

OPTIAQUA: APLICACIÓN PARA RIEGO EFICIENTE EN COMUNIDADES DE REGANTES

Logroño, 18 septiembre 2019

Vanessa Tobar
Joaquín Huete
Servicio de Información Agroclimática de La Rioja



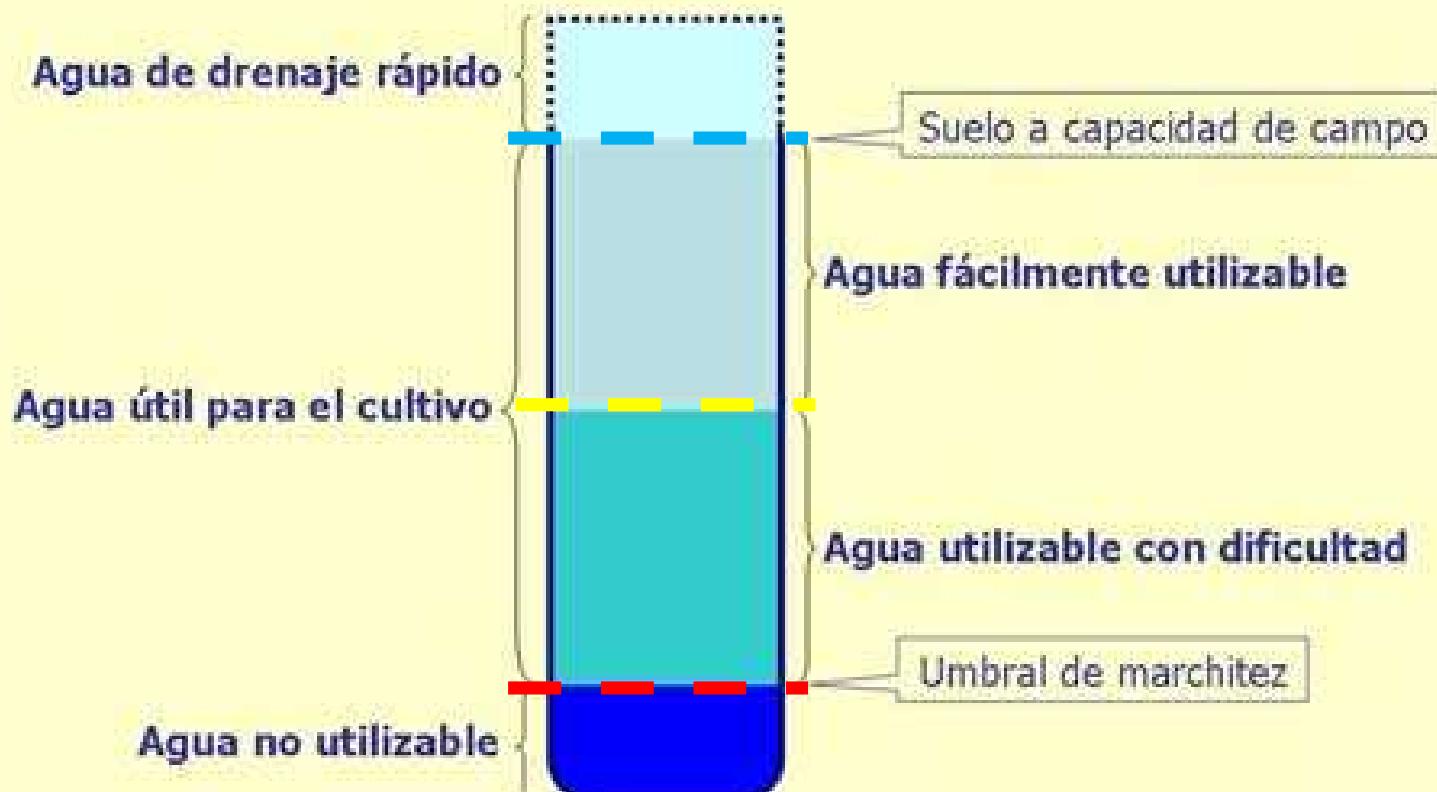
BALANCE HÍDRICO FAO 56

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

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +
Aportaciones agua – Pérdidas de agua



BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +
Aportaciones agua – Pérdidas de agua

Aportaciones de agua:

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

BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +
Aportaciones agua – Pérdidas de agua

Aportaciones de agua:

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

BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +

Lluvia _{efectiva} + Riego _{efectivo} – Pérdidas de agua

BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +

Lluvia _{efectiva} + Riego _{efectivo} – Pérdidas de agua

Pérdidas de agua:

- Escorrentía
- Drenaje

BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +

Lluvia _{efectiva} + Riego _{efectivo} – Pérdidas de agua

Pérdidas de agua:

~~- Esorrentia~~

- Drenaje

BALANCE HÍDRICO FAO 56

Agua suelo _{hoy} = Agua suelo _{ayer} – Consumo del cultivo +

Lluvia efectiva + Riego efectivo – Drenaje

BALANCE HÍDRICO FAO 56

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

Consumo cultivo depende de:

- Tipo cultivo
 - Fase desarrollo
 - Demanda evaporativa
-
- $$K_c \times E_{To} = \text{Consumo cultivo}$$

BALANCE HÍDRICO FAO 56

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

BALANCE HÍDRICO FAO 56

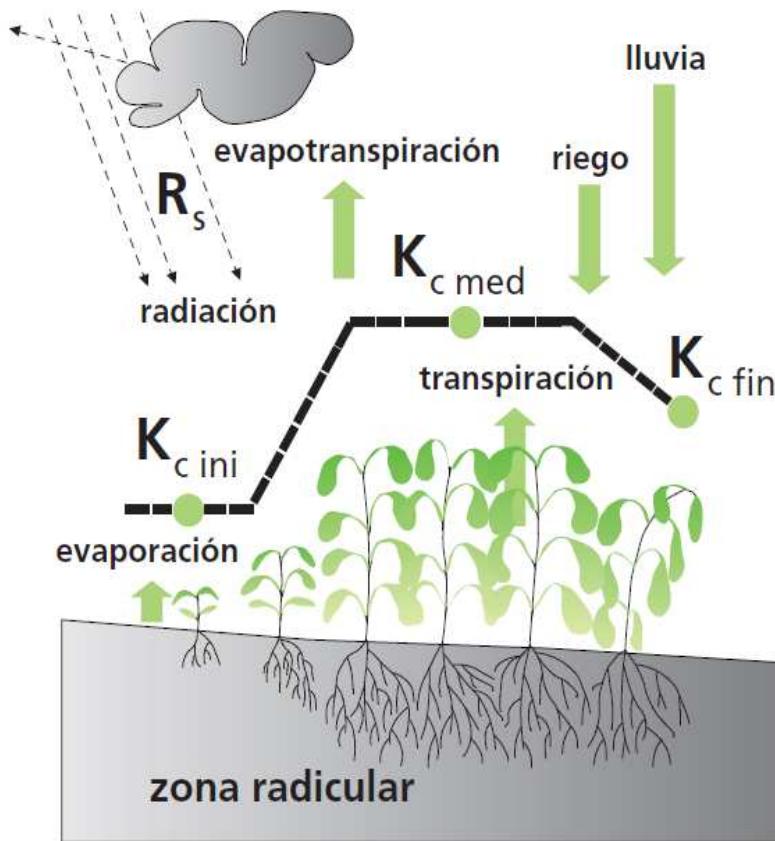
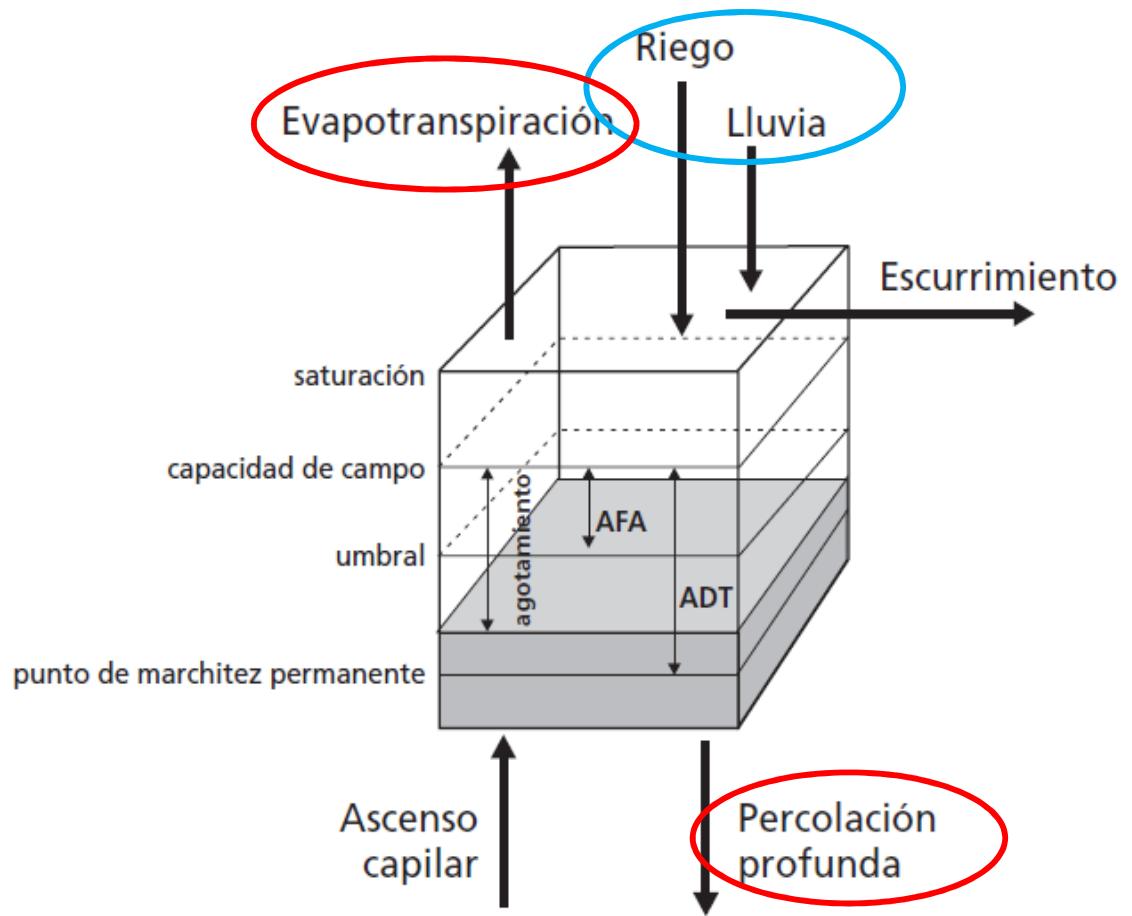


FIGURA 43
Balance de agua en la zona radicular



Fuente: Estudio FAO riego y drenaje. Nº 56

BALANCE HÍDRICO FAO 56

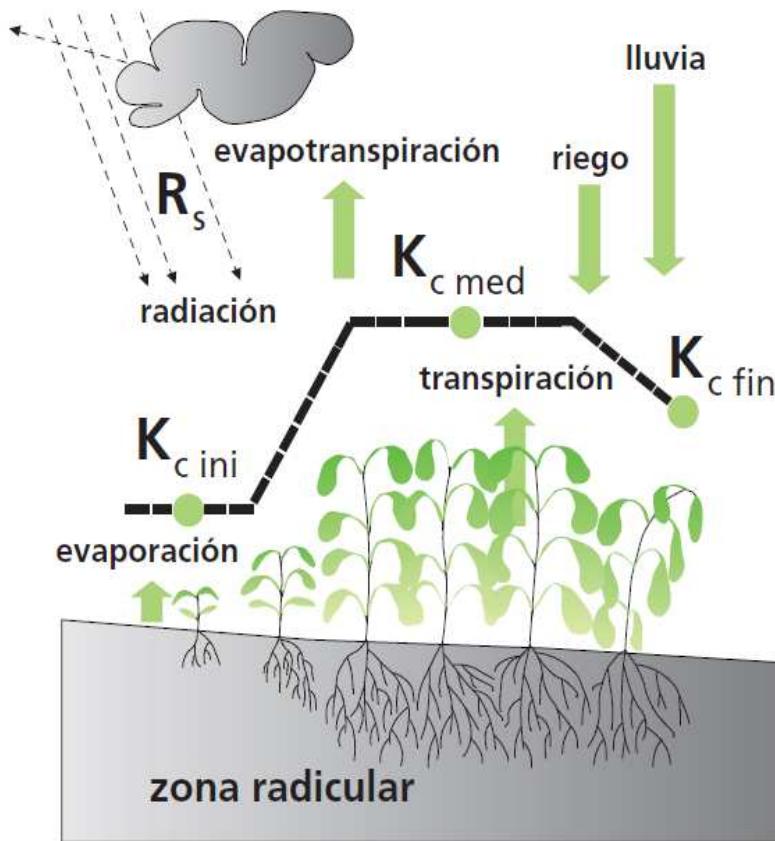
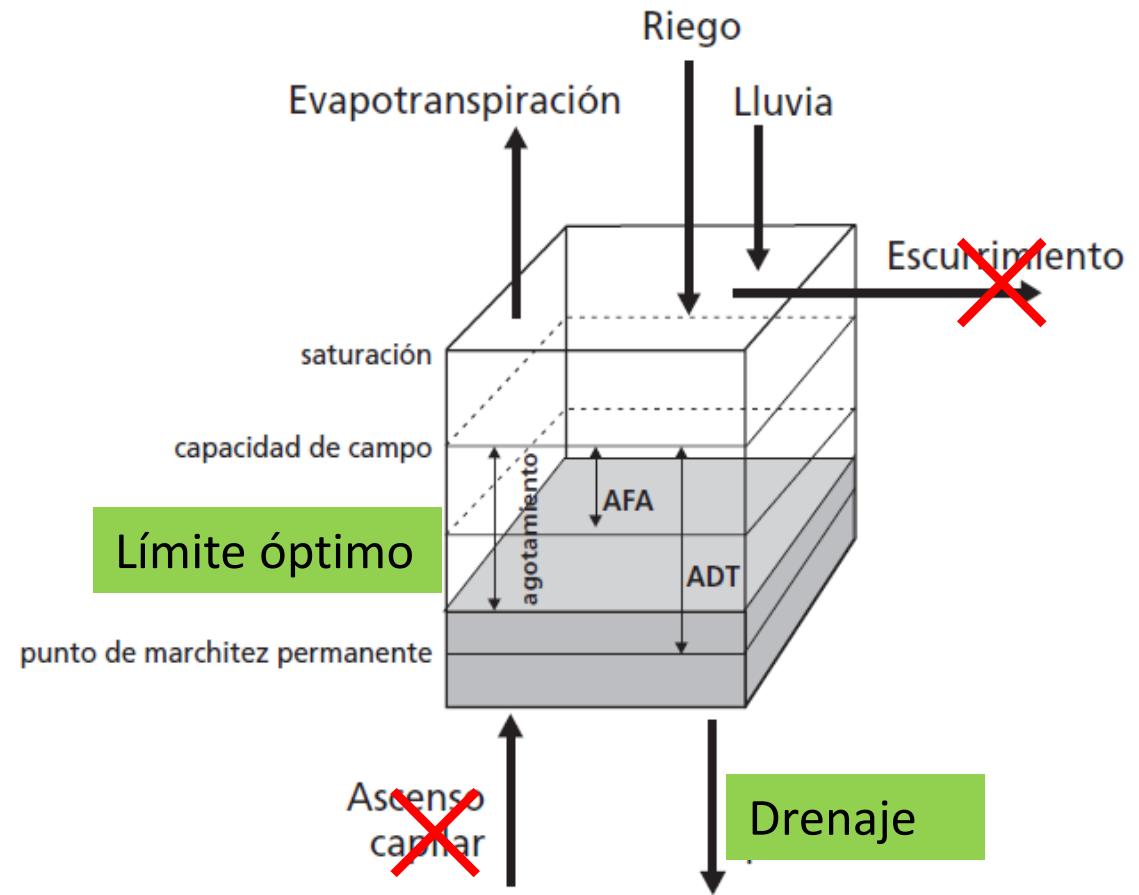


FIGURA 43
Balance de agua en la zona radicular

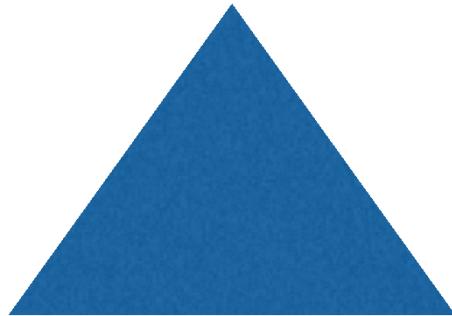


Fuente: Estudio FAO riego y drenaje. Nº 56

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 contadores



Datos de cultivo y parcela



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

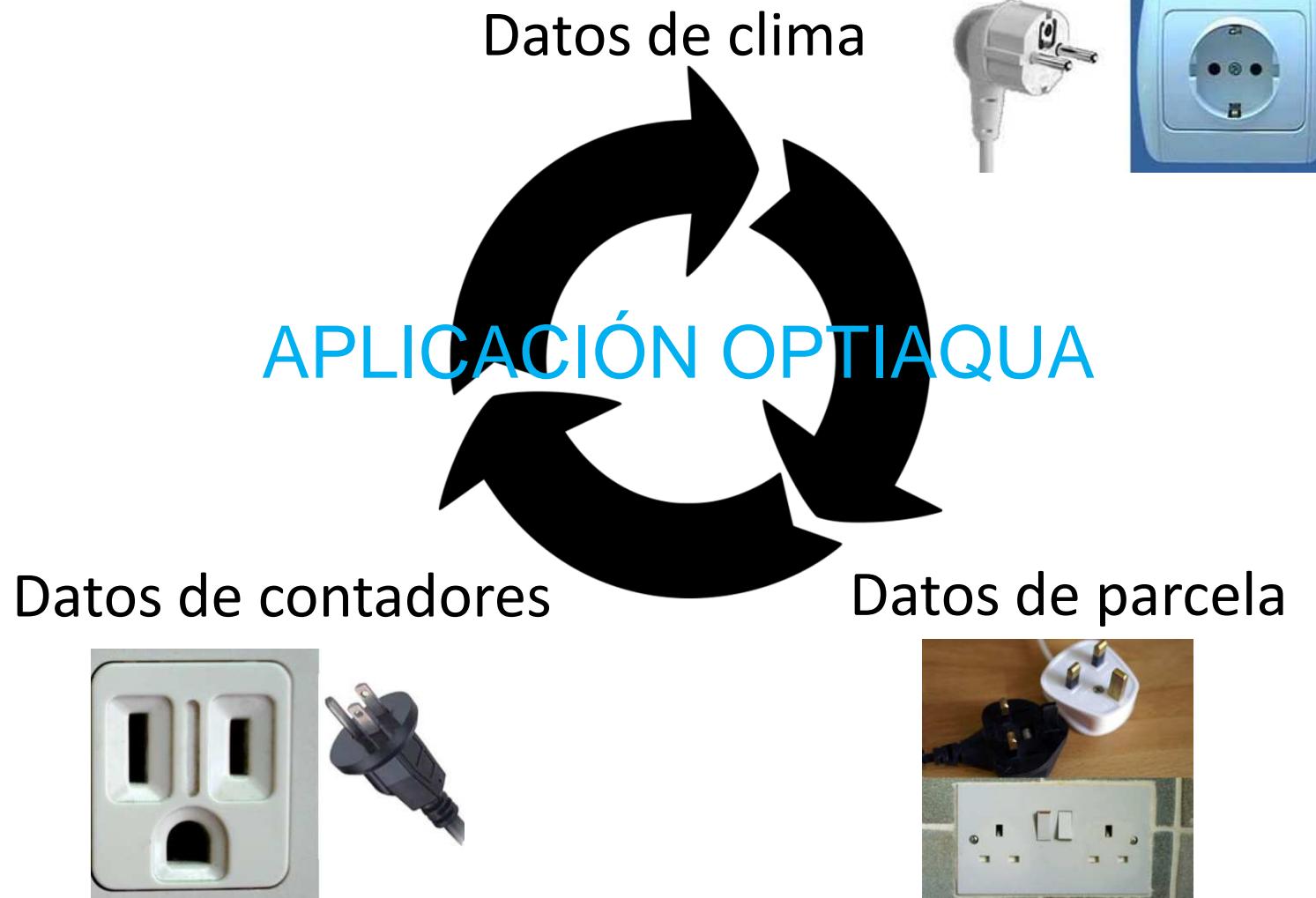


Datos de parcela



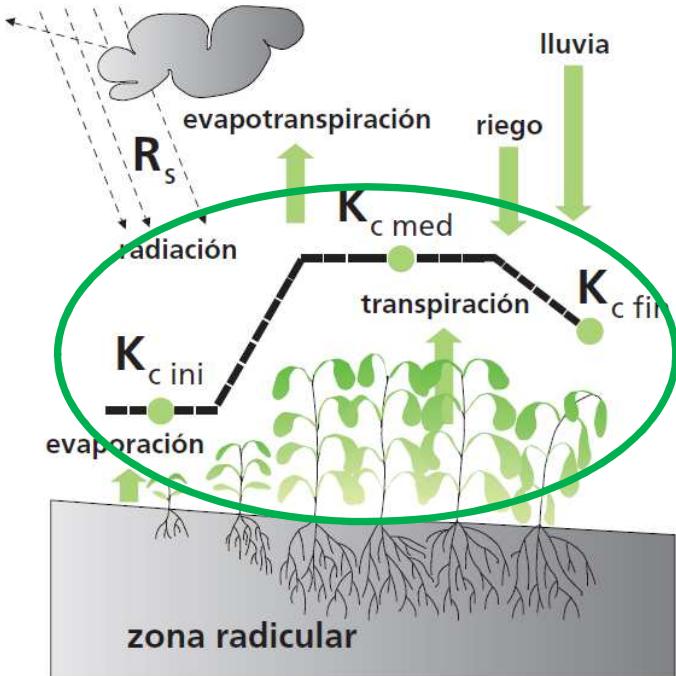
Aplicación OPTIAQUA

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

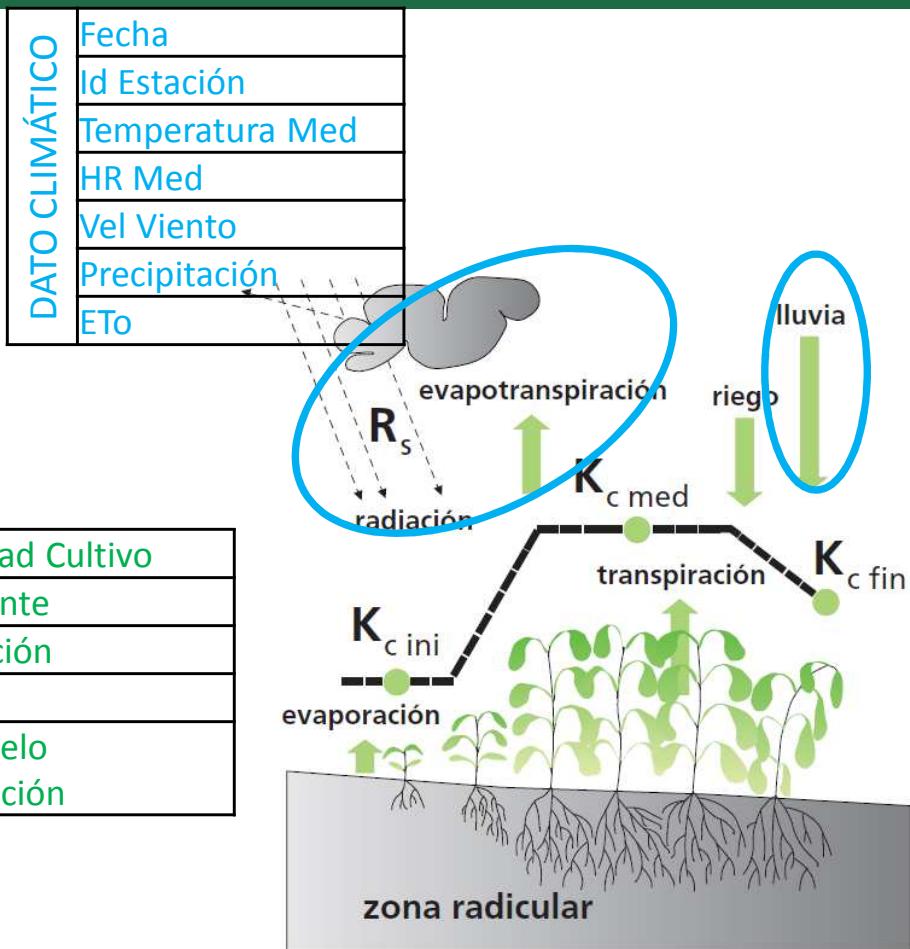


CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A
	ModRaizCoef B
	ModRaizCoef C
	Altura inicial
	Altura final
	Integral Emergencia

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

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



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

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
	KcInitial
	KcFinal
	CobInitial
	CobFinal
	Factor De Agotamiento

Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS

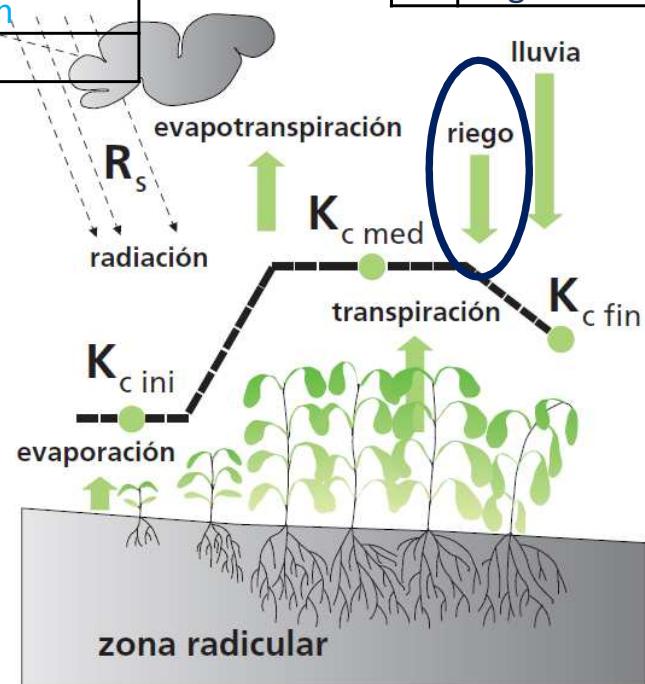
UNIDAD CULTIVO	Id Unidad Cultivo
	Id Regante
	Id Estación
	Alias
	Tipo Suelo
	Descripción

DATO CLIMÁTICO

Fecha
Id Estación
Temperatura Med
HR Med
Vel Viento
Precipitación
ETo

RIEGO

Fecha
Id Unidad Cultivo
Riego m3



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
KcInitial
KcFinal
CobInitial
CobFinal
Factor De Agotamiento

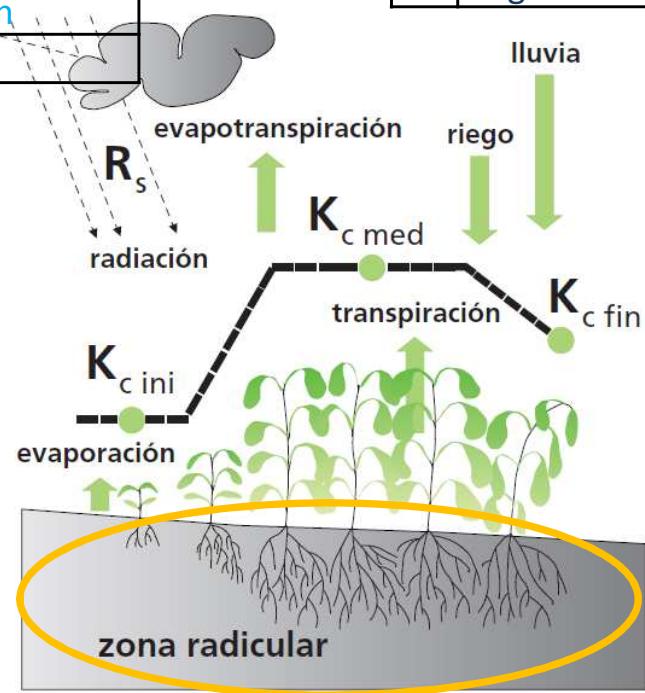
Aplicación OPTIAQUA – BASE DE DATOS

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

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

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3



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

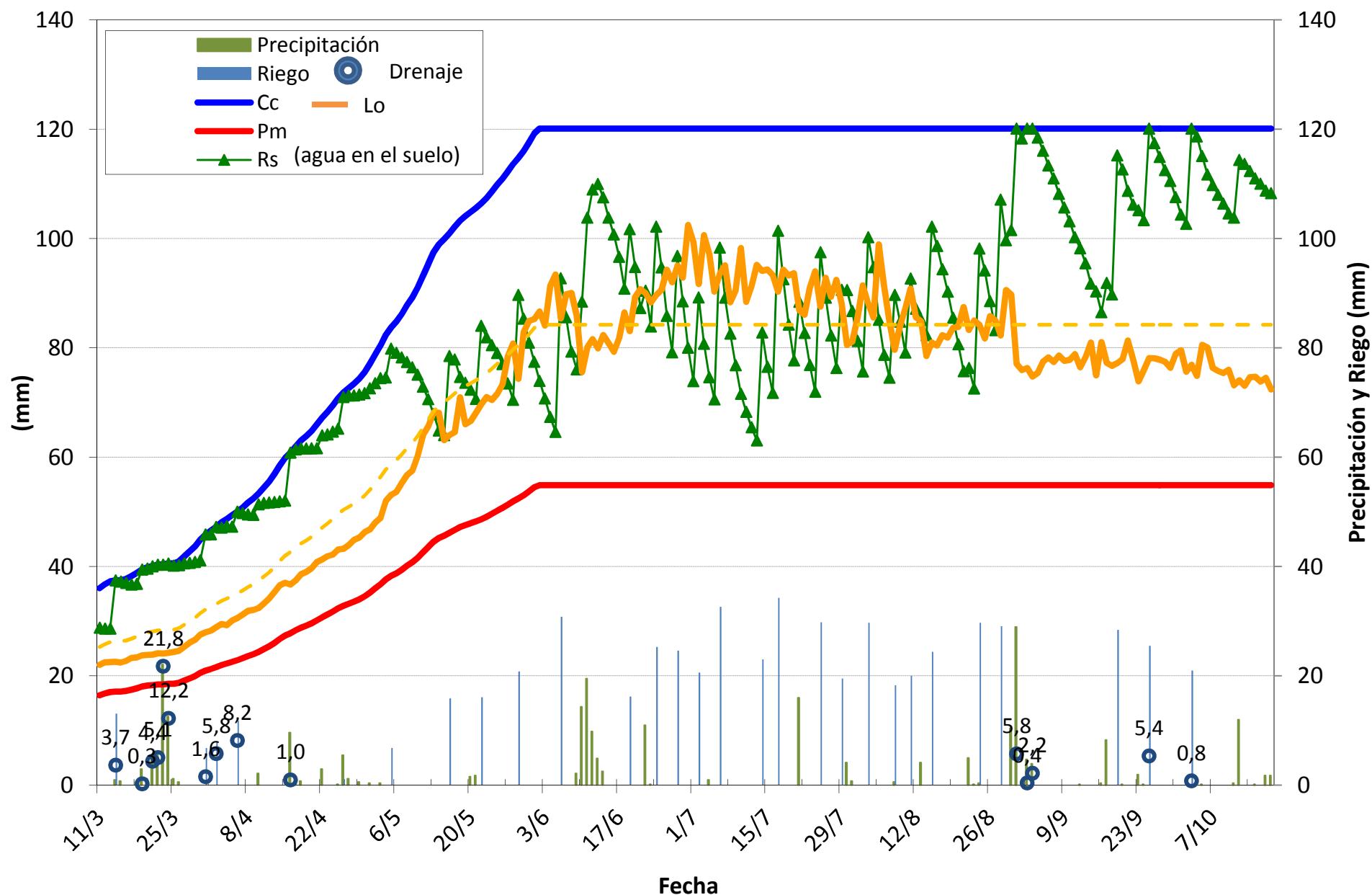
- **Parámetros de desarrollo del cultivo**
- **Parámetros de suelo**
- **Parámetros de aporte de agua**
- **Parámetros de pérdida de agua**
- **Parámetros de consumo del cultivo**
- **Contenido de agua en el suelo y recomendación de dosis de riego**

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:** Kc, ajuste de la Kc a las condiciones climáticas, Kstress (si el cultivo está por debajo del límite óptimo), ETc
- **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

Uds. de Cultivo

ESTRÉS: PÉRDIDA DE COSECHA

- UCV1_23685 - CARRERA
BRIONES'OLLAURI
VIÑA
Estado Hídrico: -0,75 (12%)
- UCV2_18953 - CULEBRA
CIDAMÓN
VIÑA
Estado Hídrico: -0,62 (18%)

HUMEDAD BAJA

- UCP4_25085 - ALMENDRO
RODEZNO
Patata-RedPontiac
Estado Hídrico: -0,32 (34%)
- UCP5_22705 - STA AGUEDA
HARO
Patata-RedPontiac
Estado Hídrico: -0,26 (37%)

HUMEDAD MEDIA

- UCP1_22758 - SUERO
HARO
Patata-RedPontiac
Estado Hídrico: 0,10 (55%)

Mapa

Inicio | Filtrar | Reiniciar | 16 de 16

Leaflet

Inicio | Leyenda | Filtrar | Parcelas

UCP6_16386 - CARRASCAL

UCP6_16386 - CARRASCAL T2019
LOPEZ LEDESMA DAVID
PATATA-REDPONTIAC - 42.000 m²

Estado | Info | Campaña | Calendario | Gráficos | Aportaciones

100%
52%
45%
0%

146 mm
112 mm
107 mm
75 mm

04/09/2019
112 mm (Humedad Media)
Riego para llegar a CC

En mm | 33,3 mm
En horas | 6,7 Horas

Inicio | Parcelas

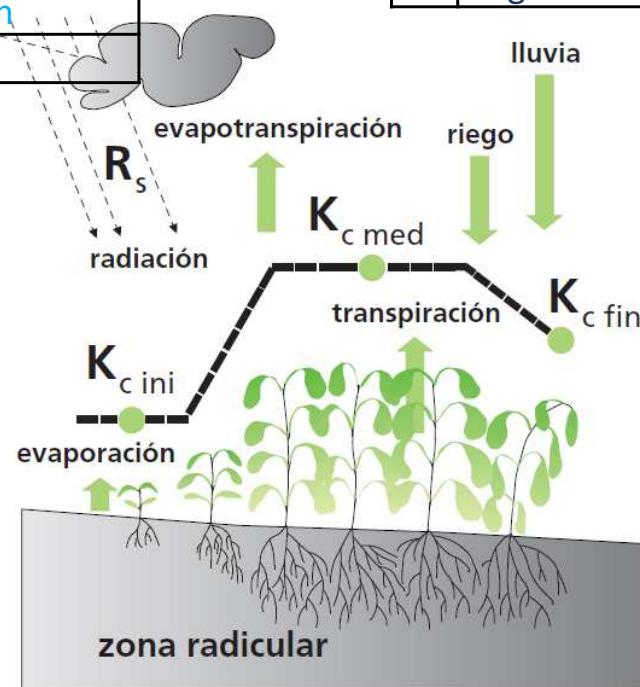
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario

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

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

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3



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

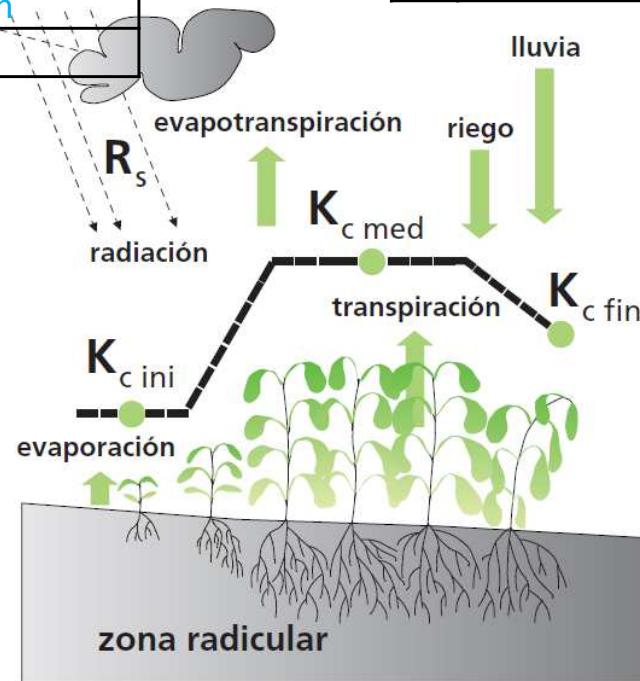
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario

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

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

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3

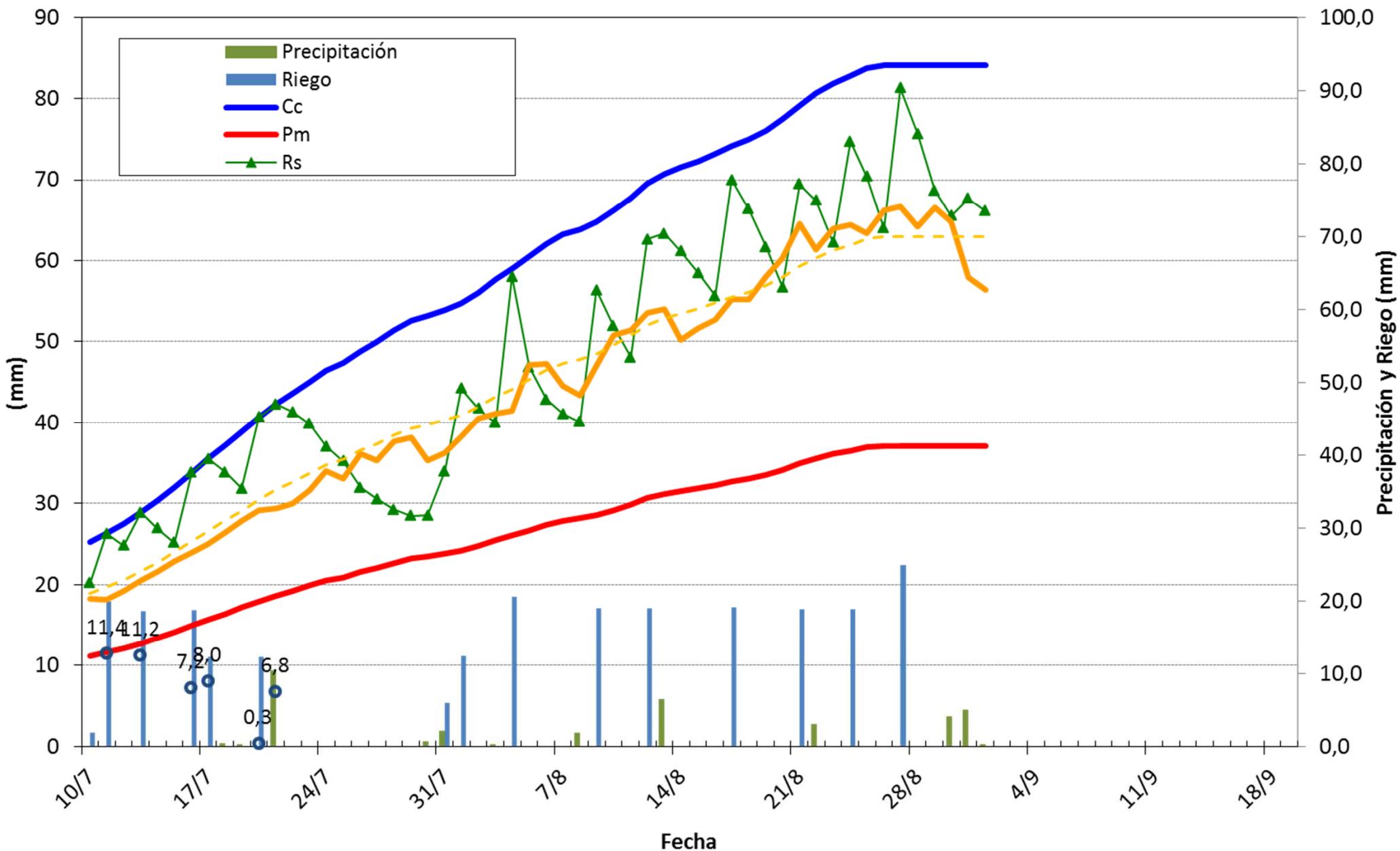


UNIDA CULTIVO - DATOS EXTRA	Id Unidad Cultivo
	Fecha
	Cobertura
	Altura
	Lluvia mm
	DriEnd (agotamiento)
	Riego m3

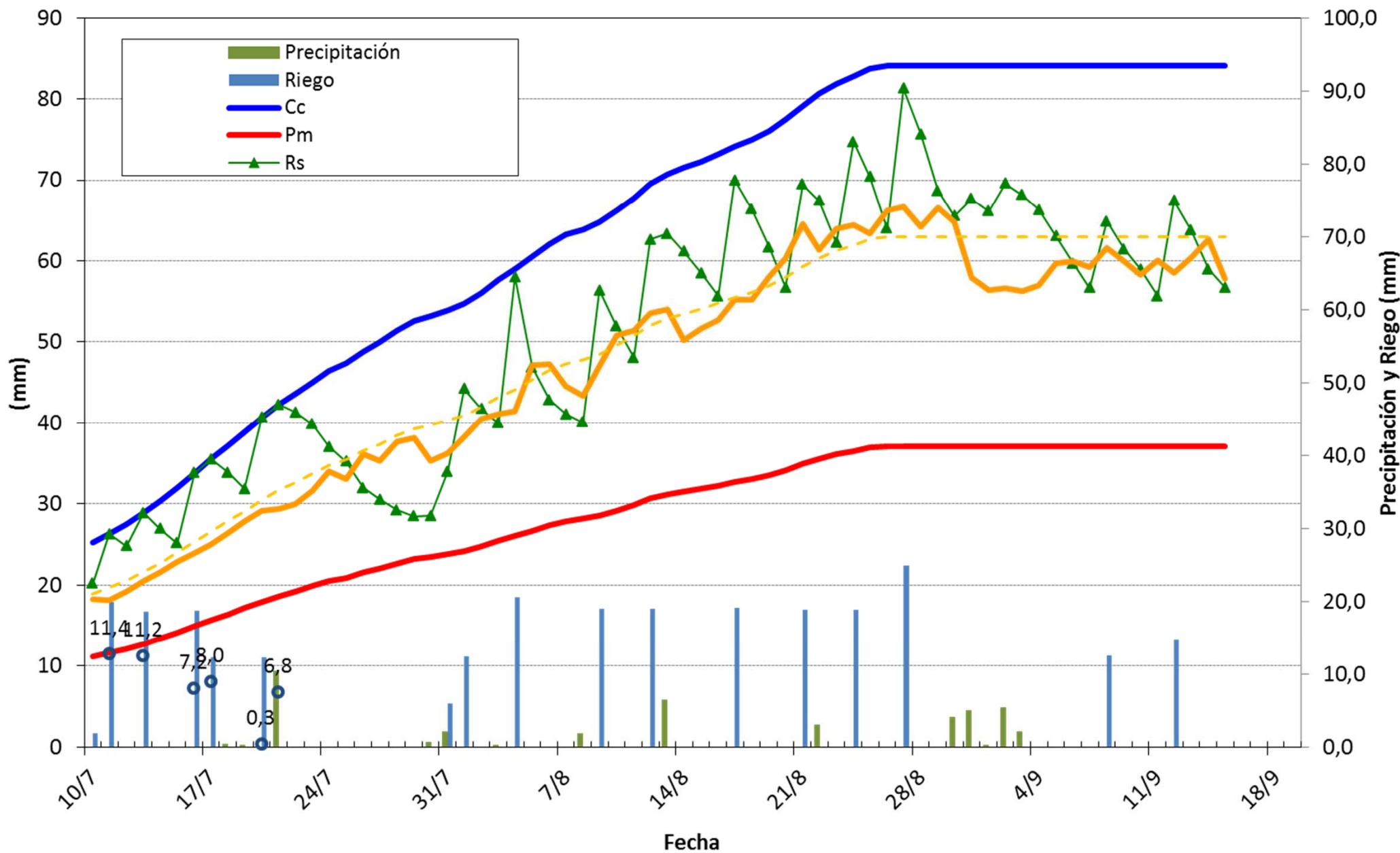
CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A

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



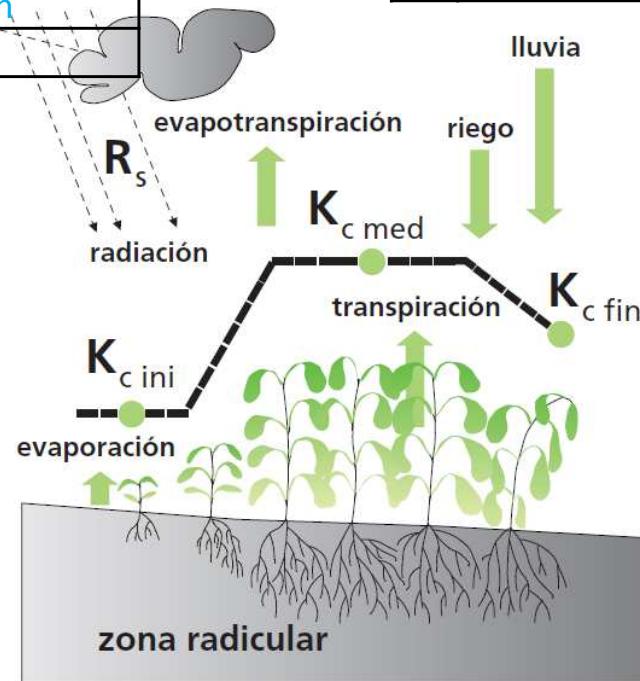
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario

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

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

RIEGO	Fecha
	Id Unidad Cultivo
	Riego m3

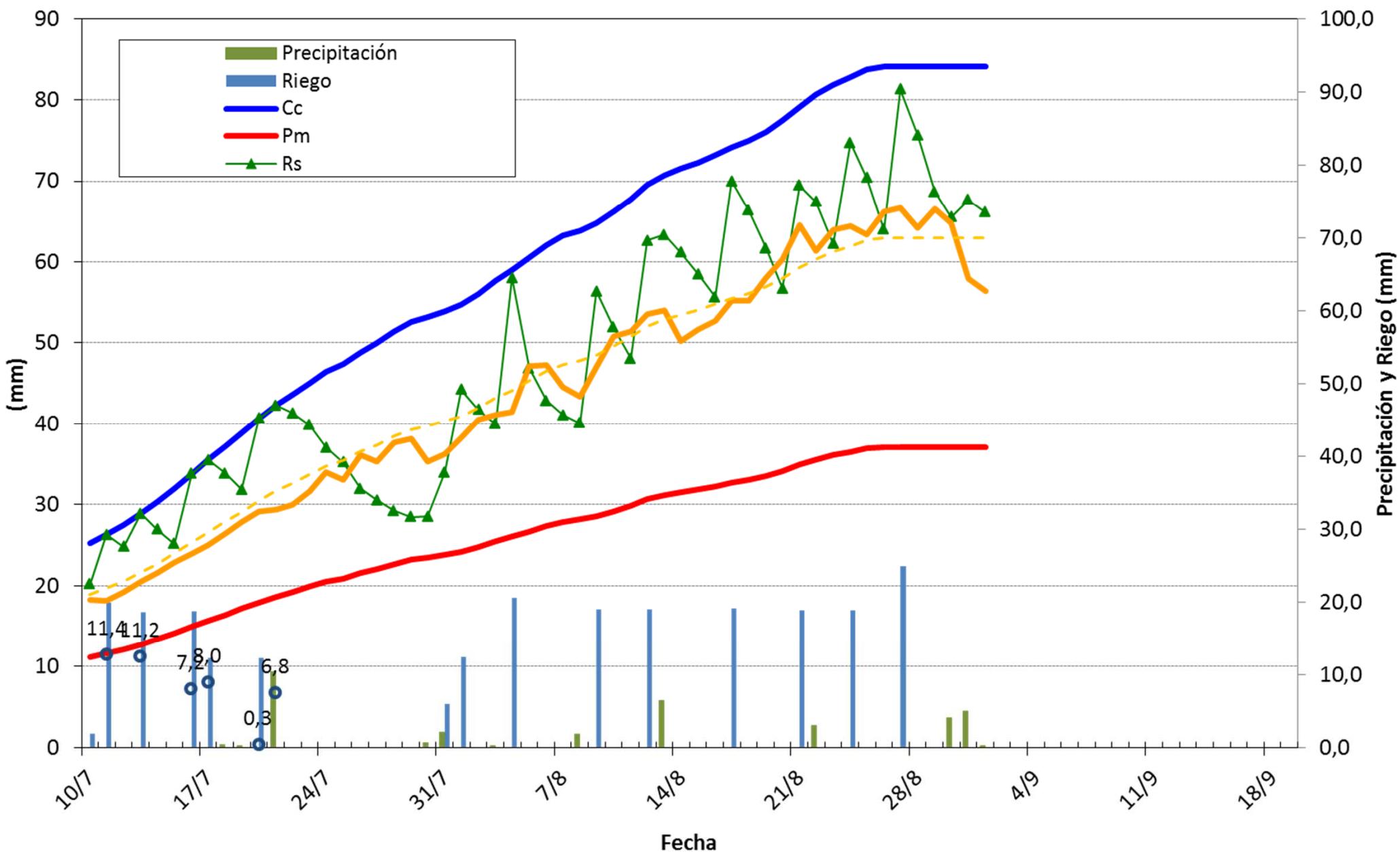


UNIDA CULTIVO - DATOS EXTRA	Id Unidad Cultivo
	Fecha
	Cobertura
	Altura
	Lluvia (mm)
	DriEnd (agotamiento)
	Riego m3

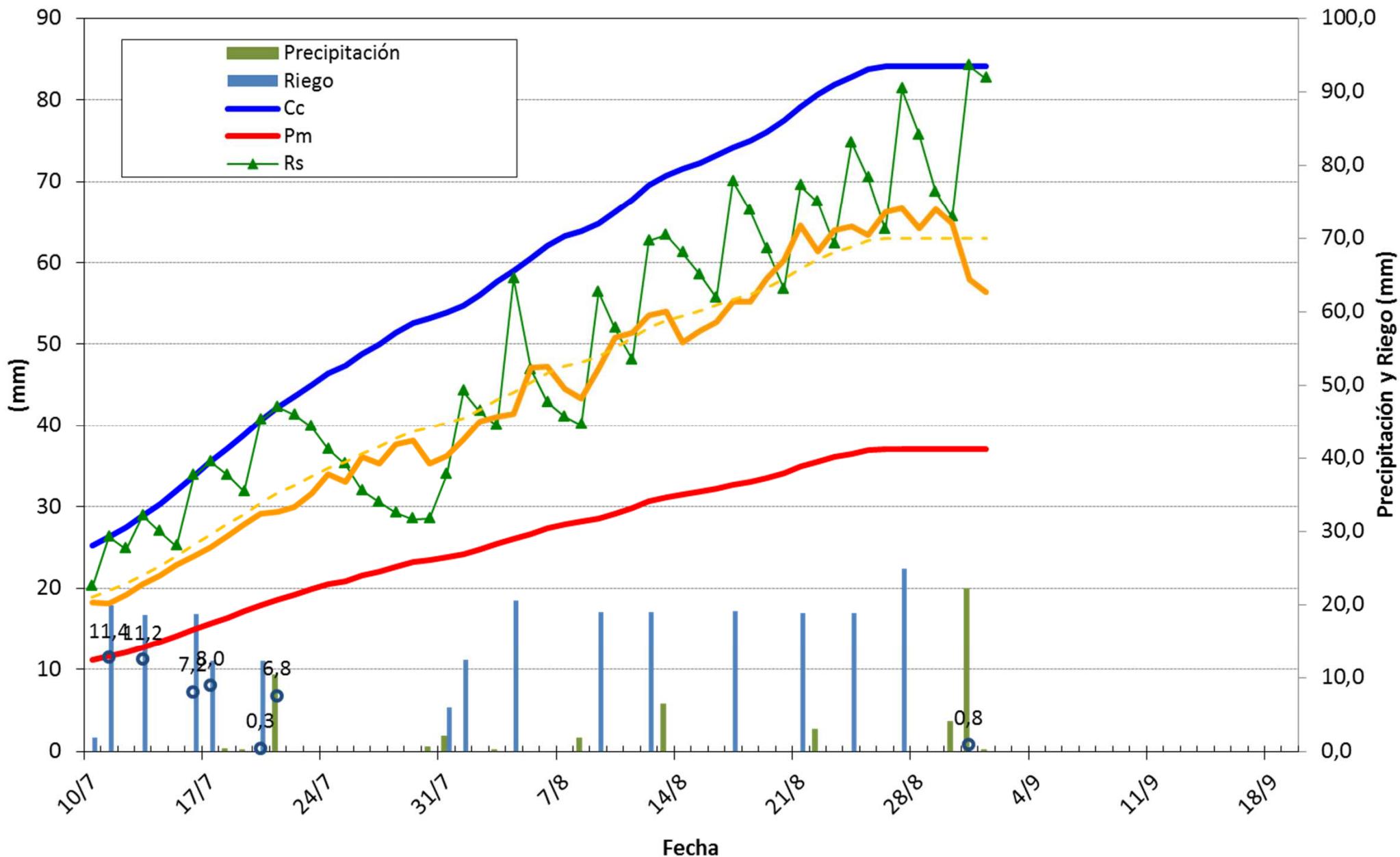
CULTIVO	Id Cultivo
	Nombre
	Tbase
	Prof Raiz Inicial
	Prof Raiz Máxima
	ModCobCoef A
	ModCobCoef B
	ModCobCoef C
	ModAltCoef A
	ModAltCoef B
	ModAltCoef C
	ModRaizCoef A

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

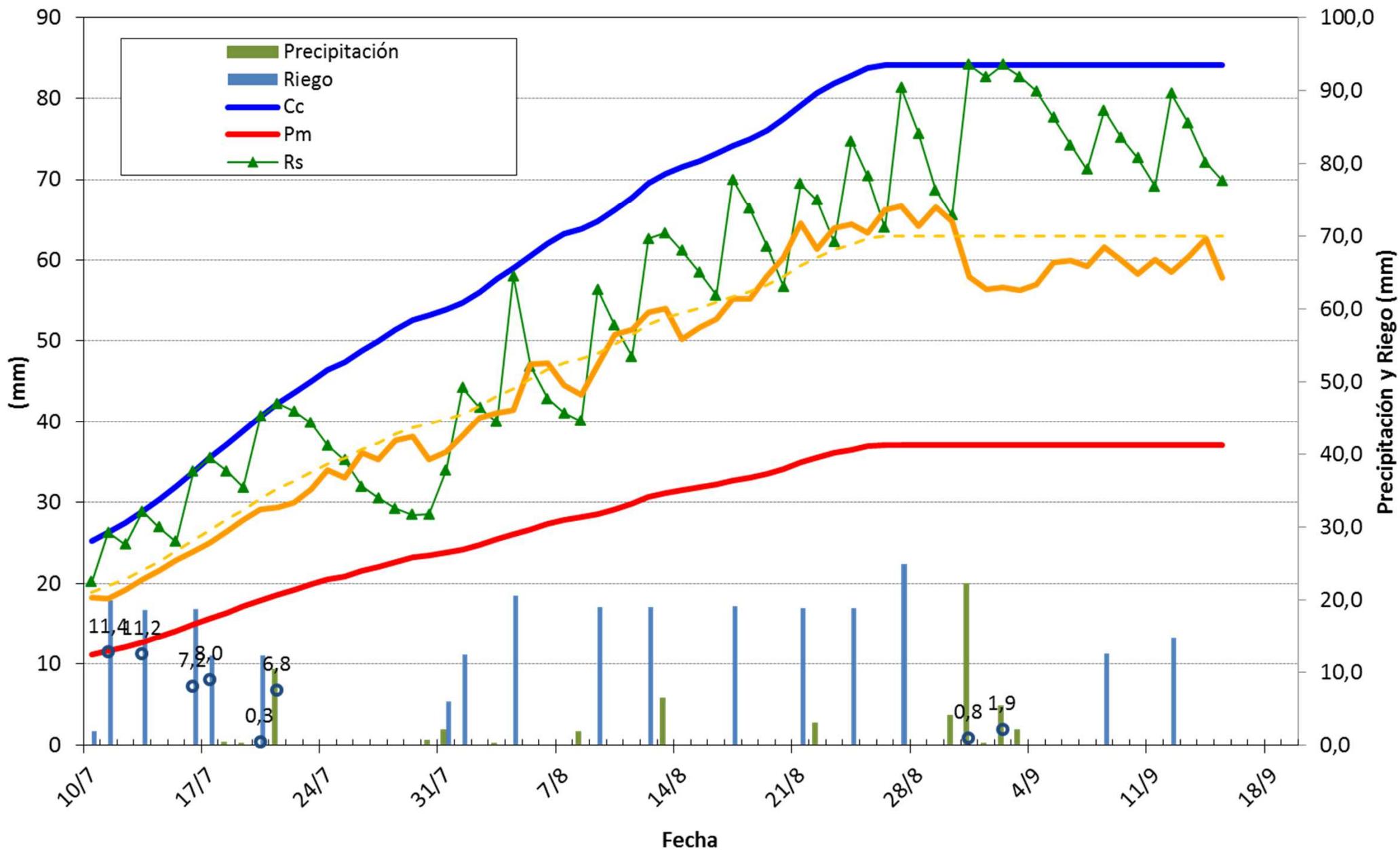
Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – Modificaciones usuario



Aplicación OPTIAQUA – 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:

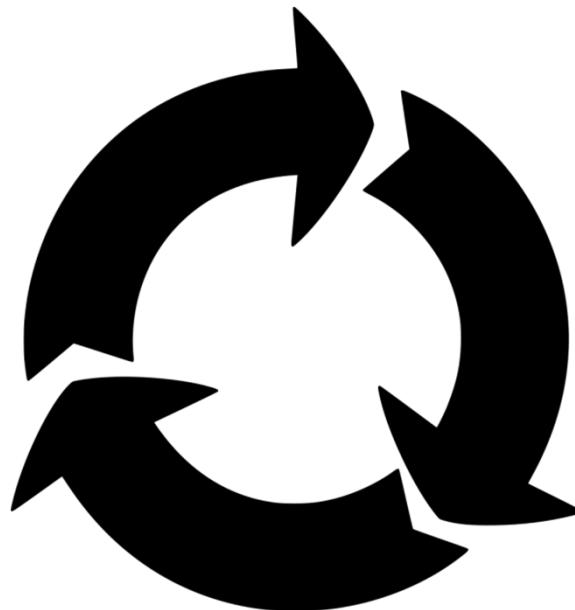
- Planificación de las campañas de riego (simulación de consumos)
- Auditoría de los riegos y planteamiento de mejoras
- Configuración y adaptación de la aplicación

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

Join GitHub today
GitHub is home to over 40 million developers working together to host and review code, manage projects, and build software together.

Dismiss

Servicio Api para la optimización del riego.

12 commits · 1 branch · 0 releases · Fetching contributors

Branch: master · New pull request · Find file · Clone or download · Sign up

Cannot retrieve the latest commit at this time.

BuildProcessTemplates · webapi · .gitattributes · .gitignore · Optiaqua.sln · README.md · Version 1.3.txt

README.md

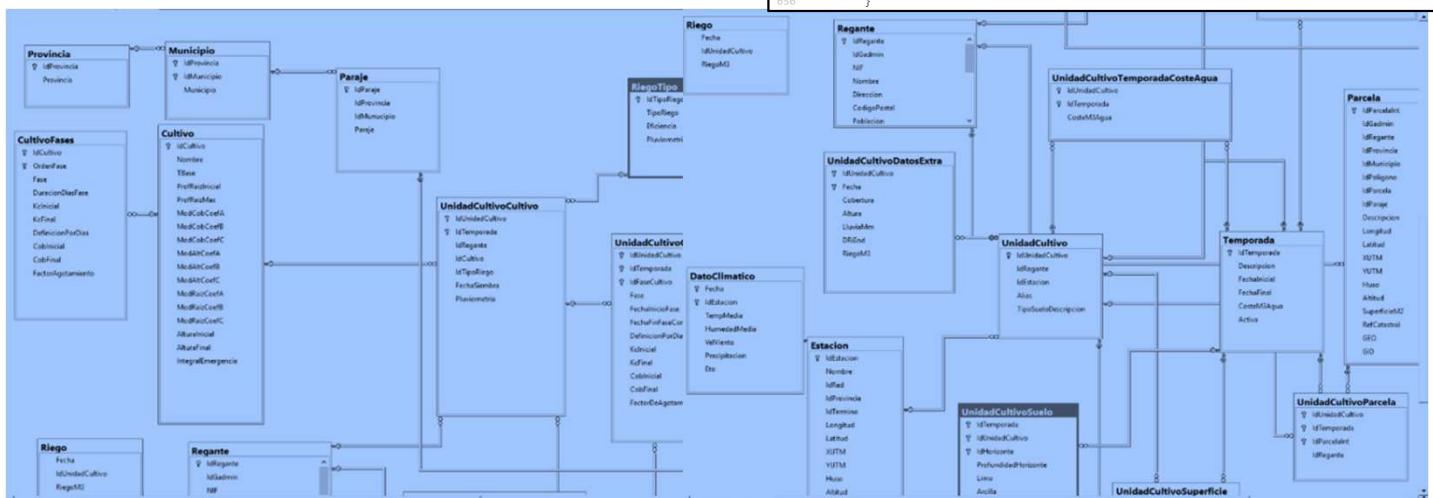
OptiAqua-v1.3

Servicio Api para la optimización del riego.

Aplicativo desarrollado en C# que proporciona información del estado hídrico de las parcelas teniendo en cuenta las características del suelo, el cultivo, la climatología y los riegos. La aplicación mantiene una base de datos propia denominada OptiAqua en SQLServer. La información climática la toma de "http://apisiar.larioja.org". La información de las parcelas y riegos la toma de la base de datos de la comunidad de Regantes.

El procedimiento para el cálculo del balance hídrico está basado en el método FAO 56.

```
620     }
621
622     /// <summary>
623     /// Calcula la evotranspiració 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="rieo"></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