

PRINCIPALES PARÁMETROS EDAFO-CLIMÁTICOS MONITORIZADOS POR ENCORE LAB EN EL PROYECTO EFIREM

ENCORE  LAB |  EFFIREM



Valjimenos

En primer lugar, se presenta la información referente al campo demostrativo más meridional, situado en la localidad de Valjimenos, provincia de Sevilla (Andalucía). En estas latitudes, el cultivo de remolacha se lleva a cabo en un ciclo otoñal, de octubre a Julio.

Durante el pasado ciclo productivo hemos obtenidos datos solo de un periodo, ya que al momento de instalarse las estaciones el cultivo ya estaba avanzado.

En las Figuras 1 y 2 se puede observar la variación del contenido volumétrico dentro del perfil del suelo, en donde los picos corresponden a los riegos realizados o a precipitaciones. También se puede observar que algunos de dichos riegos han llevado el suelo hasta su saturación, ósea un 100% de agua útil, y conforme pasa el tiempo, este porcentaje disminuye hasta que se realiza un nuevo riego.

El Software de Cesens nos permite fijar parámetros en porcentaje de agua útil, tanto uno superior como otro inferior, y poder planificar los riegos para que nuestro contenido de agua útil se mantenga dentro de ese rango.

Conociendo el contenido volumétrico que hay en el suelo en un momento dado, y habiendo calculado la capacidad de campo podremos saber cuántos milímetros aportar para llevar ese suelo al punto deseado.



Figura 1. Contenido de agua útil en el suelo de Valjimenos (Sevilla)



Figura 2: Estructura del suelo a 25 cm de profundidad en Valjimenos (Sevilla).

La estación agroclimática ha dejado en evidencia las particularidades que ha tenido la pasada primavera. Si bien las precipitaciones acumuladas hasta el mes de mayo no alcanzaron los 150 mm, el alto porcentaje de humedad relativa durante este periodo y la estabilidad de la temperatura ubicada entre los 10 y 20 Cº han favorecido al desarrollo de enfermedades fúngicas. La humedad alta es un problema, ya que provoca ratios de transpiración muy bajos y compromete la calidad, incluso si los estomas están constantemente abiertos.

Los largos periodos diarios con un Déficit de Presión de Vapor (DPV) inferior a 0.5 KPa, además de indicar un alto riesgo de enfermedades, nos dice que la atmosfera está saturada y que la planta no puede transpirar por lo que le afectará también en la fotosíntesis.

El software también nos permite visualizar el comportamiento de la evapotranspiración de referencia, donde tiene valores diarios muy bajos durante la primavera (2-3 mm), van incrementando de manera muy paulatina a medida que nos vamos acercando al verano.

La interacción entre los distintos parámetros y la interpretación que hacemos de los mismos se puede observar en las siguientes figuras.

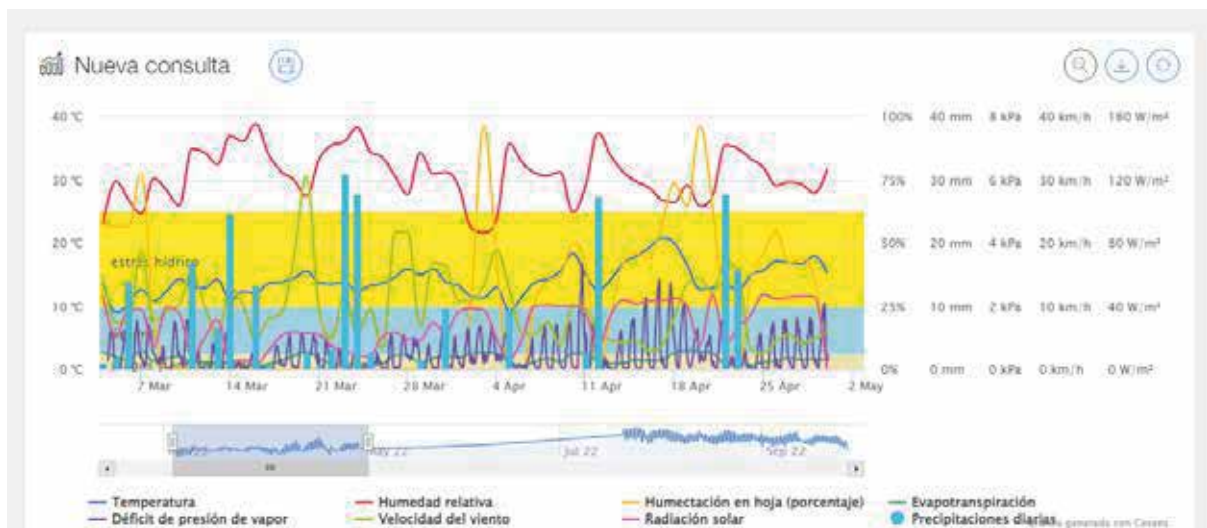


Figura 3: Parámetros meteorológicos de marzo y abril en Valjimeo (Sevilla).

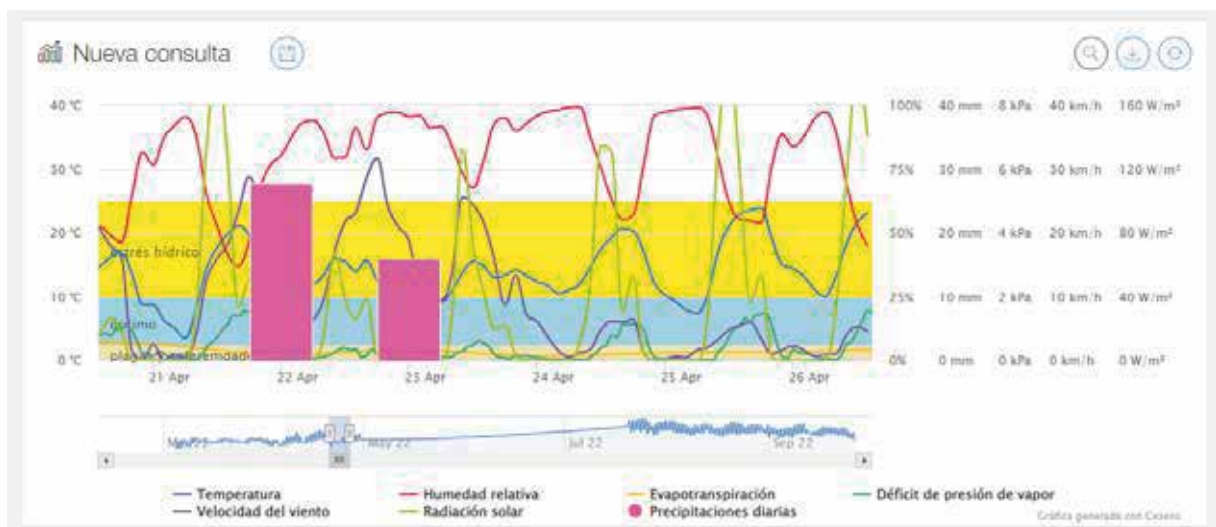


Figura 4: Parámetros meteorológicos durante una semana de abril en Valjimeo (Sevilla).

Palaciosrubios

En la provincia de Salamanca (Castilla y León), se ha realizado un ciclo primaveral de remolacha, donde la siembra se hizo en marzo y la recolección se hará a mediados de octubre.

La finca presenta unas condiciones de suelo típicas de la zona, con una estructura muy arenosa. Esta característica se puede ver representada en las siguientes figuras, en donde se ve que la pendiente de contenido volumétrico cae abruptamente después de un riego ya que la capacidad de retención que tiene ese suelo es muy baja.

Las recomendaciones de riego se hicieron en base a una evapotranspiración de referencia, afectada por un coeficiente de cultivo tomado a partir de imágenes satelitales. Dichas recomendaciones se hacían de manera semanal, designando una cantidad, pero no una frecuencia. Observando las curvas de comportamiento del suelo, con fuertes caídas luego de regar y con largos periodos por debajo del 60% de agua útil, inferimos que podríamos acortar el intervalo entre riegos para no someter a la planta a un estrés hídrico por un tiempo demasiado prolongado. Por mas que no se llegue a saturar el suelo, con un 65% de agua útil, la planta tendrá agua moderadamente disponible.



Figura 5: Contenido de agua útil en la finca de Palaciosrubios (Salamanca).



Figura 6: Estructura del suelo a 15 y 30 cm de profundidad en la finca de Palaciosrubios (Salamanca).

La siguiente gráfica nos muestra las condiciones meteorológicas en el periodo estival en la zona. Se puede observar que la combinación de altas temperaturas diurnas y la baja humedad relativa nos arroja valores de DPV superiores a 6 KPa.

Estos valores tan elevados de DPV produce una transpiración excesiva, haciendo que la planta cierre sus estomas para evitar la deshidratación y con ello una pérdida de agua excesiva, provocando así el estrés hídrico a la planta.

Si este proceso se da durante periodos cortos, no supondrá un problema para la planta ya que cuando baje el DPV durante las noches, absorberá suficiente agua como para recuperarse. En cambio, si los periodos se alargan, puede provocar daños irreversibles en la planta como quemaduras.

Esta información es de gran utilidad para la toma de decisiones de los riegos, ya que la disponibilidad de agua es la única variante que podemos modificar en estos tipos de cultivos al aire libre.

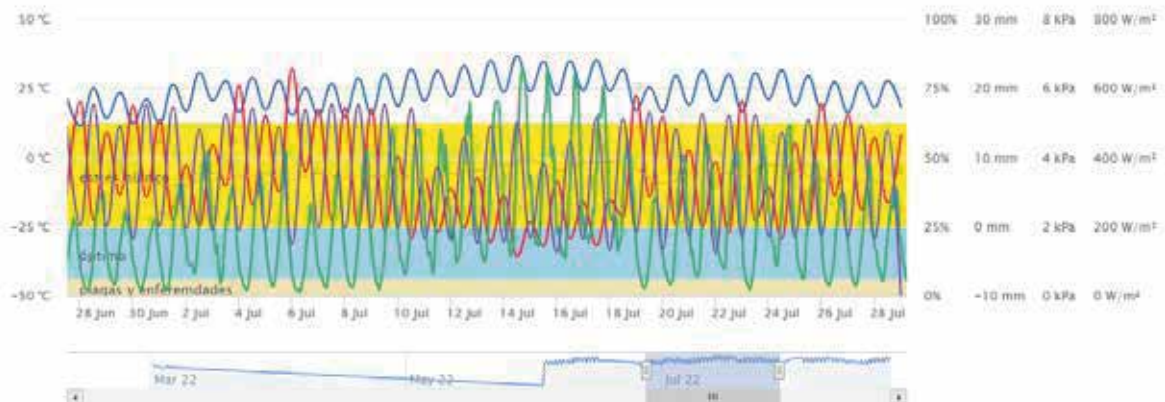


Figura 7: Valores arrojados por la estación climática de Cesens durante junio y julio en Palaciosrubios (Salamanca).

Rueda

La finca ubicada en Rueda (Valladolid), ha desarrollado un ciclo primaveral de cultivo de remolacha, en donde la siembra se realizó el 27 de febrero y la recolección está prevista para la primera quincena de octubre, días posteriores a la realización de este informe.

Las decisiones de riego han sido tomadas en base a la información brindada por las sondas de suelo que miden contenido volumétrico.

Luego de hacer el análisis de textura de suelo y calcular la capacidad de campo y el punto de marchitez se hicieron comprobaciones in situ para ajustar dichos valores y así obtener información más precisa. De esta manera se ha designado un porcentaje de agua útil en donde se realiza un riego hasta saturar el suelo cada vez que el contenido de agua del perfil disminuya hasta dicho valor.

A modo de ejemplo observamos en las siguientes imágenes N y N la información otorgada por la aplicación de Cesens, en donde podemos visualizar el contenido de agua en un momento dado, que porcentaje de agua útil representa dicha cantidad y los milímetros necesarios para llegar hasta capacidad de campo o hasta el umbral superior que se haya fijado.

La limitación que presenta la toma de decisiones de riego en base a la sonda de humedad de suelo es que debemos ser conscientes de situar los sensores en un área representativa de la finca, ya que las condiciones edáficas y de relieve pueden variar de un punto a otro. Por lo tanto, la fiabilidad de la información será mayor cuando la superficie sea más homogénea y la cantidad de sensores sea mayor.



Figura 8: Contenido de agua útil en el suelo de Rueda (Valladolid)



Figura 9: Estructura de suelo de la finca de rueda (Valladolid)

La ausencia de precipitaciones durante el periodo estival en la zona de Rueda, las altas temperaturas y la baja humedad relativa provocan que la evapotranspiración tenga valores en el orden de los 6-8 mm diarios. Si este valor de referencia es afectado por el coeficiente de vegetación del cultivo K_c , el cual tiene los valores absolutos mas altos en el mes de agosto, se puede calcular la pérdida de agua que ha sufrido el cultivo en un periodo determinado.

Es un cálculo muy útil para justificar la información de necesidad hídrica que marcan los sensores de humedad del suelo.

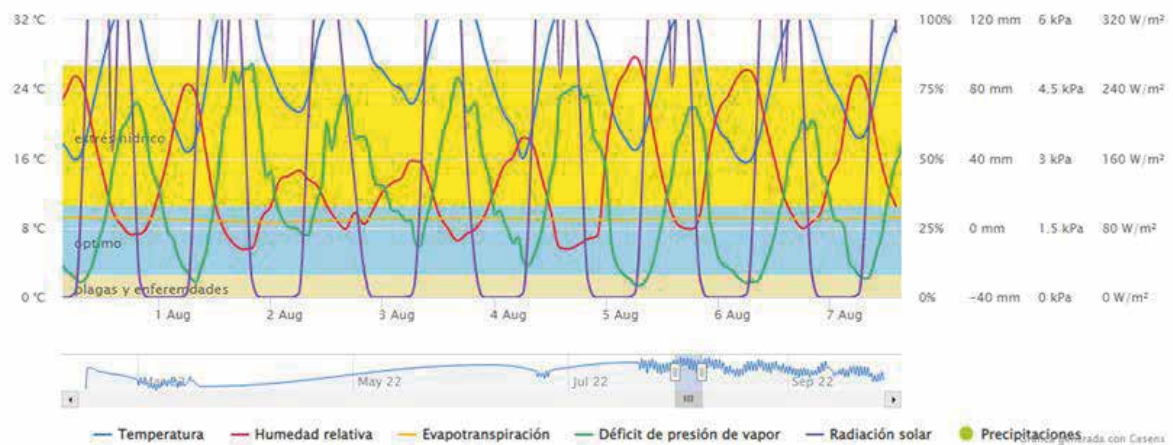


Figura 9: Estructura de suelo de la finca de rueda (Valladolid)

Valladolid

Por último, se presenta el seguimiento de los principales parámetros edafo-climáticos durante un ciclo de remolacha sembrada en primavera (marzo del 2022) en una parcela de Aimcra situada en Valladolid.

En la Figura 10 se puede ver una evolución típica de las condiciones ambientales consecuente con el paso de las estaciones; la Integral de radiación diaria al inicio del ciclo apenas supera los 500 J/cm², y a medida que va entrando el periodo estival aumenta hasta alcanzar valores por encima de los 1500 J/cm², si bien con la llegada del otoño y la consiguiente reducción de intensidad lumínica y el fotoperiodo, la radiación diaria acumulada vuelve a situarse cerca de los 1000 J/cm². Por otra parte, se observa como el déficit de presión de vapor oscila diariamente, alcanzando sus máximos con el zenit solar y los mínimos por la noche. Durante los meses más cálidos del verano, cuando el aire está seco y caliente, los DPV diurnos superan frecuentemente los 2KPa, valor límite por encima del cual se considera que la demanda de agua del ambiente es excesiva para la planta y se limita la apertura estomática (se produce fotorrespiración y hay pérdida de eficiencia fotosintética). Los valores máximos registrados en julio-agosto, por encima de 5 KPa pueden llegar a provocar desordenes fisiológicos graves. Por el contrario, durante los meses de primavera y otoño no se dan estas condiciones de estrés hídrico, pero sí son frecuentes noches con DPV menores a 0,2 KPa, lo cual genera condensación en las hojas (tal y como corrobora el sensor de humectación en hoja), y aumenta el riesgo de infección de diversos fitopatógenos. Finalmente, de acuerdo con las condiciones ambientales registradas, el software calcula a través de las ecuaciones de Penman-monteith la evapotranspiración de referencia (ET₀), fluctuando entre los escasos 2 mm diarios a comienzo de ciclo, hasta alcanzar su máximo a finales de julio, donde se alcanzan valores de casi 8 mm. Como se puede observar a simple vista en la gráfica, las tres métricas presentadas (ET₀, DPV y radiación) tienen una cierta proporcionalidad a lo largo de todo el ciclo de cultivo, evidenciando su interdependencia.

Respecto a las precipitaciones, apenas ha llovido 80 mm durante los meses de desarrollo del cultivo, distribuidas fundamentalmente en el periodo primaveral, con algún episodio de lluvia intensa pero esporádica bien entrado el mes de junio (>12 mm).

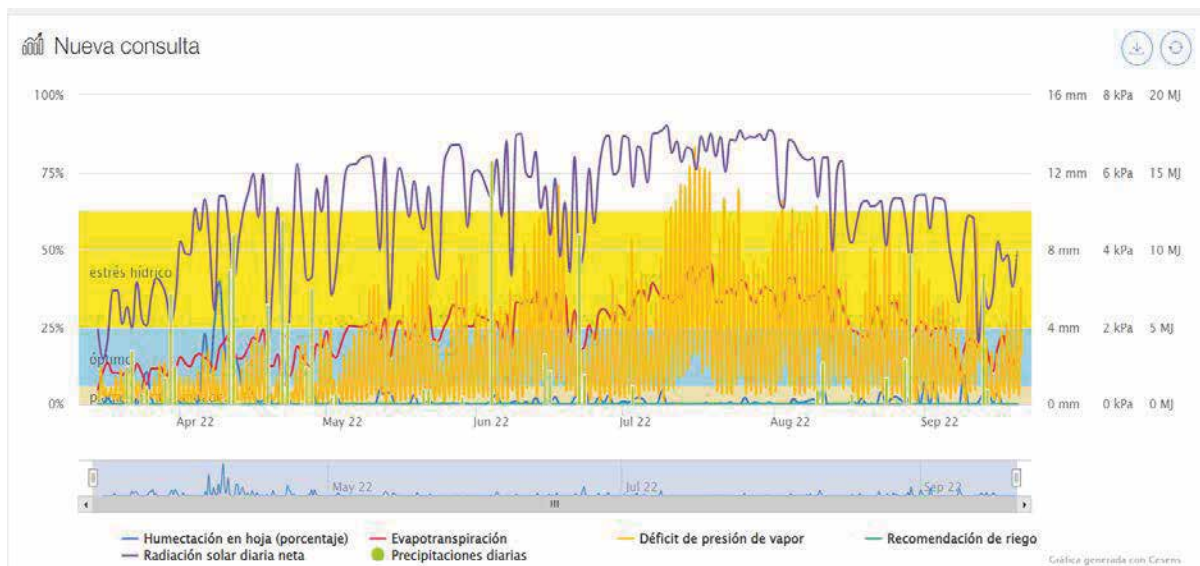


Figura 10. Condiciones climáticas durante un ciclo de primavera en una parcela de Aimcra en Valladolid

En la Figura 11 se puede apreciar con más detalle un típico día de verano (Julio) en Valladolid.

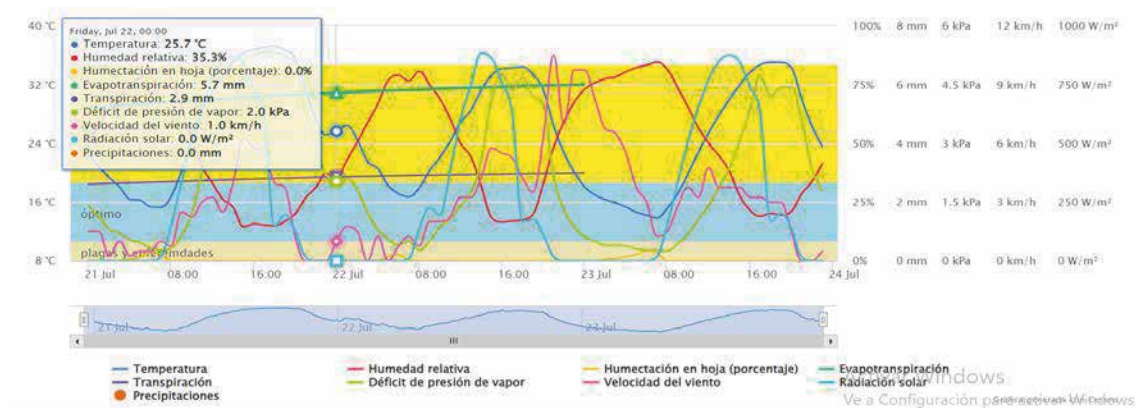


Figura 11. Típico día de verano en el campo demostrativo de Aimcra, Valladolid.

En cuanto al régimen de humedad en el suelo, en las Figuras 12 y 13 se puede ver la variación de agua útil total y la evolución del contenido volumétrico a dos profundidades (15 y 30 cm) respectivamente. Basta un simple vistazo para detectar un cambio brusco en la dinámica del suelo a finales de junio: esto responde a una modificación realizada en la colocación de las sondas, ya que se identificaron problemas con la lectura de los datos. Además, se aprovechó la intervención para implantar un caudalímetro, permitiendo cuantificar los aportes de agua al agro-sistema.

Los aportes de agua se han realizado a partir de la ETc estimada por Irrimaps para cada parcela, sirviéndose para ello de sus propios datos climáticos y estimando el coeficiente de cultivo con imágenes satelitales. El volumen semanal resultante se ha distribuido a través de un sistema de riego por aspersión, generalmente fraccionado en dos dosis semanales.

De acuerdo con la textura franca del suelo, a partir de las ecuaciones de Saxton el software calcula una capacidad de campo cercana al 30% del volumen, y un punto de marchitez permanente del 5%. Decir que el programa corrige automáticamente estos valores en caso de detectar diferencias entre la realidad y las estimaciones teóricas, si bien en esta ocasión no ha sido necesario reajustar los cálculos.

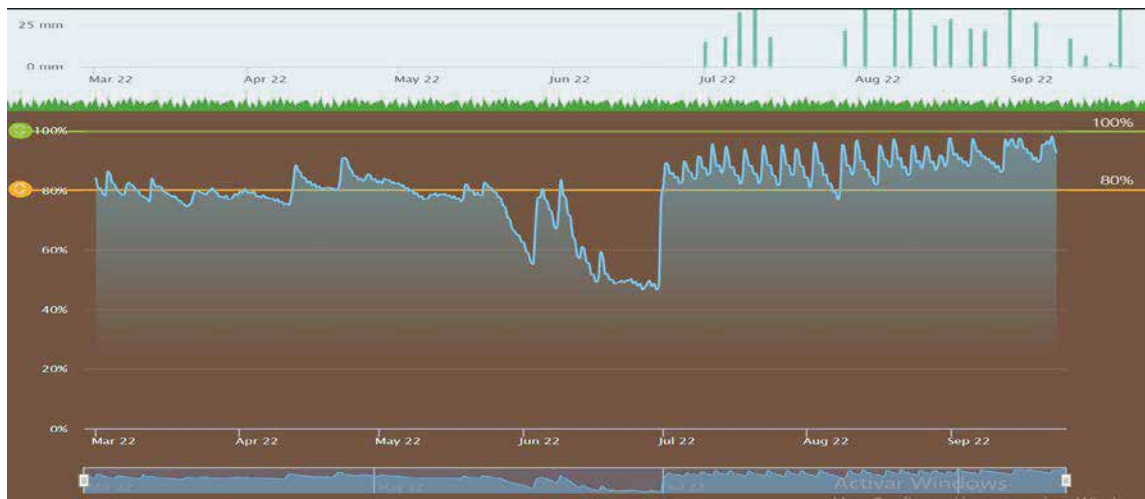


Figura 12. Contenido de agua útil (mm) en el suelo de una parcela de Aimcra (Valladolid) con cultivo de remolacha en ciclo de primavera.



Figura 13. Perfil de humedad del suelo a dos profundidades en una parcela de Aimcra (Valladolid) con cultivo de remolacha en ciclo de primavera.

Atendiendo a los datos registrados tras la modificación de junio, se identifican 20 riegos realizados hasta la fecha de redacción de este informe, que han permitido mantener en todo momento una buena disponibilidad de agua para el cultivo, evitando situaciones de estrés hídrico. El contenido de humedad del suelo apenas ha bajado del 80 % de su capacidad de retener agua útil.

A continuación, en la Figura 14 se ofrece un análisis más detallado de los riegos realizados en esta parcela; se ha seleccionado este campo demostrativo para examinarlo más exhaustivamente por tratarse de la única ubicación donde se colocó un contador, permitiendo cuantificar las entradas de agua al sistema a en su totalidad. Así, en este periodo se aportó un total de 616,5 l/m², y en 9 de los 20 riegos realizados se sobrepasó la Capacidad de Campo del suelo, provocando pérdidas por lixiviación. Esta fracción de lavado total supuso un 16,25% del volumen total, es decir, cerca de 100 mm, lo cual podría parecer excesivo en ausencia de condiciones de agua muy salina.

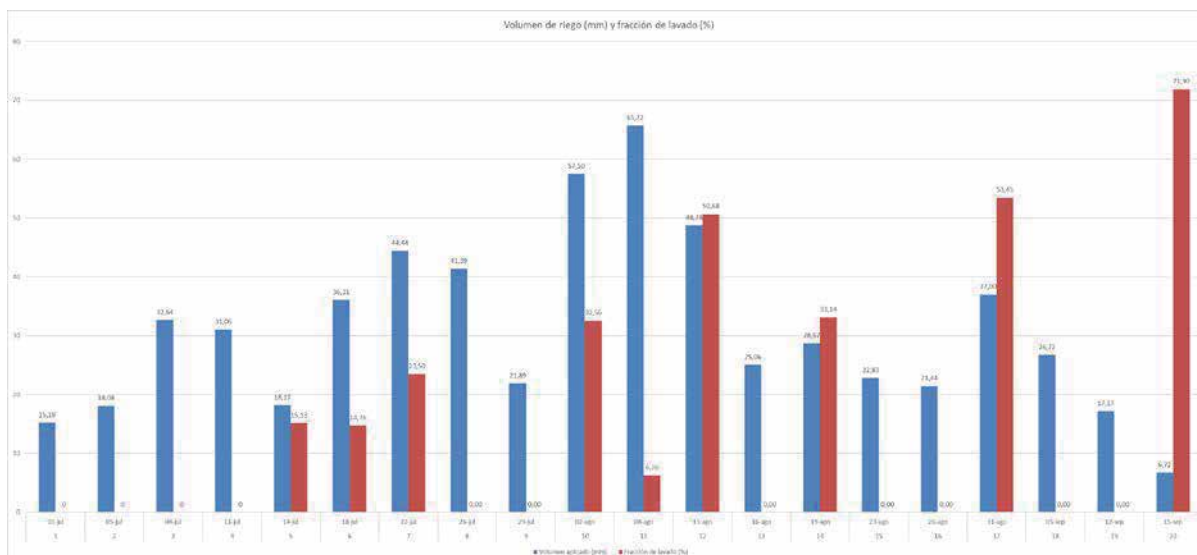


Figura 13. Volumen y Fracción de Lavado de los riegos realizados entre julio y septiembre en el campo demostrativo de Aimcra, Valladolid.

Con el objetivo de evaluar la precisión de las sondas de humedad de suelo y el algoritmo de cálculo del contenido de agua útil en el suelo, en la Figura 15 se ha representado un índice que relaciona los aportes de agua en cada uno de los 20 riegos realizados con el aumento correspondiente de agua útil en el suelo. Como se puede apreciar, esta ratio no es del todo estable, y se sitúa en torno a un valor de 2, lo cual significaría que la eficiencia de aplicación de agua de los aspersores apenas habría alcanzado un 0,5. Se trata de un valor anormalmente bajo, si bien es normal que haya pequeñas variaciones debido a las distintas condiciones ambientales imperantes durante los periodos de riego, que provocan un grado distinto de vaporización instantánea del agua aportada.



Figura 14. Ratio entre el agua aportada en cada riego y el Δ de agua útil en el suelo.

Por último, y a modo de resumen, en la Figura 16 se presenta una comparación entre la evapotranspiración diaria (media semanal) calculada por Irrimaps, la evapotranspiración de referencia estimada por Cesens a partir de los datos de la estación climática de la finca, y la pérdida de agua diaria media (tras descontar los aportes hídricos) según las sondas de humedad del suelo. Destacar que las tres estimaciones evolucionan de forma bastante paralela, siendo la diferencia entre las dos evapotranspiraciones teóricas la aplicación del coeficiente de cultivo (estimado a través de las imágenes satelitales por Irrimaps), y las posibles desviaciones entre las estaciones climáticas utilizadas. En cuanto a la pérdida de agua del suelo, los valores obtenidos

son menos de la mitad de los cálculos teóricos de los balances hídricos, si bien hay que tener en cuenta que pese a tratarse de una medida directa, para validar estos resultados habría que considerar el ratio descrito en la Figura anterior, con lo que se minimizan considerablemente las diferencias.

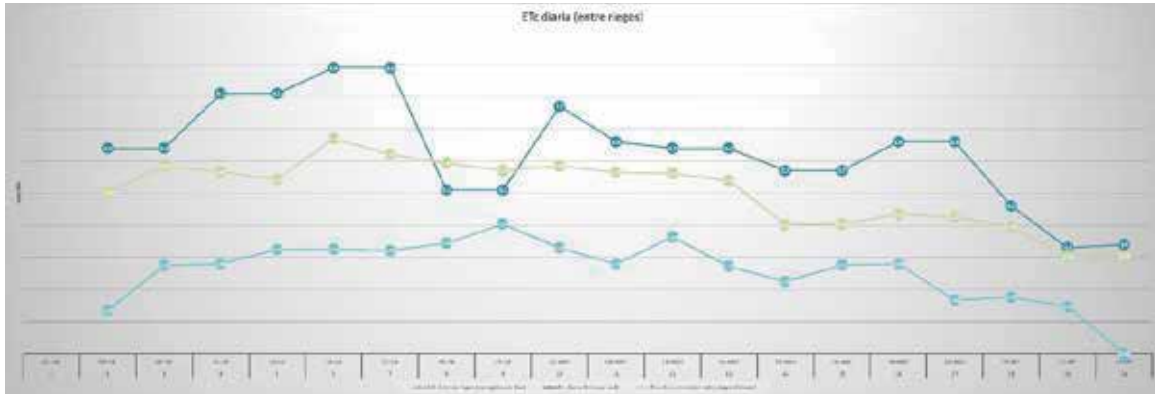


Figura 15. Estimación de la evapotranspiración diaria (media semanal) a través de varias metodologías de cálculo.

El proyecto EFFIREM para la reducción del coste energético del riego en remolacha mediante eficiencia energética y reducción del consumo de agua ha sido subvencionado por la convocatoria 2020 de proyectos de innovación de interés general por grupos operativos de la asociación europea para la innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícolas (AEI-AGRI), en el marco del Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014-2020 en la submedida 16.2 y área focal 5ª con un presupuesto de 585.366,20 euros y una subvención de 540.166,20 euros, siendo el 80% cofinanciado por el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural y el 20% por la Administración General del Estado del Gobierno de España.

La Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DG-DRIFA), como autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda FEADER y nacional correspondiente.



EFFIREM
Reducción del coste energético del riego en remolacha
mediante eficiencia energética y reducción del
consumo de agua

Actuación cofinanciada por la Unión Europea	
 Unión Europea Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural	<i>Europa invierte en las zonas rurales</i> INVERSIÓN: Coste total 585.366,20 € Ayuda 540.166,20 € Cofinanciación UE 80 %