



INFORME DE VALIDACIÓN

ENTREGABLE DE ACURIEGO

“Apoyo para los proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías” del Programa de Desarrollo Rural de la Comunidad Foral de Navarra 2014-2020

Índice

1.	ALCANCE Y OBJETIVOS	3
2.	VALIDACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS	4
3.	CONCLUSIONES	13

1. ALCANCE Y OBJETIVOS

El presente entregable se enmarca dentro del proyecto Acuriego (Modelador hídrico de alta precisión para el uso eficiente del riego en el cultivo de la vid en Navarra). Tiene por finalidad abordar el objetivo OE4. Para ello, se llevará a cabo la acción 2.6 sobre *Análisis de datos, validación de nuevas tecnologías de estrés en planta*; definida dentro del paquete de trabajo nº 2: *Toma de muestra y modelado*.

2. VALIDACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS

Uno de los objetivos del proyecto consistió en validar si las medidas directas de otros sensores podrían estar relacionadas con la humedad del suelo y así poder tomar decisiones informadas sobre la actuación del riego. Para ello, se recogieron datos de dendrometría, flujo de savia y potencial hídrico. De las cuales, la dendrometría y el potencial hídrico mostraron ser medidas cuyo comportamiento se relacionan con el riego y la humedad de suelo.

Para este análisis, se ha relacionado una representación estadística dividida en cuadrantes donde se relacionan todas las medidas de campo entre sí. Esta representación, denominada diagramas de pares, se compone por una diagonal donde se observan los histogramas de cada medida, por encima el índice de correlación y por debajo la distribución de los datos y su tendencia.

En cuanto al flujo de savia, ha sido medido tanto en los cultivos de Vega del Castillo como en los de Viveros de Villanueva. En cuanto a las mediciones de Vega del Castillo, en todas se ha mostrado el mismo comportamiento por parte del flujo de savia, teniendo una alta correlación (coeficientes entre 0.65 y 0.90) directamente proporcional a la temperatura, la radiación solar y el déficit de presión de vapor.

Una métrica que abarca todos estos parámetros es la evapotranspiración, lo que posibilita la observación de la correlación entre esta métrica y el flujo de savia.

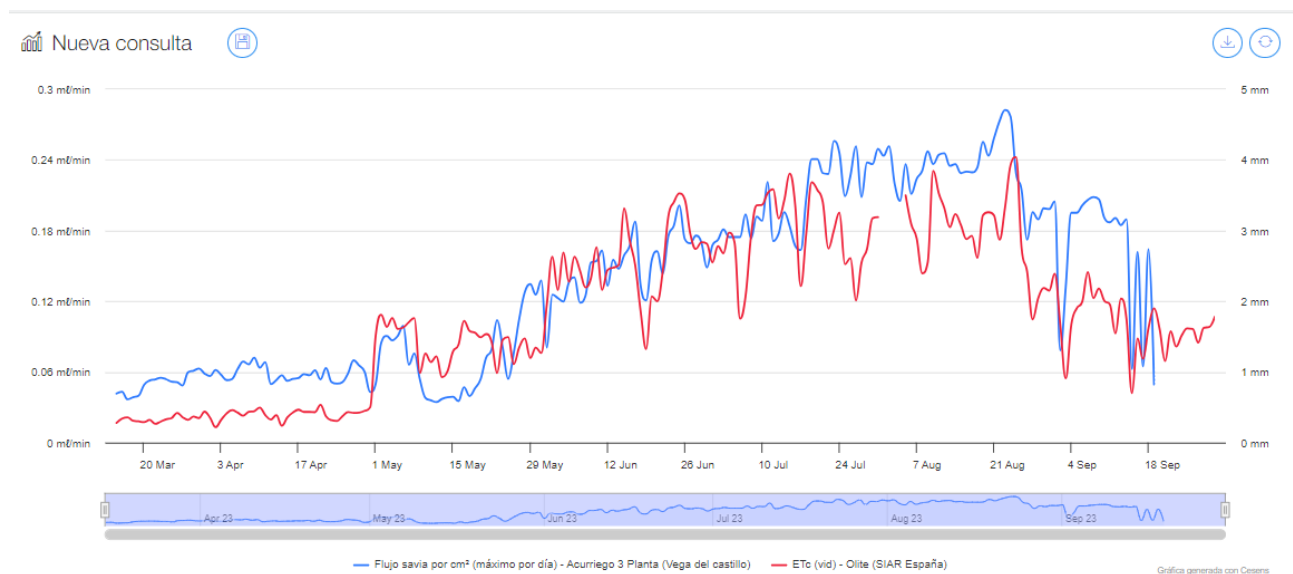


Ilustración 1. Correlación entre la Evapotranspiración y el flujo de savia en el viñedo.

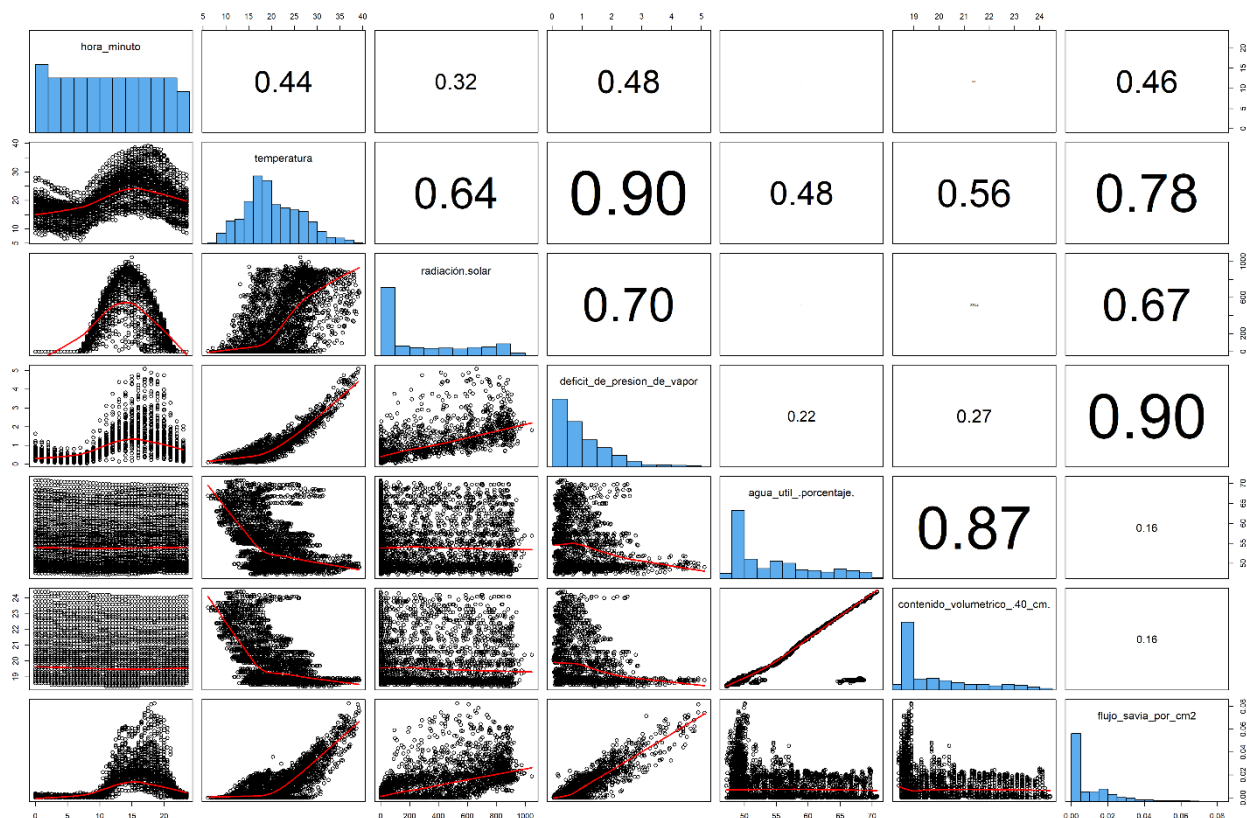


Ilustración 2. Diagrama de pares relaciones las mediciones de acurriego 1 de Vega del Castillo con respecto al flujo de savia

Al igual que lo demuestra el diagrama de pares, en la plataforma de Cesens es posible observar el comportamiento del flujo de savia en función de la radiación. La ilustración siguiente demuestra que el flujo de savia es altamente sensible a las variaciones en la radiación. Cuando hay nubes en un momento específico del día, la radiación disminuye considerablemente, afectando también al flujo de savia. Sin embargo, cuando la radiación no es limitante, aparecen otros factores que conducen a un máximo diario en el flujo, seguido de una disminución.

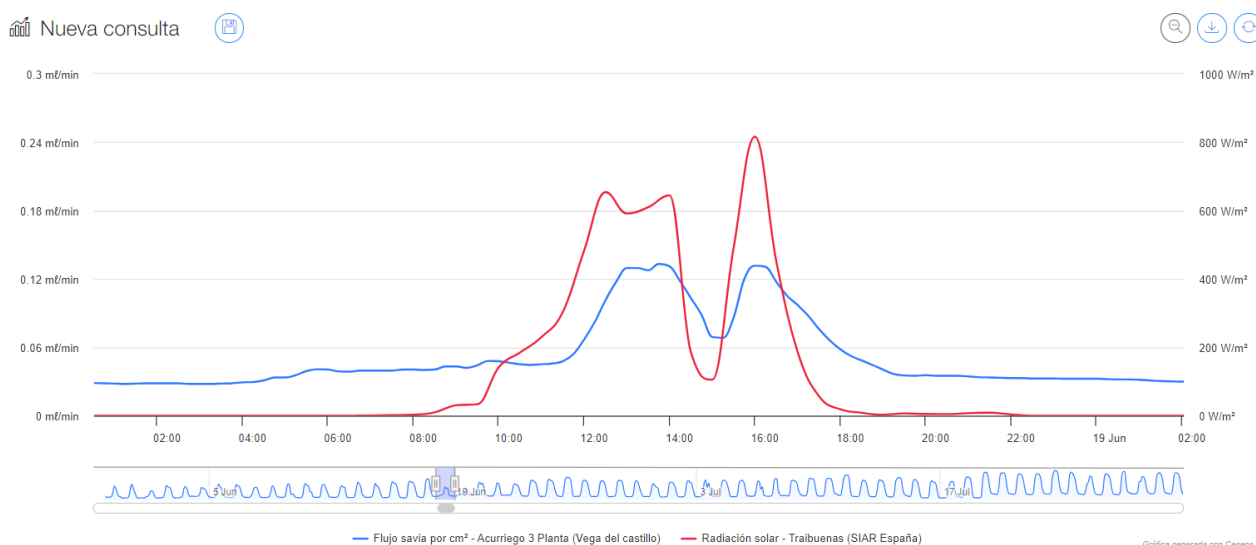


Ilustración 3. Correlación entre el flujo de savia y la radiación.

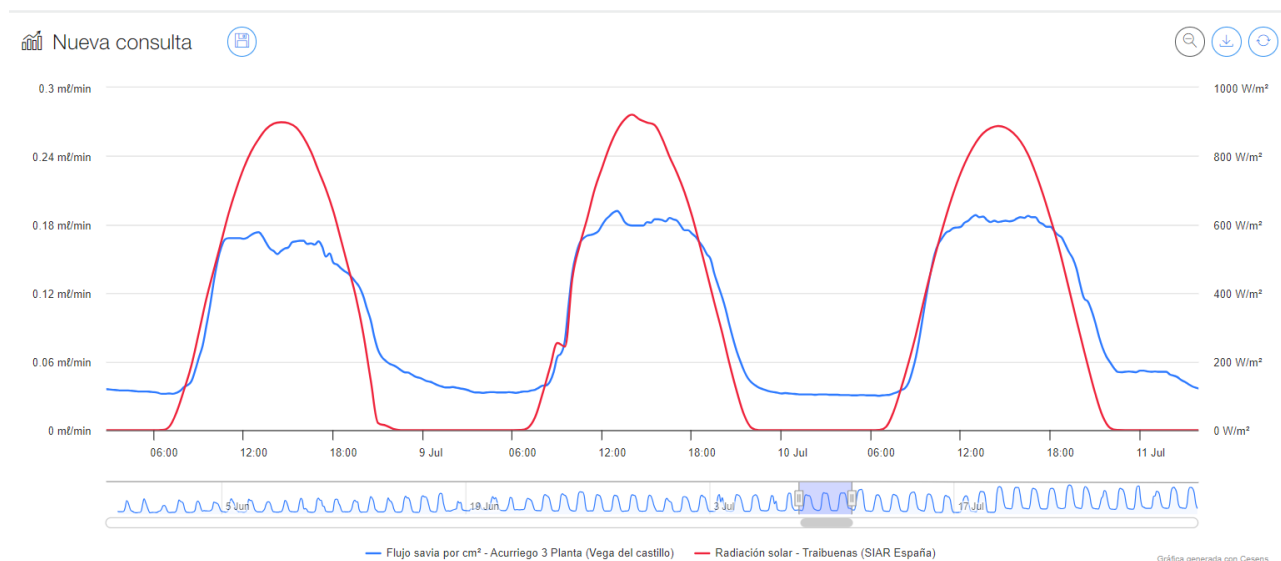


Ilustración 4. Comportamiento del flujo de savia en día donde la radiación no es limitante.

Un término equivalente al flujo de savia es la transpiración, lo que permite observar a través de esta métrica el cierre estomático como un mecanismo de defensa contra el estrés hídrico. En los días de verano, cuando la demanda evapotranspirativa supera la capacidad de absorción de agua por parte de las raíces, las plantas cierran los estomas para evitar deshidratarse, reduciendo la transpiración. Este fenómeno se observa en forma de "M" en días despejados y con temperaturas elevadas.

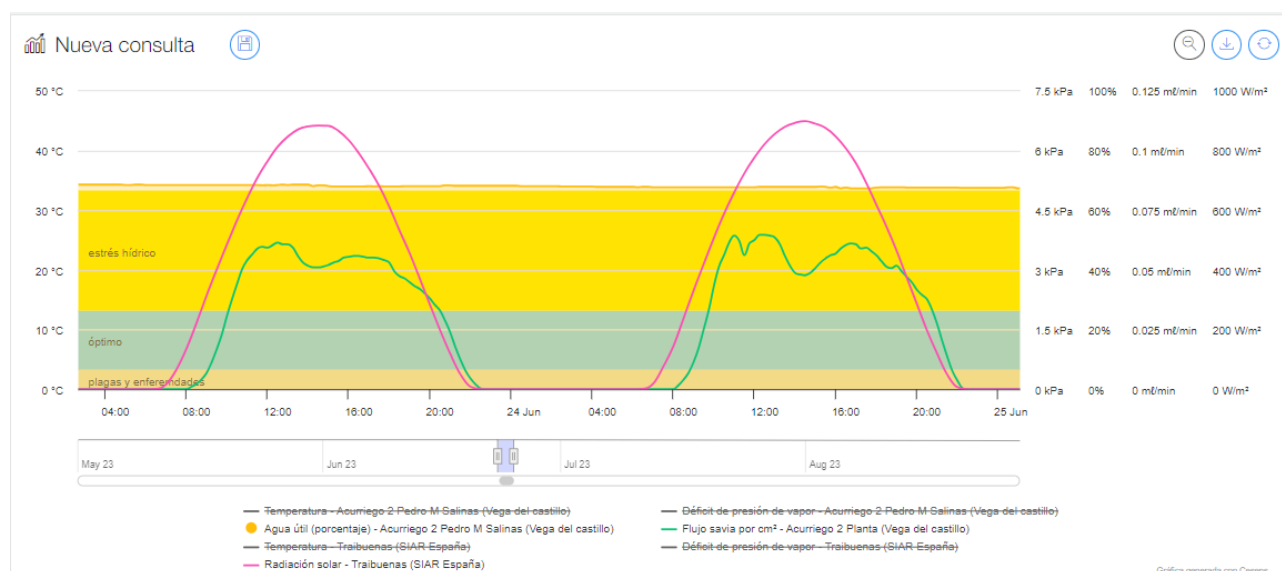


Ilustración 5. Dinámica diaria de la transpiración.

En cuanto a los datos aportados por los sensores de flujo de savia en las parcelas de Viveros Villanueva, además de observar estos comportamientos, hemos logrado asociar la magnitud de la transpiración a la disponibilidad de agua útil para los cultivos. A medida que el contenido volumétrico de agua disminuye en el perfil de suelo ocupado por las raíces, también lo hacen los valores máximos diarios de transpiración. Dado que un mayor flujo de savia está vinculado a una mayor

absorción de nutrientes y, por ende, a una mayor productividad, es crucial garantizar una disponibilidad adecuada de agua útil para no limitar la transpiración.

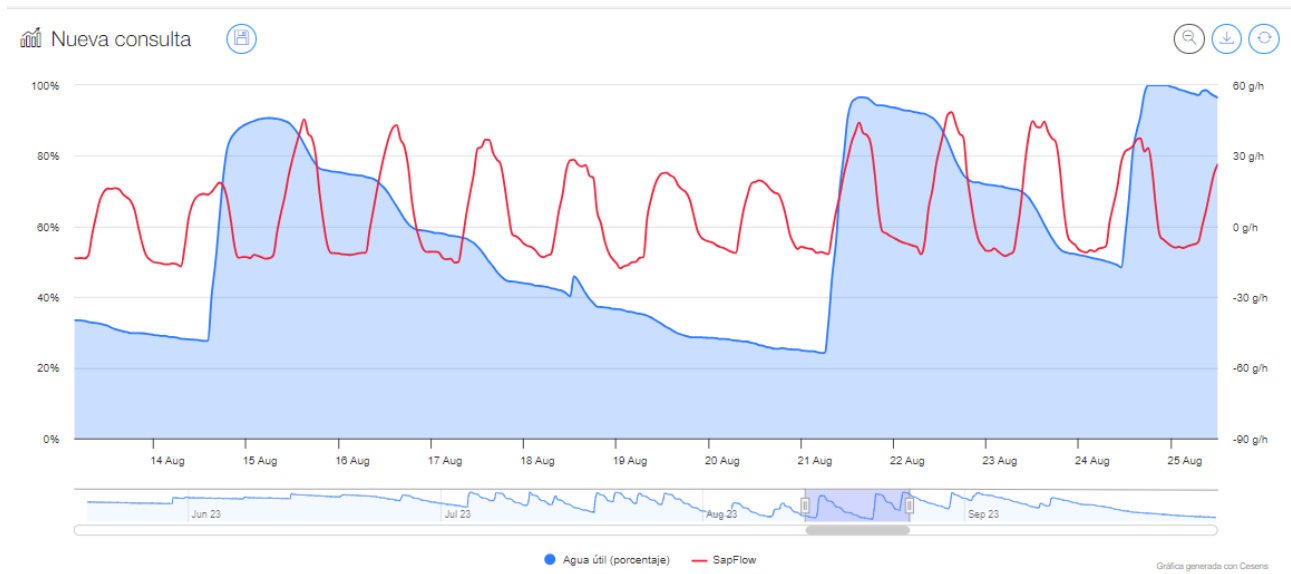


Ilustración 6. Disminución del porcentaje de agua útil provoca un menor flujo de savia.

El potencial hídrico, registrado en las estaciones de Vega del Castillo, tanto en su medición en bruto como en específico para la uva, ha mostrado una correlación moderada de manera directa con el agua útil (con coeficientes de correlación que varían entre 0.60 y 0.69). Por su lado, la medición de *baseline* del potencial de la uva ha mostrado una elevada correlación inversamente proporcional al flujo de savia; y, por tanto, mostrando correlaciones semejantes a este en cuanto a las mediciones de déficit de presión de vapor, radiación solar y temperatura.

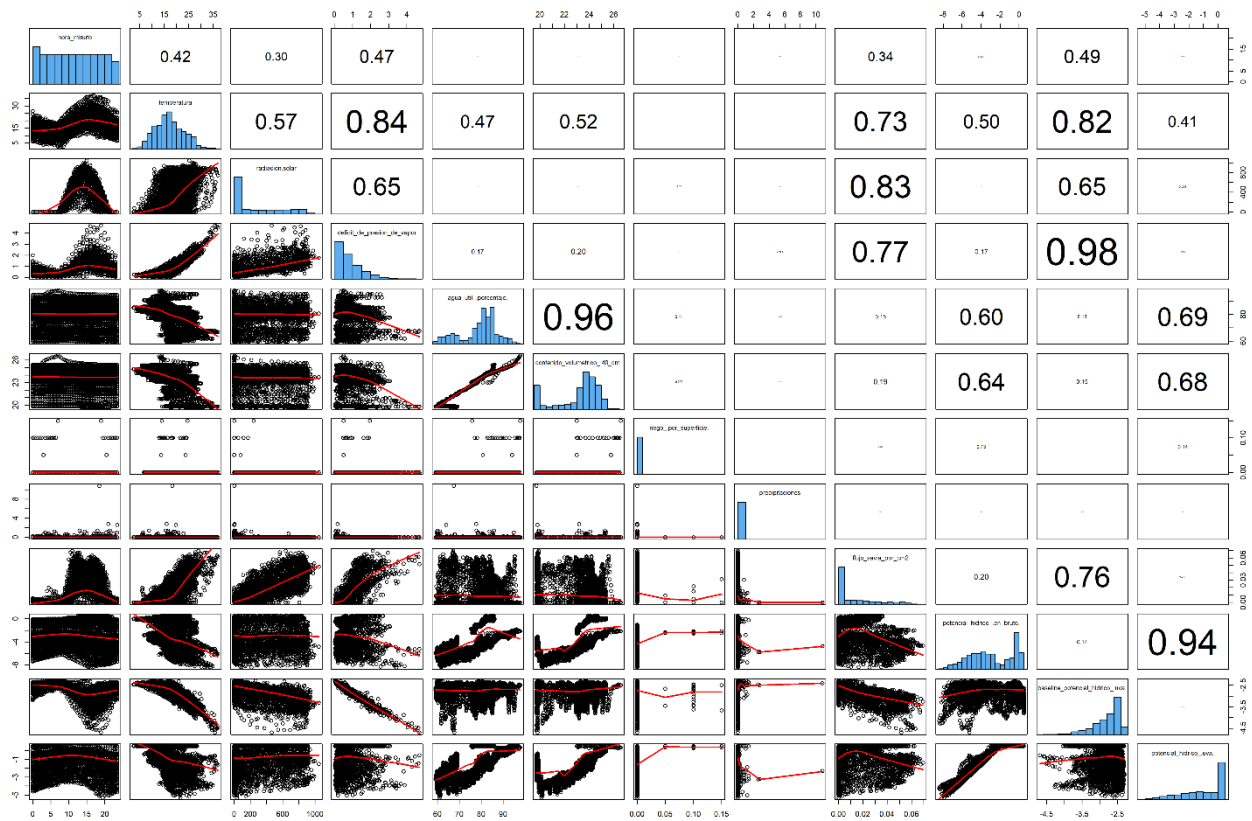


Ilustración 7. Diagrama de pares relaciones las mediciones de acuriego 2 con respecto al potencial hídrico

De acuerdo con el diagrama de pares previo, se observa que el potencial hídrico presenta cierta correlación con la disponibilidad de agua útil (Ilustración 8). Se evidencia que el porcentaje de agua útil (representado por la línea azul) incrementa cada vez que ocurre un evento como una precipitación (barras rojas) o un riego (barras verdes). No obstante, cabe destacar que el potencial hídrico (línea morada) muestra una respuesta más pronunciada ante las precipitaciones que ante los riegos.

La razón de este comportamiento se explica por el hecho de que los riegos se realizan en una zona específica del suelo, dirigidos a alcanzar las raíces, donde se instalaron los sensores de humedad de suelo. Sin embargo, las raíces de un viñedo adulto se extienden por una amplia superficie, abarcando incluso las calles y alcanzando profundidades mayores que las cubiertas por los sensores. Este fenómeno implica que el estrés hídrico del cultivo disminuye de manera más significativa tras una precipitación que después de un riego.

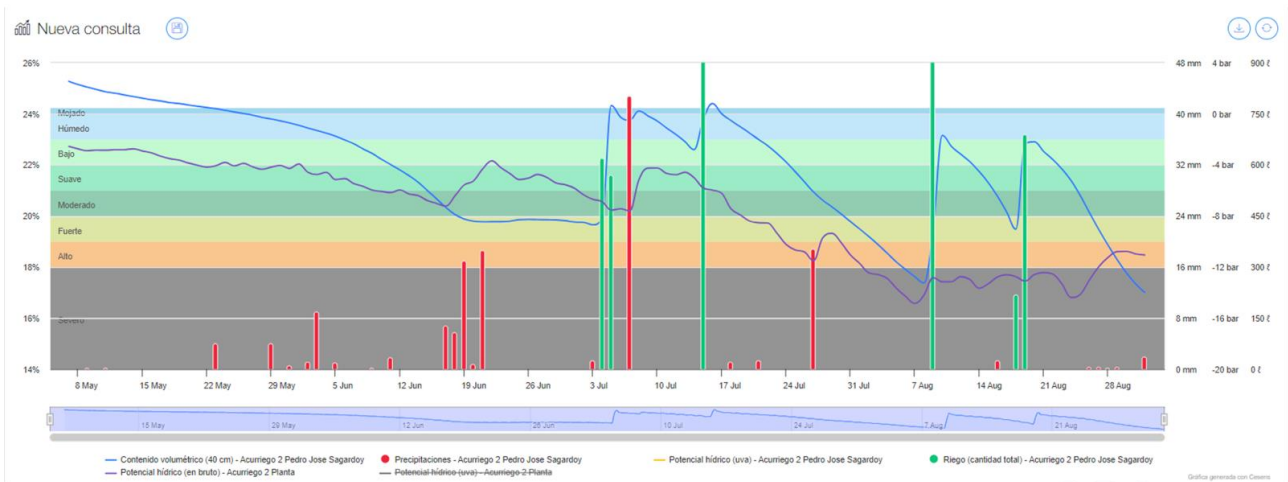


Ilustración 8. Respuesta del potencial hídrico a las precipitaciones y a los riegos

Finalmente, en las estaciones de Viveros Villanueva, se estudia la relación del dendrómetro con el resto de mediciones. En este caso, la medida de dendrometría parece tener relación con la humedad del suelo, en concreto, en acuriego 1 se ha observado que tiene una relación directa con el agua útil, aunque es leve (coeficiente de correlación 0.40). Analizando la humedad de suelo a distintas profundidades, mientras que a 20 cm no ha mostrado correlación (coeficiente 0.24), a 40 cm ha mostrado una correlación moderada con un coeficiente de 0.62 directamente proporcional. En acuriego 3, se observa una relación muy alta (coeficiente de 0.85 a 0.89) y directamente proporcional del dendrómetro con el agua útil y la humedad de suelo en distintas profundidades. En cuanto a las estaciones restantes, las medidas del dendrómetro se han visto alteradas por movimientos del sensor en campo, por lo que su análisis no es concluyente.

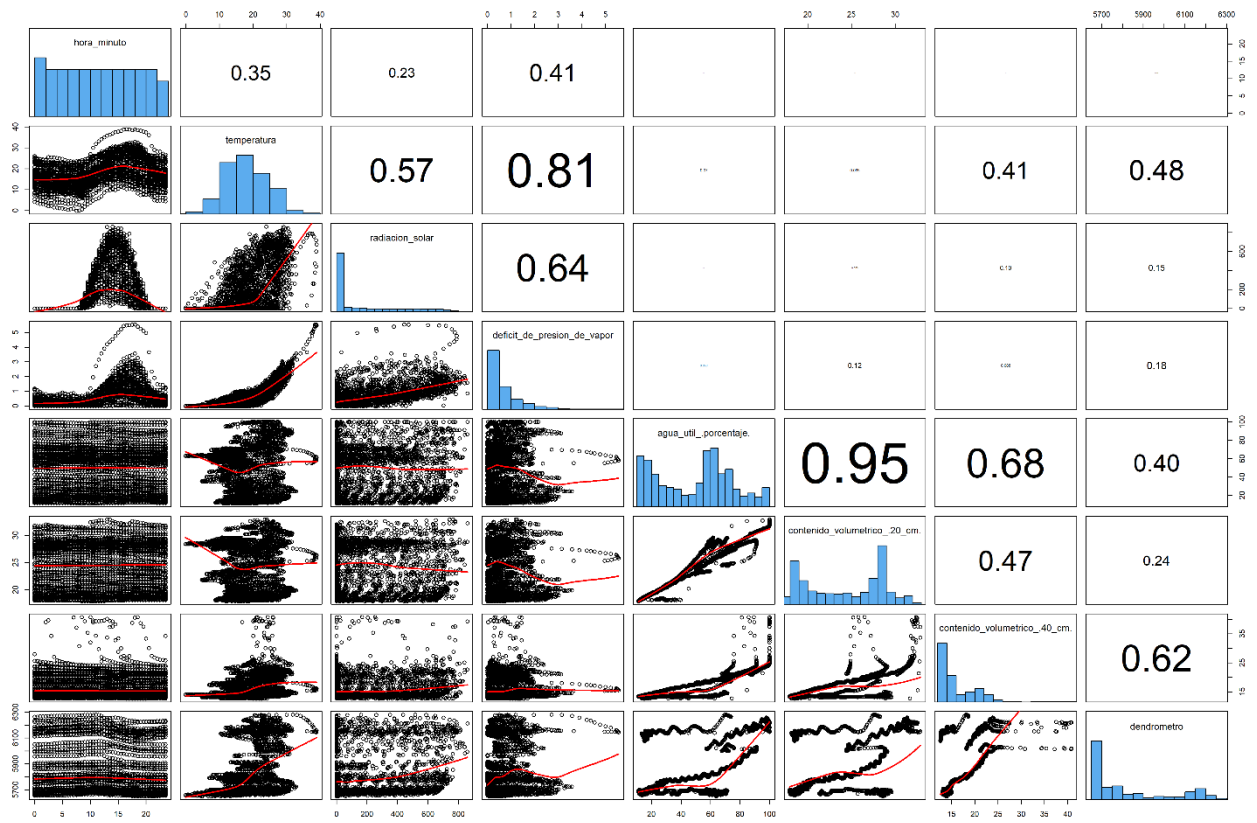


Ilustración 9. Diagrama de pares relaciones las mediciones de acuriego 1 con respecto al dendrómetro

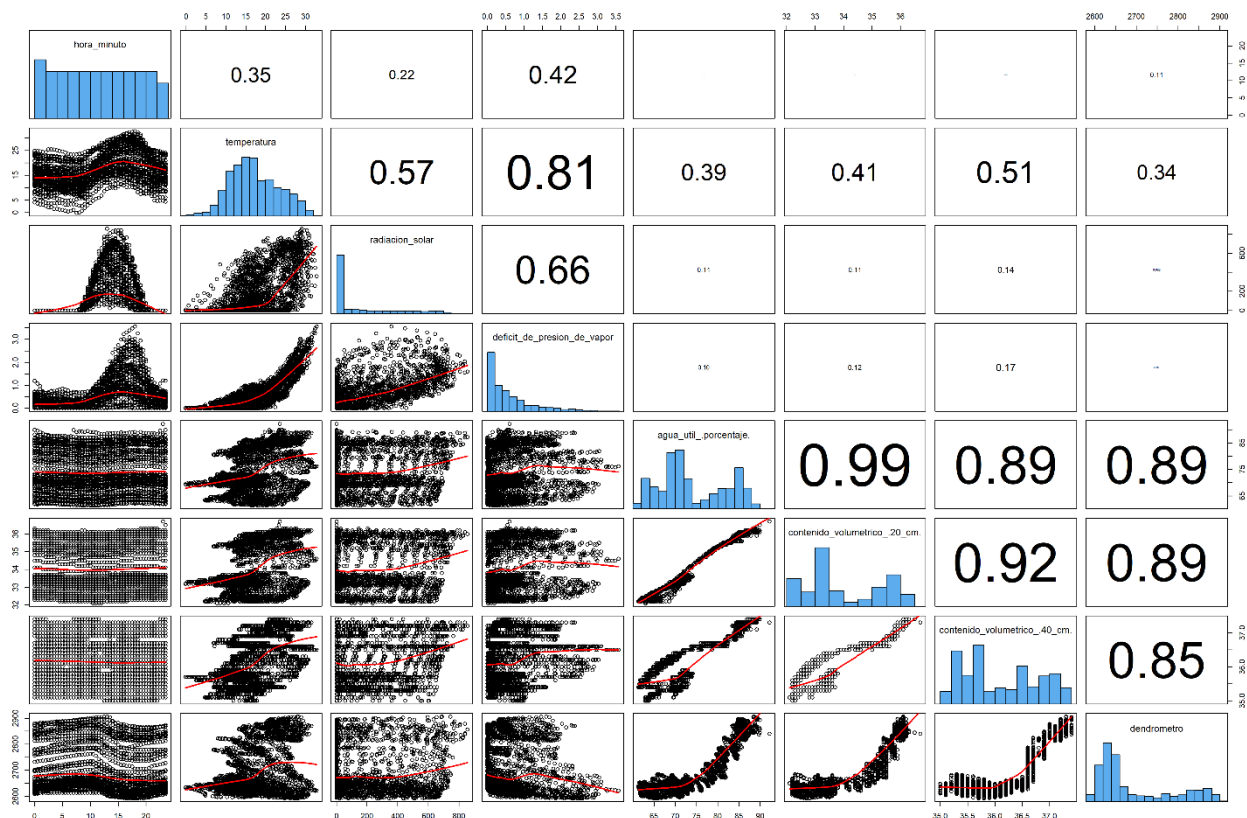


Ilustración 10. Diagrama de pares relaciones las mediciones de acuriego 3 con respecto al dendrómetro

Dentro de la plataforma Cesens, se puede visualizar de manera gráfica la correlación entre los valores de diversos sensores. En el presente caso (Ilustración 11), se analizó un período de una semana, durante el cual el porcentaje de contenido de agua disponible (representado por la línea azul) experimentó una disminución gradual desde el 100% hasta alcanzar el 40%. La reducción en la disponibilidad de agua influyó directamente en la capacidad de absorción de la planta, evidenciada en el comportamiento del flujo de savia (línea roja), donde los máximos diarios disminuyeron progresivamente.

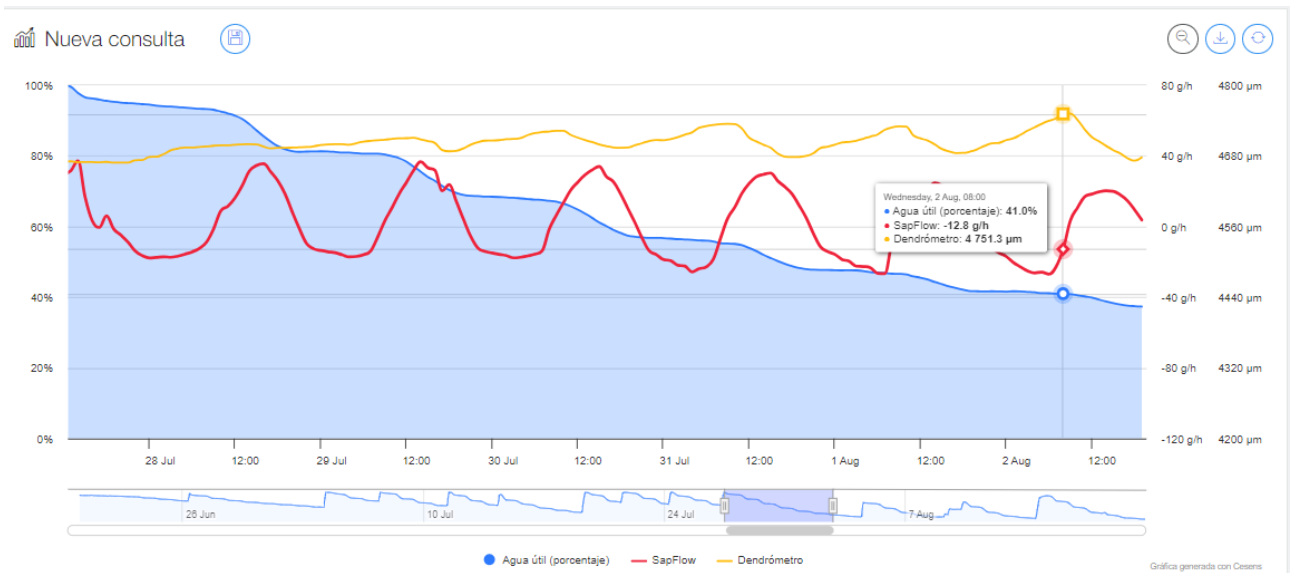


Ilustración 11. Comportamiento del dendrómetro ante el agotamiento del agua útil.

3. CONCLUSIONES

En cuanto al diseño del modelador hídrico y las recomendaciones de riego, aunque no se disponía de un número elevado de datos para búsqueda de modelos no lineales, se demostró que su entendimiento y definición no dependían únicamente de los sensores de humedad, sino que también de las mediciones directas en la planta, en concreto las mediciones de dendrometría y potencial hídrico. Así que ambos, en conjunto, pueden ser posibles indicadores para la gestión de un riego eficiente; y su monitorización en tiempo real en la aplicación de Cesens puede suponer un ahorro significativo de agua, así como garantizar la salud del cultivo.