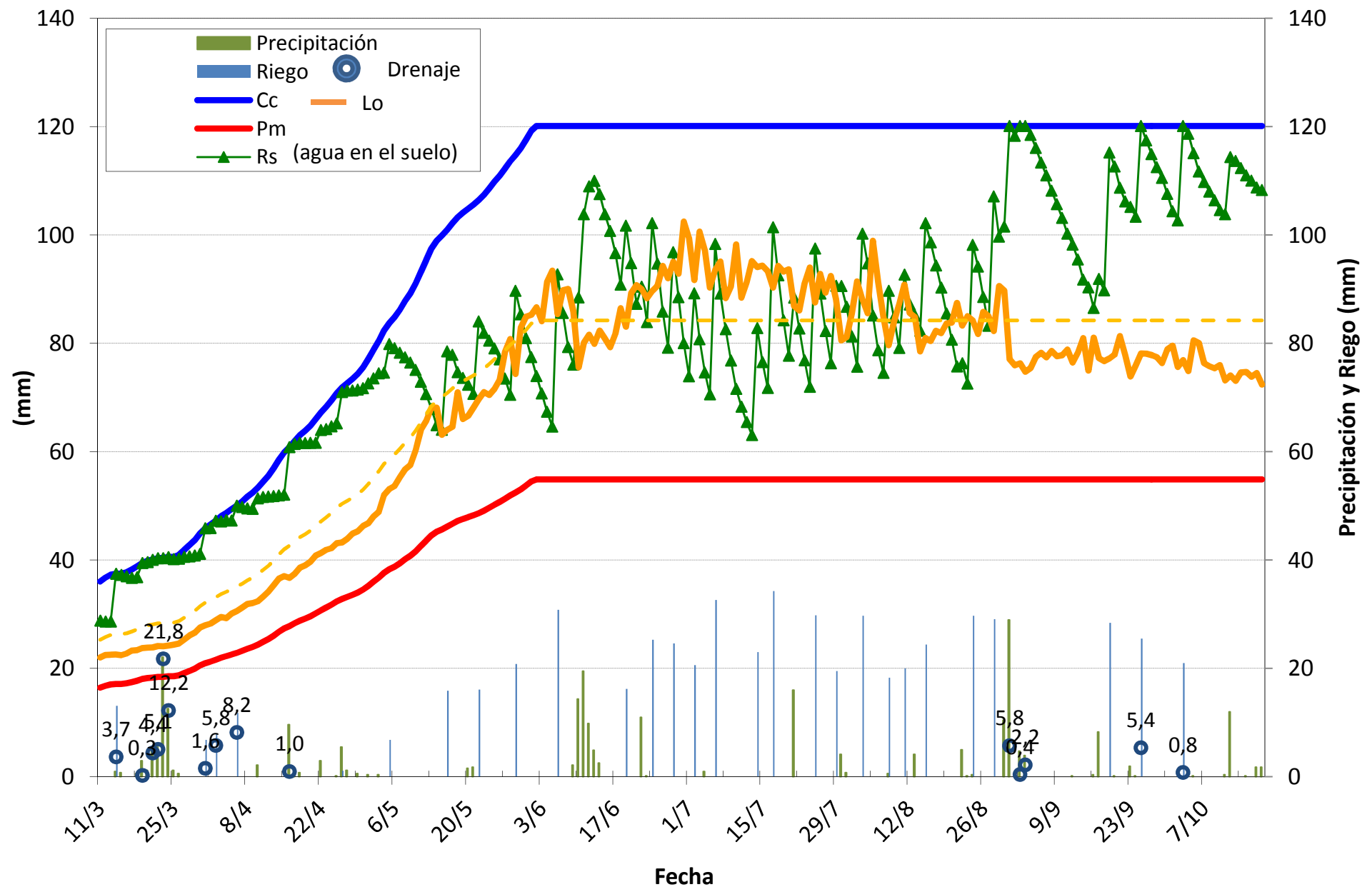
- **Parámetros de desarrollo del cultivo**
- **Parámetros de suelo**
- **Parámetros de aporte de agua**
- **Parámetros de pérdida de agua**
- **Parámetros de consumo del cultivo**
- **Contenido de agua en el suelo y recomendación de dosis de riego**

Aplicación OPTIAQUA - CALCULO BALANCE

Para cada parcela y cada día se calculan más de 30 parámetros

- **Parámetros de desarrollo del cultivo:** Integral térmica, cobertura y altura del cultivo, longitud de la raíz, fase de desarrollo
- **Parámetros de suelo:** Capacidad de campo, punto de marchitez (adaptados a la longitud de la raíz), límite óptimo (considerando el factor de agotamiento)
- **Parámetros de aporte de agua:** lluvia, riego efectivos, agua preexistente en el perfil de suelo
- **Parámetros de pérdida de agua:** actualmente sólo drenaje
- **Parámetros de consumo del cultivo:** K_c , ajuste de la K_c a las condiciones climáticas, K_{stress} (si el cultivo está por debajo del límite óptimo), ET_c
- **Contenido de agua en el suelo y recomendación de dosis de riego**

Aplicación OPTIAQUA - Ejemplo salida gráfica

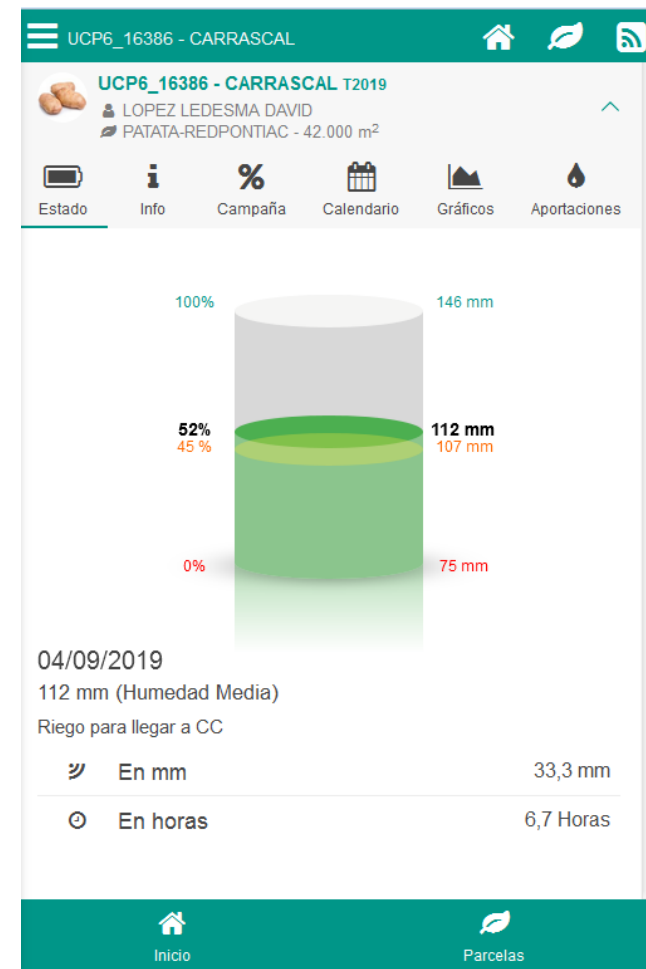
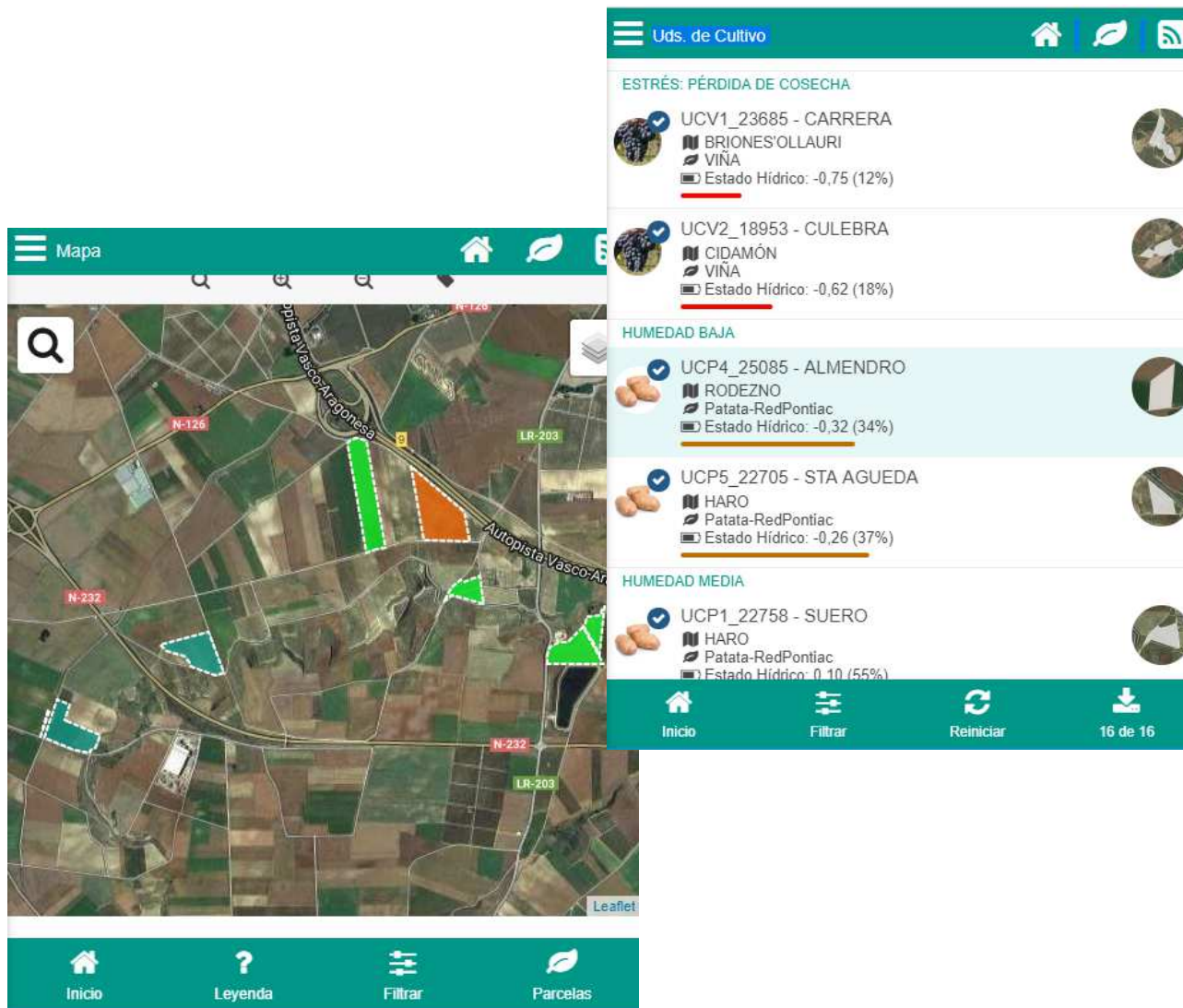


Aplicación OPTIAQUA – CONEXIÓN APP

Herramienta fácil uso



App



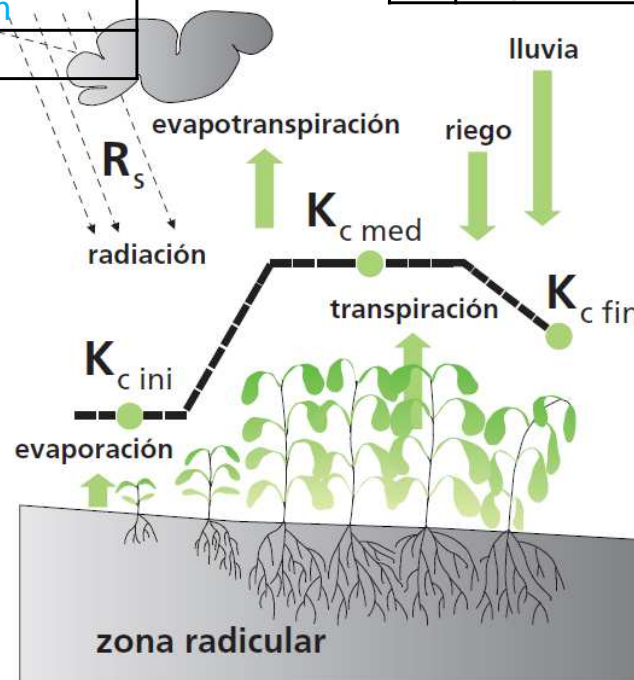
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario

DATO CLIMÁTICO	Fecha
	Id Estación
	Temperatura Med
	HR Med
	Vel Viento
	Precipitación
	ETo

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3

UNIDAD CULTIVO	Id Unidad Cultivo
	Id Regante
	Id Estación
	Alias
	Tipo Suelo
	Descripción

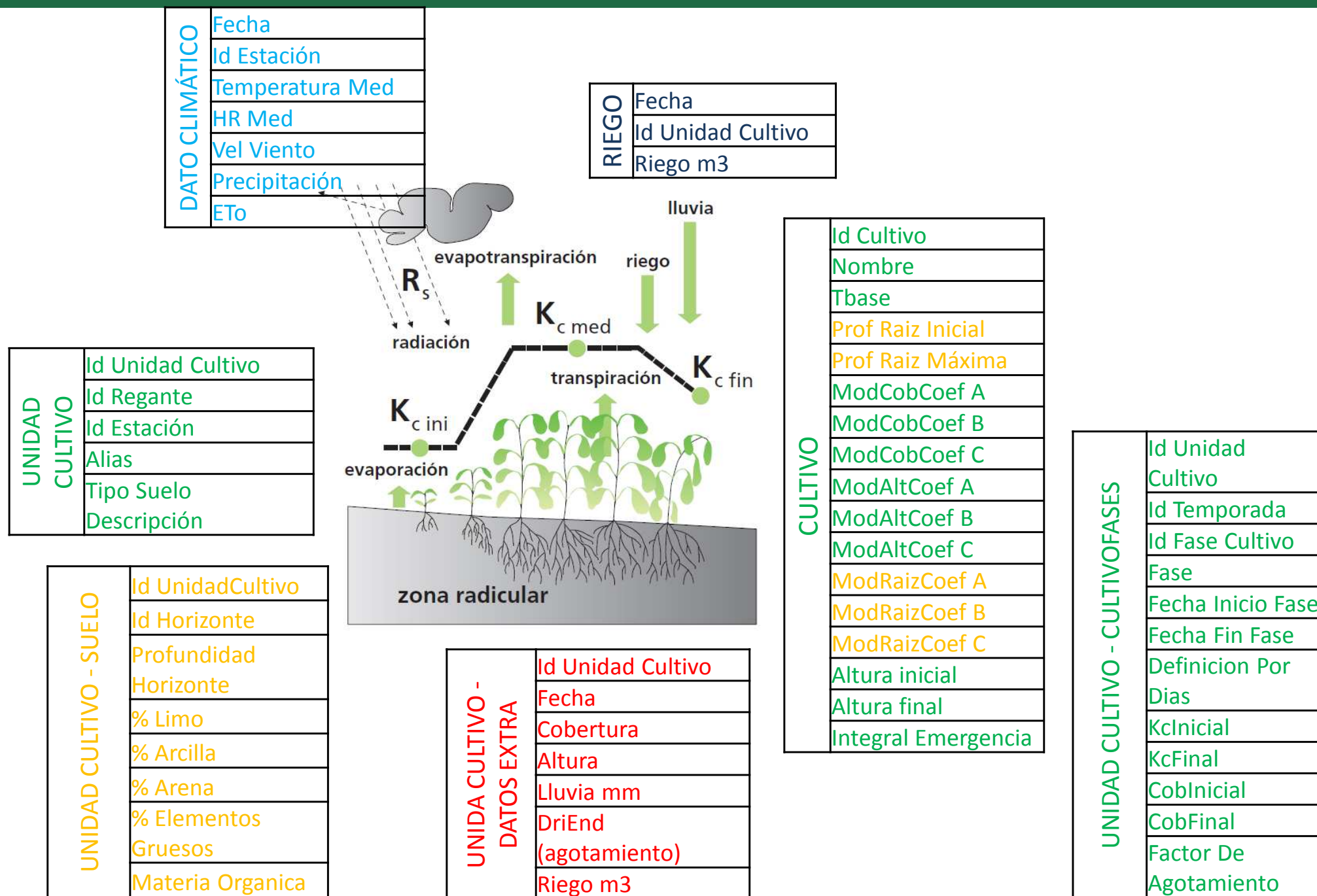
UNIDAD CULTIVO - SUELO	Id UnidadCultivo
	Id Horizonte
	Profundidad Horizonte
	% Limo
	% Arcilla
	% Arena
	% Elementos Gruesos
	Materia Organica



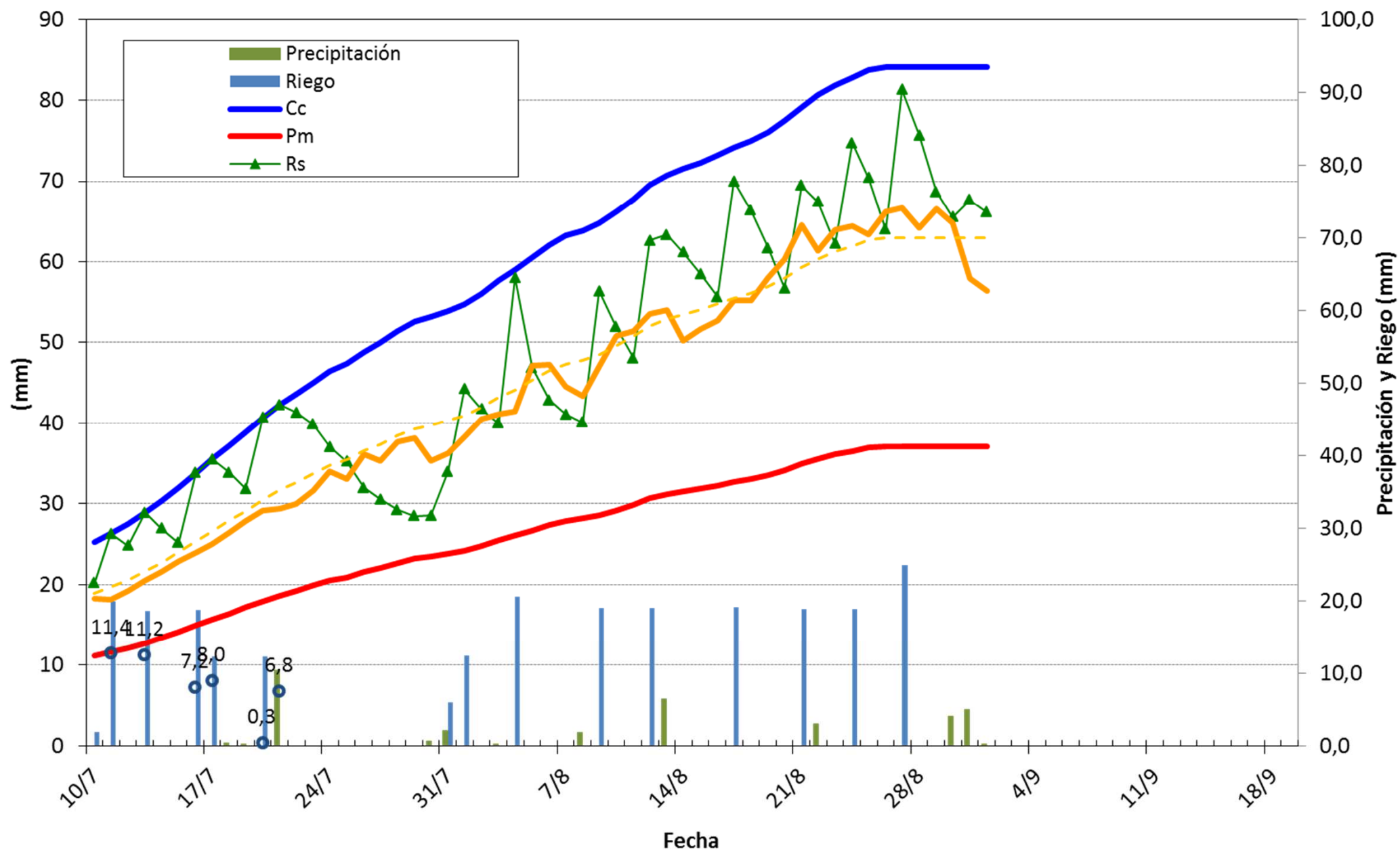
CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A
	ModRaizCoef B
	ModRaizCoef C
	Altura inicial
	Altura final
	Integral Emergencia

UNIDAD CULTIVO - CULTIVOFASES	Id Unidad Cultivo
	Id Temporada
	Id Fase Cultivo
	Fase
	Fecha Inicio Fase
	Fecha Fin Fase
	Definicion Por Dias
	KcInicial
	KcFinal
	CobInicial
	CobFinal
	Factor De Agotamiento

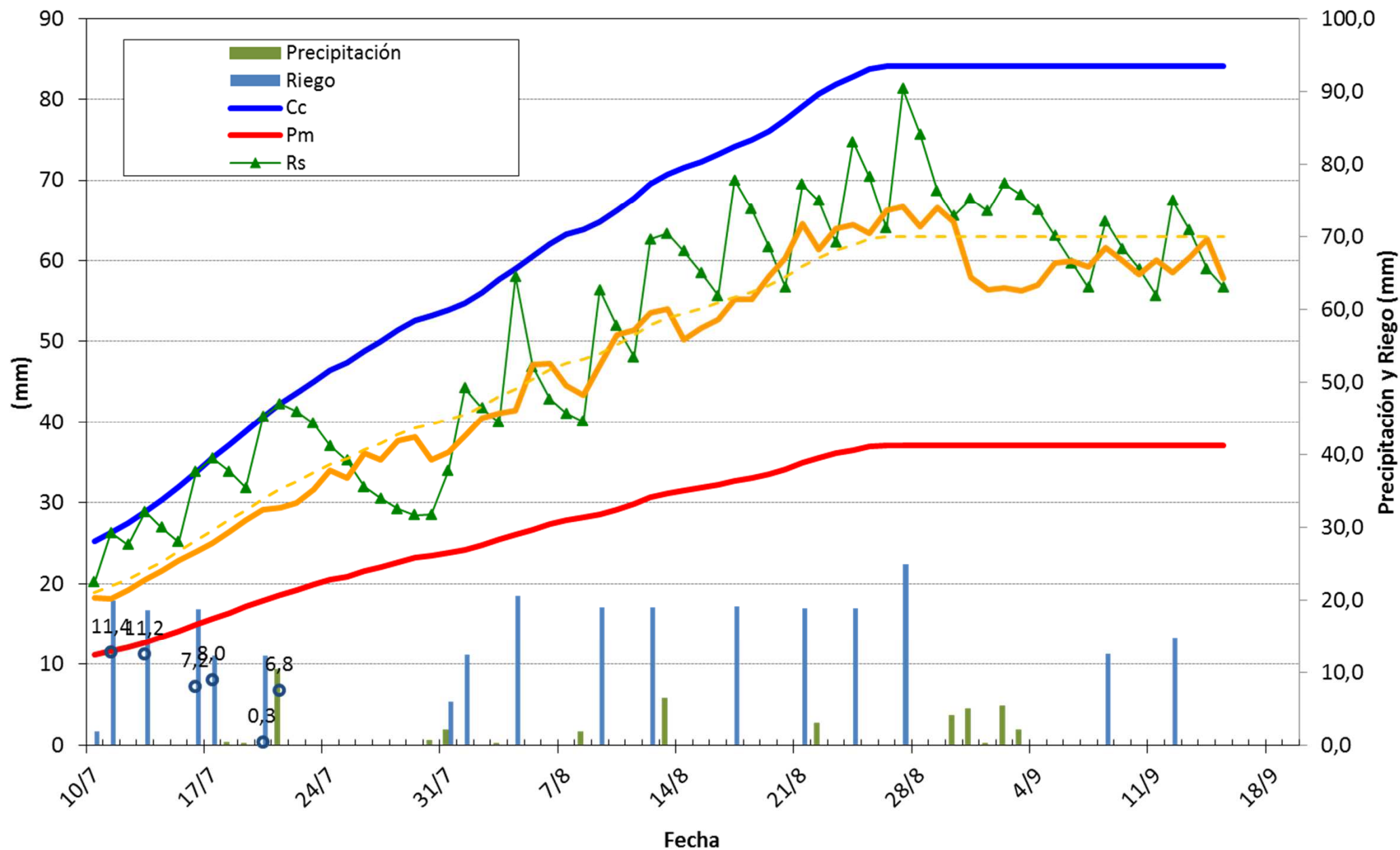
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



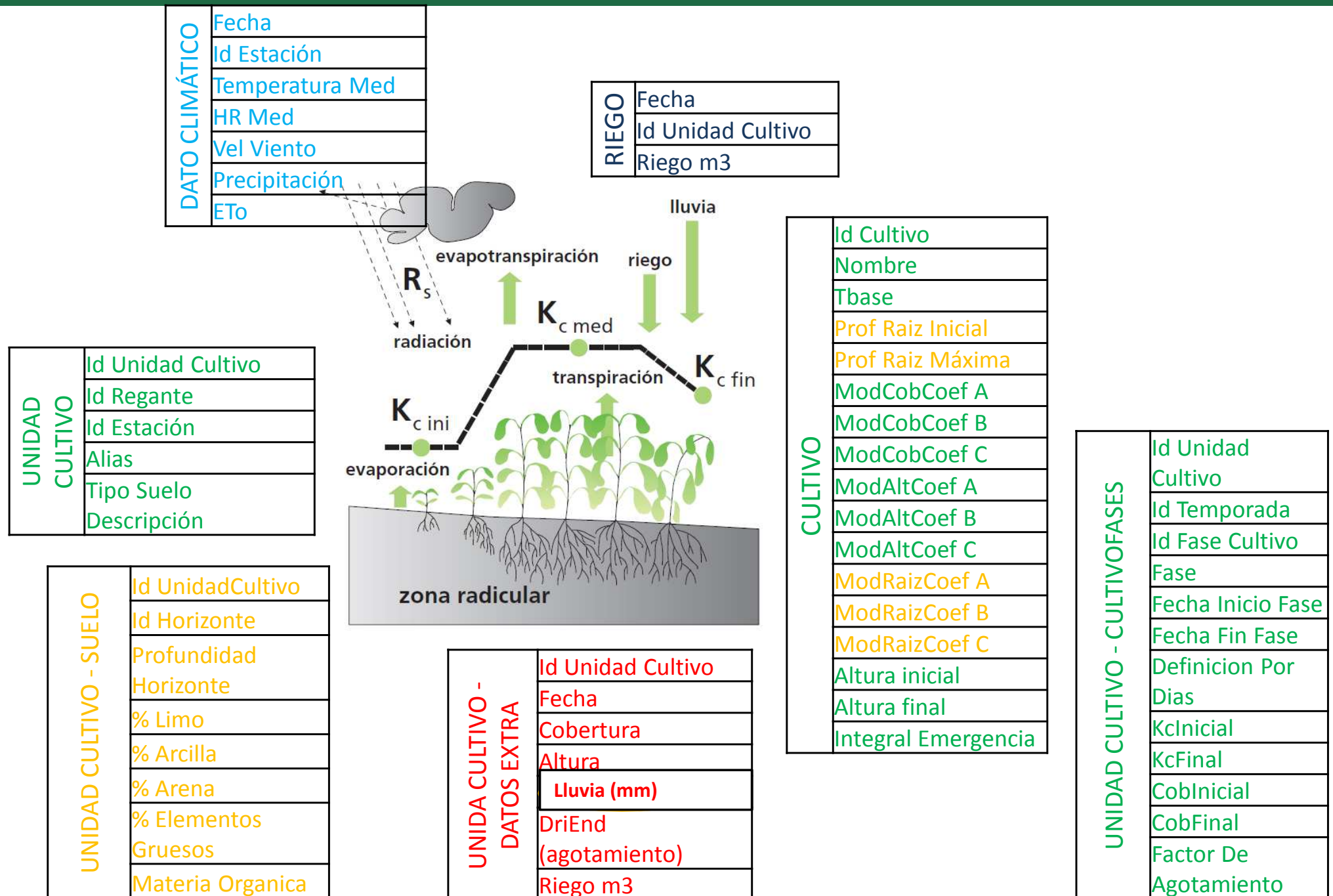
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



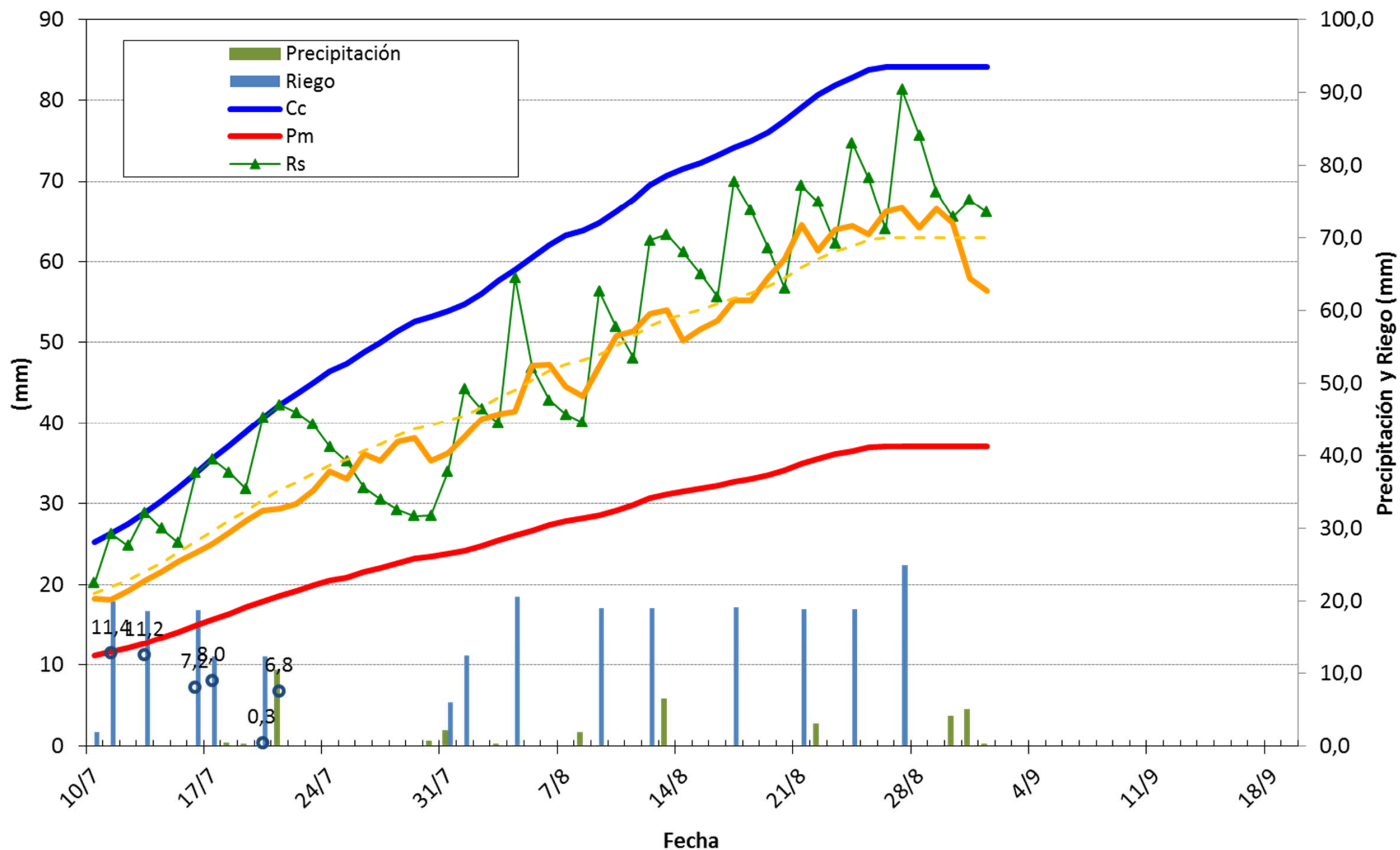
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



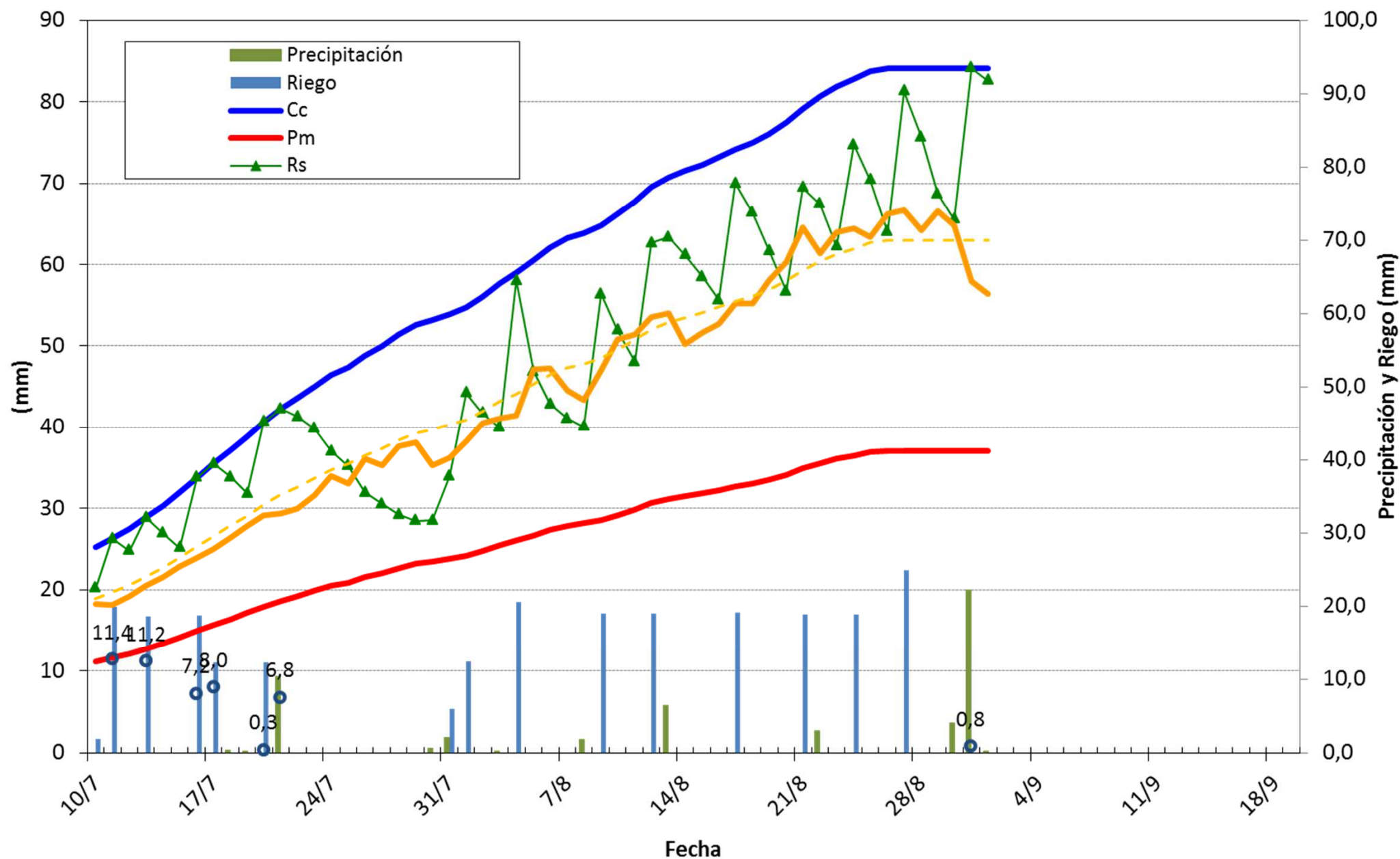
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



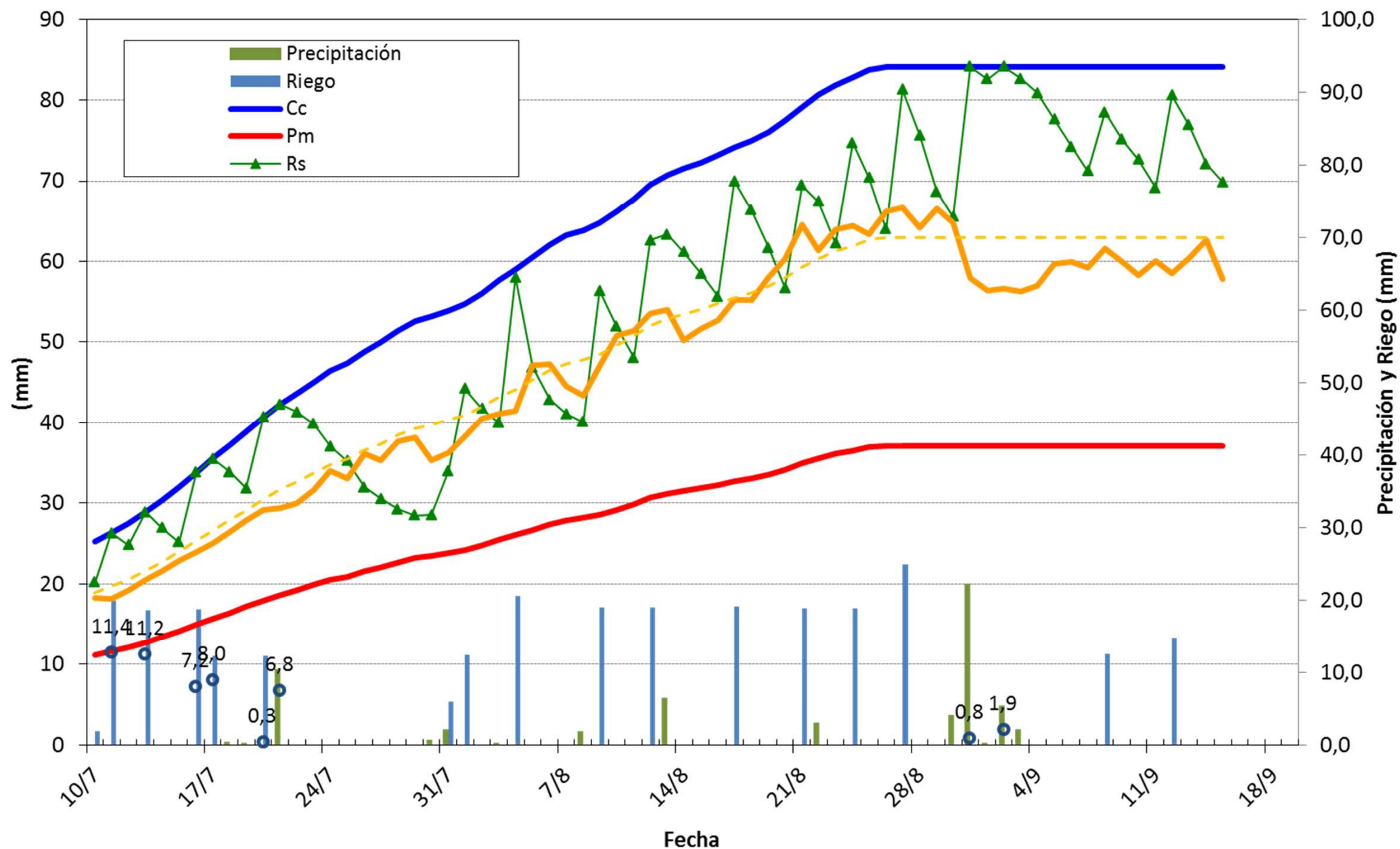
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

El método del balance genera gran cantidad de información

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

El método del balance genera gran cantidad de información

En tiempo real permite mejorar las decisiones de riego →
Apoyo al agricultor

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

El método del balance genera gran cantidad de información

En tiempo real permite mejorar las decisiones de riego →
Apoyo al agricultor

El análisis de los balances y la simulación de balances
permite hacer más eficiente la gestión de los riegos →
Apoyo a las Comunidades de Regantes

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

Por otro lado:

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

Por otro lado:

Para que la información generada sea realista es necesario realizar una configuración del sistema: datos de los cultivos, estaciones meteorológicas a emplear, particularidades de la CCRR, etc.

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

Por otro lado:

Para que la información generada sea realista es necesario realizar una configuración del sistema: datos de los cultivos, estaciones meteorológicas a emplear, particularidades de la CCRR, etc.

También es necesario supervisar el funcionamiento del sistema validando la información generada

Aplicación OPTIAQUA – NUEVOS RETOS

Por otro lado:

Para que la información generada sea realista es necesario realizar una configuración del sistema: datos de los cultivos, estaciones meteorológicas a emplear, particularidades de la CCRR, etc.

También es necesario supervisar el funcionamiento del sistema validando la información generada

Por último, es imprescindible la formación de los regantes para que puedan extraer todo el potencial de la herramienta

ASESOR RIEGO

Para el regante:

- asesoría y supervisión de las operaciones de riego,
- mejora de la eficiencia, reducción de pérdidas
- Formación

Para la CCRR:

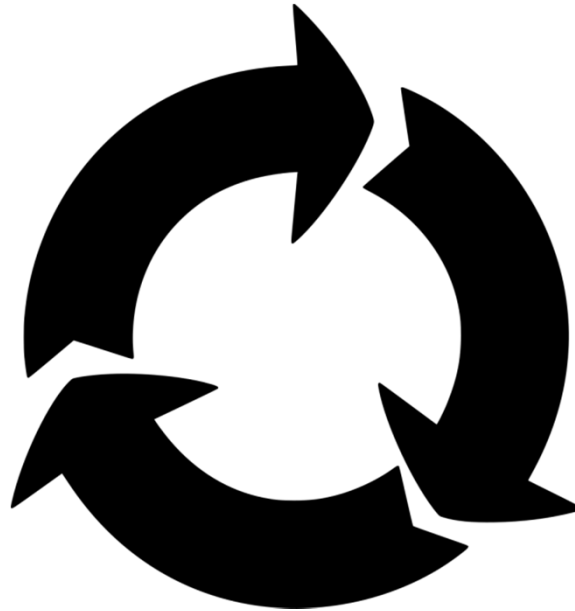
- Planificación de las campañas de riego (simulación de consumos)
- Auditoría de los riegos y planteamiento de mejoras
- Configuración y adaptación de la aplicación

Aplicación OPTIAQUA – USO DE LA HERRAMIENTA

Objetivo proyecto innovación:

- herramienta reutilizable
- divulgación

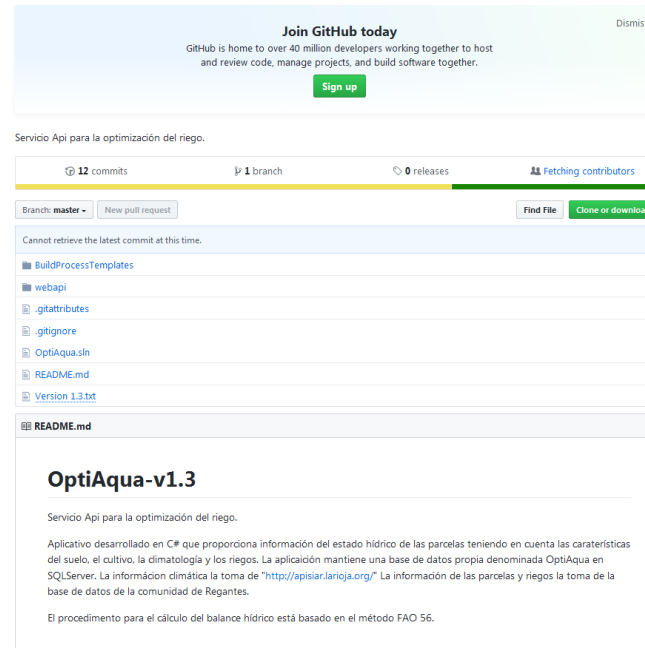
APLICACIÓN OPTIAQUA



Aplicación OPTIAQUA – USO DE LA HERRAMIENTA

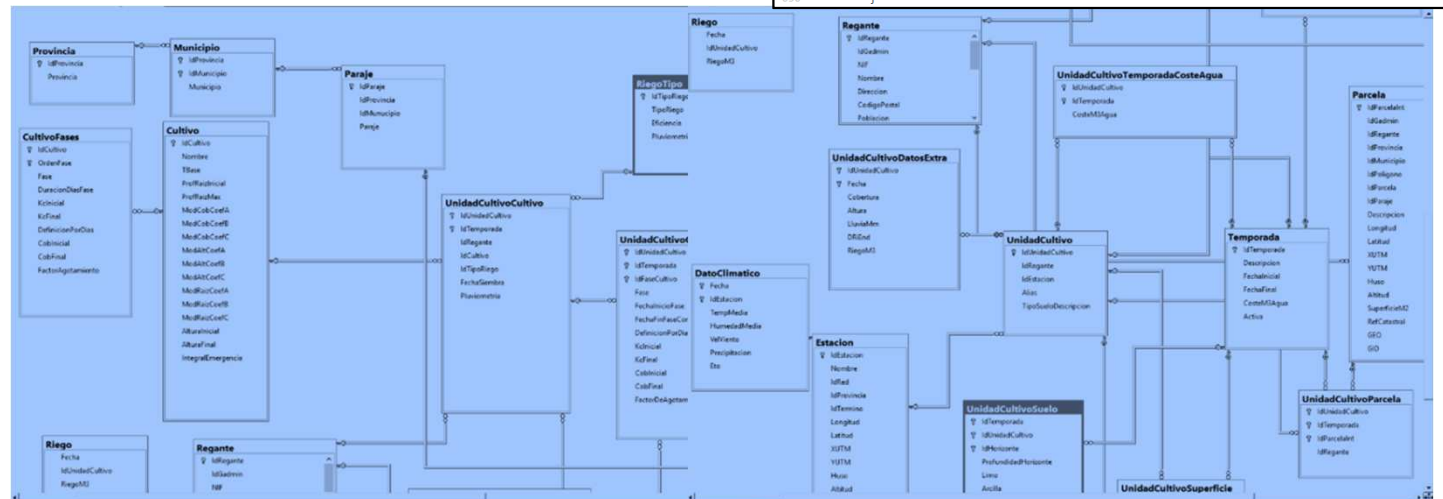
3. Herramienta Reutilizable y Personalizable

Código aplicación de cálculo en GitHub



```
620 }
621
622 /// <summary>
623 /// Calcula la evotranspiración calculada
624 /// </summary>
625 /// <param name="kcAdj"></param>
626 /// <param name="eto"></param>
627 /// <returns></returns>
628 private double CalculaEtcAdj(double kcAdj, double eto) {
629     double ret = kcAdj * eto;
630     return ret;
631 }
632
633 /// <summary>
634 /// Cálculo del eigo efectivo
635 /// </summary>
636 /// <param name="riego"></param>
637 /// <param name="eto"></param>
638 /// <returns></returns>
639 private double CalculaRiegoEfectivo(double riego, double eto) {
640     double ret = riego > 2 ? riego - 0.2 * eto : 0;
641     return ret;
642 }
643
644 /// <summary>
645 /// Drenaje de profundidad
646 /// </summary>
647 /// <param name="ETcAdj"></param>
648 /// <param name="rieEfec"></param>
649 /// <param name="pef"></param>
650 /// <param name="driStart"></param>
651 /// <returns></returns>
652 private double CalculaDP(double ETcAdj, double rieEfec, double pef, double driStart) {
653     double ret = rieEfec + pef - ETcAdj - driStart;
654     if (ret < 0) ret = 0;
655     return ret;
656 }
```

Asociado a BD SQL Server OptiAqua



¡Muchas gracias!

Servicio de Información Agroclimática de La Rioja
Servicio de Investigación Agraria y Sanidad Vegetal
Gobierno de La Rioja

Finca La Grajera
Ctra. LO-20 - salida 13
Autovía del Camino de Santiago
26071 – Logroño (La Rioja)

Tlfno: 941 29 18 34
correo-e: siar.cida@larioja.org