App Riego Almendro: Una herramienta para la programación del riego en almendro

Andalucía se mueve con Europa

1. Introducción
2. ¿Qué es App Riego Almendro?
3. Fundamentos de App Riego Almendro
4. Instalación de App Riego Almendro
5. Configuración de App Riego Almendro
6. Utilidades de App Riego Almendro

Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica
Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

App Riego Almendro: Una herramienta para la gestión del riego en almendro. / [Lorite IJ, Cabezas JM, Lovera M, Santos C, Alza J, Gavilán P, Arquero O]. – Córdoba. Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2023. 1-30 p. Formato digital (e-book) - (Recursos Naturales y Forestales)

Almendro – Riego deficitario – Riego de supervivencia – Medidas de Adaptación – Cambio Climático – Dotaciones de riego

Este documento está bajo Licencia Creative Commons.
Reconocimiento-No comercial-Sin obra derivada.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es

App Riego Almendro: Una herramienta para la gestión del riego en almendro

© Edita JUNTA DE ANDALUCÍA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.
Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible.
Córdoba, Junio de 2023.

Autoría:
Ignacio J. Lorite Torres [1]
José Manuel Cabezas Luque [1]
María Lovera Manzanares [1]
Cristina Santos Rufo [1]
José Alza Arramburu [1]
Pedro Gavilán Zafra [1]
Octavio Arquero Quilez [1]

Agradecimientos:

- Proyecto PR.AVA.2019.051 "Impacto del cambio climático y medidas de adaptación (Innova-Clima)" cofinanciado al 80% del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020.
- Proyecto SG1.SG12020.005; PY20-00999 "Intensificación sostenible del cultivo del almendro (*Prunus dulcis Mill*.) en un contexto de cambio climático (ISACLIMA)".

[1] IFAPA, Centro Alameda del Obispo

1.- Introducción

El cultivo del almendro en Andalucía

El cultivo del almendro (*Prunus dulcis* Mill.) está muy extendido por la Península Ibérica, cultivándose en la actualidad alrededor de **650.000 ha**, representando, en superficie, el 90 y el 35% del total de la Unión Europea y el mundo, respectivamente. Sin embargo, estos porcentajes referidos a producción son menores, representando el 73 y del 12% del total de la Unión Europea y el mundo, respectivamente. Estos bajos valores de producción son el resultado de los sistemas tradicionales almendreros del sur y este de España, caracterizados por ser cultivados en secano, en suelos pobres y con baja precipitación.

La alta rentabilidad del almendro en los últimos años y el limitado número de alternativas en la agricultura mediterránea de regadío están provocando una marcada expansión del cultivo a nuevas zonas, con mejores suelos y acceso al riego (Figura 1). Así, en la actualidad el 14% de la superficie cultivada con almendro en Andalucía está bajo riego, un valor que se ha duplicado en los últimos 10 años.

Figura 1. Plantación de almendro en regadío

1.- Introducción

El riego del almendro en Andalucía

En paralelo a este aumento de la superficie de almendro bajo riego, la disponibilidad de recursos hídricos se ha reducido significativamente debido a las menores precipitaciones y a la competencia de otros sectores por el uso del agua. En zonas productoras de almendro como California o Australia, este cultivo ha llegado a disponer de dotaciones superiores a los 10.000 m^3 por ha. Si bien estas dotaciones en la actualidad se han reducido, contrastan con las dotaciones del Valle del Guadalquivir, que en campañas sin restricciones de riego se cifran en **2.500 m^3 por ha**. Esta cifra es claramente menor a las necesidades de agua óptimas del cultivo para todo su ciclo, y por lo tanto se hace preciso adoptar estrategias de riego deficitario con las que se optimice el volumen de agua disponible y así maximizar la productividad del agua de riego (Figura 2).

Figura 2. Almendro sensorizado para la determinación de las necesidades de agua

1.- Introducción

El riego deficitario en almendro

Las estrategias de riego deficitario se dividen en dos grandes grupos: a) riego deficitario sostenido y b) riego deficitario controlado. En el primero, la reducción del riego es la misma a lo largo de todo el ciclo del cultivo, mientras que en el segundo el recorte del riego se realiza principalmente en aquellos periodos del ciclo del cultivo en los que este es menos sensible al estrés hídrico.

Para el cultivo del almendro los periodos críticos en los que un estrés hídrico genera severos recortes en la producción son la **floración** y la **postcosecha**. Por el contrario, un estrés hídrico durante la fase de llenado de grano (finales de la primavera – inicio del verano) no genera grandes caídas de producción, siempre y cuando el estrés al que está sometido el cultivo no sea excesivo.

Son múltiples los trabajos que han comparado estrategias de riego deficitario sostenido y riego deficitario controlado empleando el mismo volumen de riego, comprobándose que aunque los resultados con ambas estrategias son satisfactorios, se logra una mayor productividad del agua de riego con las estrategias de **riego deficitario controlado**.

Figura 3. Plantación de almendro bajo riego deficitario controlado

1.- Introducción

Necesidad de herramientas de apoyo a la toma de decisiones

A pesar de las ventajas del empleo de las estrategias de riego deficitario controlado, el correcto empleo de estas técnicas genera una mayor dificultad para los agricultores y técnicos pues requieren realizar un seguimiento de la **fenología** para identificar cuando el cultivo se encuentra en una fase crítica, y un **balance de agua diario** en el suelo, para determinar el nivel de estrés al que está sometido el cultivo.

En este contexto, el desarrollo de herramientas como App Riego Almendro permiten asistir al agricultor y técnico a la hora de la gestión de los recursos disponibles, permitiendo realizar calendarios de riego siguiendo diferentes estrategias específicas para la plantación objeto de estudio y las disponibilidad de agua.

Figura 4. Plantación de almendro con riego deficitario controlado

2.- ¿Qué es App Riego Almendro?

App Riego Almendro es una herramienta de ayuda a la toma de decisiones para agricultores y técnicos en el sector del almendro de regadío que combina un balance de agua en el suelo, un sistema automático de acceso a información meteorológica procedente de la Red de Información Agroclimática de Andalucía, y de un módulo de programación de riego que optimiza los recursos hídricos disponibles para evitar estreses hídricos excesivos durante los periodos críticos del cultivo del almendro.

De este modo App Riego Almendro proporciona calendarios de riego específicos para cada explotación de almendro en función de sus características de plantación y suelo, condiciones meteorológicas y dotación de riego disponible (Figura 5).

Además dispone de herramientas de notificación de avisos de riego semanales así como la posibilidad de mostrar los calendarios de riego en forma de gráfico y en tablas.

La aplicación está abierta a modificaciones y mejoras propuestas por el sector del almendro, por lo que cualquier sugerencia es bienvenida y será implementada en nuevas versiones de la misma. Se ha creado para ello una dirección de correo electrónico en donde técnicos y agricultores podrán ponerse en contacto con los responsables de la aplicación. La dirección es: **adaptaclima.ifapa@juntadeandalucia.es**

Figura 5. Pantalla de inicio de App Riego Almendro

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.1 Bases de la programación de riegos óptima

La programación de riego óptima de los cultivos se define como aquella que es capaz de suministrar riego de forma que el cultivo no sufra estrés durante todo su ciclo ni pérdidas de agua en forma de percolación o escorrentía. Para el cálculo de las **necesidades de agua del cultivo** (ET_c) se requieren conocer dos términos, la demanda evaporativa de la atmósfera o **evapotranspiración de referencia** (ET_o) y el **coeficiente de cultivo** (K_c) que depende del tipo de cultivo y su ciclo:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c$$

La evapotranspiración de referencia (ET_o) se calcula a partir de datos medidos en estaciones meteorológicas, como la **Red de Información Agroclimática de Andalucía** (RIA) (Figura 6), que proporciona estos datos de forma gratuita en su página web.

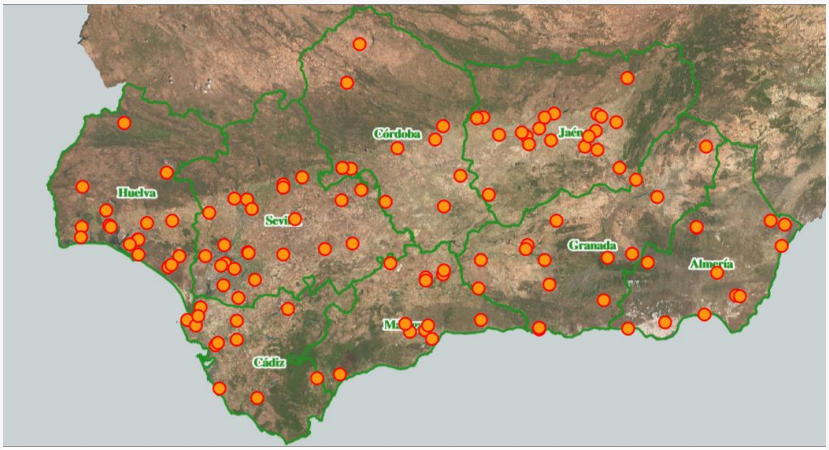


Figura 6. Red de estaciones meteorológicas de la RIA

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.1 Bases de la programación de riegos óptima

El coeficiente de cultivo (K_c) define las necesidades de agua de los cultivos en condiciones óptimas. Estos coeficientes caracterizan a un cultivo que no sufre ningún tipo de limitación en todo su ciclo. El término K_c incluye dos componentes, la **transpiración** del cultivo y la **evaporación** desde el suelo.

La metodología más apropiada para su cálculo es empleando un **lisímetro de pesada**, que es un contenedor introducido en el suelo, rellenado con el mismo terreno del lugar y con vegetación. Normalmente dispone de una balanza en el fondo donde se puede determinar la cantidad de agua que se va evapotranspirando del sistema, obteniéndose K_c a partir de un balance hídrico.

En la Figura 7 se muestran algunas curvas de coeficiente de cultivo para el almendro, determinadas en diferentes zonas del mundo.

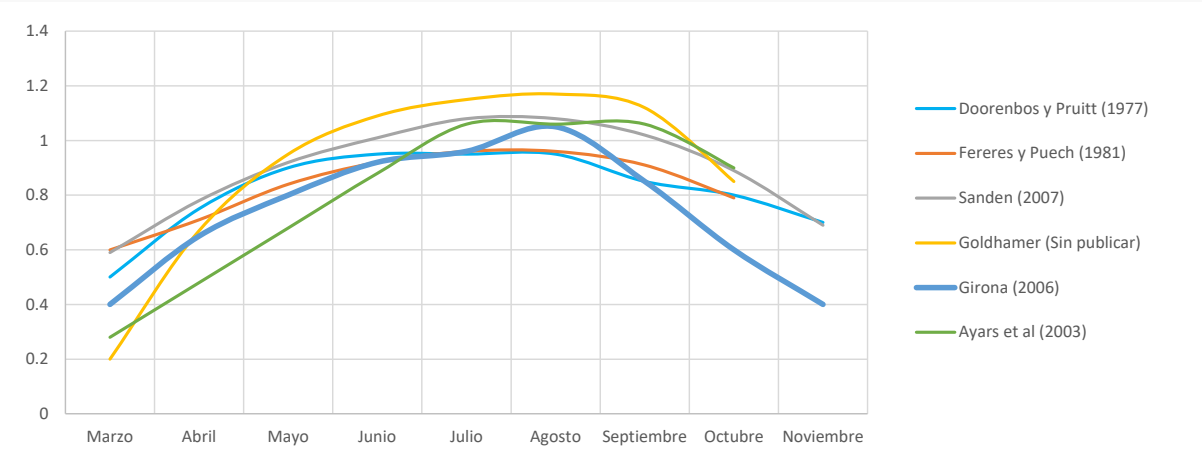


Figura 7. Valores de coeficiente de cultivo para almendro publicados por diversos autores en todo el mundo. En trazo azul oscuro grueso se marca la curva publicada por Girona (2006) y considerada en App Riego Almendro

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.1 Bases de la programación de riegos óptima

Los valores tabulados de coeficiente de cultivo previamente descritos se corresponden a una plantación de almendros adulta por lo que los valores de K_c deben ser ajustados para **plantaciones con menor tamaño**. Para lograr este ajuste se emplea el término $K_{r,t}$ que se estima en función del porcentaje de cobertura de la plantación, tal y como se describe en la Figura 8.

El valor de $K_{r,t}$ corrige la evapotranspiración de la plantación por medio de la siguiente fórmula:

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \cdot K_{r,t}$$

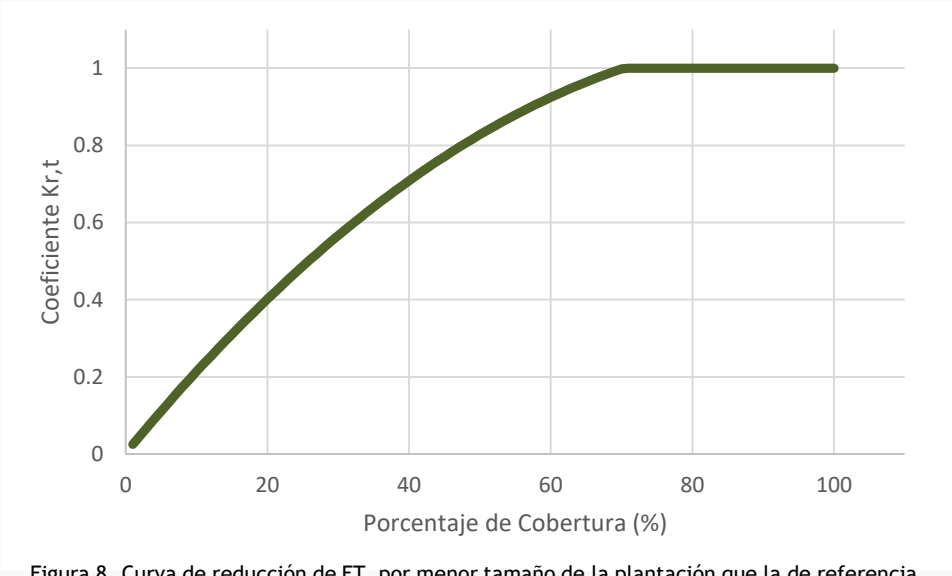


Figura 8. Curva de reducción de ET_c por menor tamaño de la plantación que la de referencia

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.1 Bases de la programación de riegos óptima

Para la realización de un calendario de riego basado en una estrategia óptima es preciso considerar el agua almacenada en el suelo. Por este motivo App Riego Almendro implementa un **balance de agua en el suelo** a escala diaria considerando las entradas (lluvia, LL, y riego, R) y salidas del sistema (evaporación desde el suelo, E, transpiración desde el árbol, T, escorrentía, Esc y filtración profunda) tal y como se ilustra en la Figura 9.

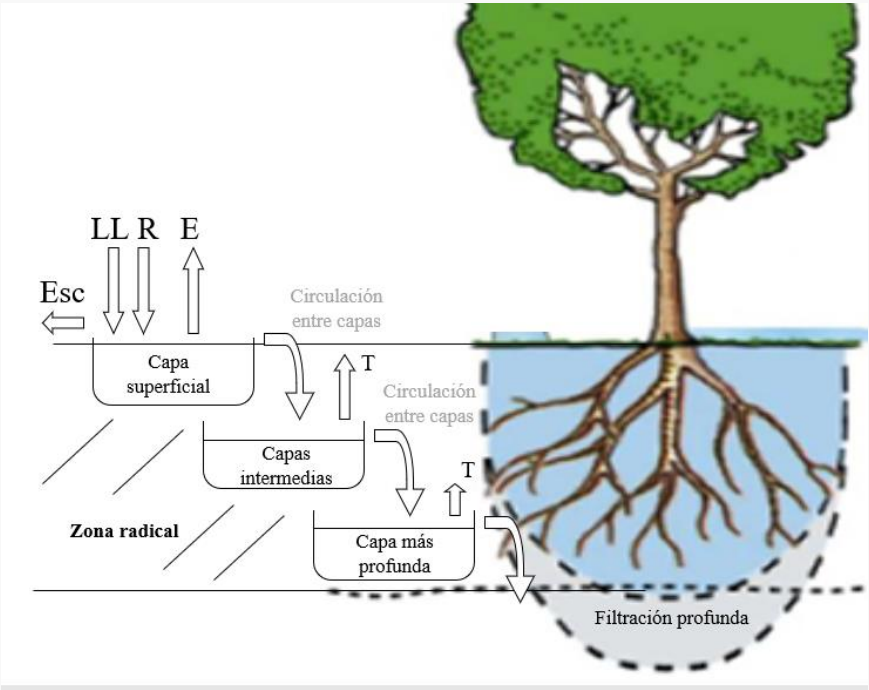


Figura 9. Esquema del balance de agua considerado en App Riego Almendro

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.1 Bases de la programación de riegos óptima

Gracias a la realización de un balance de agua diario es posible identificar el **estrés hídrico** que sufre el cultivo a lo largo de su ciclo. Este estrés hídrico es la variable clave para generar los calendarios de riego óptimo. En el caso de la App Riego Almendro al considerar la estrategia de riego óptimo, el riego se aplica cuando más del **30%** del volumen máximo de agua almacenada en el suelo se agota. Cuando se supera este umbral la App recomienda la aplicación de un riego. Con esta estrategia de riego se consigue que en ningún momento del ciclo el cultivo sufra un estrés hídrico tal que afecte a la producción (Figura 10).

Figura 10. Plantación de almendro con estrategia de riego óptimo

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.2 Bases de la programación de riego deficitario controlado

Frecuentemente el volumen de agua disponible no permite realizar un riego con una estrategia de riego óptima, por lo que se tiene que establecer una estrategia de **riego deficitario**.

Las estrategias de riego deficitario reducen el volumen de riego aplicado. En función de si esta reducción se realiza de forma homogénea o no a lo largo del ciclo del cultivo, se denominan estrategias de riego deficitario sostenido o controlado.

El riego deficitario sostenido reduce el volumen de riego aportado de forma proporcional durante toda la campaña, sin atender al estado fenológico del cultivo. Por el contrario, el riego deficitario controlado requiere conocer el **estado fenológico** del cultivo del almendro (Figura 11) puesto que el volumen de agua disponible se reservará para aplicarlo en las fases fenológicas del cultivo más sensibles al estrés hídrico. En el caso del almendro estas fases son la floración y postcosecha, teniendo una menor sensibilidad la fase de llena de pepita.

a)

b)

Figura 11. Diferentes estados fenológicos del almendro: a) flor abierta y b) caída de pétalos

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.3 Bases de la programación de riego de supervivencia

La estrategia de riego de supervivencia se basa en un paradigma diferente al del riego deficitario controlado. Así el riego de supervivencia no busca la maximización de la producción con la dotación disponible definiendo un calendario de riego ajustado a los periodos fenológicos del cultivo más sensibles, sino que realiza un calendario para tratar de asegurar la **supervivencia del árbol**. Para lograr este fin, la programación de riegos se realiza para evitar niveles de estrés muy elevados, especialmente en verano.

Figura 12. Ensayos de riego de supervivencia en el centro IFAPA Alameda del Obispo

La supervivencia del árbol de almendro no depende exclusivamente de las condiciones de estrés que sufre el cultivo sino que también afecta la descompensación entre el **volumen de copa** y la disponibilidad de agua disponible para el árbol. Así, plantaciones de almendro tradicionalmente en secano y en suelos poco profundos presentan un volumen de copa adaptado a la disponibilidad de agua y por lo tanto son menos sensibles a periodos de sequía prolongados. De este modo el problema más serio ocurre en aquellas plantaciones las cuales han tenido alta disponibilidad de agua para riego y el volumen de copa está adaptado a esta disponibilidad. Si el volumen de riego aportado se reduce de forma significativa (o incluso se elimina) el árbol puede llegar incluso a morir (Figura 12).

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.3 Bases de la programación de riego de supervivencia

Cuando se realiza un calendario de riego con estrategia de riego deficitario controlado en el que se llega a una cantidad de agua en el suelo menor del **25%** del volumen máximo, la App Riego Almendro estima que la supervivencia de la plantación está en riesgo. Para mitigar este riesgo, la aplicación define un nuevo calendario de riego denominado de supervivencia con el fin de que el estrés hídrico de la plantación no llegue a valores que podrían poner en peligro a esta.

Para lograr este fin, la dotación disponible se distribuye a partir del momento en el que el estrés hídrico llega al 15% y se reparten los riegos de forma uniforme. El número y periodo entre riegos depende de depende del agua disponible y la dosis de riego (Tabla 1).

Dotación (m^3/ha)	N Riegos	Dosis (mm/día)	Periodo (días)
500	3	16.7	30
750	4	18.8	23
1000	5	20.0	18
1250	6	20.8	15
1500	8	18.8	11
1750	9	19.4	10
2000	10	20.0	9
2250	11	20.5	8
2500	13	19.2	7

Tabla 1. Calendario de riego de supervivencia en función de la dotación disponible

3.- Fundamentos de Riego Almendro

3.4 Descarga de datos y proceso de optimización

La herramienta App Riego Almendro define las estaciones de la **Red de Información Agroclimática de Andalucía** más apropiadas en función de la ubicación de la plantación definida por el usuario, y procede a dos tipos de descarga de información. Así, la aplicación descarga la evapotranspiración de referencia (ET_o) media mensual e información meteorológica diaria (temperatura y precipitación) desde el inicio de la campaña hasta el día de acceso a la App.

Al crearse una parcela, la App realiza un calendario de riego para toda la campaña, considerando los valores de ET_o medios y suponiendo que no se producen lluvias. Al ir avanzando la campaña, los datos de ET_o y lluvia se van actualizando de forma diaria, y por lo tanto los calendarios de riego se ajustan a la **meteorología real**.

Una vez definido el balance de agua, la programación de riegos dependerá de la estrategia de riego considerada en función de la dotación de agua disponible y las características de la parcela:

- Con estrategia de riego óptimo la programación de riegos no permitirá que el cultivo entre en estrés.
- Con estrategia de riego deficitario controlado la App procederá a aplicar un menor volumen de riego en los periodos considerados no críticos logrando reducir el volumen de riego óptimo hasta que se ajuste a la disponibilidad de agua (ver Sección 3.2).
- Con estrategia de riego de supervivencia el calendario de riegos se basará en repartir uniformemente la cantidad de agua disponible tal y como se detalla en la Sección 3.3.

4.- Instalación de App Riego Almendro

La herramienta App Riego Almendro puede conseguirse de forma gratuita directamente en App Store o en Play Store, según el sistema operativo del móvil, buscando la denominación **RIEGO ALMENDRO** (Figura 13):

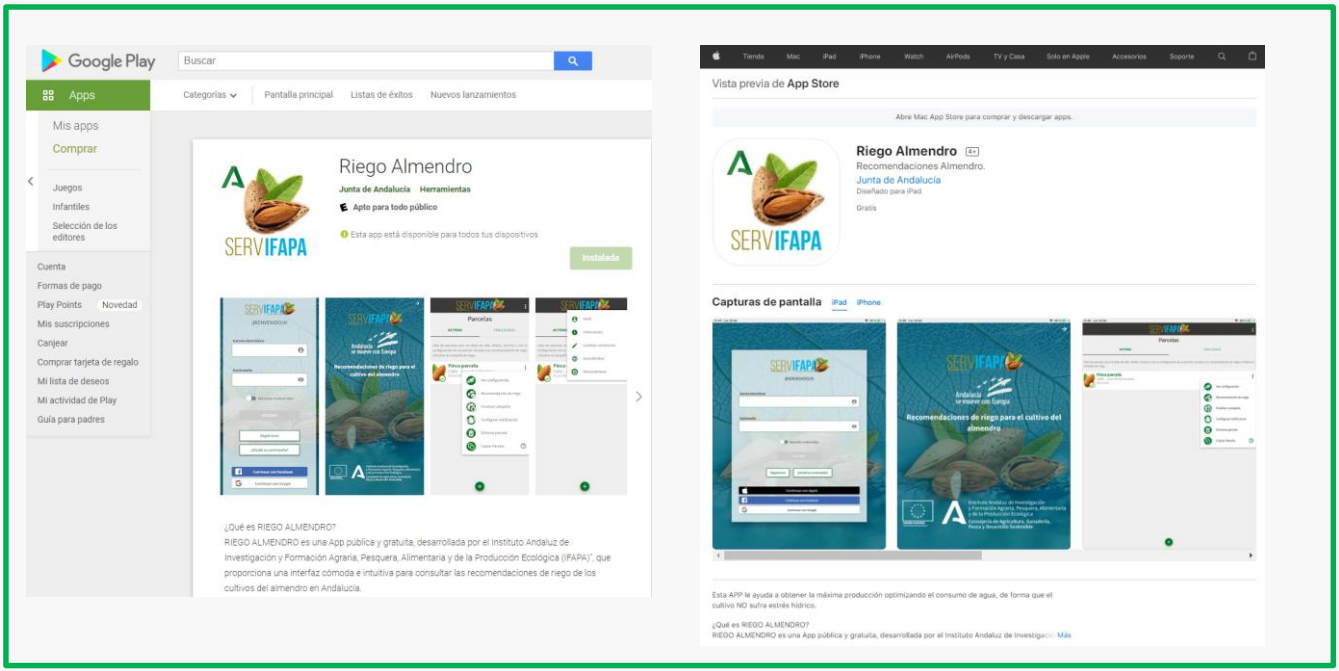


Figura 13. Páginas de las plataformas Google Play y App Store desde donde está accesible App Riego Almendro

4.- Instalación de App Riego Almendro

La App requiere registro previo, en donde se le solicitará un correo electrónico, una contraseña para acceder a la aplicación y aceptar los términos y condiciones.

Tras el acceso y una página de presentación de la herramienta, se despliega un menú con todas las **parcelas activas** definidas por el usuario. Empleando el icono + se pueden añadir nuevas parcelas (Figura 14)

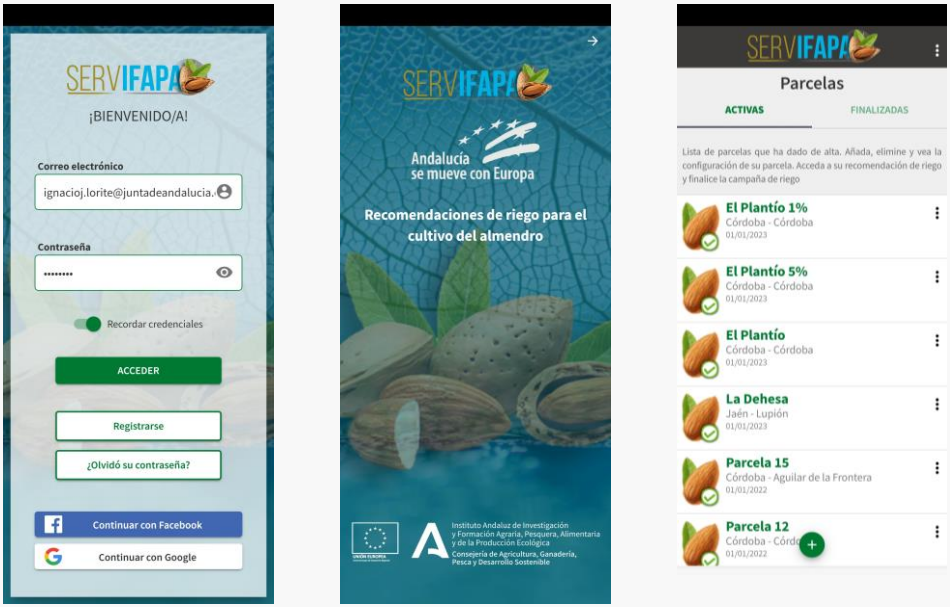


Figura 14. Páginas de bienvenida de la App Riego Almendro y listado de parcelas activas

5.- Configuración de App Riego Almendro

Para crear una **nueva parcela** se ha de introducir información clave para la realización de los calendarios de riego (Figuras 15, 16 y 17). La información requerida es la siguiente:

Nombre: Se indicará el nombre de la parcela en la que realizar el calendario de riego

Indique el año de la campaña: Se indicará la campaña de riego para la que se realizarán los calendarios

Indique el día de inicio de la campaña: Se indicará cuando se inicializa el balance de agua

Fecha estimada de Floración: Se desplegará un menú con distintas fechas de floración (1 Febrero, 15 Febrero, 1 Marzo, 15 Marzo, y 1 Abril) para seleccionar aquella que mejor se ajuste a la fenología de la plantación en años anteriores

Fecha de Maduración: Se desplegará un menú con distintas fechas de maduración (1 Agosto, 15 Agosto, 1 Septiembre, y 15 Septiembre) para seleccionar aquella que mejor se ajuste a la fenología de la plantación en años anteriores

Profundidad de suelo (cm): Se indicará la profundidad del suelo en centímetros

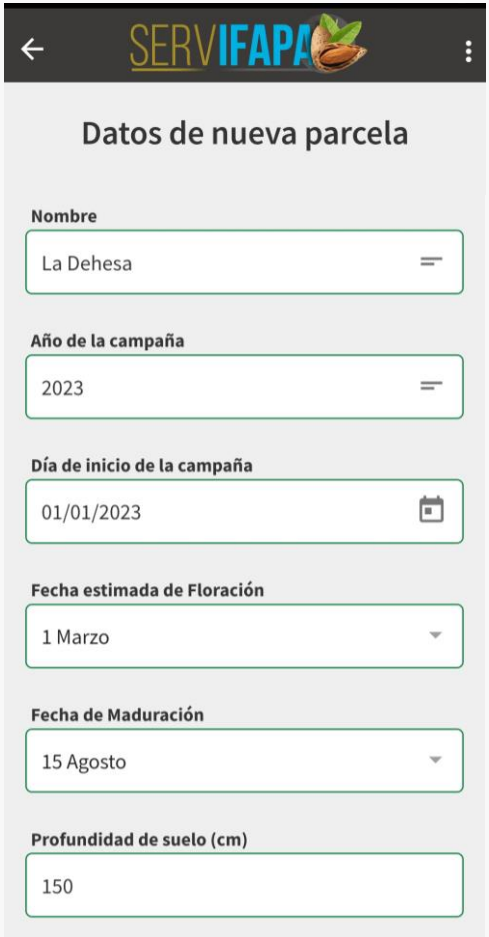


Figura 15. Página de caracterización de la plantación

5.- Configuración de App Riego Almendro

Tipo Suelo (mm/m): Se desplegará un menú en el que se indicará la textura del suelo de la plantación (Arcilloso, Arenoso, Franco Arcilloso, y Franco Arenoso). En paréntesis se muestra la capacidad de almacenamiento del suelo en mm por cada metro de profundidad

Contenido agua en suelo a 1 de enero (%): Se indicará el porcentaje de agua en el suelo a fecha del inicio de la campaña.

Dosis máxima diaria (mm): Se indicará la cantidad máxima de riego diaria que se aplicará y que dependerá del sistema de riego que se disponga en la plantación

Volumen de agua disponible (m^3/ha): Se indicará el volumen total de agua para riego disponible en la plantación

Distancia entre Calles (m): Se indicará el tamaño de las calles de la plantación

Distancia entre Árboles (m): Se indicará la distancia entre árboles de la plantación

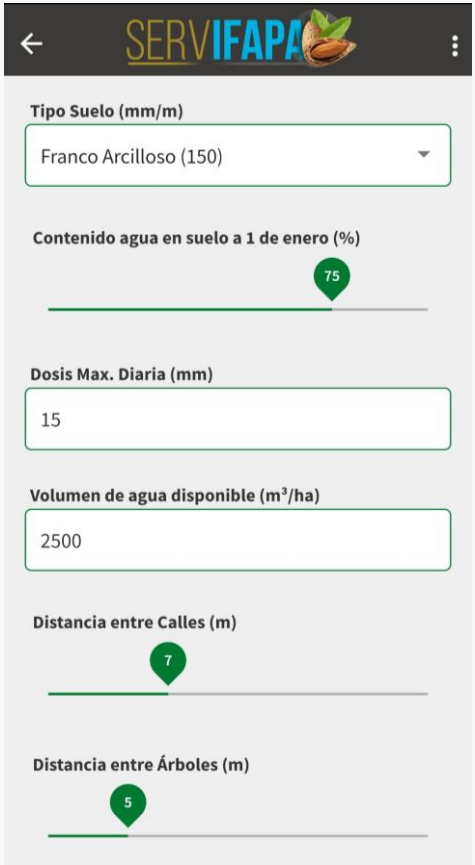


Figura 16. Página de caracterización de la plantación

5.- Configuración de App Riego Almendro

Marco de plantación (m^2): Se muestra de forma automática el marco de plantación en metros cuadrados.

Número de goteros por árbol: Se incluirá el número de goteros para cada árbol

Caudal por gotero (l/hora): Se indicará el caudal en litros por hora de cada gotero instalado en la plantación

Diámetro de Copa (m): Se indicará el diámetro medio de copa de la plantación

Provincia: Se indicará la provincia en donde se ubica la plantación de almendros (en la actualidad App Riego Almendro únicamente emplea información meteorológica de la RIA, y por lo tanto, solo se realizan calendarios de riego para plantaciones ubicadas en Andalucía)

Municipio: Se indicará el municipio en donde se encuentra la plantación de almendros

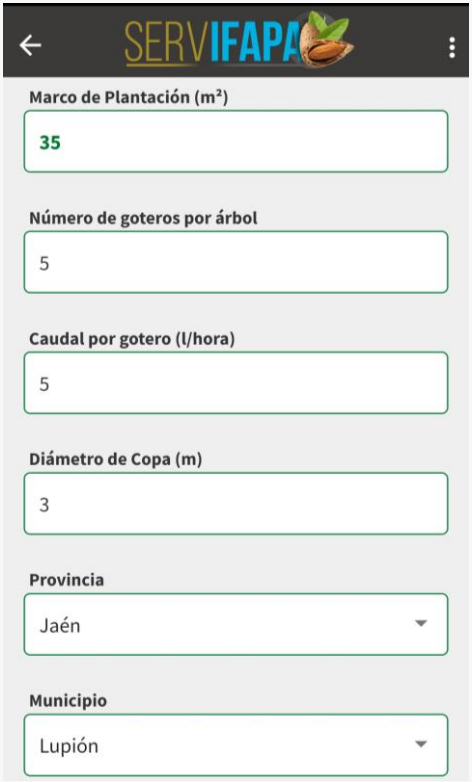


Figura 17. Página de caracterización de la parcela

5.- Configuración de App Riego Almendro

Tras la introducción de la Provincia y el Municipio aparecerá un mapa de la zona seleccionada para que el usuario sitúe exactamente donde se encuentra la plantación (Figura 18).

Una vez identificada esta, la App seleccionará las dos estaciones de la RIA más cercanas. La selección de dos estaciones se realiza para asegurar la existencia de un dato meteorológico válido en caso de que la estación meteorología situada más cerca de la plantación no proporcione datos válidos por problemas de comunicación o mantenimiento.

Figura 18. Página de localización de la parcela

5.- Configuración de App Riego Almendro

La App Riego Almendro realiza **comunicaciones al usuario** sobre la programación de riegos específica de la parcela activa. La aplicación solicita al usuario el día de la semana cuando mandará un aviso indicando de la disponibilidad de los calendarios de riego actualizados (Figura 19).

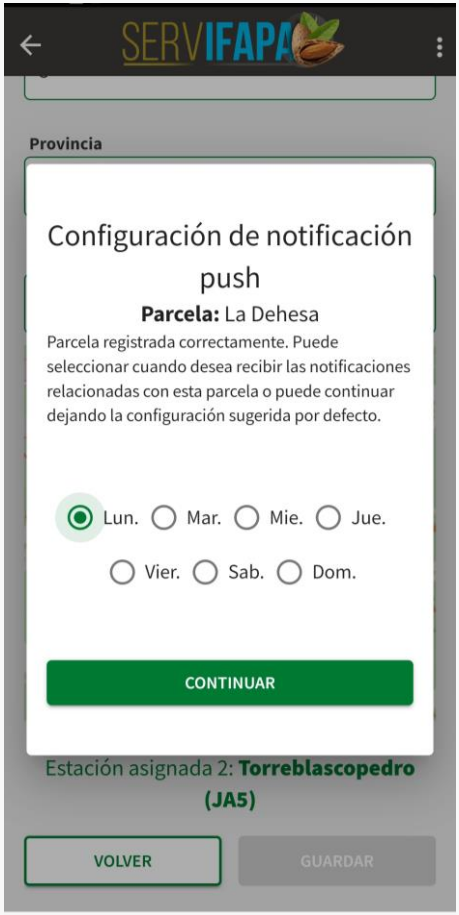


Figura 19. Página de caracterización del sistema de alertas

5.- Configuración de App Riego Almendro

En la pantalla con las parcelas activas es posible acceder a un submenú pulsando sobre los 3 puntos que aparecen a la izquierda de cada parcela (Figura 20). Este submenú permite las siguientes acciones:

- Ver configuración: Muestra los datos de la que han definido la programación de riegos
- Histórico de riego: Muestra el balance de agua y la programación de riegos óptima y con riego deficitario
- Recomendación de riego: Muestra en forma de tabla los eventos de riego recomendados
- Finalizar campaña: Tras la introducción del riego real aplicado y la producción obtenida, ofrece valores resumen relacionados con la productividad del agua
- Configurar notificación: Permite modificar el día de las notificaciones
- Eliminar parcela: Elimina toda la información y calendarios de la parcela
- Copiar Parcela: Permite duplicar la parcela para realizar una nueva basada en las características de la primera

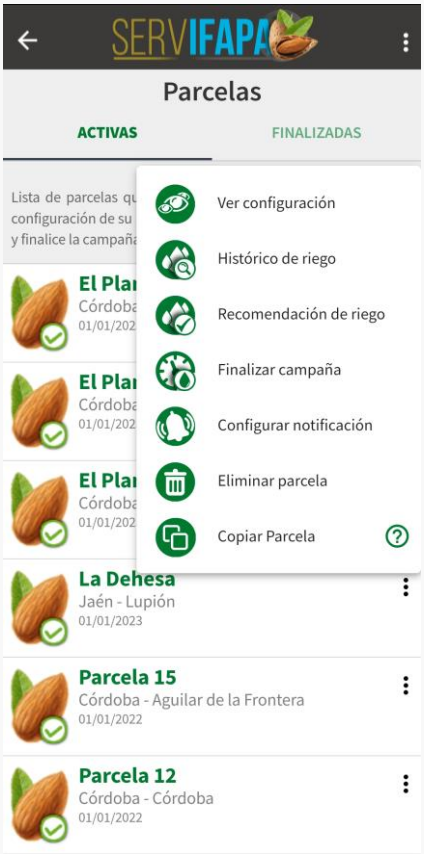


Figura 20. Menú desplegable con las distintas funciones de App Riego Almendro

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.1 Programación de riegos con estrategia óptima

La programación de riegos con estrategia óptima permite establecer un calendario de riego tal que haga que el cultivo no sufra mermas de producción por **estrés hídrico**.

La programación de riegos está disponible desde el inicio de la campaña, puesto que el balance de agua se realiza para toda la campaña de riegos. Para los días futuros se emplea la evapotranspiración de referencia media de años anteriores y se considera que la precipitación es nula. Al ir avanzado la campaña, ambos **datos son actualizados** por datos medidos, y por lo tanto, el balance de agua y el calendario de riegos se va actualizando. Por este motivo la programación de riegos va variando a lo largo del año, adaptándose a las condiciones específicas de la plantación.

En la pestaña "Recomendación de riego" se accede a los eventos de riego recomendados para toda la campaña de riegos (Figura 21). En esta página se muestra la cantidad de riego total propuesta con la estrategia de riego óptimo (RIEGO OPT) y las fechas y volúmenes de riego recomendados.

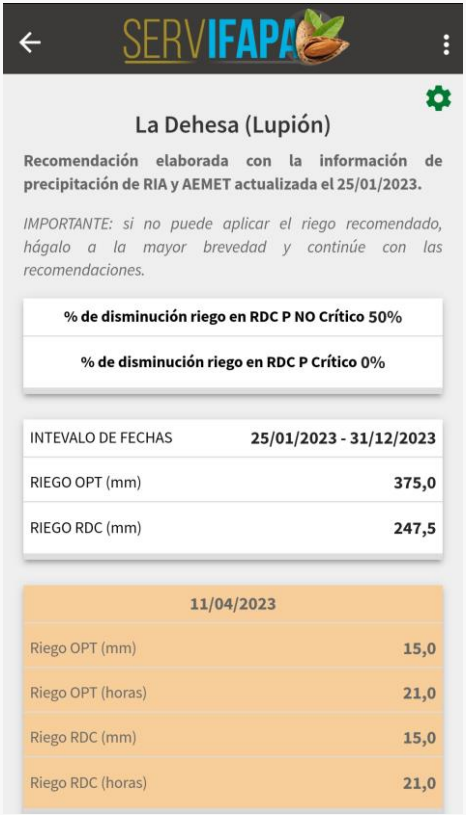


Figura 21. Calendario de riego recomendado para las estrategia óptima y riego deficitario controlado

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.1 Programación de riegos con estrategia óptima

Igualmente, en la pestaña “Histórico de riego” muestra en forma de gráfico los eventos de riego recomendados para toda la campaña (Figura 23).

Las gráficas pueden ser mostradas tanto en mm como en m^3/ha, y describen la evolución del déficit de agua en el suelo para la estrategia de riego óptima. Además, en el gráfico también se incluye la precipitación registrada y el riego propuesto (Figura 23).

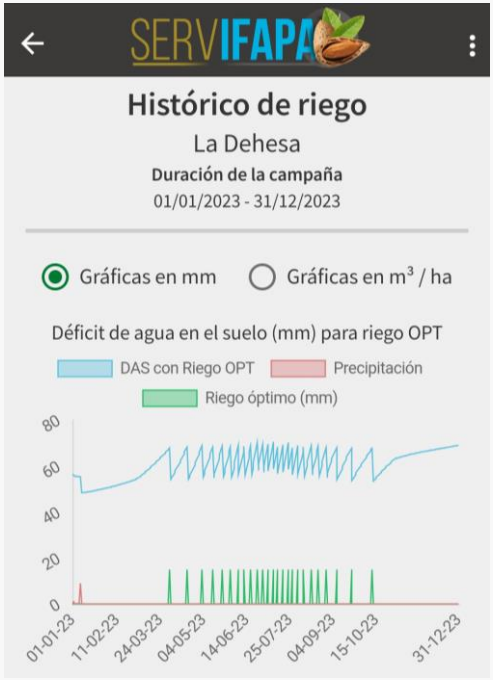


Figura 23. Gráficas mostrando el balance de agua y la programación de riego con estrategia óptima

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.2 Programación de riegos con estrategia de riego deficitario controlado

La programación de riegos empleando estrategias de riego deficitario controlado (RDC) establece un calendario de riegos tal que se minimicen las **caídas de producción** optimizando la dosis y momento de aplicación del agua disponible.

Al igual que para la programación de riegos óptima, el calendario de riegos RDC está disponible desde el inicio de la campaña puesto que el balance de agua se realiza para toda la campaña de riegos con información meteorológica media, que se va actualizando a lo largo de la campaña de riegos. Igualmente, en la pestaña "Recomendación de riego" se accede a los eventos de riego recomendados para toda la campaña, y se muestra el porcentaje de disminución de riego en los periodos críticos y no críticos, así como la cantidad de riego total propuesta (RIEGO RDC) y las fechas y volúmenes de riego recomendados.

La aplicación permite además visualizar el balance de agua durante toda la campaña, así como realizar un seguimiento del estrés hídrico sufrido por el cultivo (Figura 24), mostrándose el **umbral máximo de estrés** que el cultivo no debe sobrepasar para evitar daños severos en la plantación (actualmente cifrado en 0.3, o el 30 % de la capacidad de almacenamiento del suelo).

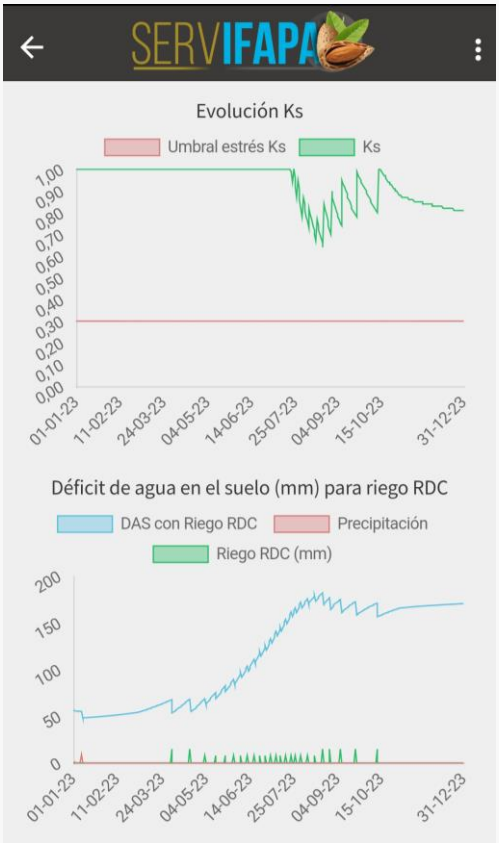


Figura 24. Gráficas con histórico de riego y estrés con estrategia de riego deficitario controlado

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.2 Programación de riegos con estrategia de riego deficitario controlado

Igualmente, la App Riego Almendro muestra en forma de gráfico (Figura 25) y tabla (Figura 26) el volumen de riego mensual recomendado empleando una estrategia de riego deficitario controlado (RDC).

Figura 25. Gráficas con los volúmenes de riego mensuales recomendados con RDC

Mes	Riego en mm
Enero de 2023	0
Febrero de 2023	0
Marzo de 2023	0
Abril de 2023	30
Mayo de 2023	32
Junio de 2023	40
Julio de 2023	48
Agosto de 2023	54
Septiembre de 2023	30
Octubre de 2023	15
Noviembre de 2023	0
Diciembre de 2023	0
TOTAL	249

Figura 26. Tabla con los volúmenes de riego mensuales recomendados con RDC

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.3 Programación de riegos con estrategia de riego de supervivencia

La programación de riegos con estrategia de supervivencia define un calendario que trate de impedir valores de estrés hídrico muy severos que podrían poner en **peligro a la plantación**. La App Riego Almendro recurre a esta estrategia de forma automática cuando no es posible realizar un calendario con estrategia de riego deficitario controlado debido a una limitada disponibilidad de recursos hídricos.

En la pestaña "Recomendación de riego" aparece un aviso indicando esta circunstancia ("*No fue posible obtener un calendario de riego adecuado debido al reducido volumen de agua disponible y a las características de su plantación. Ante esta circunstancia App Riego Almendro proporciona un calendario de riego orientado a evitar estreses hídricos severos y así tratar de asegurar la supervivencia de la plantación, quedando la obtención de cosecha en un segundo plano*"), y muestra la cantidad de riego total disponible (RIEGO RDC) y las fechas y volúmenes de riego recomendados (Figura 27).

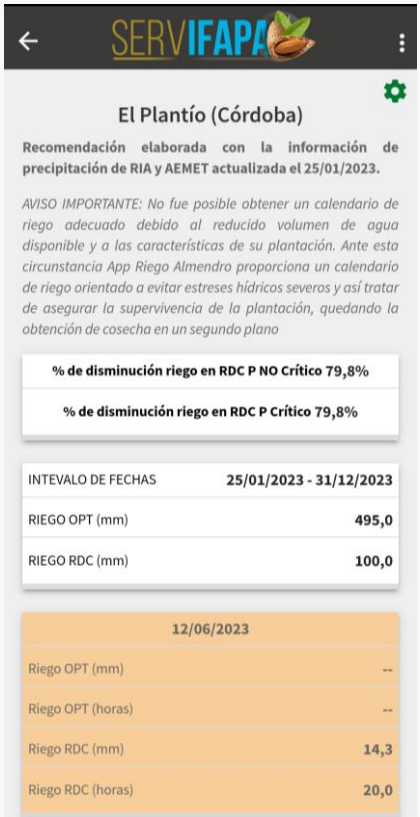


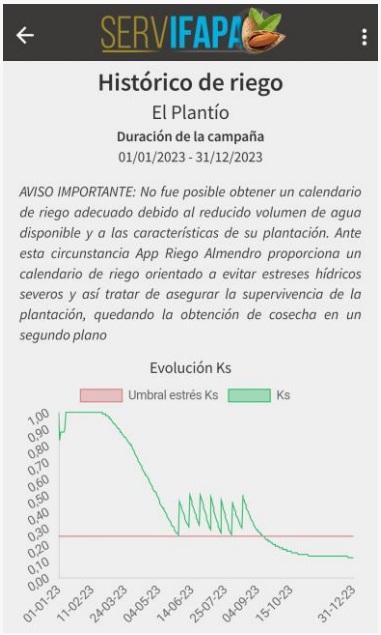
Figura 27. Calendario de riego recomendado para estrategia de riego de supervivencia

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.3 Programación de riegos con estrategia de riego de supervivencia

Al igual que para las otras estrategias de riego, en la pestaña "Histórico de riego" se realiza el seguimiento del estrés hídrico sufrido por el cultivo por medio del valor de K_s (Figura 28a) y el déficit de agua en el suelo (Figura 28b) durante toda la campaña. Igualmente se muestra el umbral máximo de estrés que define el inicio de los riegos de emergencia (actualmente cifrado en 0.25, o el 25% de la capacidad de almacenamiento del suelo).

a)



b)

Figura 28. Gráficas con la evolución del valor de K_s (a) y del déficit de agua en el suelo (b) empleando la estrategia de riego de supervivencia

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.3 Programación de riegos con estrategia de riego de supervivencia

El volumen de riego mensual recomendado empleando una estrategia de riego de supervivencia se muestra en App Riego Almendro en forma de gráfico (Figura 29) y tabla (Figura 30).

Figura 29. Gráficas con los volúmenes de riego mensuales recomendados con estrategia de riego de supervivencia

Mes	Riego en mm
Enero de 2023	0
Febrero de 2023	0
Marzo de 2023	0
Abril de 2023	0
Mayo de 2023	14,3
Junio de 2023	28,6
Julio de 2023	28,6
Agosto de 2023	28,6
Septiembre de 2023	0
Octubre de 2023	0
Noviembre de 2023	0
Diciembre de 2023	0
TOTAL	100

Figura 30. Tabla con los volúmenes de riego mensuales recomendados con estrategia de riego de supervivencia

6.- Utilidades de App Riego Almendro

6.4 Ratios de agua aplicada y productividad del riego

Una vez finalizada una parcela, la aplicación invita a indicar el volumen de riego realmente aplicado en parcela y la producción final. Con esa información se calculan diferentes indicadores de riego (Figura 31):

- ❑ Ratio de agua aplicada recomendado
- ❑ Ratio de agua aplicada del agricultor
- ❑ Productividad del riego con el calendario recomendado
- ❑ Productividad del riego con el calendario realizado por el agricultor

Figura 31. Resultados agregados de productividad del riego

App Riego Almendro: Una herramienta para la programación del riego en almendro

Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera

Avenida de Grecia s/n
41012 Sevilla (Sevilla) España
Teléfonos: 954 994 595 Fax: 955 519 107
e-mail: webmaster.ifapa@juntadeandalucia.es
www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa

www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa

Instituto Andaluz de Investigación
y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria
y de la Producción Ecológica
Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Este trabajo ha sido cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional, dentro del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020