

Figura 1. Sitio web Plataforma Agrícola Satelital PLAS.

Plataforma Agrícola Satelital PLAS

COEFICIENTES DE CULTIVO SATELITALES PARA AUMENTAR EFICIENCIA HÍDRICA

Muchos productores definen volumen, tiempo y frecuencia del riego de manera intuitiva o con base a su propia experiencia sitio específica, sistema que conlleva un alto nivel de incertidumbre asociada al correcto manejo del riego, el que en algunos casos es de muy baja eficiencia. En este contexto, por medio de teledetección, la Plataforma Agrícola Satelital PLAS es un esfuerzo de modernización de las herramientas para la supervisión y el manejo del riego.

✍️ CLAUDIO BALBONTÍN N., INIA INTIHUASI. CLAUDIO.BALBONTIN@INIA.CL, TELÉFONO: +56 51 2 223290 EXT. 2139

Chile está atravesando una de las peores crisis hídricas que se tenga registro. La duración y frecuencia de los periodos con bajas precipitaciones se está acrecentando a lo largo del país debido a los efectos del cambio climático. Así mismo, en la Cordillera de Los Andes, las reservas de agua también están disminuyendo, ya sea por los menores montos de precipitaciones, como también por cambios en la altura de la cota isoterma cero. Estas condiciones meteorológicas dan lugar a serias limitantes en el acceso a los recursos hídricos y a situaciones de déficit hídrico en diversas localidades donde tradicionalmente no existía la necesidad de aportar riego.

En contraste, el desarrollo poblacional, económico e industrial del país, han aumentado la demanda por recursos

hídricos y la presión sobre su uso. Nuevos parámetros económicos (empresas B, certificaciones, huella del agua, etc.) obligarán a las empresas al correcto uso del agua si se quiere acceder a mercados internacionales exigentes en estas materias. En este contexto, la agricultura chilena (principal usuario del agua), enfrenta serios problemas relacionados con la disponibilidad hídrica, lo que incluso han generado controversias sociales relacionadas con el acceso al recurso en algunas zonas y el bloqueo económico de algunos mercados.

En la agricultura chilena, al igual que en resto del mundo, se estima que la eficiencia hídrica estaría en torno al 50%, es decir de cada 10 litros que se aportan a un cultivo, solo 5 litros son aprovechados por estos en sus procesos de transpiración, en tanto que el resto

se perderá en conducción, evaporación, percolación profunda, entre otros procesos. Esta baja eficiencia es dramática si se piensa que la agricultura es el principal usuario del agua. La buena noticia sería que el aumento en la eficiencia hídrica en la agricultura representaría notables aumentos globales que permitirían disminuir la presión por el elemento y aportaría sustentabilidad a las actividades agropecuarias.

Entre las principales falencias que se detectan en la eficiencia hídrica del riego está la falta de infraestructura para el correcto aporte del riego, la falta de metodologías estandarizadas para la definición de las necesidades de riego de los cultivos, el no uso de información meteorológica para definir la demanda ambiental del sitio, la falta de tecnologías para el monitoreo de la disponibilidad

hídrica en el suelo, el no uso de coeficientes de cultivo locales, por mencionar las principales. De este modo muchos usuarios definen volumen, tiempo y frecuencia del riego de manera intuitiva o con base a su propia experiencia sitio específica, lo cual conlleva un alto nivel de incertidumbre asociada al correcto manejo del riego, el que en algunos casos es de muy baja eficiencia.

NUEVAS TECNOLOGÍAS Y CALIDAD DE LA INFORMACIÓN SATELITAL

Desde el Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA se plantea como estrategia para aumentar la eficiencia hídrica en riego el uso coordinado de marcos conceptuales robustos para la definición de las necesidades de riego de los cultivos y por otro lado nuevas tecnologías para el monitoreo del riego. En este sentido, el INIA junto a otras instituciones de investigación agrícola del país (Universidades de Chile, Talca, Católica de Chile, Arturo Prat) y el co-financiamiento de FIA, han desarrollado el proyecto Plataforma Agrícola Satelital PLAS el cual es un esfuerzo de modernización de las herramientas para la supervisión de la agricultura y el manejo del riego (Fig. 1).

Los avances científicos de los últimos 30 años en teledetección (remote sensing en inglés) han demostrado la aptitud de los índices de vegetación satelitales (IV) para evaluar la vegetación, el vigor de los cultivos, estimar la evapotranspiración (ETc) y por tanto las necesidades de riego. La base de estas metodologías es la relación establecida entre los índices de vegetación y el coeficiente de cultivo (Kc), que resulta de la capacidad de los IV para medir la radiación absorbida por la vegetación, como el principal impulsor del proceso de evapotranspiración. El creciente número de satélites aumentan la disponibilidad de datos para alimentar las metodologías basadas en los IV para estimar el Kc con alta frecuencia y resolución espacial o nivel de detalle en tierra. Adicionalmente, el desarrollo de plataformas de comunicaciones disponibles en internet, así como dispositivos móviles para consulta, permiten disponer de esta información de manera simple, rápida y operativa para el manejo rutinario del riego.

La Plataforma Agrícola Satelital de Chile PLAS (<http://maps.spiderwebgis.org/login/?custom=plas>) es un ejemplo de este conjunto de tecnologías puestas al servicio de la agricultura. En ella es posible consultar el nivel de desarrollo de los cultivos y por tanto estimar el valor del Coeficiente de Cultivo (Kc) en ese momento, en cualquier predio ubicado entre las regiones de Atacama y del

Cuadro 1. Características de las imágenes satelitales disponibles en la plataforma PLAS.

Programa	Satélite	Cobertura imagen	Resolución temporal (días entre visita)	Resolución Espacial	Resolución espectral
LANDSAT (NASA)	LANDSAT 8	185 Km por 185 Km	16 días	30 metros	11 bandas
COPERNICUS (ESA)	SENTINEL 2A SENTINEL 2B	100 Km por 100 Km	10 días	10 metros	13 bandas

Biobío (Fig. 2.). Para esto, la plataforma PLAS trabaja con imágenes de dos programas satelitales internacionales: el programa Copernicus de la Agencia Satelital Europea (ESA) con sus satelites Sentinel 2A y Sentinel 2B y el programa Landsat de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA), con su satellite Landsat 8. En el Cuadro 1 se muestra información técnica de los satélites de ambos programas utilizados en la plataforma.

La Plataforma PLAS se actualiza de manera rutinaria cada vez que existe una nueva imagen satelital disponible. De este modo es posible contar con casi una imagen semanal en las zonas más despejadas del país (norte) y al menos una imagen cada 15 días en la zona con mayor frecuencia de nublados (sur). A partir de la secuencia de imágenes es posible analizar en detalle (pixel a pixel) el comportamiento del vigor del cultivo, realizar comparaciones entre distintas zonas del campo y establecer posibles

medidas correctivas, si se identifican zonas del cultivo con bajo desarrollo (Fig. 3). Este tipo de análisis del cultivo, con alto nivel de detalle y alta eficiencia de supervisión, es imposible de realizar en todos los predios con otras técnicas, dada su ubicación, relieve, dimensiones y el tiempo que significaría una visita con este detalle.

Es importante indicar que las tecnologías de supervisión satelital no reemplazan las visitas a terreno sino que permiten orientar y mejorar la eficiencia de los recorridos en campo. Pero la supervisión tradicional de los cultivos (caminado o en vehículos), siempre tiene el sesgo de la disponibilidad de caminos o del tiempo disponible para hacer recorridos por las parcelas. Las herramientas satelitales -para la supervisión- rompen con estas limitantes, siendo mucho más eficientes en su capacidad de analizar el territorio que los métodos tradicionales. Asimismo, la información proporcionada por las imágenes satelitales es cuantitativa



Figura 2. Cobertura Plataforma Agrícola Satelital PLAS.

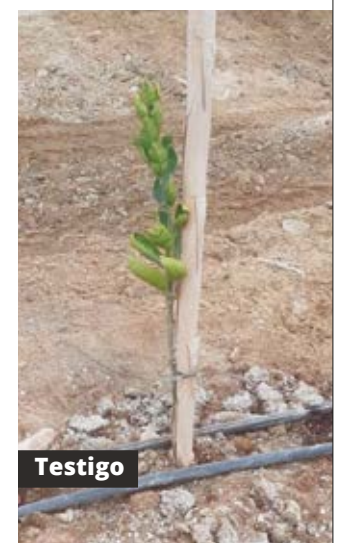
(numérica) y no depende de las apreciaciones personales del observador. De este modo los valores obtenidos en una parcela pueden ser comparados directamente con otros sitios en la parcela o con otras explotaciones, sin incluir el sesgo del observador

En este sentido, dentro de la información derivada desde las imágenes satelitales, útil para el manejo agronómico de los cultivos, se puede indicar la identificación de fechas de inicio y fin del desa-

rollo vegetativo de los cultivos, vigor del crecimiento (cobertura rápida del suelo), valores máximos de desarrollo vegetativo alcanzados durante la temporada (máximo NDVI, máxima cobertura), período estable sin crecimiento vegetativo (llenado de frutos generalmente), inicio de la senescencia, receso invernal, entre otros. Todos estos instantes del ciclo anual de un cultivo pueden ser establecidos y supervisados a través del análisis temporal de las imágenes, adaptando el manejo

Ventajas de usar CROP BOOSTER para el agricultor

1. Aumento de rendimiento y condición de la fruta.
2. Adelanto de la cosecha.
3. Fácil de instalar.
4. Reducción de costos de fertilización.
5. Mejor aprovechamiento del agua de riego.
6. Ayuda a desplazar las sales.



Solicita información al + 56 99 542 8955

www.organikolatam.com

Síguenos en

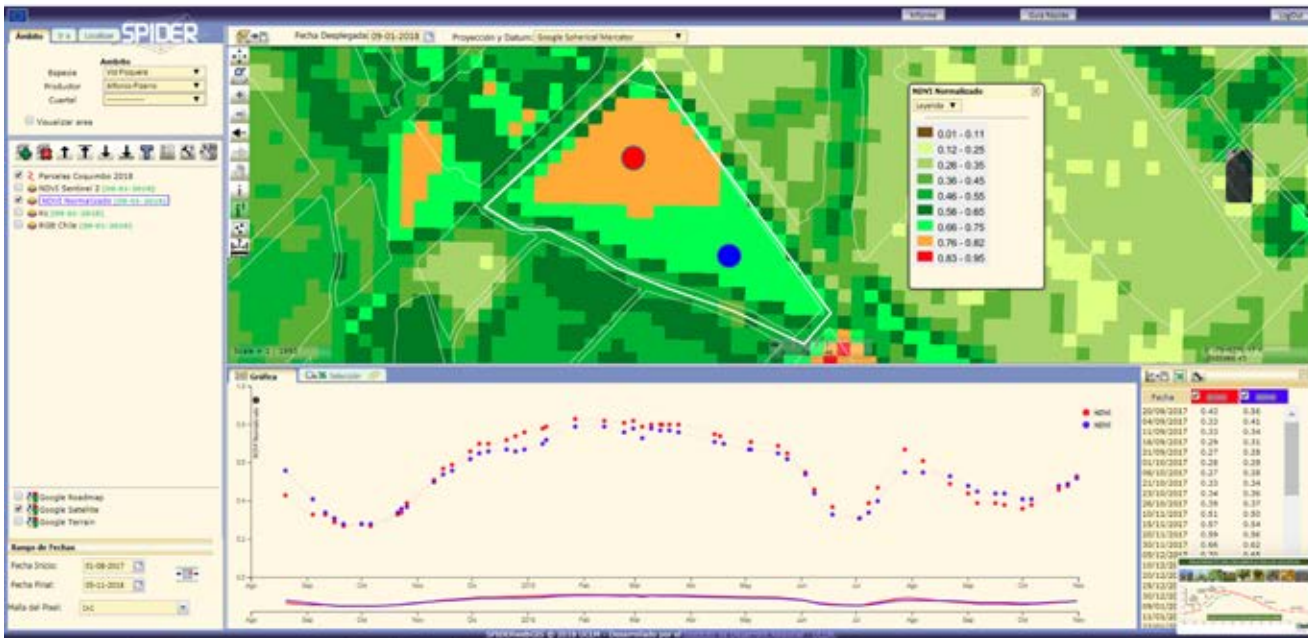


Figura 3. Ejemplo de variabilidad intrapredial de un parrón de uva pisquera.

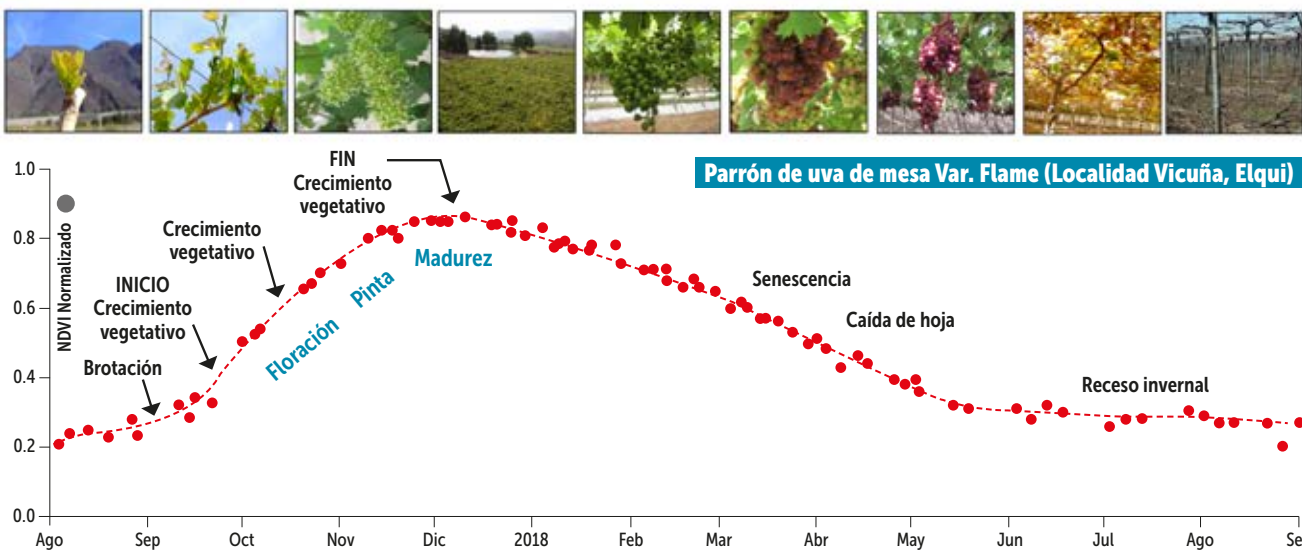


Figura 4. Ejemplo de evolución del desarrollo de un parrón Flame a partir de los valores del índice de vegetación NDVI presentados en la Plataforma PLAS.

agronómico del cultivo, con énfasis en el manejo del riego. En la Figura 4 se señala un ejemplo del desarrollo de un cultivo (parrón uva de mesa) caracterizado a partir de la evolución anual del índice de vegetación NDVI.

PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Tradicionalmente el manejo del riego en los campos agrícolas se realiza utilizando el conocimiento empírico adquirido en el terreno o con manejos históricos que no se ajustan necesariamente al consumo hídrico real de los cultivos bajo las condiciones del sitio donde crecen. En casos con mayor nivel tecnológico, se utilizan coeficientes de cultivo genéricos descritos en la literatura, los cuales fueron desarrollados en otras condiciones ambientales y por tanto tampoco representan las condiciones locales del cultivo.

Afortunadamente, hoy en día y gracias a la información obtenida desde las imágenes satelitales, es posible caracterizar el nivel de desarrollo real del cultivo en el sitio, estimar la cantidad de vegetación desplegada y por tanto la capacidad potencial de transpirar frente a la demanda ambiental. De este modo,

una vez consultada la información del coeficiente de cultivo en un predio por medio de la Plataforma Satelital PLAS, es posible implementar el marco conceptual propuesto por FAO para estimar las necesidades de riego de los cultivos. Para esto será necesario contar con valores de la demanda ambiental o evapotranspiración de referencia (ET_o) de la parcela. Esta información es estimada de manera diaria y automática por las estaciones meteorológicas de la Red Agrometeorológica de INIA (MINAGRI), la que se distribuye a lo largo de todo Chile y puede ser descargada en la dirección web <https://agrometeorologia.cl>.

A modo de ejemplo, en la Figura 5 se muestra un parrón de uva de mesa de la variedad Flame, ubicado en la comuna de Vicuña, el cual -de acuerdo a la Plataforma PLAS- presenta un coeficiente de cultivo (K_c) para el 10 de diciembre de 1,05. Por su parte, para la misma fecha la demanda ambiental (ET_o) fue de 4,8 mm/día. De este modo el consumo será 1,05 x 4,8 mm/día, lo que representa un consumo de 5 mm para ese día. De manera operativa para la programación del riego se considera un valor semanal del

coeficiente de cultivo y la suma semanal de la ET_o para definir la reposición en el riego semanal. Solo quedará conocer la precipitación del equipo para saber el tiempo de riego necesario para aportar el volumen determinado. Como se puede apreciar el cálculo es rápido y simple lo cual transforma a la teledetección en una herramienta realmente operativa

para el manejo rutinario del riego.

Otra de las ventajas de utilizar una metodología estandarizada para el cálculo de las necesidades de riego como el descrito, es la posibilidad de implementar manejos deficitarios controlados del riego de acuerdo a la fenología del cultivo. Un ejemplo clásico es la implementación de un riego deficitario controlado para mejorar características de calidad en uva para vino o en la uva pisquera en instantes cercanos a la madurez de la fruta. Así mismo, en variedades de uva de mesa tempranas (ej. Flame), las cuales pasarán gran parte del verano sin fruta, pero con necesidades de riego, es posible implementar riego deficitario aplicando un coeficiente de estrés (k_s) a la multiplicación del K_c por ET_o. En la Fig. 5 se señala un ejemplo de este manejo en un parrón de uva de mesa var. Maylen. También un ejercicio interesante para evaluar el manejo del riego en un campo, es contrastar el riego aportado en la temporada pasada con el indicado a partir de los valores de la Plataforma Satelital. De este modo se pueden identificar instantes en los cuales se aportó una mayor cantidad de agua, que la necesaria para el cultivo (sobre riego), o instantes en que se aportó menos (déficit) (Fig. 6).

Es importante indicar aquí que las estimaciones de las necesidades de riego señaladas corresponden al consumo hídrico del cultivo, pero para el correcto aporte de estas es necesario considerar aspectos relacionados con el suelo en que se desarrolla el cultivo; principalmente propiedades como capacidad de retención de humedad, humedad aprovechable y profundidad de suelo. Estos aspectos son conocidos como agronomía del riego y deben ser abordados a través de caracterizaciones del suelo y el uso de tecnologías para monitorear la disponibilidad hídrica en el suelo.

SUSTENTABILIDAD DE PLATAFORMAS DE APOYO AL RIEGO

La Plataforma PLAS está dotada con capacidades que permiten realizar consultas sobre cualquier cultivo o tipo de vege-

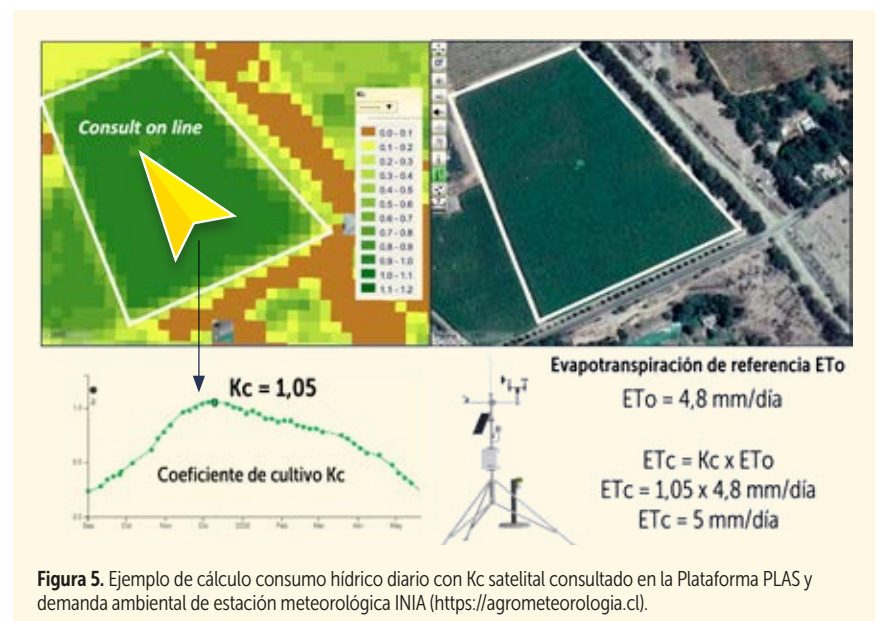


Figura 5. Ejemplo de cálculo consumo hídrico diario con K_c satelital consultado en la Plataforma PLAS y demanda ambiental de estación meteorológica INIA (<https://agrometeorologia.cl>).

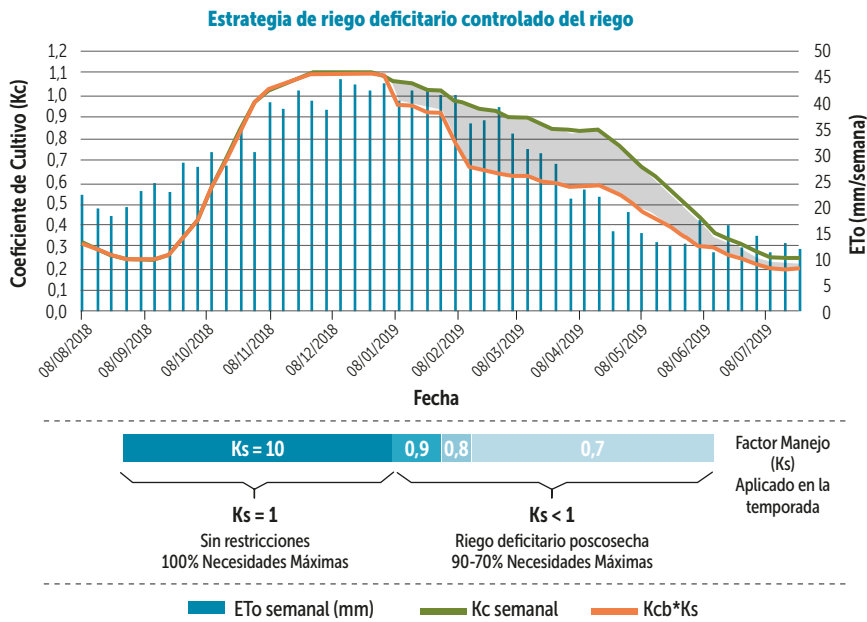


Figura 5. Ejemplo de implementación de un coeficiente de estrés (Ks) en el manejo del riego de uva de mesa. Se destaca en sombra el ahorro de riego.

tación, así como establecer su dinámica temporal de desarrollo a partir del índice de vegetación NDVI. Este índice, transformado en Coeficiente de cultivo, junto a la demanda ambiental del sitio (ETo), permite estimar de manera dinámica y precisa las necesidades hídricas de los cultivos ubicados entre Atacama y Biobío.

Hoy en día y gracias al co-financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y el trabajo mancomunado de especialistas en clima, riego

y recursos hídricos de diversas instituciones de investigación agrícola, se está trabajando en la difusión, validación y perfeccionamiento de la Plataforma. Una vez finalizado este proyecto, la Plataforma PLAS debería quedar a disposición de todo tipo de usuarios. Para esto es necesario establecer su alojamiento y financiamiento basal por alguna institución del estado. Desde el mundo de la investigación estamos entregando continuamente nuevas herramientas para mejorar

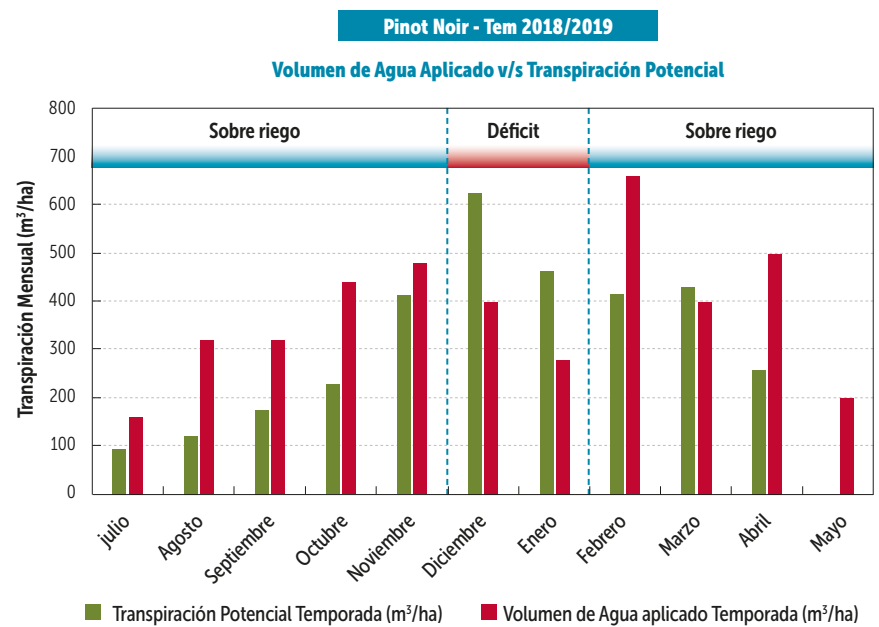


Figura 6. Ejemplo de comparación consumo hídrico mensual modelado con el coeficiente de cultivo satelital versus manejo del riego real durante la temporada.

nuestras prácticas en la agricultura. La Plataforma Satelital PLAS representa una modernización en las herramientas de información cuantitativa de los cultivos, en el marco conceptual de la agricultura de precisión y la eficiencia hídrica.

Un aspecto muy valioso de este proyecto lo constituye la consolidación de un equipo multidisciplinario e interinstitucional de trabajo, que busca poner las capacidades de investigación y desarrollo existentes en el País al servicio de los pro-

blemas que enfrenta nuestra agricultura para transformarse en un sector con mayor capacidad de respuesta a los desafíos del cambio climático, la gestión del agua y la consolidación de un modelo sustentable de desarrollo. Este equipo de investigadores espera que esta plataforma se consolide como una herramienta basal para el monitoreo de la agricultura chilena y permita establecer métodos de cuantificación del consumo hídrico de los cultivos y por tanto de eficiencia hídrica. **Ra**

hidroconta
hydraulic technology

WHEN WATER COUNTS
Hidroconta, especializada en el diseño y fabricación de productos para el control del riego, válvulas contadores y equipos de telecontrol y complementos para la conducción.

Medidores de agua

Válvulas hidráulicas

Telecontrol

Ventosas

IRIS

www.hidroconta.com