Proyecto Plataforma Agrícola Satelital (PLAS)

PYT-2017-0873

Enero 2020

Informe de Avance de Objetivo Especifico 3

Implementar el procedimiento para la determinación operativa de las necesidades hídricas óptimas

Coordinador de Proyecto:

Claudio Balbontín Nesvara

Asociados:

Magali Odi Lara

Jael Montecinos Castro

Carlos Sierra

Álvaro Castillo

Índice

A. DESARROLLO DE ACTIVIDADES---------- 3

3.1 Monitoreo del desarrollo de los cultivos mediante la serie temporal de NDVI: análisis de curvas temporales de NDVI y construcción de patrones o curvas de referencia de los principales cultivos. ---------- 3
3.2 Estimación de coeficiente de cultivo desde la serie temporal de NDVI ---------- 9
3.3 Implementación de mapas y/o información de demanda atmosférica (ETo) en la plataforma ----------11
3.4 Estimación de requerimientos hídricos con metodología Kc-NDVI (evapotranspiración potencial)----14
3.4.1. Desarrollo de herramienta web para calcular requerimientos hídricos----------16

B. DESCRIPCIÓN DE LOS PREDIOS A REALIZAR MONITOREO SATELITAL ----------19

1. Predio Richard Pizarro ----------21
2. La Campana----------26
3. Atacama----------32
4. INIA Vicuña----------42
5. Valle Grande----------50
6. Agrícola El Carmen----------60
7. Sociedad Agrícola Pedregal ----------71
8. Agrícola Olibal----------72
9. Viña Falernia----------83

ANEXOS----------99

Anexo 1. Informe de condiciones meteorológicas pre-brotación en predio Richard Pizarro. ----------99
Anexo 2. Análisis foliares Richard Pizarro 2019 ---------- 101
Fuente: Agrolab. ---------- 101
Anexo 3. Análisis de condiciones nutricionales de Suelo. Fundo La Campana. Comentarios Carlos Sierra. --- 102
Anexo 4. Análisis Foliares y programa de fertilización de Agrícola Atacama. Comentarios y Sugerencias Carlos Sierra. ---------- 103
Anexo 5. Comparación Riegos vs Recomendación Agrícola Atacama. Temporada 2018/2019. ---------- 107
Anexo 6. Análisis foliares Agrícola El Carmen y Fitotoxicidad por Manganeso.---------- 109
Anexo 7. Sugerencias mejora de condiciones hídricas y nutricionales de suelo. Agrícola El Carmen.---------- 111
Anexo 8. Análisis de suelo químicos (fertilidad y salinidad) y físicos (textural), Viña Falernia, Parcelas Titón y El Pedregal.---------- 113
Anexo 9. Aplicación de compost para la mejora de condiciones hídricas de suelo, y fertilización Viña Falernia. ---------- 116

A. Desarrollo de Actividades

3.1 Monitoreo del desarrollo de los cultivos mediante la serie temporal de NDVI: análisis de curvas temporales de NDVI y construcción de patrones o curvas de referencia de los principales cultivos.

Curvas de referencia para los distintos cultivos monitoreados continúa en desarrollo para la presente temporadas 2019/2020, entregando por tanto la información en conjunto con la temporada 2018/2019, ya reportada en el informe anterior.

Se realiza el procesamiento de series temporales de datos de NDVI (Índice de Vegetación de Diferencias Normalizadas) en distintos predios y especies frutales, en relación a la curva de desarrollo de referencia durante la temporada agrícola 2018/2019 y 2019/2020 para las parcelas piloto monitoreadas. Se construyeron patrones o curvas de referencias de los principales cultivos en parcelas de la Región de Coquimbo (Figura 1 a 4), se indica cultivo, variedad y coordenada de referencia en archivo Excel que se adjunta en versión digital *"Curvas de referencia NDVI.xlsx".*

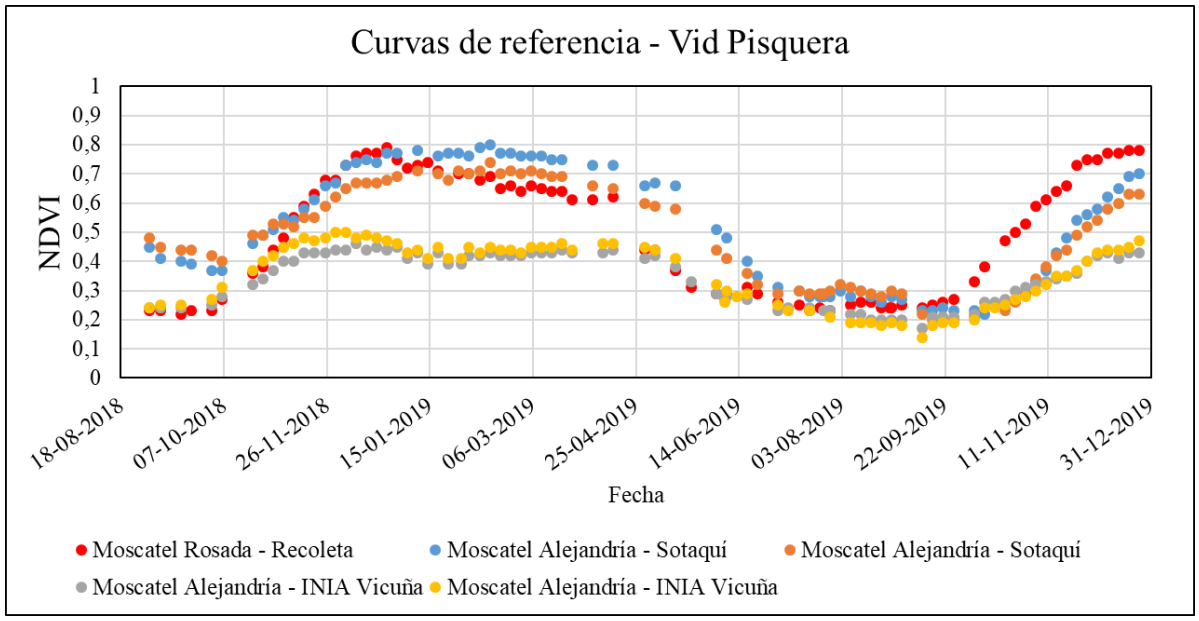


Figura 1. Curvas temporales de NDVI para Vid pisquera

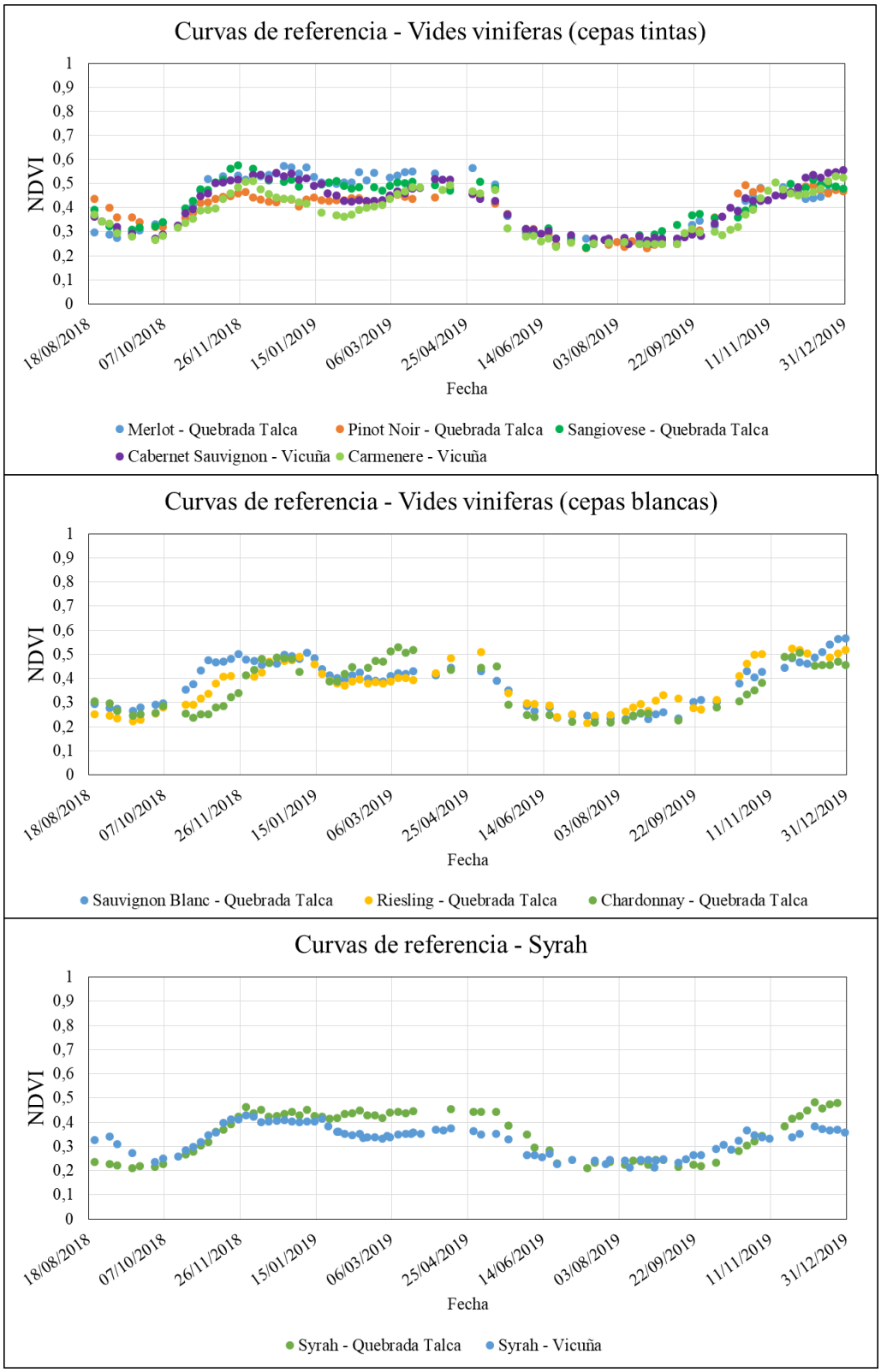
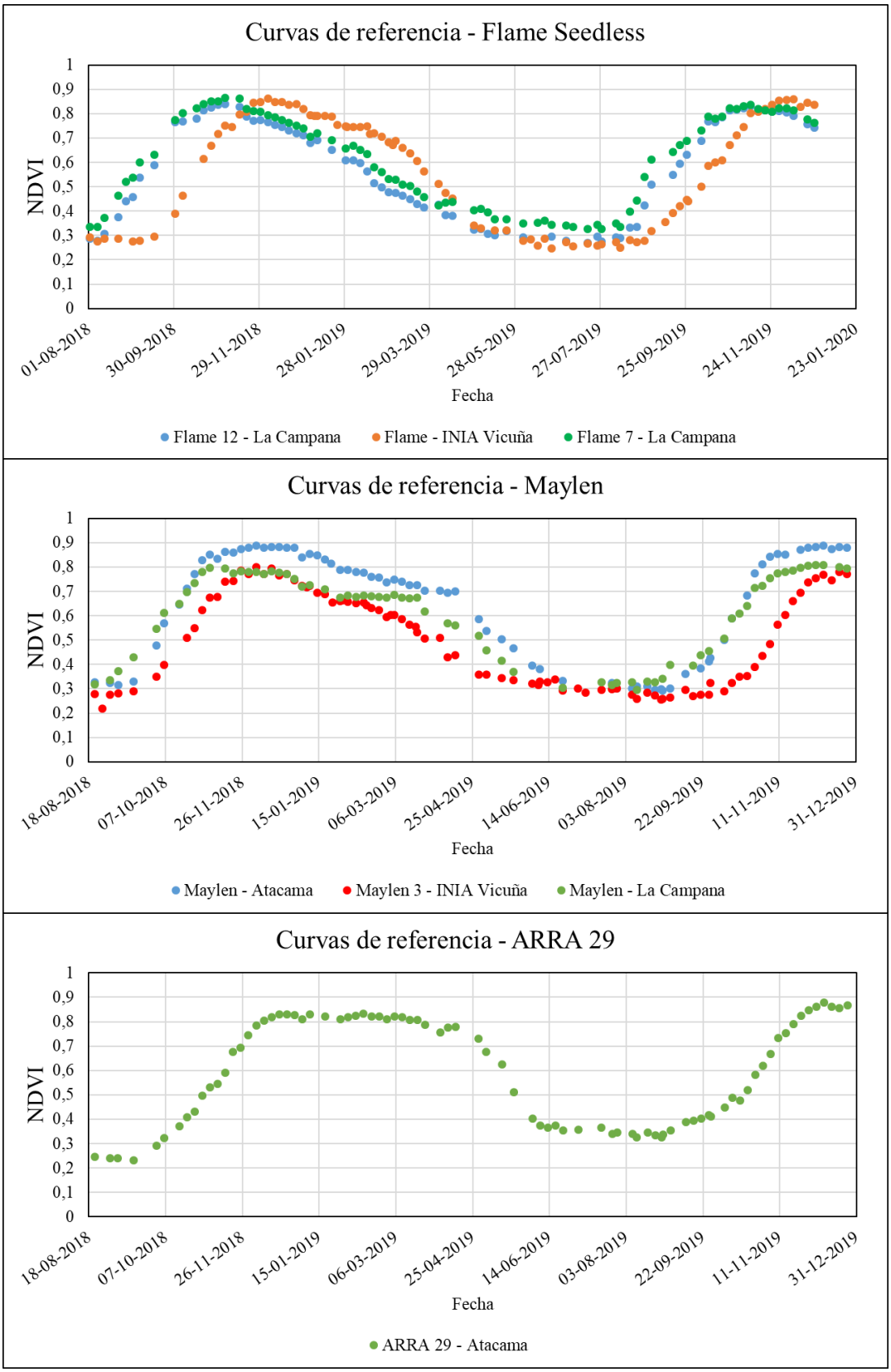


Figura 2. Curvas temporales de NDVI para distintas variedades de Vid vinífera (cepas tintas y blancas)


Curvas de referencia - Flame Seedless
NDVI
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
01-08-2018
30-09-2018
29-11-2018
28-01-2019
29-03-2019
28-05-2019
27-07-2019
25-09-2019
24-11-2019
23-01-2020
Fecha
Flame 12 - La Campana
Flame - INIA Vicuña
Flame 7 - La Campana
Curvas de referencia - Maylen
NDVI
18-08-2018
07-10-2018
26-11-2018
15-01-2019
06-03-2019
25-04-2019
14-06-2019
03-08-2019
22-09-2019
11-11-2019
31-12-2019
Fecha
Maylen - Atacama
Maylen 3 - INIA Vicuña
Maylen - La Campana
Curvas de referencia - ARRA 29
NDVI
18-08-2018
07-10-2018
26-11-2018
15-01-2019
06-03-2019
25-04-2019
14-06-2019
03-08-2019
22-09-2019
11-11-2019
31-12-2019
Fecha
ARRA 29 - Atacama

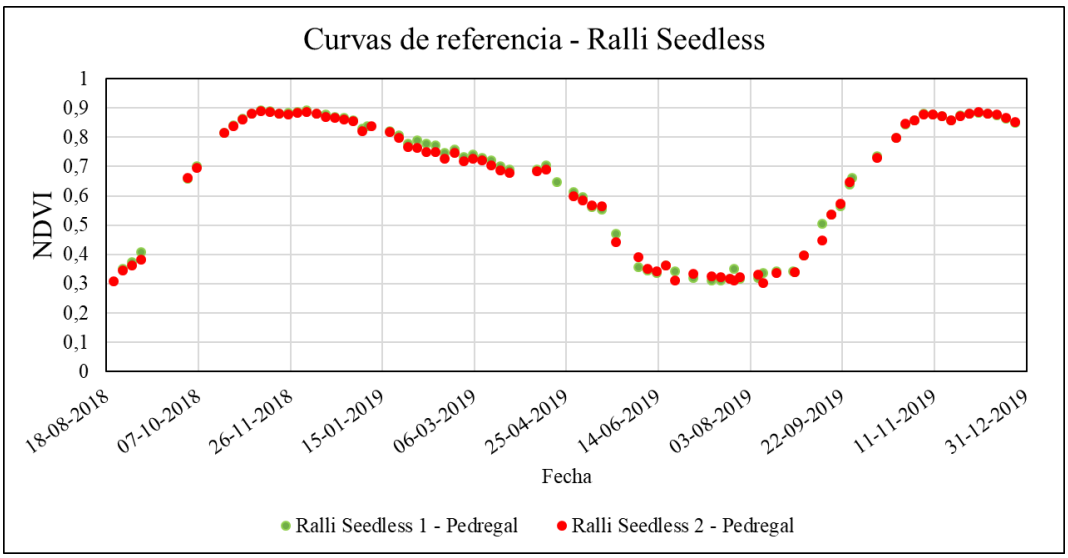


Figura 3. Curvas temporales de NDVI para cuatro variedades de Vid de mesa.

En las Figuras 1, 2 y 3 se observan las curvas de referencia de comportamiento de NDVI para distintas variedades de la especie *Vitis vinifera*, con diferentes fines productivos, siendo las variedades Flame Seedless, Maylen, ARRA 29 y Ralli Seedless destinadas a Vid de mesa; las variedades Moscatel de Alejandría y Moscatel Rosada para producción de pisco; y Syrah, Pinot Noir, Merlot, Sangiovese, Cabernet Sauvignon y Carmenere para producción de vinos tintos, y Sauvignon Blanc, Riesling y Chardonnay para producción de vinos blancos.

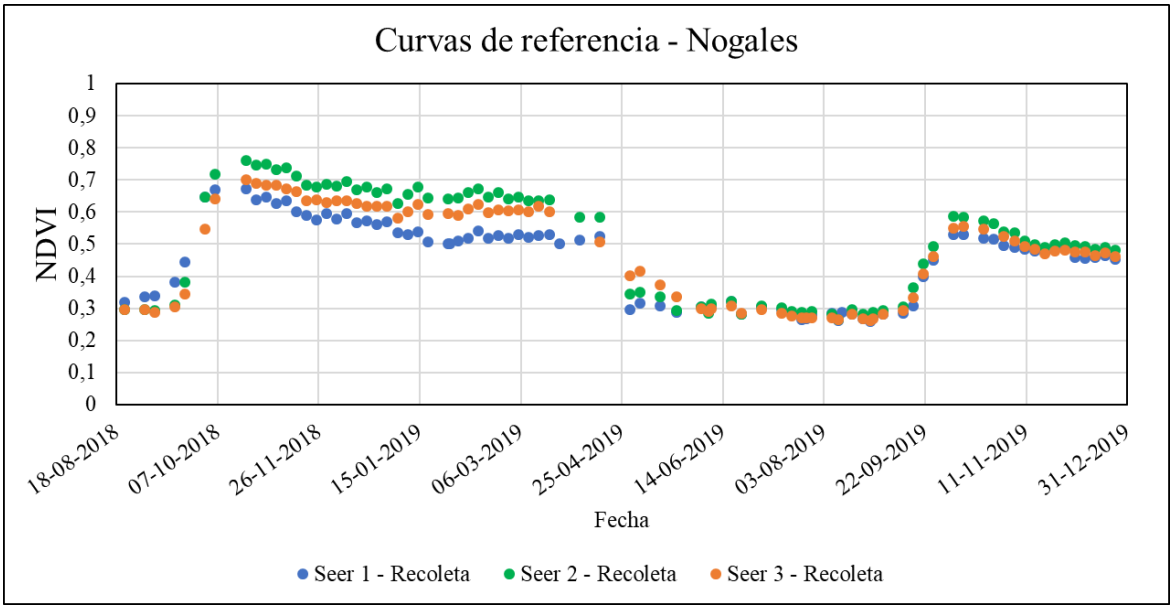
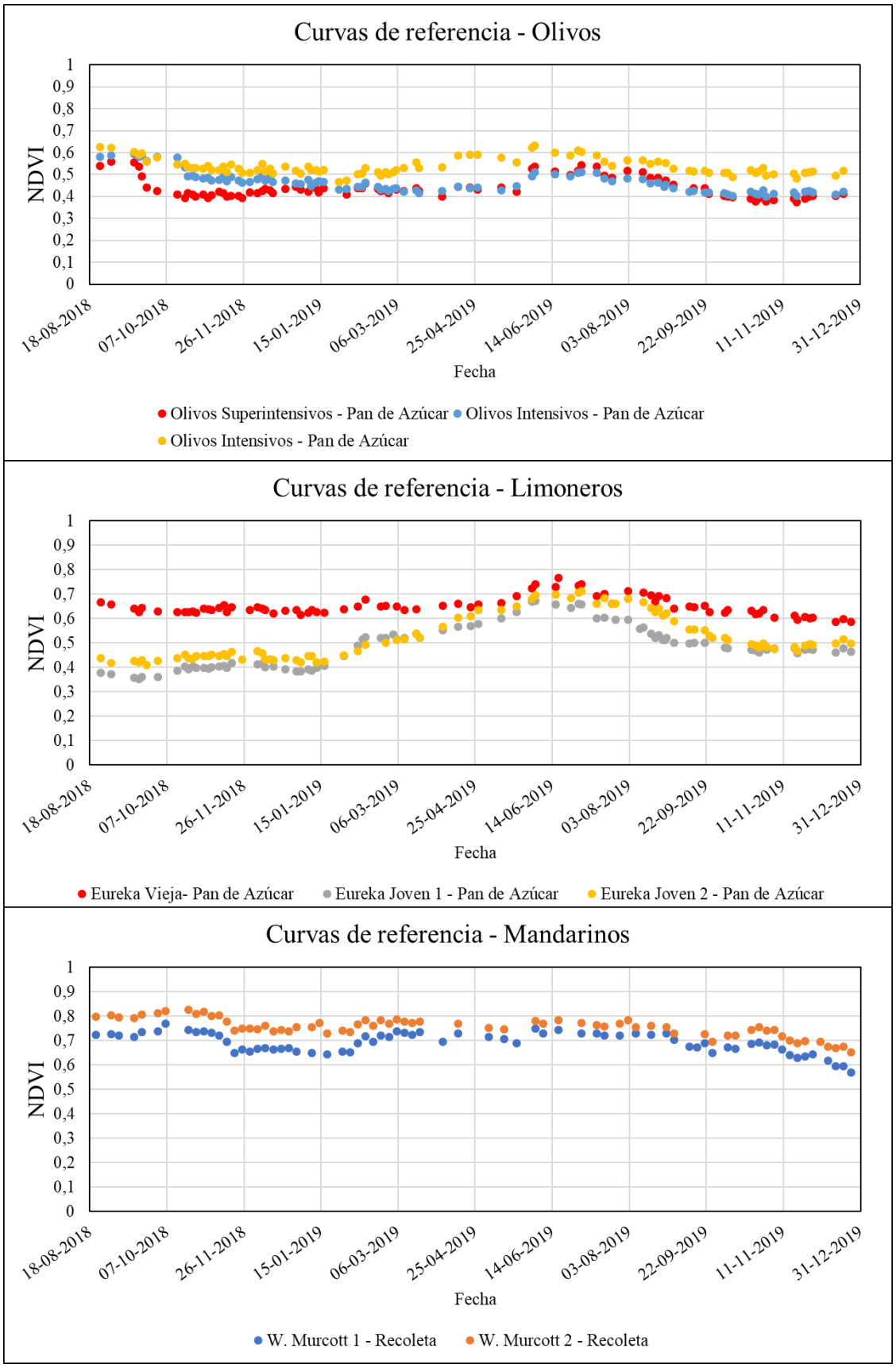


Figura 4. Curvas temporales de NDVI para Nogal


Curvas de referencia - Olivos
NDVI
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
18-08-2018
07-10-2018
26-11-2018
15-01-2019
06-03-2019
25-04-2019
14-06-2019
03-08-2019
22-09-2019
11-11-2019
31-12-2019
Fecha
Olivos Superintensivos - Pan de Azúcar
Olivos Intensivos - Pan de Azúcar
Olivos Intensivos - Pan de Azúcar
Curvas de referencia - Limoneros
NDVI
Fecha
Eureka Vieja- Pan de Azúcar
Eureka Joven 1 - Pan de Azúcar
Eureka Joven 2 - Pan de Azúcar
Curvas de referencia - Mandarinos
NDVI
Fecha
W. Murcott 1 - Recoleta
W. Murcott 2 - Recoleta

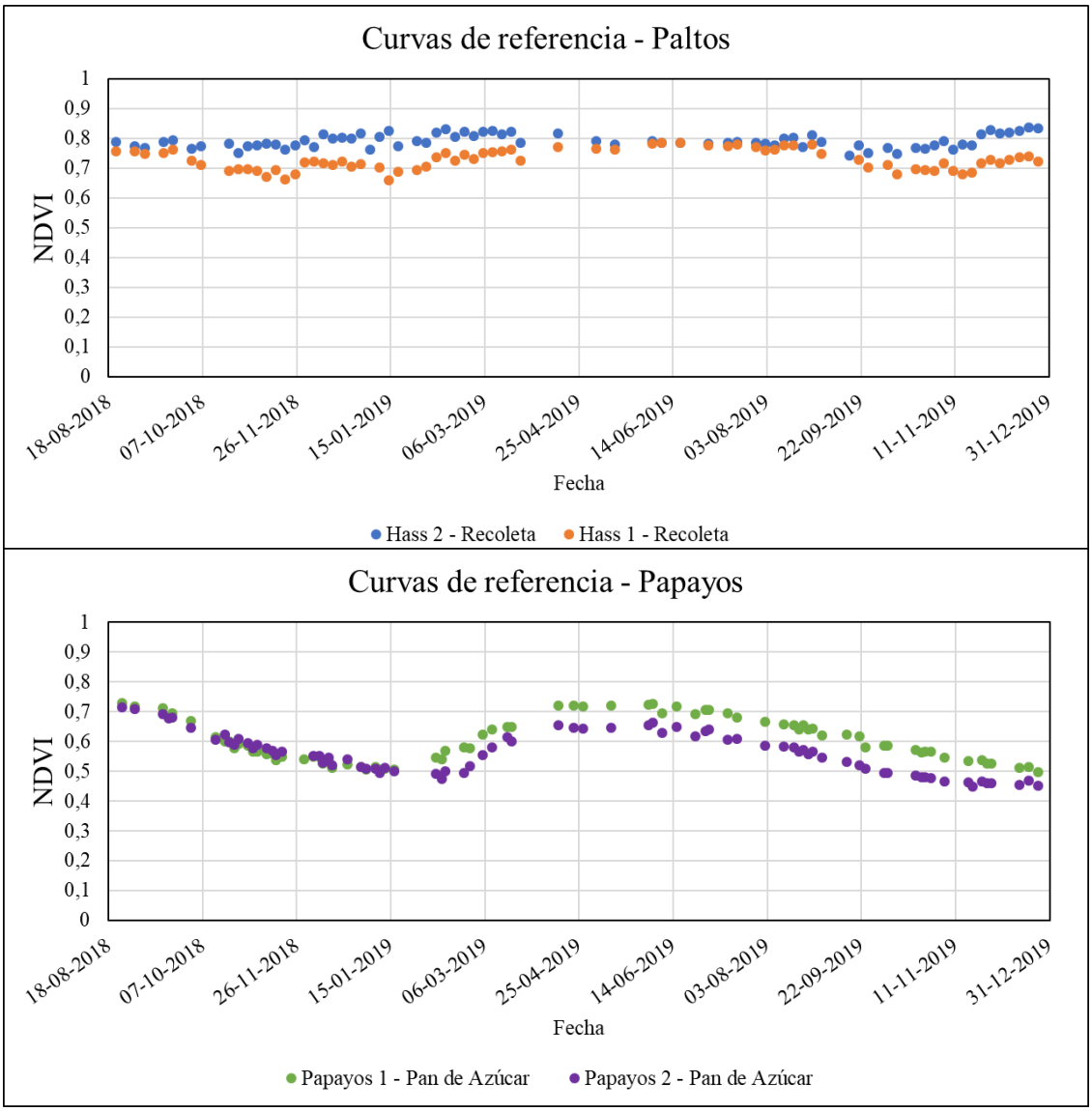


Figura 5. Curvas temporales de NDVI para especies persistentes (Olivo, Paltos, Limoneros, Mandarinos, Papayos)

En las figuras 4 y 5 se presentan curvas de referencia para otros cultivos en predios control, indicándose la variedad o tipo de manejo para el caso de los olivos, los cuales se diferencian entre manejo super-intensivo e intensivo en relación a la densidad de plantas por superficie. Se ve reflejado para la mayoría de los cultivos persistentes un aumento del índice de vegetación en la época invernal, siendo en algunos casos producto de la proliferación de malezas (caso de parcela piloto de olivos), y en otros como paltos, papayos y cítricos producto de un mayor crecimiento de la especie durante esta época de menor demanda ambiental.

Todas las curvas de la Figura 5 corresponden a distintos sectores pilotos en distintos predios para cada tipo de especie frutal, siendo correspondientes a las distintas parcelas pilotos monitoreadas en la extensión de la región de Coquimbo. Se puede observar como dentro del marco de un mismo predio las especies pueden presentar una alta variabilidad en su desarrollo, ya sea producto de diferencias en sus manejos agronómicos o producto

de la misma variabilidad espacial del predio en temáticas de calidad de suelo, capacidad de aplicación homogénea del riego, o problemas fitosanitarios que pudieran estar presentes.

3.2 Estimación de coeficiente de cultivo desde la serie temporal de NDVI

La estimación del coeficiente de cultivo a partir del parámetro NDVI obtenido por la plataforma satelital WebSIG Spider continua siendo la misma metodología reportada en el informe anterior.

Se realiza esta estimación pixel a pixel desde la serie temporal de imágenes de satélite, considerando la relación lineal existente entre el coeficiente de cultivo (Kc) y el índice de vegetación por diferencias normalizado (NDVI) derivado de la imagen satelital. Se utiliza la relación lineal propuesta por González et al. (2018), muy parecida a otras ecuaciones para diferentes cultivos (Campos et al., 2010; Calera et al., 2017; Odi-Lara et al., 2016): Kc= 1,51 x NDVI – 0,23. Esta ecuación considera que el coeficiente para suelo desnudo es igual a cero. El coeficiente se relaciona con el NDVI siguiendo el método propuesto por Choudhury et al. (1994) y modificado por González-Dugo y Mateos (2008), que propone un reescalado de los valores del coeficiente entre los valores mínimos del NDVI, en condiciones de suelo desnudo, y los valores máximos de NDVI, que coinciden con la saturación del coeficiente. Esta relación tiene en cuenta los posibles NDVI mínimos que se den según el tipo de suelo.

A continuación, se exponen imágenes satelitales y series temporales de NDVI y Kc obtenidas a partir de la plataforma satelital WebSIG Spider para dos de los predios en estudio. El primero corresponde a una especie caduca, vid de mesa de la variedad Flame Seedless, CE INIA Vicuña, donde se observa el comportamiento de la curva NDVI y la relación directa con el componente vegetal Kc (Figura 1), entregando información de las curvas de desarrollo de la temporada 2018/2019 y la actual temporada 2019/2020. El segundo corresponde a una especie perenne, limoneros var. Eureka, Agrícola El Olibal, donde se observa la misma relación anteriormente descrita (Figura 2). Ambos parámetros (Kc y NDVI) son consultados en el mismo pixel de la imagen satelital.

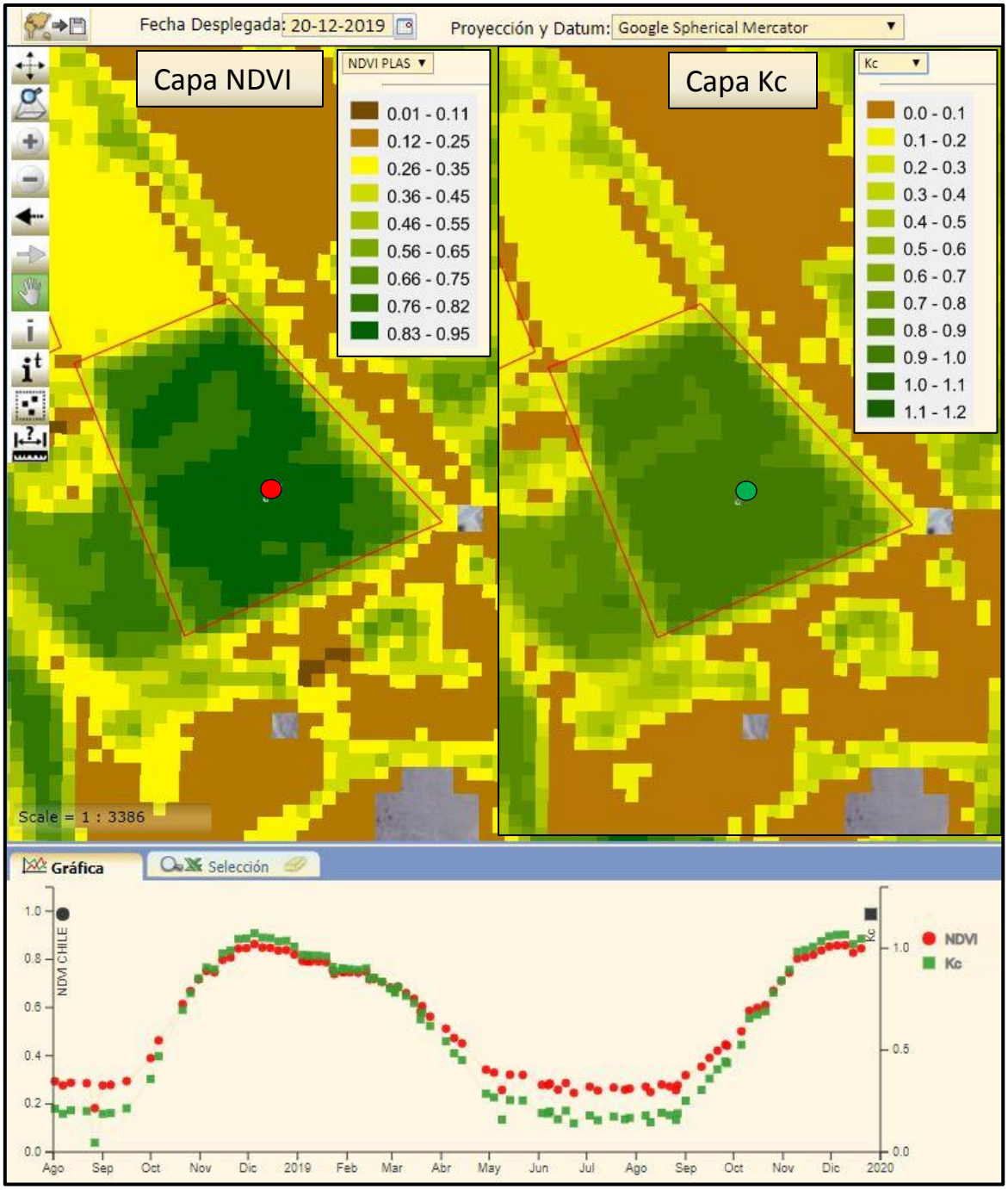


Figura 1. Gráficos e imágenes satelitales de NDVI y Kc obtenidos de plataforma satelital WebSIG PLAS, Uva de mesa Flame Seedless, Predio La Campana, Temporada 2018/2019 y 2019/2020.

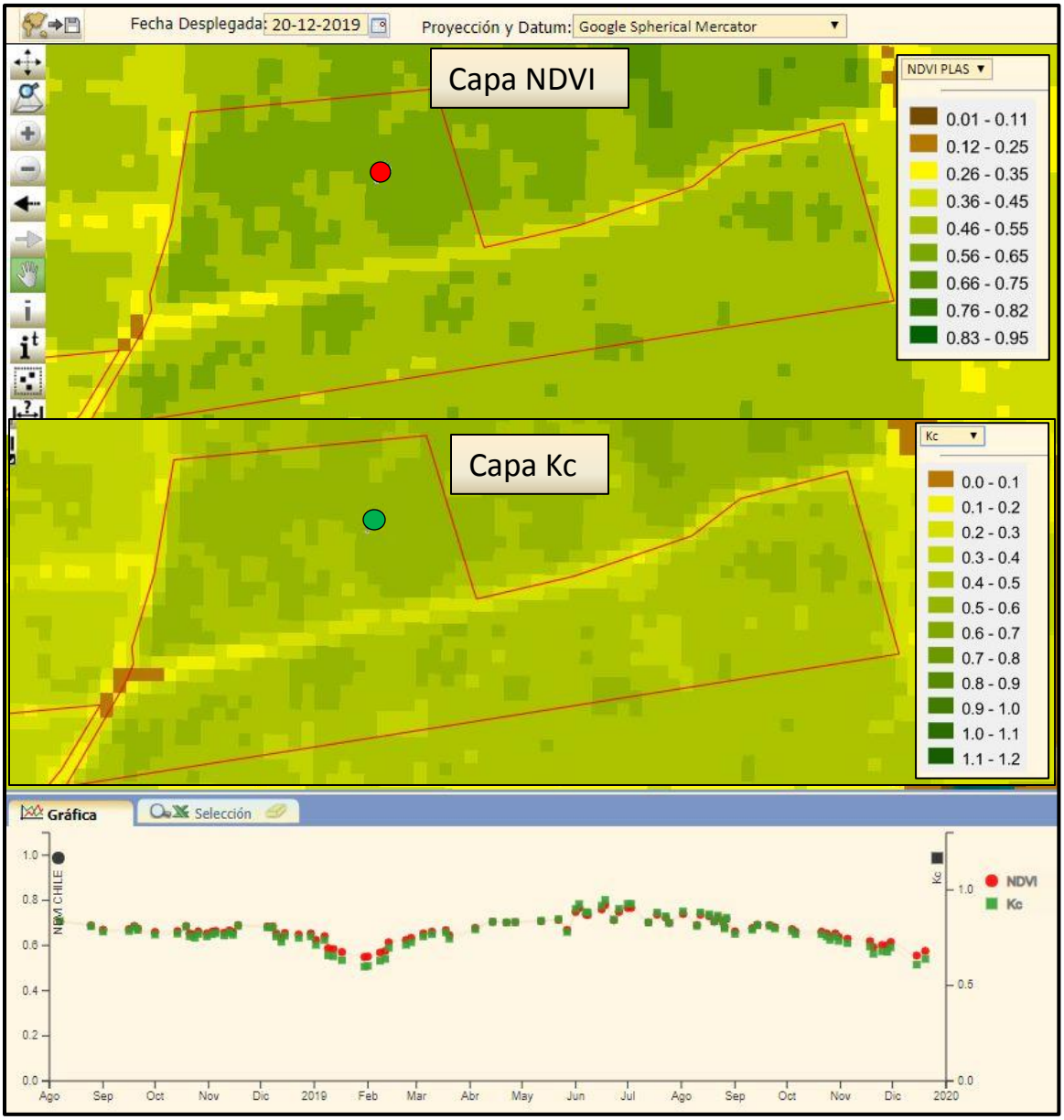


Figura 2. Gráficos e imágenes satelitales de NDVI y Kc obtenidos de plataforma satelital WebSIG, Limoneros var. Eureka, Agrícola El Olibal, Temporada 2018/2019 y 2019/2020.

3.3 Implementación de mapas y/o información de demanda atmosférica (ETo) en la plataforma

El proyecto PYT-2017-0877 “Mapa dinámico a escala diaria de la Evapotranspiración de Referencia (ETo) para determinar las necesidades de riego en Chile” ha proporcionado en este periodo un prototipo de mapas dinámicos de ETo acumulada a escala semanal, con el fin de permitir a los usuarios disponer de información meteorológica construida en base a datos históricos.

Está implementada inicialmente solo para la región de Coquimbo y disponible para la consulta de los usuarios en la plataforma agrícola satelital (PLAS). (Figura 1 y 2).

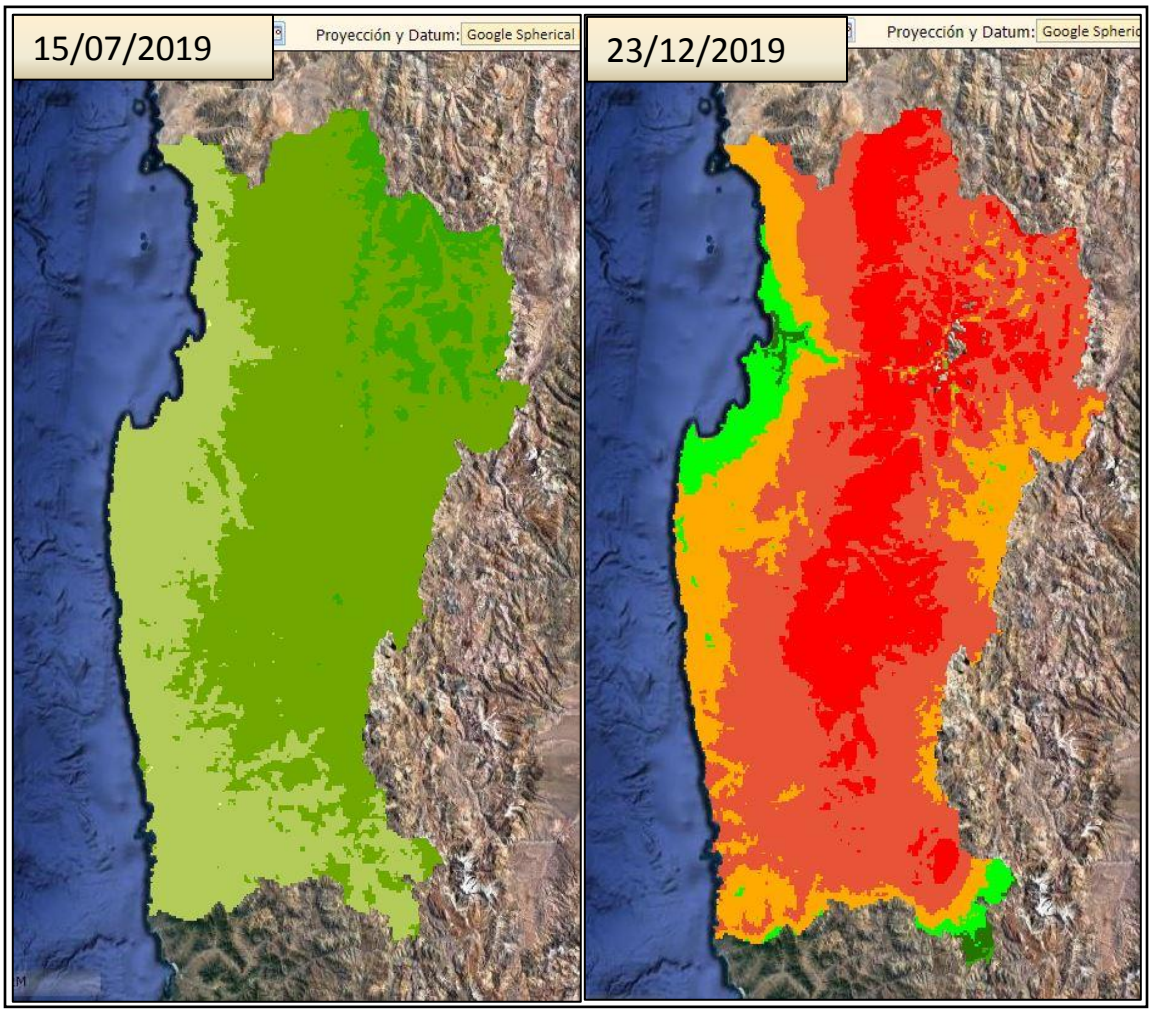


Figura 1. Mapa dinámico a escala semanal, consultable en plataforma webGIS – PLAS. Disponible solo para la región de Coquimbo. Comparación entre periodo invernal y estival.

Se encuentran disponibles las imágenes de ETo acumulada semanal desde el 7 de enero de 2018, y se va incorporando una nueva imagen raster de forma semanal. En la Figura 1 se compara la información entregada para dos fechas, una durante el periodo de invierno (15 de julio 2019) y la otra para el periodo de verano (23 de diciembre 2019). La resolución de cada pixel es capaz de resolver aproximadamente 74 ha (798 x 923 metros), siendo producto del procesamiento de imágenes del satélite MODIS.

En la Figura 2 se representa la condición dinámica de esta capa de información raster, mostrando la curva de ETo semanal para tres localidades con distintas condiciones climáticas a lo largo de la temporada (Pan de Azúcar, Vicuña y Ovalle, Región de Coquimbo), siendo posible exportar a formato Excel esta información en el área de tabla, para ser trabajada en conjunto con los datos de Kc entregados por la misma plataforma webGIS.

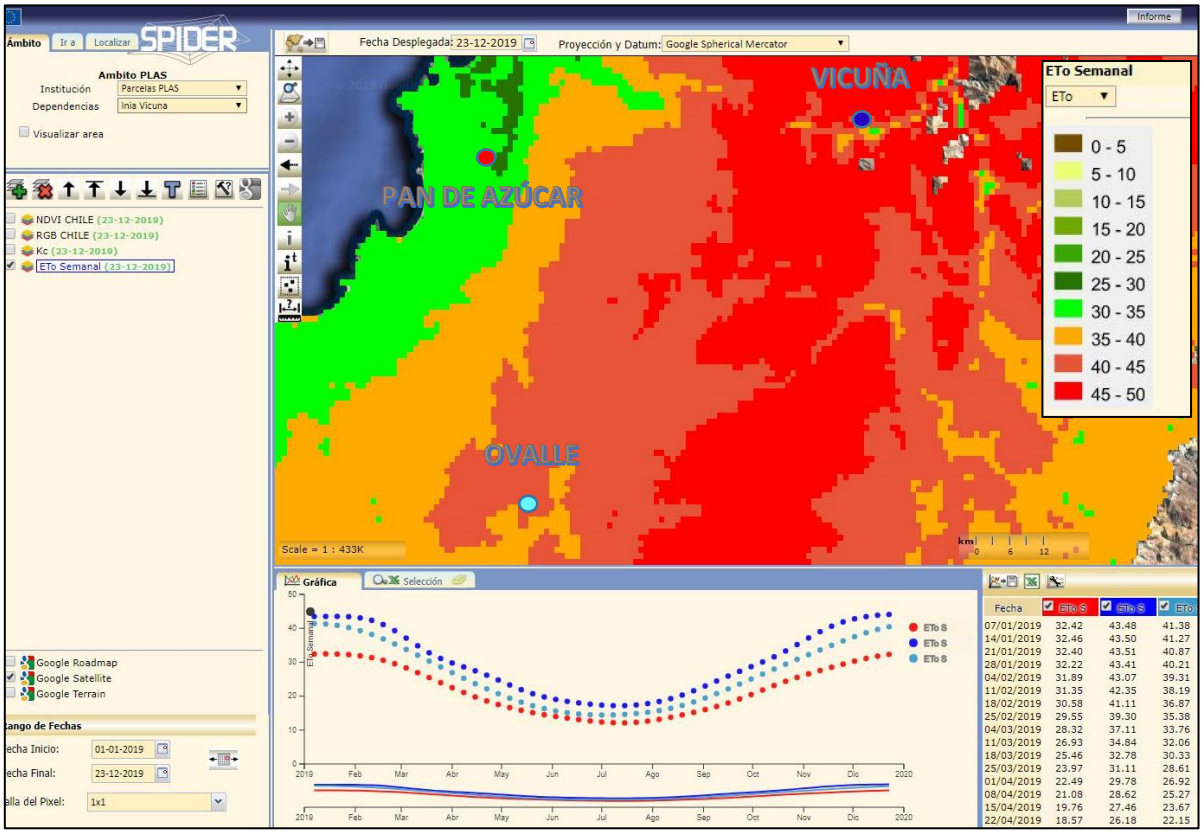


Figura 2. Visualización de curva de ETo promedio semanal disponible en plataforma webGIS. Comparación de curvas para distintas localidades de la región de Coquimbo (Pan de azúcar, Vicuña y Ovalle). Datos se presentan en mm/día.

Además, en la plataforma continua siendo consultable dos series temporales de evapotranspiración de referencia ETo, que corresponden al valor de ETo promedio de cada mes, calculados a partir de dos series de datos de 30 años, 1960-1990 y 1985-2015. Estos valores son estáticos, siendo un promedio de 30 años, que han sido de utilidad para definir las características (tipo de dato) y la nomenclatura que deben tener las imágenes para poder subirlas a la plataforma webGIS (Figura 3).

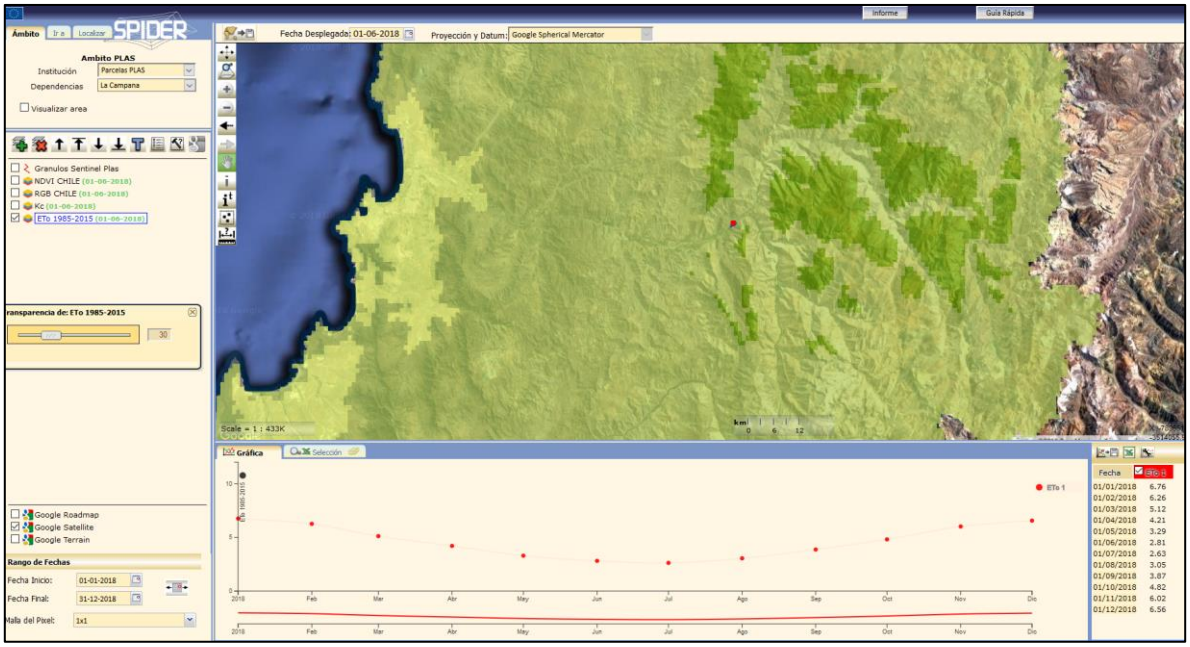


Figura 3. Mapa de ETo promedio mensual (serie de 30 años 1985-2015) a disposición en plataforma webGIS. El valor que se observa en la plataforma está en mm/día.

Actualmente para calcular los requerimientos hídricos en parcelas de interés, se utiliza la información de estaciones meteorológicas, particulares o de la Red Agroclimática Nacional (RAN-MINAGRI), que se pueden descargar o ver desde sitios web como http://agromet.inia.cl/, http://www.ceazamet.cl/, http://www.birh.cl/, entre otros.

3.4 Estimación de requerimientos hídricos con metodología Kc-NDVI (evapotranspiración potencial)

La estimación de las necesidades hídricas de cada sector monitoreado para cada predio se realiza con la misma metodología presentada en el anterior informe. Esto es mediante el método de “dos pasos” descrito en el manual FAO-56, considerando a la evapotranspiración como el producto de dos factores: un coeficiente de cultivo, el cual refleja las características del cultivo en desarrollo, y la evapotranspiración de referencia (ETo), correspondiente a la demanda evaporativa de la atmósfera. La metodología contempla el procedimiento del “coeficiente dual de cultivo”, el cual considera de forma separada los procesos de transpiración desde las plantas (coeficiente basal del cultivo Kcb, el cual es derivado de NDVI) y de evaporación desde el suelo desnudo (Ke), siendo entonces la evapotranspiración equivalente a la ecuación ET= (Kcb + Ke)*ETo.

El coeficiente de cultivo basal (Kcb) es obtenido en forma secuencial desde las observaciones del satélite a partir de los índices de vegetación espectrales (NDVI). Por otra parte, la demanda ambiental diaria o Evapotranspiración de referencia (ETo, obtenida a partir del Modelo de Penman-Monteith), se obtiene de la estación meteorológica más cercana y/o representativa de la Red Agroclimática Nacional (RAN-MINAGRI). Mediante este procedimiento es posible obtener los requerimientos hídricos de los cultivos considerando su variabilidad en el tiempo y espacio.

Las necesidades hídricas son estimadas gracias a datos diarios de Evapotranspiración de referencia (mm/día) obtenidos de estaciones meteorológicas, y junto con interpolación de datos diarios de NDVI a partir de las imágenes entregadas por cada paso de los satélites sobre el área en estudio, cada cierto periodo de tiempo. En el caso de los satélites Landsat, el periodo entre imágenes es de 16 días, y para los satélites Sentinel 2A y 2B el periodo es de 10 días. Los satélites Sentinel 2A y 2B presentan una resolución de 10 x 10 metros por pixel en comparación a los satélites Landsat, cuya resolución alcanza 30 x 30 metros por pixel. Debido a que los satélites Sentinel presentan una alternancia de 5 días entre el paso de uno y otro, disminuyen considerablemente el tiempo entre un dato de NDVI y el siguiente, con lo cual las curvas de desarrollo de los cultivos obtenidas a partir de los datos satelitales aumentan su precisión (producto de una mayor resolución espacial), y se mejora el factor de la temporalidad, por una mayor frecuencia en la obtención de imágenes puestas a disposición en la plataforma satelital.

Si bien los requerimientos hídricos se estiman diariamente (mm/día), los resultados son entregados a cada predio control a escala semanal (mm/semana) para la programación de riego. En la Figura 1 se muestra un ejemplo del formato de la planilla de recomendación entregada a cada productor semanalmente.

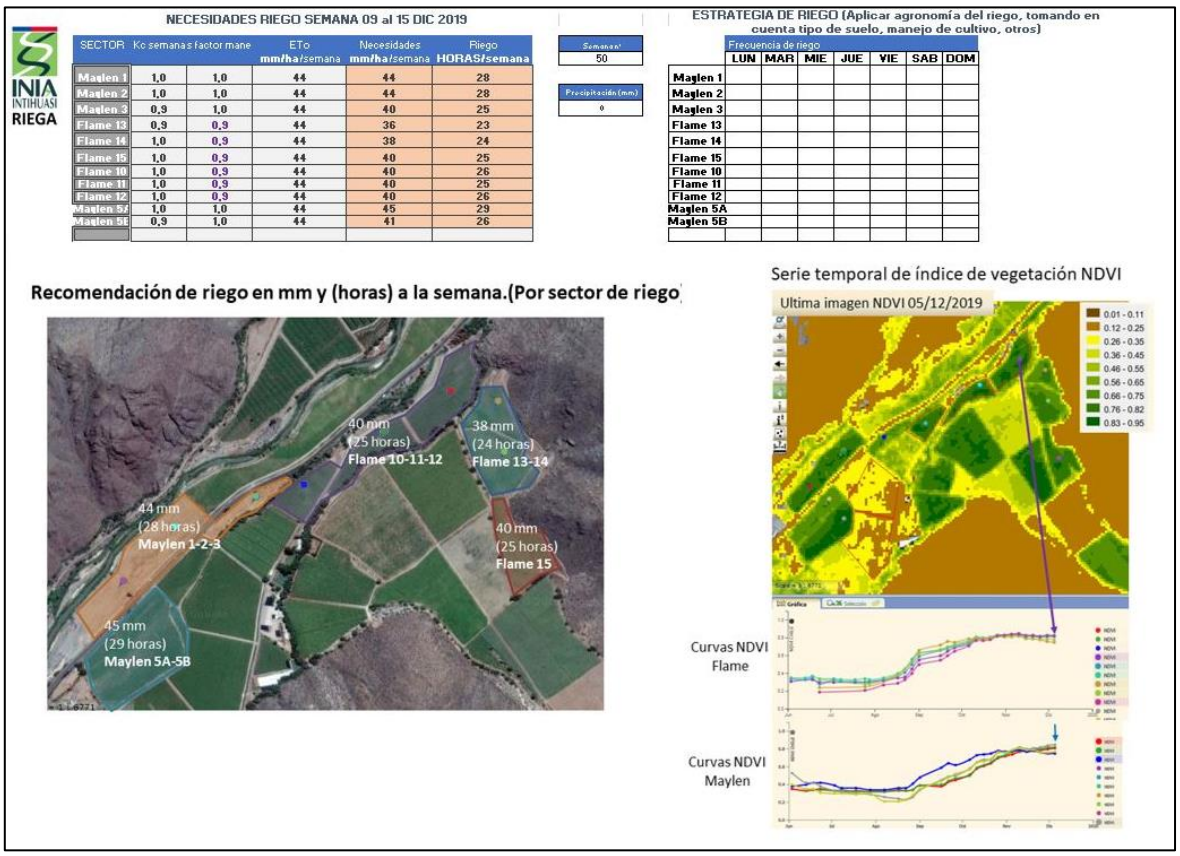


Figura 1. Ejemplo de Planilla de recomendación de riego. Información se entrega por sector de riego con información de volumen y horas de riego a reponer semanalmente.

Las estimaciones se realizan en una planilla de cálculo Excel que se implementó para sembrar los datos que provienen de la plataforma webGIS y de las estaciones

meteorológicas. En el caso de la serie temporal de Kc, la planilla interpola los datos discretos de las imágenes para obtener un valor continuo (diario). Posteriormente se multiplica por la ETo para estimar los requerimientos hídricos potenciales a reponer. Se considera en la ecuación un factor de manejo o coeficiente de estrés Ks que depende del cultivo y variedad. Finalmente los datos diarios se agregan semanalmente para enviar la recomendación al productor. Se adjunta un ejemplo de planilla de cálculo *"Plas_planillariego_kc.xlsx*" en la versión digital. Esta planilla se encuentra en constante mejora, con el fin de facilitar la siembra de datos de Kc y ETo, para poder estimar las necesidades para cultivos con distintas características de diseño de riego.

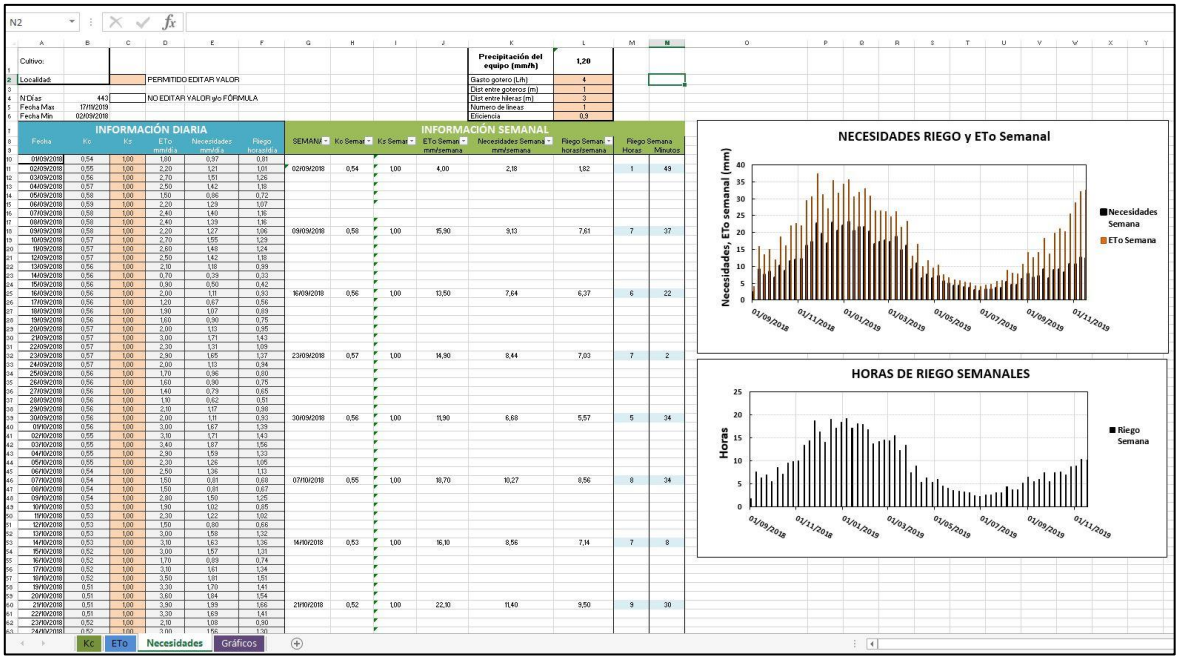


Figura 2. Planilla Excel de interpolación de datos a partir de Kc y ETo, y cálculo de necesidades hídricas semanales.

En la sección B del presente informe se entrega información más detallada de la ubicación de las parcelas piloto, las especies que son monitoreadas en cada uno, factores de suelo asociados al riego, características del sistema de riego, cálculos de demandas hídricas por temporada, con información actualizada de la temporada actual 2019/2020 y comparación de volúmenes reales de riego aplicados en campo, curvas de referencia de Kc-NDVI extraídas del desarrollo secuencial durante la temporada de las parcelas control, comparación de curvas de desarrollo entre temporadas, y mapas de transpiración acumuladas.

3.4.1. Desarrollo de herramienta web para calcular requerimientos hídricos

Se realizó el diseño e implementación de una herramienta web de asistencia para el cálculo de los requerimientos hídricos y/o las horas de riego, usando la información satelital que se descarga desde la plataforma webGIS, junto con información de estaciones meteorológicas e información particular del sistema de riego y cultivo de interés. Se incorporan tecnologías PHP, Javascript, Boostrap, Jquery, css y HTML. Se realizó el diseño y análisis de un prototipo base de cálculos, con una interfaz básica para la carga de archivos. Se diseñó

una plataforma web monousuario, con los algoritmos y métodos para el cálculo de las necesidades de riego.

Las herramientas gráficas y librerías externas definidas para la obtención de la información requerida corresponden a CEAZA-Met, en conjunto con la plataforma WebSIG Spider, de las cuales se adquiere la información de Evapotranspiración de referencia (ETo) y la base de datos de NDVI para una coordenada, respectivamente. Se diseñó la interfaz web para usuario, siendo el prototipo final orientado a una herramienta más didáctica.

La herramienta permite cambiar la ecuación de la relación lineal entre el NDVI y el Kc, mediante una contraseña. Actualmente se está usando la ecuación descrita por González (2018) correspondiente a Kc = 1,51 x NDVI – 0,23.

Se debe ingresar información referente a las características del sistema de riego, para recibir el cálculo de horas de riego por parte de la página web, así como la especificación del factor de manejo (coeficiente de estrés Ks) a considerar dentro de un rango de semanas. Las Figuras 1 y 2 muestran los módulos de ingreso de datos, y en la Figura 3 se presentan los gráficos de necesidades de riego a reponer en ET (relativo a la Transpiración del cultivo) y en horas semanales, entregadas por la herramienta. El cuadro 1 muestra un ejemplo del formato de obtención de los datos. La herramienta de cálculo continúa en fase de prueba, la dirección web provisional es http://helper.cl/inia/integrador/index.php.

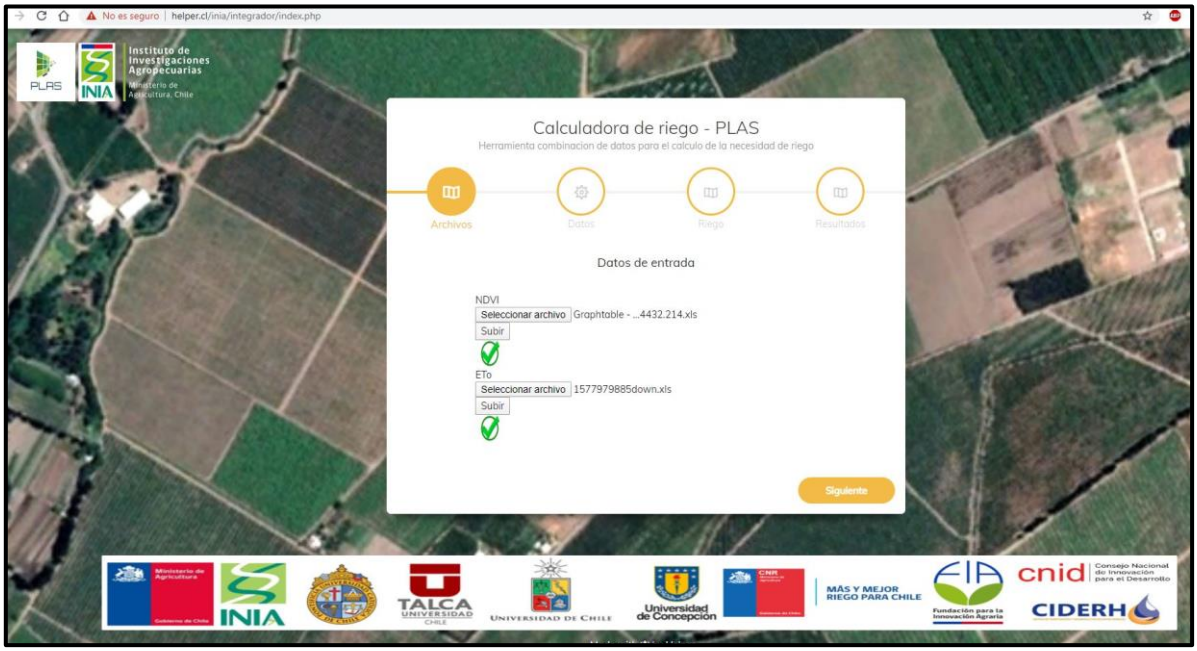


Figura 1. Página Web para el cálculo de las necesidades de riego. Planilla de ingreso de archivos de datos NDVI y ETo.

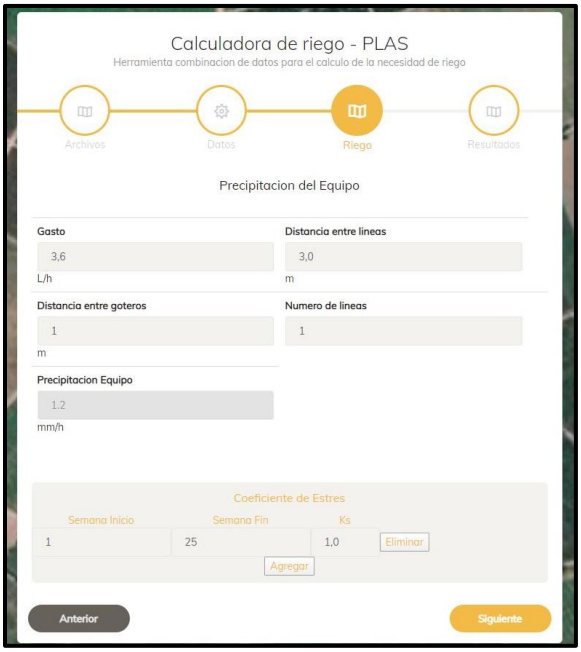


Figura 2. Planilla de ingreso de datos de la precipitación del sistema. Página Web para el cálculo de las necesidades de riego.

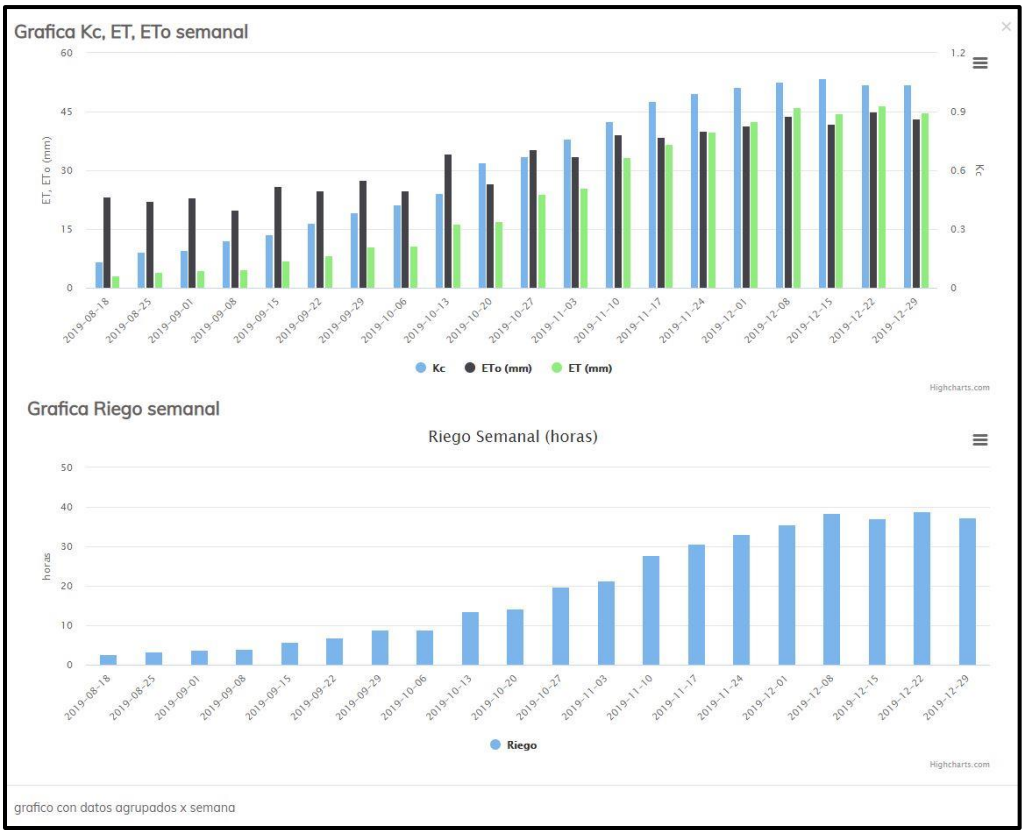


Figura 3. Gráfico entregado por la página web, correspondiente al riego semanal estimado en horas y mm.

Semana	Fecha	NDVI	Kc	ET0	ET (mm/semana)	Ks	PPE	Riego (horas/semana)
1	2019-08-18	0,27	0,18	23,3	4,1	1	1,2	3,4
2	2019-08-25	0,28	0,19	22,2	4,3	1	1,2	3,6
3	2019-09-01	0,30	0,22	23,0	5,0	1	1,2	4,2
4	2019-09-08	0,34	0,28	20,0	5,5	1	1,2	4,6
5	2019-09-15	0,36	0,32	26,1	8,4	1	1,2	7,0
6	2019-09-22	0,40	0,37	24,8	9,2	1	1,2	7,7
7	2019-09-29	0,43	0,42	27,5	11,6	1	1,2	9,7
8	2019-10-06	0,47	0,48	24,9	12,1	1	1,2	10,1
9	2019-10-13	0,56	0,61	34,2	20,6	1	1,2	17,2
10	2019-10-20	0,59	0,66	26,7	17,7	1	1,2	14,8
11	2019-10-27	0,64	0,73	35,5	26,0	1	1,2	21,6
12	2019-11-03	0,70	0,83	33,5	27,7	1	1,2	23,1
13	2019-11-10	0,76	0,92	39,2	36,2	1	1,2	30,2
14	2019-11-17	0,81	0,99	38,5	38,2	1	1,2	31,8
15	2019-11-24	0,82	1,02	40,0	40,6	1	1,2	33,8
16	2019-12-01	0,85	1,05	41,5	43,5	1	1,2	36,2
17	2019-12-08	0,86	1,07	43,8	46,7	1	1,2	38,9
18	2019-12-15	0,85	1,05	41,8	43,8	1	1,2	36,5
19	2019-12-22	0,84	1,03	44,9	46,5	1	1,2	38,7
20	2019-12-29	0,83	1,03	43,3	44,5	1	1,2	37,1

Cuadro 1. Ejemplo de Datos obtenidos a partir de la página Web de cálculo de necesidades hídricas.

B. Descripción de los predios a realizar monitoreo satelital

Se entrega la información recopilada hasta la temporada actual, en relación a los predios inicialmente asociados al proyecto PLAS, los cuales se encuentran en distintas etapas de avance en la obtención de datos, así como en la implementación del uso de la plataforma, presentándose a continuación un cuadro resumen (Cuadro 1) con la dotación de agua total recomendada (modelada) a aplicar durante la temporada para cada uno de los sectores y/o variedades que fueron monitoreados, el volumen real de agua aplicada en campo de acuerdo a registros de riego hasta la fecha durante esta temporada, e información de productividad y eficiencia del uso del agua (WUE) para aquellos sectores ya cosechados a la fecha. Además, se entrega información relativa a ubicación, características edáficas, mediciones realizadas en terreno, y comparación de registros de riego en aquellos predios en los que se cuenta con la información, así como las curvas de desarrollo de Kc-NDVI más representativas de los sectores monitoreados para una misma especie vegetal en cada predio, junto con curvas comparativas entre temporadas, y mapas de transpiración acumulada a la fecha.

A continuación, se presenta la información recopilada para cada uno de los predios asociados al proyecto PLAS a la fecha durante la temporada 2019/2020.

Cuadro 1. Predios asociados a Proyecto PLAS, información recolectada a la fecha por cada predio, especie y variedad. Temporada 2019/2020 (agosto a diciembre).

Campo	Cultivo	Variedad		Volumen Aplicado (m3/ha/temporada)		Superficie Monitoreo Total (ha)	Sensor de H°	Medición Coef. de Uniformidad
				Modelado	Real			
Richard Pizarro	Vid Piquera	Moscatel de Alejandría	FAa	1559	1608	2,17	SI	NO
			Franco	1453	1524			
La Campana	Vid de Mesa	Maylen		5014	4306	4,13	NO	SI
		Flame Seedless		5465	4992	15,03		
El Carmen	Mandarinos	W. Murcott		3274	2302	3,12	SI	NO
	Nogales	Serr		1870	3476	13,01		
	Paltos	Hass		4189	3205	12,62		
	Vid de Mesa	Moscatel Rosada		1710	680	6,05		
Agrícola Olibal	Papayos			3353	3403	8,97	NO	SI
	Limoneros	Eureka	Viejos	4113	3434	14,74		
			Nuevos	3137	1830	24,33		
Valle Grande	Olivos	Varios	Intensivo	2708	2483	20,74	SI	SI
			Superintensivo	2135	1519	6,83		
Atacama	Vid de Mesa	ARRA 29		4636	3872	1,95	NO	SI
		Maylen		5190	4268	6,37		
INIA Vicuña	Vid Pisquera	Moscatel de Alejandría		1596	2899	3,75	SI	SI
	Vid de Mesa	Maylen		3301	6404	3,39		
		Flame Seedless		4660	4142	3,48		
Viña Falernia	Vid vinífera	Syrah, Carmenere, Malbec, Cabernet Sauv. , Pinot Noir, Riesling, Sauvignon Blanc, Chardonnay, Sangiovese		-	-	124,4 (total viñedo)	NO	NO
El Pedregal	Vid de Mesa	Varios		-	-	-	NO	NO
El Arenal	-	-		-	-	-	NO	NO

1. Predio Richard Pizarro

Ubicación del predio: Ruta D-55, Sotaquí, Región de Coquimbo (Figura 1.1.)

Coordenadas: 30°38'17.6"S

71°06'58.4"W

El agricultor presenta un sector de monitoreo correspondiente a uva Pisquera (*Vitis vinífera*) variedad Moscatel de Alejandría, con una superficie de 2,17 ha en total, el cual se divide en dos sectores de monitoreo producto de las características texturales del suelo, correspondiendo un subsector a suelo franco arcillo arenoso y el otro a suelo franco. La sectorización de ambos tipos de suelo se observa en la Figura 1.1., y es representada por imagen satelital con el parámetro NDVI en la Figura 1.2. La estación meteorológica más cercana utilizada para la obtención de la evapotranspiración diaria de referencia corresponde a “Ovalle (Talhuen)”.

Figura 1.1. Fotografía Satelital Predio Richard Pizarro (Capel). Sectorización de terreno de acuerdo a tipo de suelo.

En la Figura 1.2 es posible además observar el comportamiento del parámetro NDVI de ambos sectores, y como varía el comportamiento espacial de desarrollo de los parrones en función de la textura de suelo. El sector franco arcillo arenoso es el que muestra siempre un desarrollo más temprano en la temporada, y por consiguiente un NDVI máximo de desarrollo más alto que para el sector de textura franca. En la presente temporada se generó un fenómeno de heterogeneidad en la brotación producto del efecto de bajas temperaturas de forma recurrente en el período de brotación, provocando un patrón de desarrollo de ambos sectores distinto al de temporadas pasadas. Se presenta una comparación para la misma fecha durante la temporada 2018/2019 y 2019/2020, siendo evidente el menor desarrollo a la misma fecha en ambos sectores en la presente temporada.

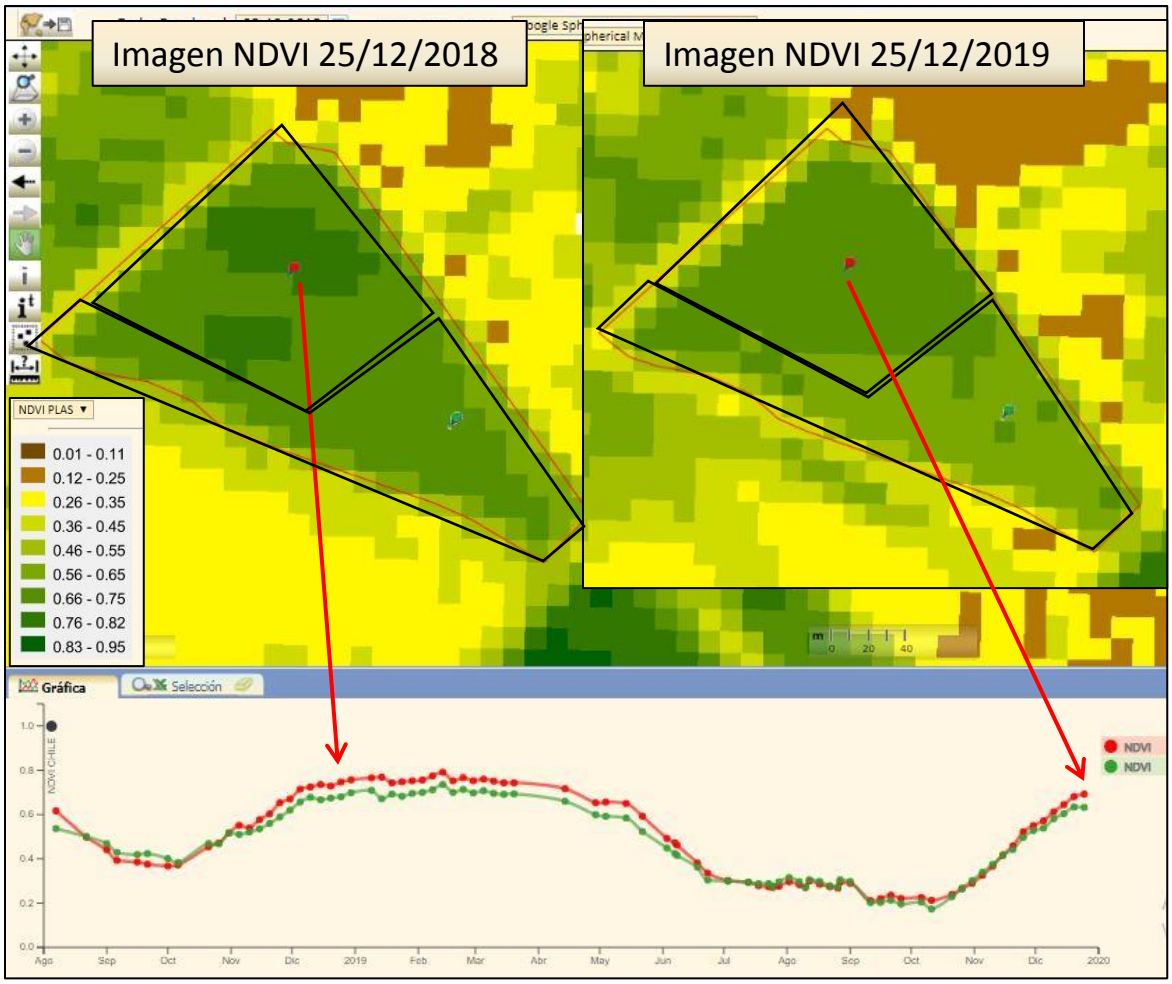


Figura 1.2. Sectorización de terreno Predio Richard Pizarro por tipo de suelo de acuerdo a NDVI. Comparación de comportamiento de índice NDVI en dos temporadas (2018/19 y 2019/20) para la misma fecha.

Los suelos del predio presentan una muy buena condición física, con texturas medias y suelo profundo (más de 100 cm.). Hacia el oriente presentan moteados bajo los 80 cm. No presenta carbonatos en todo el perfil. Datos de análisis químicos y físicos realizados en el predio se presentaron en el informe recopilatorio anterior.

1.1. Descripción Sistema de riego

El agricultor cuenta con dos sectores de riego por goteo, con una línea de riego por hilera de plantación, un caudal de goteros de 4 litros/hora y distancia entre goteros de un metro. El sistema presenta por tanto una precipitación de 1,2 mm/hora. Cuenta con una sonda de humedad establecida en terreno, con la cual se monitorea el tiempo de riego y los días en que el agricultor realiza los riegos (Figura 1.3)

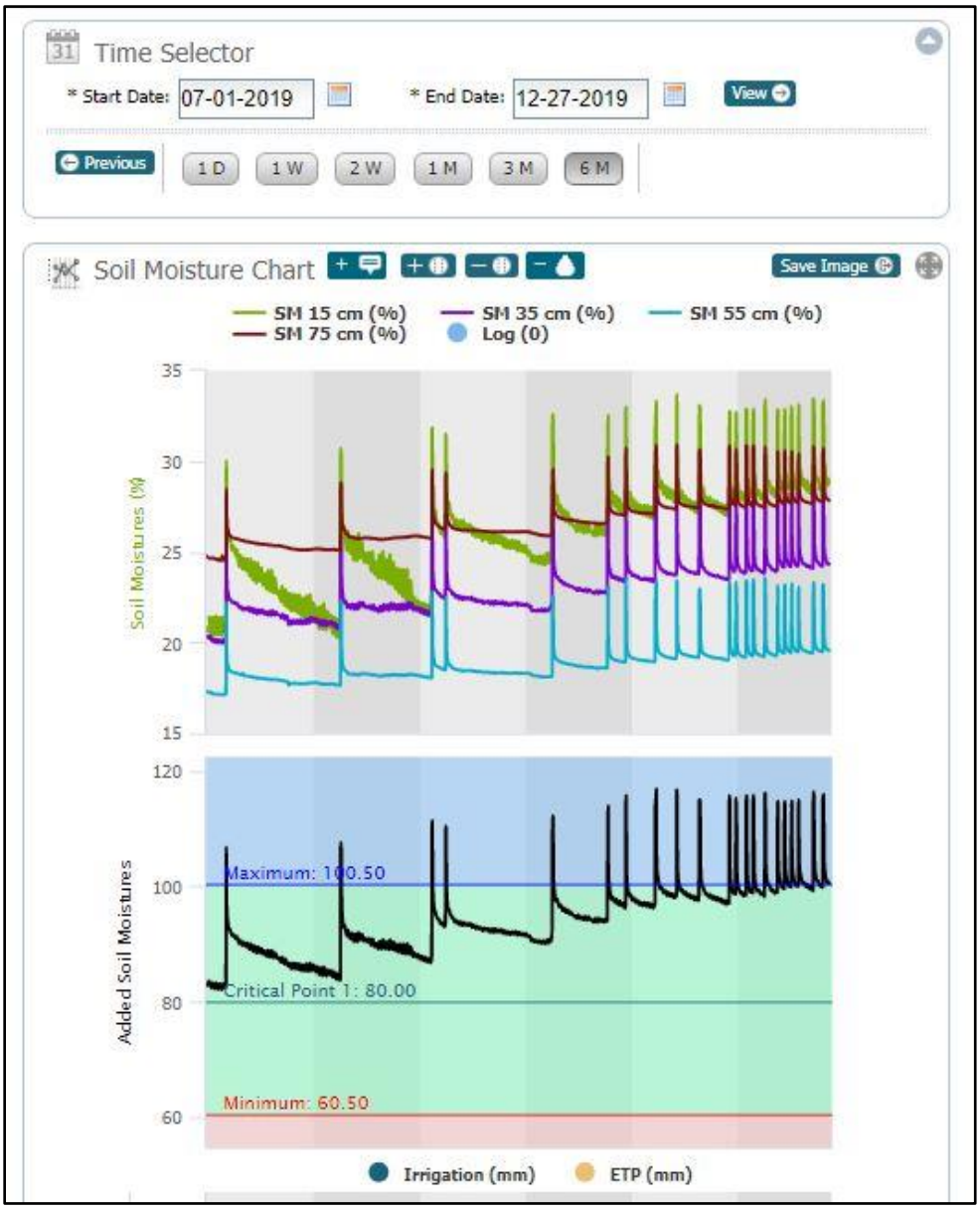


Figura 1.3. Datos de sonda de humedad instalada en predio Richard Pizarro. Datos desde inicios de julio a fines de diciembre, temporada 2019/2020.

Se muestra a continuación un gráfico con la información entregada por la sonda de DropControl en terreno, para la temporada 2017/2018; 2018/2019 y la presente temporada, comparando la humedad de suelo de las distintas temporadas monitoreadas y como se han realizado los riegos en relación tanto a las necesidades hídricas demandadas por el cultivo, como al comportamiento de la humedad en suelo.

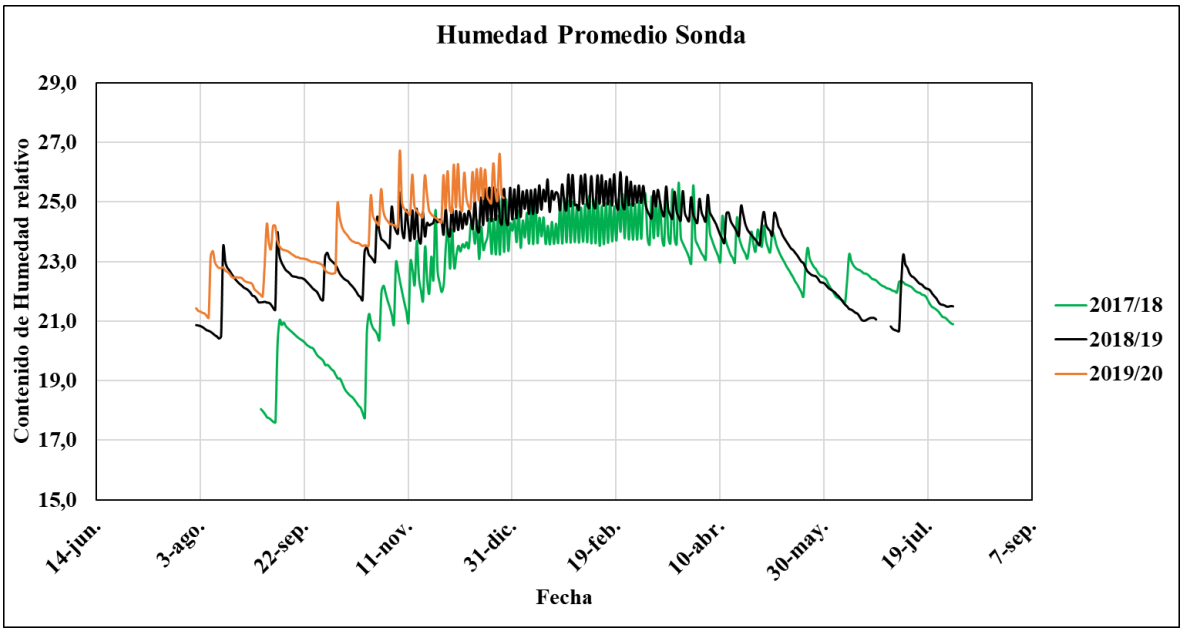


Gráfico 1.4. Comparación de humedad promedio en suelo, para 3 temporadas. Sonda de Humedad Richard Pizarro, sector franco arcillo arenoso.

1.2. Demanda Hídrica

En el Cuadro 1.1 se realiza la comparación de la transpiración teórica modelada para cada sector en relación con el volumen real de agua aplicada, considerando las horas de riego aplicadas por el agricultor. La diferencia de volumen se debe principalmente a ajustes de interpolaciones que se realizaron de la curva de desarrollo del cultivo durante la temporada y a la adecuación de los riegos en relación al comportamiento de la sonda de humedad.

Cuadro 1.1. Dotación de agua aplicada durante la temporada 2019-2020 a los sectores del predio Richard Pizarro, Sotaquí. Se considera temporada desde agosto a la fecha.

Sector	Transpiración Modelada (m3/ha/temp)	Volumen de Agua Aplicado (m3/ha/temp)
Franco Arcillo Arenoso	1559	1608
Franco	1453	1524

*Se le aplica estrés durante la temporada.

1.3. Curvas temporales de Kcb-NDVI

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para ambos subsectores. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana monitoreada. En la Figura 1.6 se presenta una gráfica comparativa entre temporadas para ambos sectores, siendo notorio el desarrollo tardío presente esta temporada, producto de

una brotación desuniforme, siendo entregada mayor información en el Anexo 1 y Anexo 2, donde además se adjunta análisis foliar realizado esta temporada.

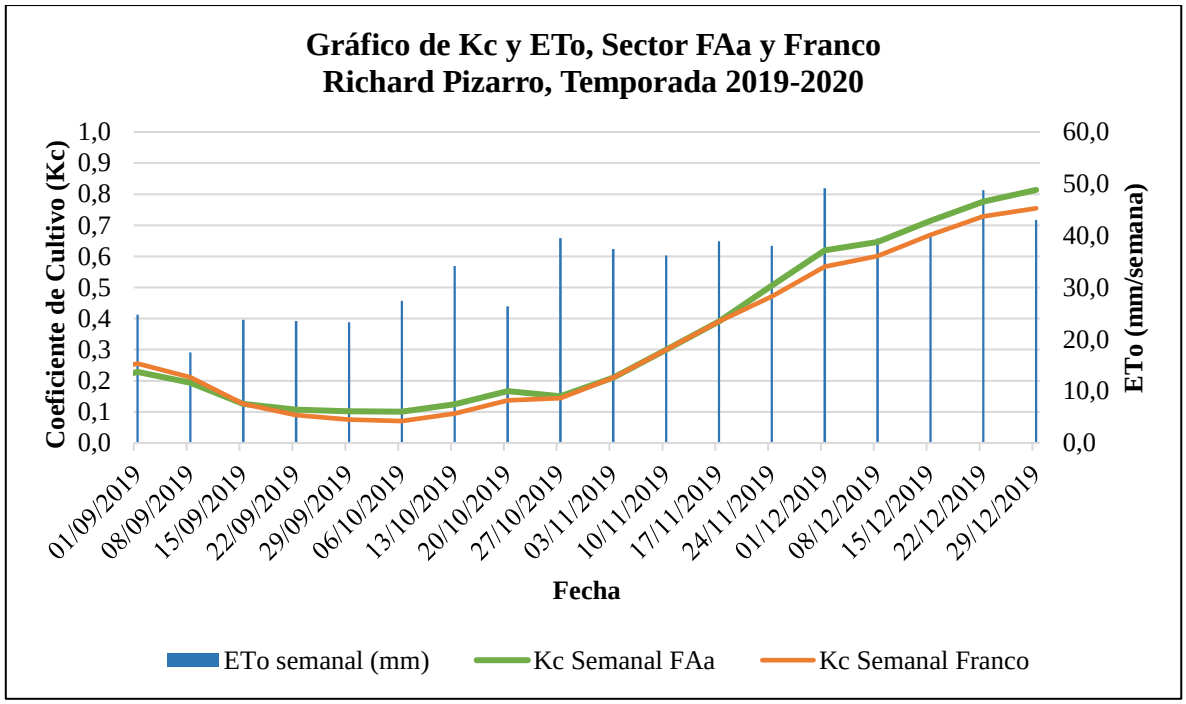


Figura 1.5. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Uva pisquera, variedad Moscatel de Alejandría en el predio Richard Pizarro, subsector Franco arcillo arenoso y Franco. Temporada 2019-2020.

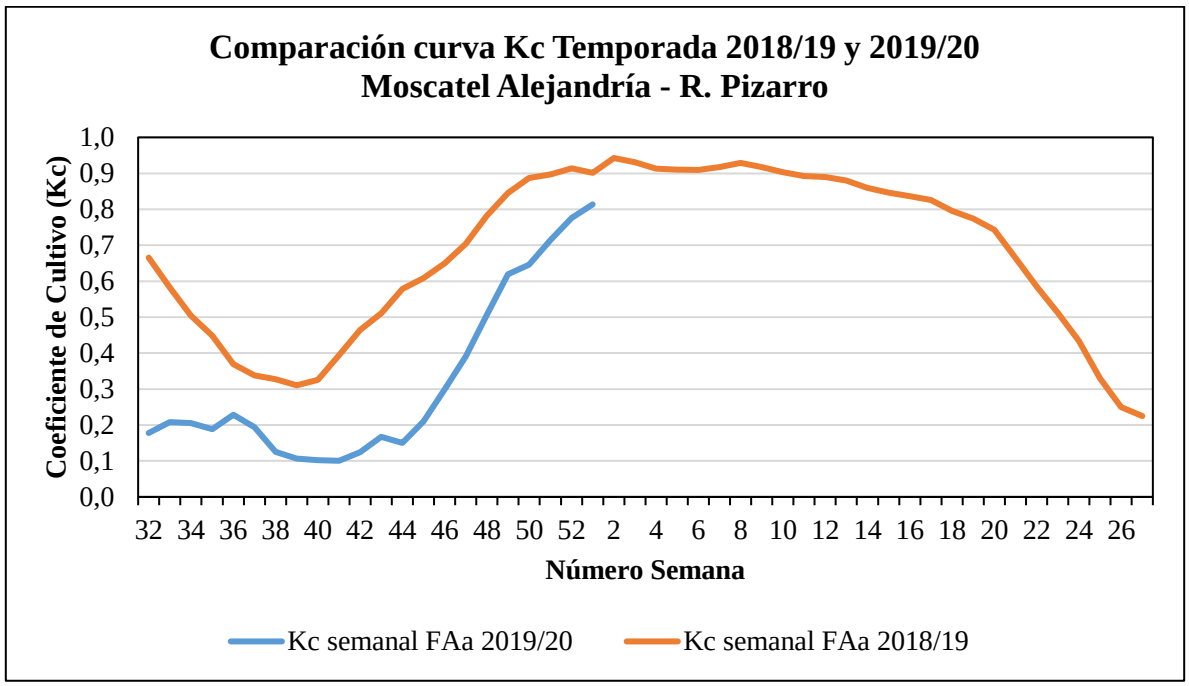


Figura 1.6. Comparación del comportamiento de curva Kc para temporadas 2018/19 y 2019/20 en Moscatel de Alejandría, sector Franco arcillo arenoso, Richard Pizarro, Sotaquí.

2. La Campana

Ubicación del predio: Ruta 41, Vicuña, Región de Coquimbo (Figura 2.1.)

Coordenadas: 30°00'35.8"S

70°35'58.5"W

Se realiza el monitoreo satelital a 10 cuarteles de vid de mesa (Vitis vinífera) de las variedades Flame Seedless y Maylen® Iniagrape-one, los cuales se encuentran señalados en la Figura 2.1. La información meteorológica relativa a la obtención del parámetro de evapotranspiración de referencia (ETo) de la zona se obtiene a partir de la estación meteorológica “Vicuña”.

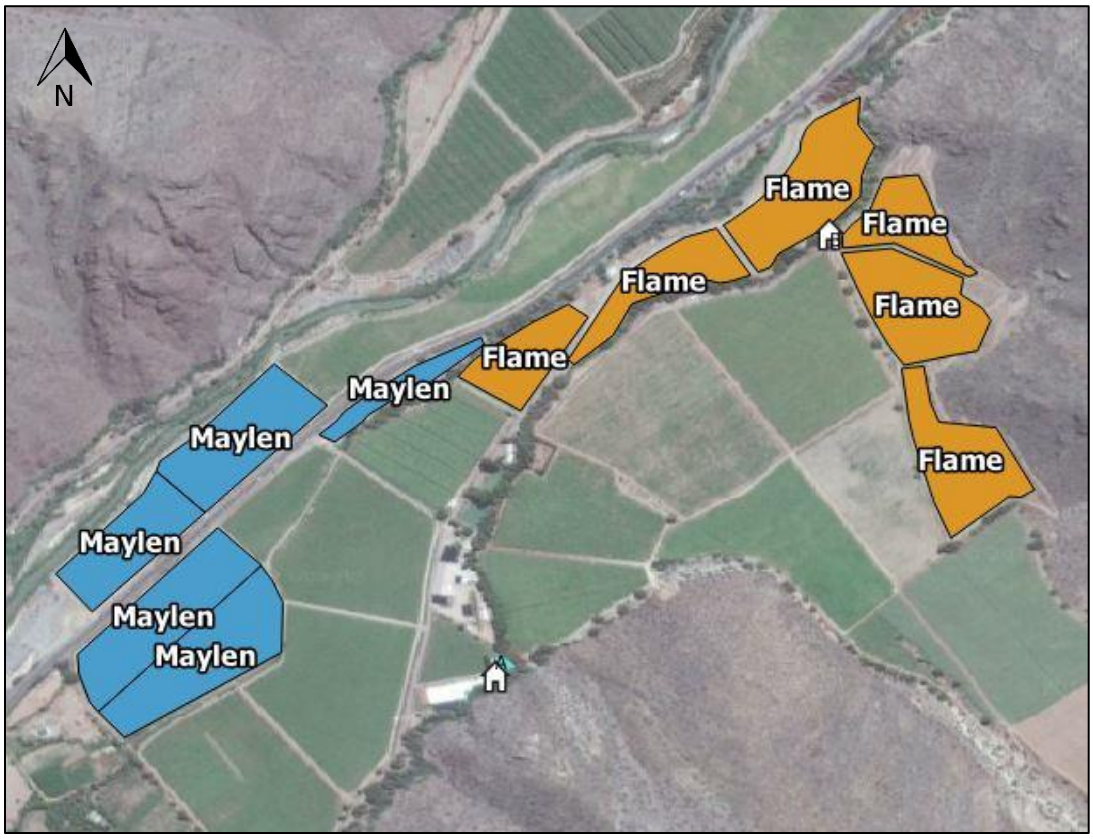


Figura 2.1. Mapa satelital Predio La Campana, sectores monitoreados durante la temporada 2019-2020.

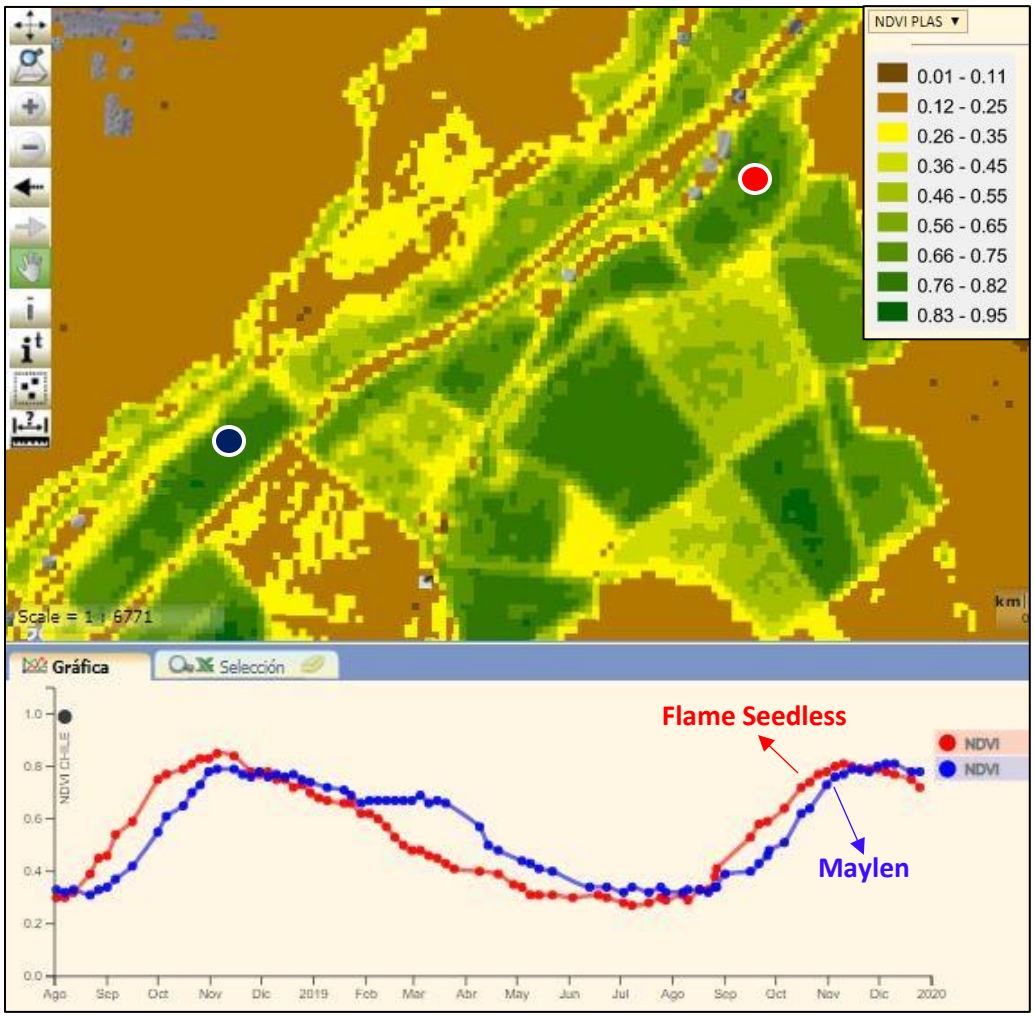


Figura 2.2. Imagen NDVI obtenida de la plataforma satelital PLAS. Pixeles seleccionados corresponden a los primeros sectores que se comenzaron a monitorear en el predio**.**

2.1. Descripción de suelos y factores asociados al riego.

Análisis se realizó en visita a terreno, 28 de noviembre (2018). El predio presenta suelos muy heterogéneos, delgados y pedregosos, con una topografía de lomajes y cerros. En relación a la textura de suelo, presenta una condición muy variable, pero con preponderancia de texturas livianas, es decir, suelos de tipo franco arenosos o arenosos, principalmente en la zona de lecho de río. Otros análisis agroquímicos de suelo fueron presentados en el informe de avance anterior.

En el Anexo 3 se presenta mayor información relativa a los factores nutricionales de suelo, en relación a información proporcionada por el Ingeniero Agrónomo Carlos Sierra. En general los suelos de faldas de los cerros en este predio son de textura arenosa y franco arenosa, delgados y pedregosos. Junto al lecho de río se presentan, suelos más pedregosos, con escasa matriz de arena gruesa y grava. Bajo esta condición se debe regar y fertilizar con alta frecuencia, es decir diariamente. Idealmente se debiera aplicar una enmienda orgánica, como guano de cabra o de aves, 30 m3/ha aplicado en superficie.

La fertilización del año anterior presenta contenidos muy altos de sulfatos, y además el agua de riego aporta cantidades igualmente muy altas de sulfatos. Esto genera problemas de desbalance a nivel del bulbo húmedo de raíces y además salinidad, especialmente en etapas tempranas de crecimiento de la planta. Por lo tanto, es necesario que los sulfatos de potasio y magnesio sean aplicados hacia los estados finales de crecimiento, para evitar incorporar nitrógeno tardío que afecta calidad de la fruta.

2.2. Descripción sistema de riego

Los sectores cuentan con una línea de riego por goteo por hilera de plantación, una distancia entre goteros de 0,5 m. y un caudal de goteros de 2,6 litros/ hora, siendo la precipitación del sistema correspondiente a 1,2 mm/hora.

2.3. Demanda Hídrica

En el siguiente cuadro se presenta el volumen teórico de agua a aplicar en la temporada 2019-2020 (hasta diciembre) en los sectores monitoreados, estimados a partir de los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación más cercana (Vicuña). Además, se presenta información referente al volumen de agua aplicado para los cuarteles de Maylen, sin tener mayor información de distinción de caudales aplicados por cada cuartel producto de que los sectores de riego abarcan 2 a 3 cuarteles de vides. Para el caso de las variedades Flame, no se cuenta con información fidedigna del volumen de agua aplicado.

Cuadro 2.1. Dotación de agua estimada a aplicar, productividad y valores de WUE para la temporada 2019-2020 en sectores monitoreo de predio La Campana, Vicuña. Se consideran valores comprendidos entre periodo de agosto a diciembre.

Cuartel	Transpiración (m3/ha/temp)	Volumen Agua Aplicada (m3/ha)*	Producción (Ton/ha)	WUE** aproximado (Kg/m3)
Flame 13	5476	4025	13,7	3,4
Flame 14	5517	4025	18,4	4,6
Flame 15	5267	4040	12,7	3,1
Flame 12	5401	4992	17,0	3,4
Flame 11	5616	4992	15,9	3,2
Flame 10	5511	4992	14,6	2,9
Promedio	**5465**	**4511**	**15,4**	**3,4**
Maylen 1	4968	4306		
Maylen 2	4962	4306		
Maylen 3	5123	4306		
Maylen 5A	5164	3557		
Maylen 5B	4853	3557		
Promedio	**5014**	**4006**		

*Volumen de agua aplicada en riego de Flame Seedless considera desde agosto a fines de noviembre. Para Maylen desde agosto a fines de diciembre.

**WUE estimado con volumen de agua aplicado a la fecha (agosto a fines de diciembre)

Se presenta además en el Cuadro 2.1 valores de productividad estimados en base a información entregada por personal de campo, siendo posible realizar una estimación cercana de WUE (Eficiencia del uso del agua, por sus siglas en inglés “Water Use Efficiency”), a partir del volumen de agua real aplicada en campo y la producción reportada. Este valor se considera para el volumen de agua aplicado hasta fines de noviembre, por lo cual el valor real es menor al presentado en la tabla, pendiente de ajuste.

Se realiza una comparación del volumen de agua aplicado considerando riegos acumulados semanalmente, en relación a las necesidades hídricas estimadas a reponer de forma semanal para uno de los cuarteles de Maylen. Se muestra la información a continuación, en la Figura 2.3., donde se evidencia una falta de riego a mediados de noviembre. Los demás riegos tienden a seguir una tendencia en base a la recomendación de riego enviada al productor.

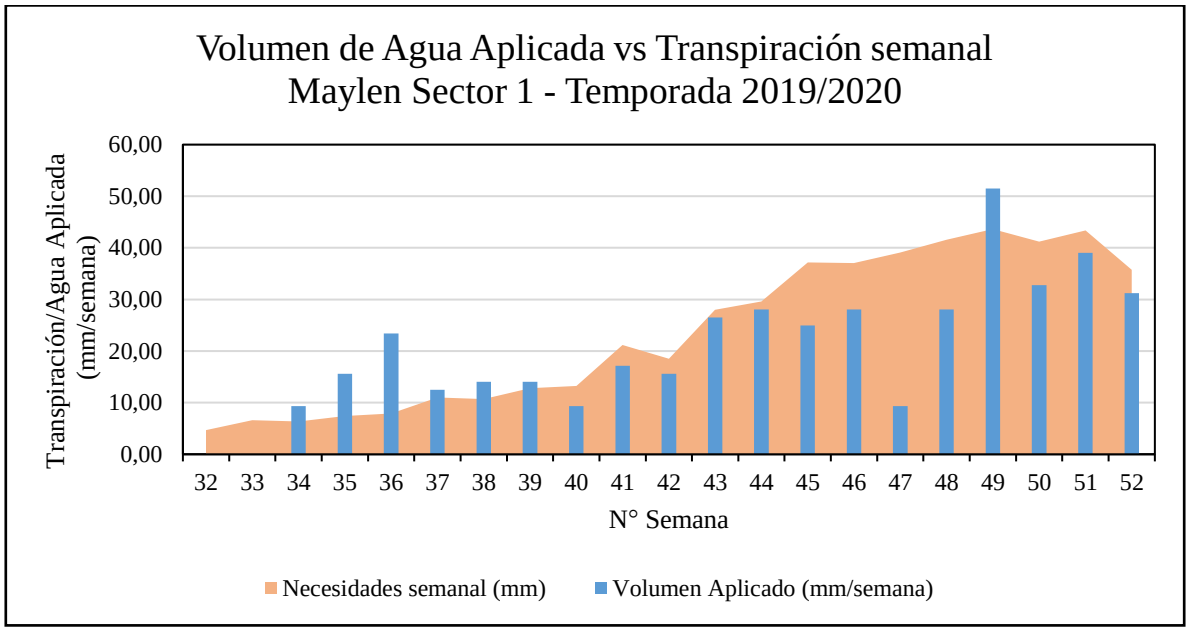


Figura 2.3. Comparación de las necesidades hídricas a reponer v/s volumen aplicado vía riego a escala semanal. Vid de mesa var. Maylen, Fundo La Campana.

2.4. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada variedad de uva de mesa monitoreada esta temporada, hasta la fecha (diciembre), asociando además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana de monitoreo a la fecha. Se hace entrega además de una curva comparativa entre la temporada actual 2019/2020 y la temporada pasada, para uno de los sectores de Maylen y de Flame Seedless monitoreados.

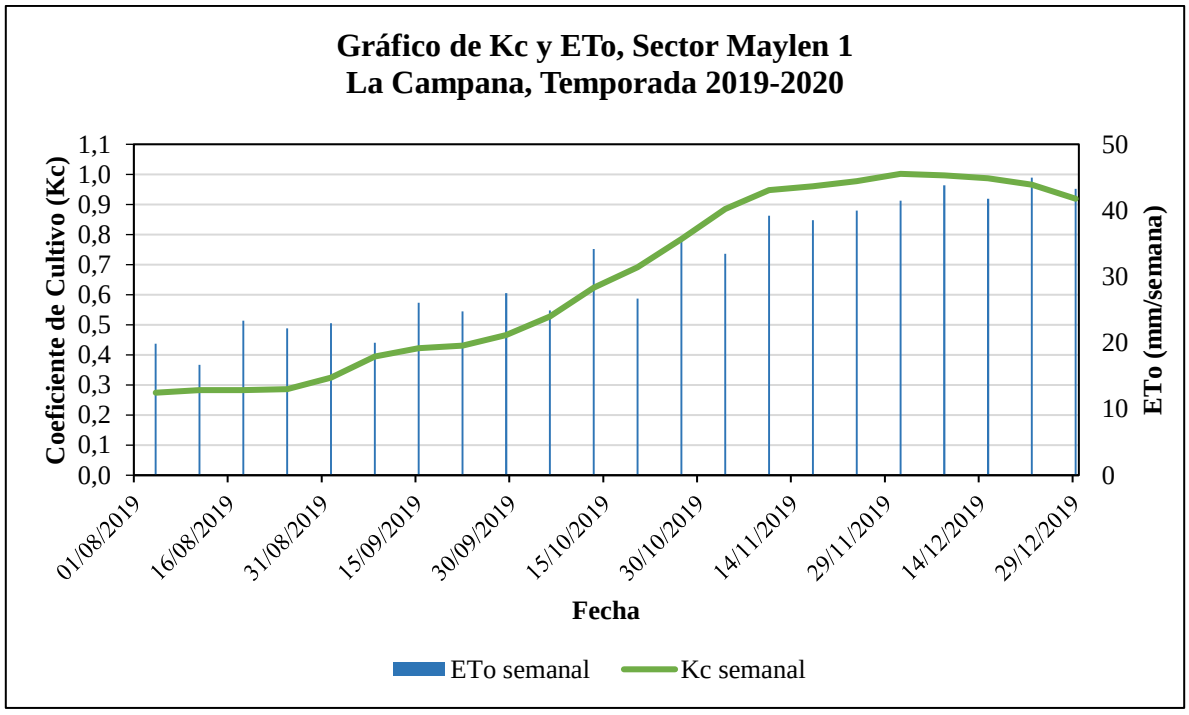


Figura 2.4. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, variedad Maylen en el Fundo La Campana, Maylen Cuartel 1. Temporada 2019-2020.

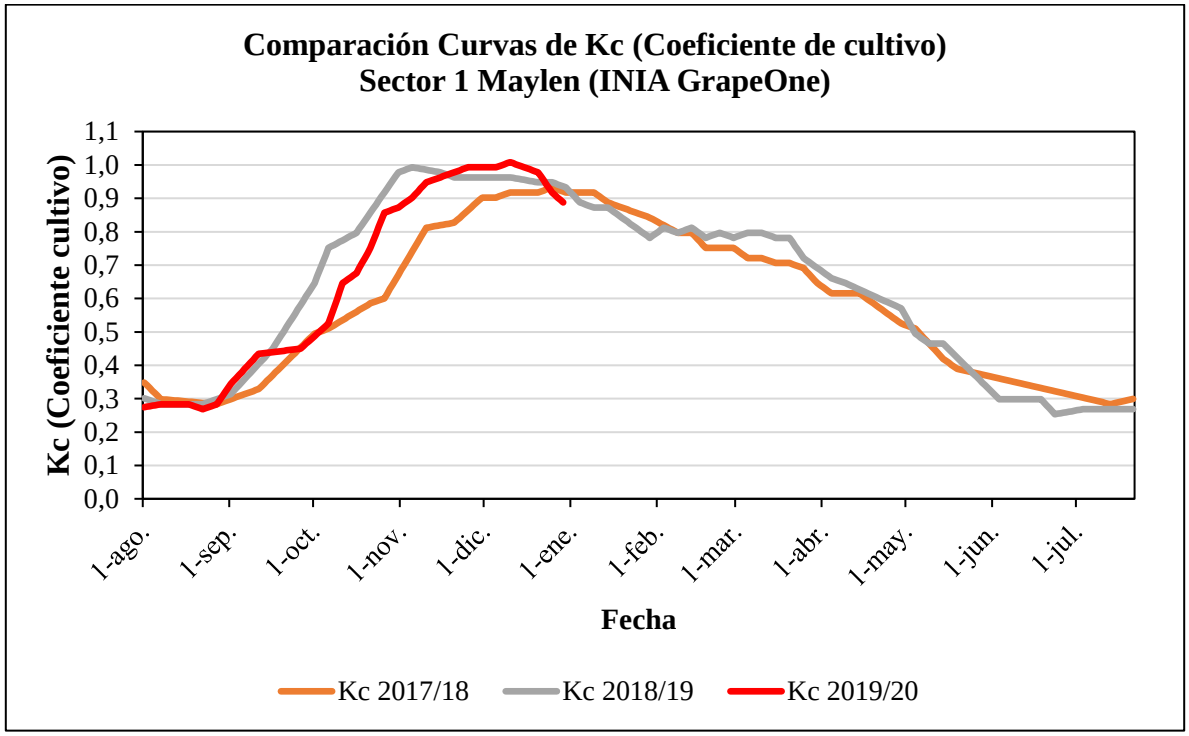


Figura 2.5. Comparación del comportamiento de curva Kc para temporadas 2018/19 y 2019/20 en Vid de Mesa var. Maylen, Cuartel 1. Fundo La Campana, Vicuña.

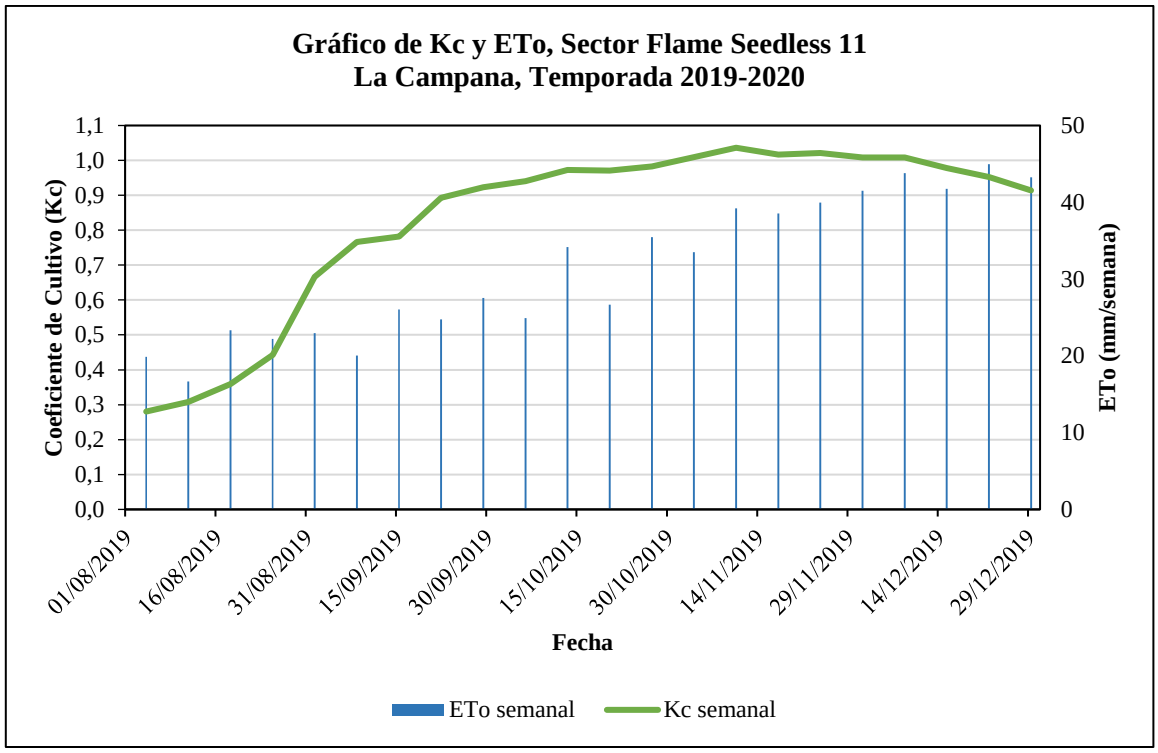


Figura 2.6. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Uva de mesa, variedad Flame Seedless en el Fundo La Campana, Sector Flame 11 Temporada 2019-2020.

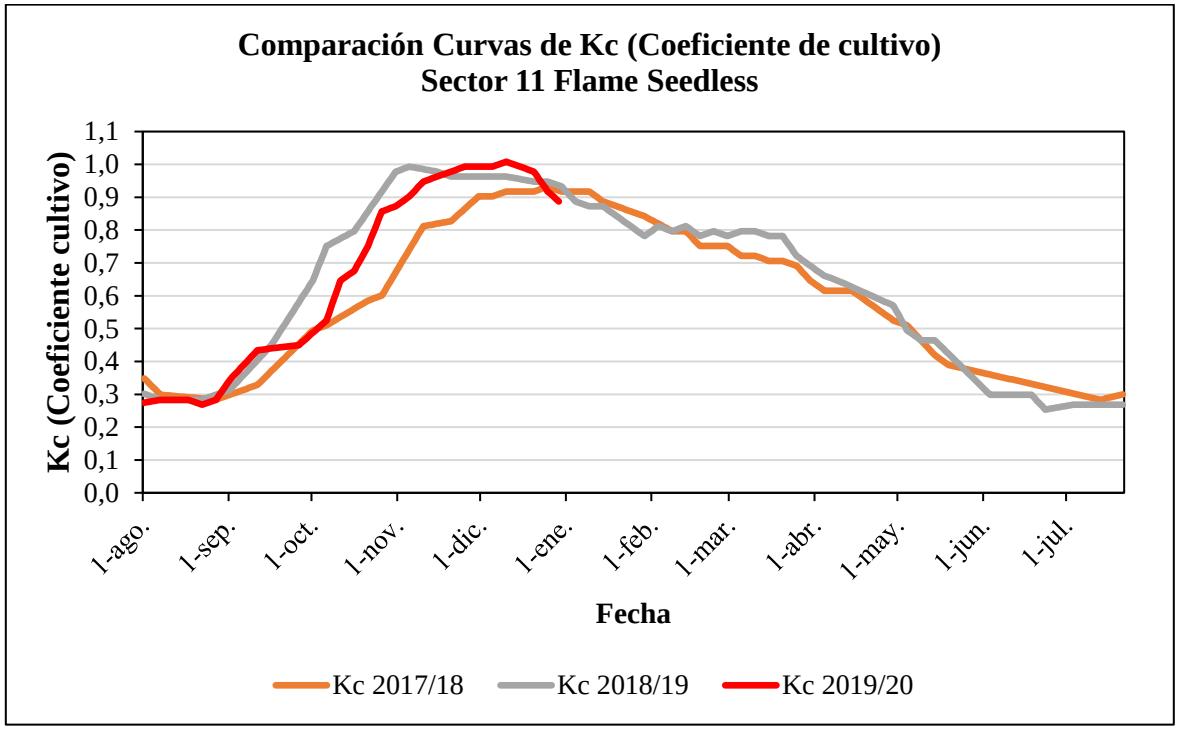


Figura 2.7. Comparación del comportamiento de curva Kc para temporadas 2018/19 y 2019/20 en Vid de Mesa var. Flame Seedless, Cuartel 11. Fundo La Campana, Vicuña.

3. Atacama

Ubicación del predio: Ex línea Férrea, Vicuña, Región de Coquimbo (Imagen 3.1).

Coordenadas: 30°01'10.8"S

70°46'40.6"W

Se realiza monitoreo de dos variedades de Vid de mesa (*Vitis vinífera*), correspondientes a ARRA 29 y Maylen® Iniagrape-one. La información meteorológica requerida para la obtención del parámetro de evapotranspiración de referencia se obtiene de la estación meteorológica “Vicuña”.

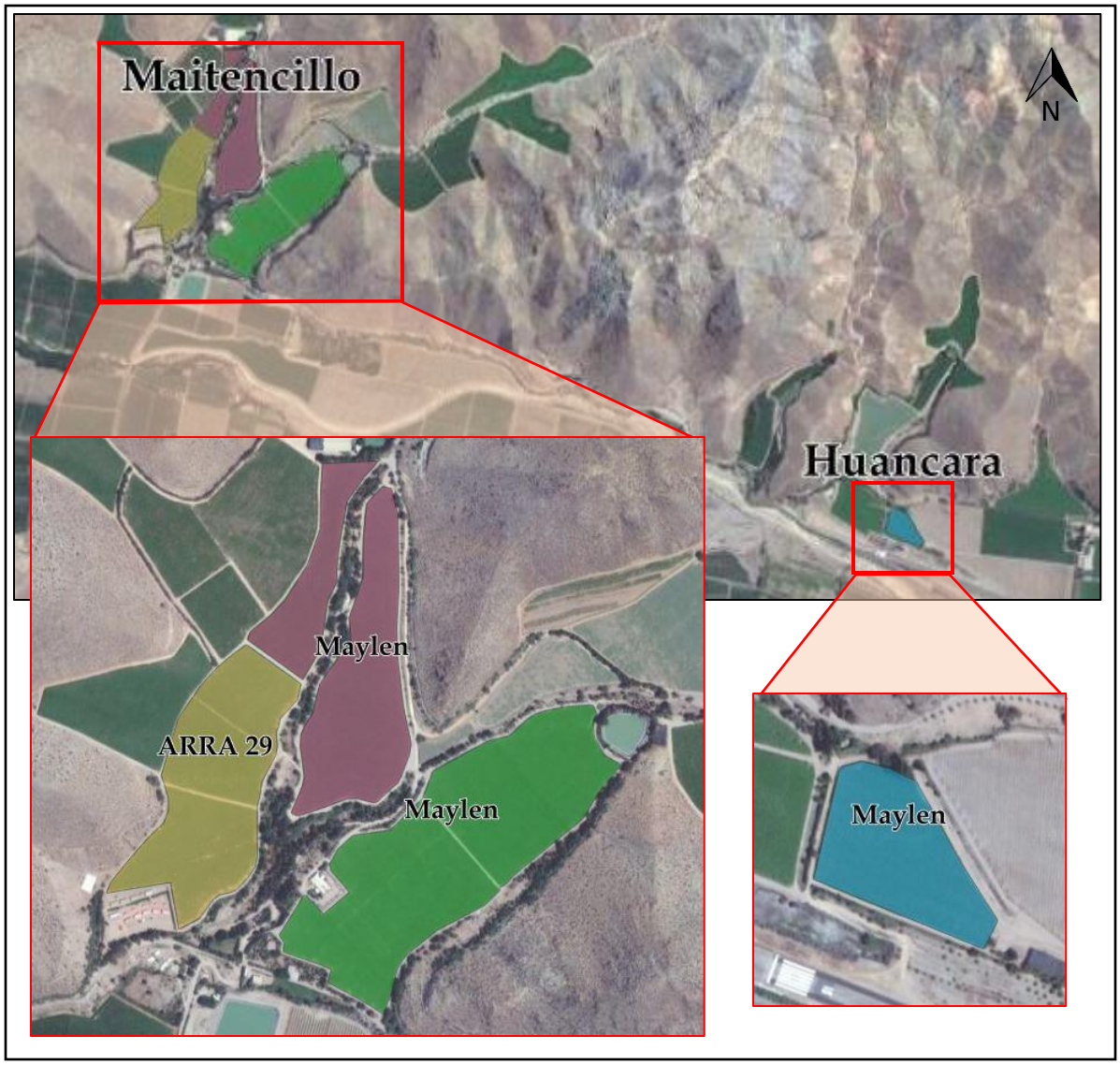


Figura 3.1. Fotografía Satelital Predio Agrícola Atacama, sectores monitoreados Temporada 2019/2020.

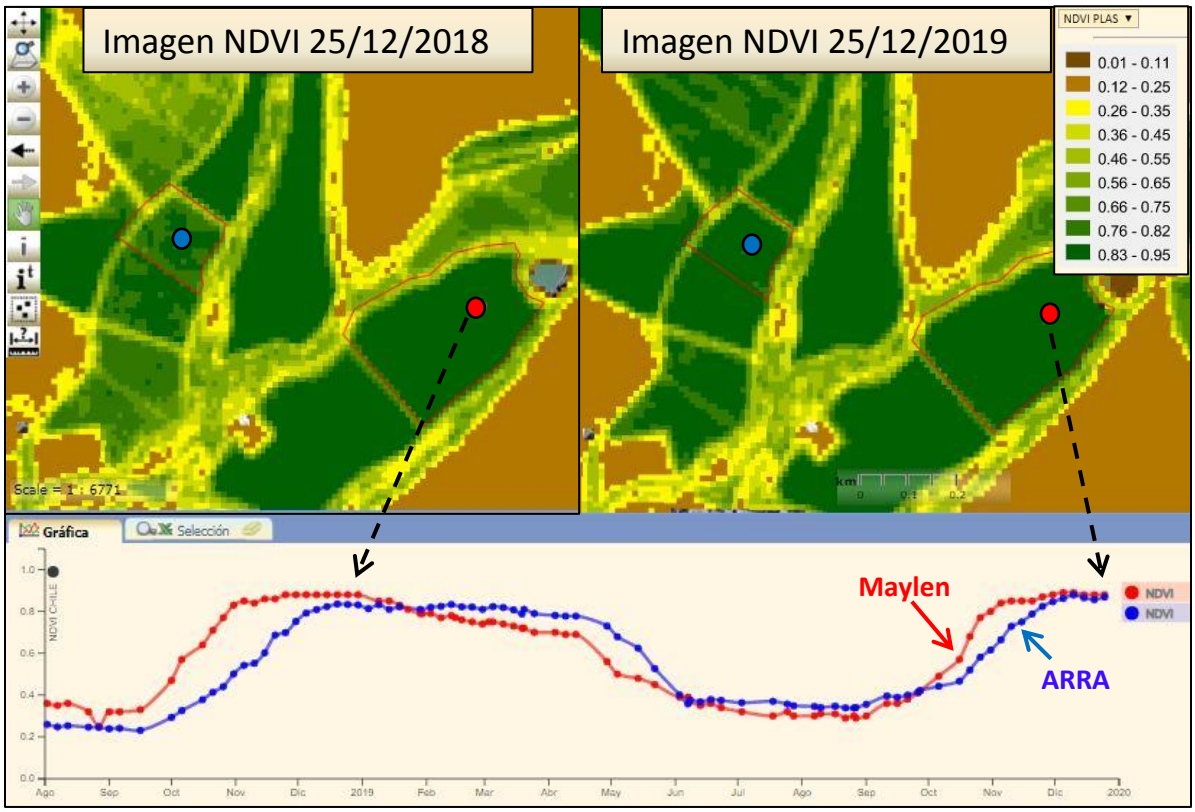


Figura 3.2. Comparación de comportamiento de índice NDVI en dos fechas para ambos sectores de monitoreo.

3.1. Descripción de suelos.

Se realizaron calicatas en terreno para describir estratas texturales, cantidad de raíces, pedregosidad y capacidad de retención de humedad de suelo en sectores monitoreados. Este muestreo fue realizado el día 10 de Octubre (2019), en conjunto con Carlos Sierra en terreno.

Se recolectaron muestras de suelo a distintas profundidades del perfil, para realizar análisis textural y aproximar parámetros de riego como Capacidad de Campo (CC) y Punto de Marchitez Permanente (PMP) (teórico). Se presentan a continuación los resultados obtenidos en laboratorio de suelos de INIA-Intihuasi mediante análisis textural con metodología de Bouyoucos. La capacidad de campo y punto de marchitez permanente obtenidos se encuentran dentro de los rangos para una textura media y media-ligera (Cuadro 3.1), siendo valores a considerar como referencia para la estimación de la humedad aprovechable del suelo.

Cuadro 3.1. Resultados de laboratorio, análisis de textura para sectores Arra 29 y Maylen.

							% H° Volumétrico	
N° calicata	**Cuartel/ Variedad**	**Profundidad (cm)**	**% Arena**	**% Limo**	**% Arcilla**	**Textura de Suelo**	**CC**	**PMP**
1	Maylen Ex-sultanina	0 - 40	62	22	16	**Franco arenoso**	21,6	11,5
		40 - 60	72	16	12	**Franco arenoso**	17,4	9,2
		70 - 90	80	8	12	**Franco arenoso**	15,9	9,2
2	ARRA 29	0 - 20	45	35	20	**Franco**	27	13,9
		20 - 40	50	34	16	**Franco**	24,1	11,7
		40 - 70	49	30	21	**Franco**	26,6	14,4

Se muestra en la Figura 3.3 un mapa con la ubicación de las calicatas realizadas en los sectores de monitoreo, de donde fue obtenida la información de suelo.

Figura 3.3. Mapa de ubicación calicatas en sectores de Arra 29 y Maylen.

Se observa además en la Figura 3.4. las condiciones de suelo al momento de la visita, para las dos calicatas, especificando las estratas de suelo identificadas, condiciones de las raíces, y pedregosidad estimada.

Para el caso del sector de Maylen, presenta una alta presencia de piedras a lo largo de todo el perfil, pero en mayor concentración a una profundidad mayor a 80 cm., presentando además concentración de raíces muertas entre los 60 y 80 cm, pero se presume

perteneciente a raíces del cultivo anterior en el sector. Raíces de la variedad actual Maylen se concentran hasta los 80-90 cm, extendiéndose en menor cantidad hasta los 120 cm de profundidad de la calicata.

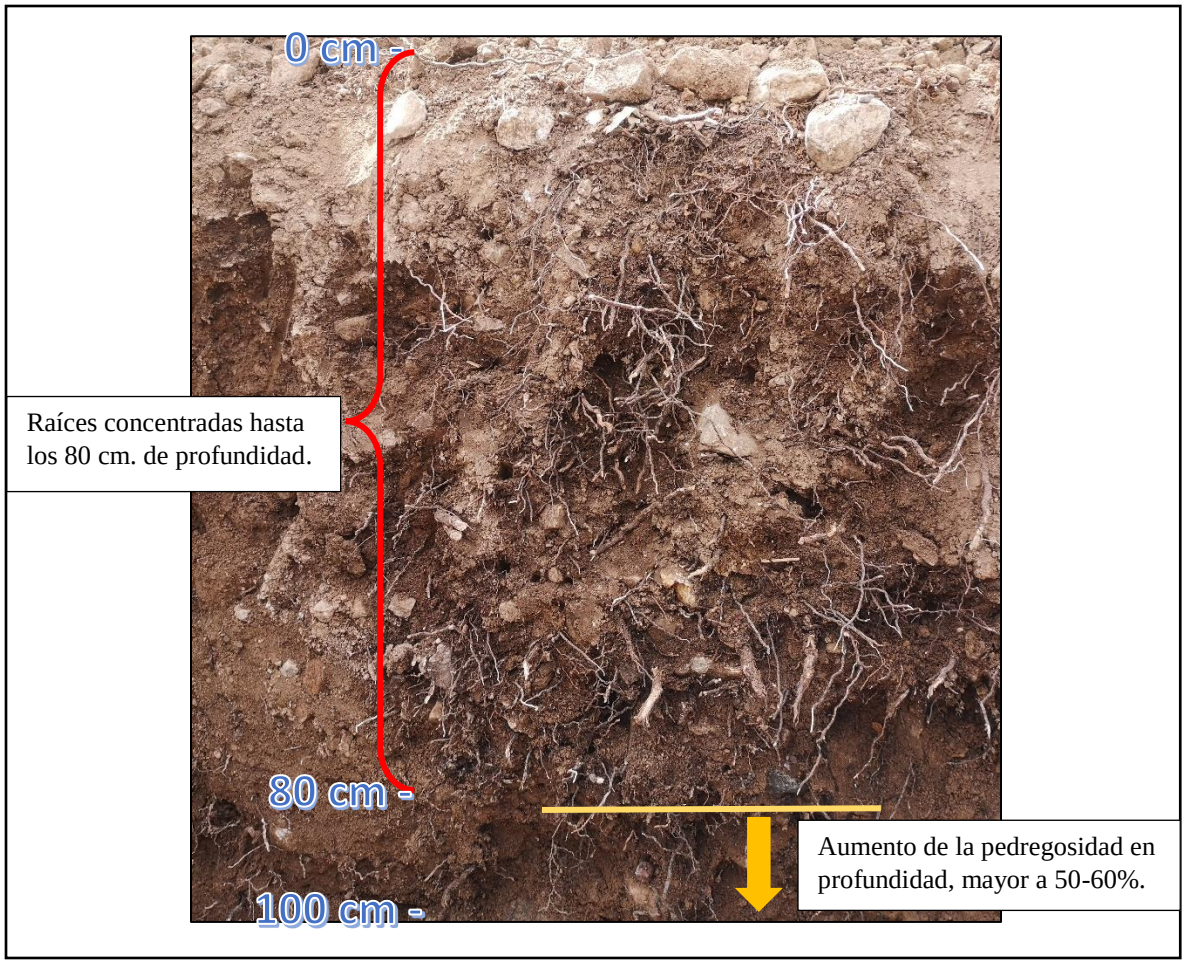


Figura 3.4. Fotografía de calicata 1 en sector Maylen ExSultanina.

De acuerdo a análisis de textura, el suelo es franco arenoso, con alta cantidad de piedras (mayor a 40% - Dato no cuantificado mediante metodología en terreno). Por lo anterior, es necesario considerar una mayor frecuencia de riego considerando los datos de CC y PMP anteriormente entregados. Se asume una Da de 1,45 para textura media-ligera y una pedregosidad de 40%. PSM o porcentaje de suelo mojado por emisores se asume de 40%.

HA (mm) = (CC-PMP)/100 * Da * Prof. raíces (mm) * (1 - %pedregosidad) * PSM

HA (mm) = (17,4 - 9,2)/100 *1,45 *1200* (1 - 0,5) * 0,4

HA (mm) ~ 34 mm

La humedad aprovechable (HA) entonces para este suelo sería de aproximadamente 32 mm con las consideraciones anteriores. Este valor es importante a considerar para el cálculo de las frecuencias de riego para el sector con este tipo de textura de suelo.

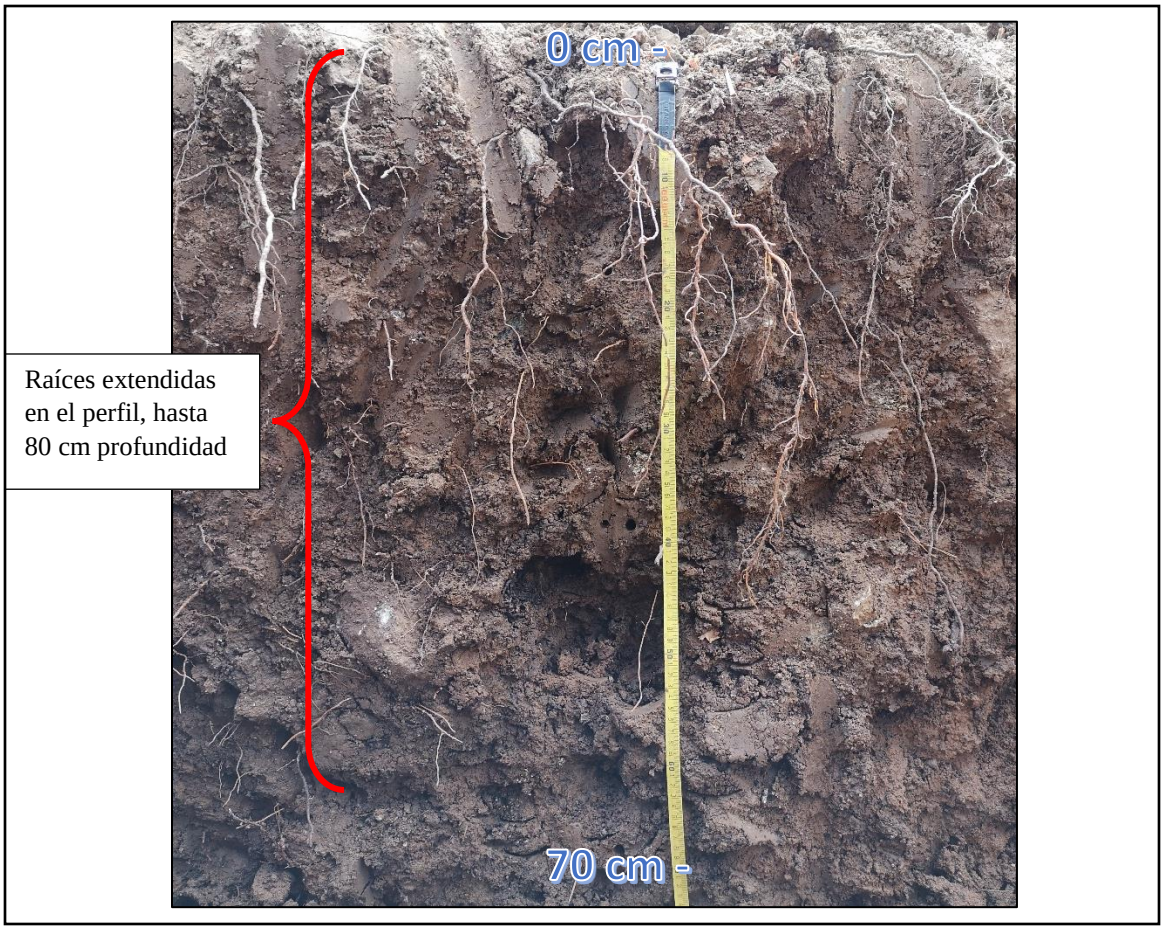


Figura 3.5. Fotografía de calicata 2 en sector Arra 29.

Para el caso de la calicata en el sector ARRA, se observa una baja densidad de raíces de la nueva variedad, con una amplia exploración a lo largo del perfil. Raíces sanas, pero poco concentradas hasta los 90-100 cm de profundidad principalmente. De acuerdo a análisis de textura, correspondería a suelo franco, con bajo porcentaje de pedregosidad (menor a 30%, no cuantificado en terreno). Considerando una densidad aparente de 1,35 para suelo de textura media, los datos de CC y PMP anteriormente informados, una pedregosidad de 30%, con un PSM asumido de 40%, se calcula la humedad aprovechable:

HA (mm) = (26,6 - 14,4)/100 *1,35 *1000* (1 - 0,3) * 0,4

HA (mm) ~ 46 mm

La humedad aprovechable por tanto para este sector rondaría los valores de 46 mm, a considerar para ajustes de frecuencia de riego para el sector.

3.2. Factores de Suelo asociados al riego.

En el Anexo 4 se presenta información asociada a condiciones físico-químicas y nutricionales del suelo, en base a información entregada por personal del predio. En este se encuentran comentarios y sugerencias del Ingeniero Agrónomo Carlos Sierra, relativas a las condiciones de nutrición foliar y de suelo analizadas para distintos sectores de vides.

3.3. Descripción de sistema de riego.

Todos los sectores monitoreados cuentan con un lineal de riego por hilera de plantación, un caudal de goteros de 2,3 litros/hora, con una distancia entre goteros de 0,5 metros. Considerando que ambos sectores cuentan con una distancia entre-hilera de 3 metros, la precipitación del sistema corresponde a 1,53 mm/hora.

3.4. Demanda Hídrica

Se realiza el cálculo del volumen teórico de agua a aplicar durante la temporada 2019-2020 en los sectores monitoreados, en relación a los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación más cercana (Vicuña). Así también, el predio Agrícola El Tambo hizo entrega de los registros de riego de los sectores monitoreados, considerando la temporada desde agosto de 2019 hasta la fecha (diciembre 2019).

Se entregan a continuación datos referentes a la cantidad de agua aplicada en terreno desde agosto hasta la penúltima semana de diciembre, periodo con el que se cuenta con la información. Se compara con la demanda hídrica modelada de las plantas (transpiración) durante la temporada 2019-2020, considerando la información presente en la plataforma agrícola Satelital PLAS.

Cuadro 3.2. Cuadro comparativo entre la transpiración acumulada y el volumen real aplicado durante la presente temporada 2019/2020. Comparación entre meses de agosto a diciembre 2019.

		Plataforma Satelital	Registros de riego	
CUARTEL	**Superficie Total Sector Riego (ha)**	**Transpiración* (m3/ha/temporada)**	**Agua Aplicada* (m3/ha/temporada)**	**Δ Agua Transpirada v/s Agua aplicada (m3/ha/temp.)**
Maylen (Bodega)	**13,48**	4.995	4.600	**-395**
ARRA 29	**7,7**	4.636	3.872	**-764**
Maylen (Ladera Chica)	**8,99**	5.436	4.746	**-691**
Maylen (Huancara)	**1,5**	5.141	3.458	**-1.683**

En el Cuadro 3.2 se puede ver en el balance que se presentan diferencias entre la cantidad de agua que se aplicó vía riego, en comparación al agua que demandó la planta (transpiración) a lo largo del periodo comprendido. Se ha disminuido el volumen de agua aplicado en comparación al patrón de riego que presentaron estos sectores la temporada anterior, corrigiendo por tanto este exceso de agua. Las diferencias ahora presentes se deben principalmente a monitoreo de humedad de suelo en campo para sectores con suelos de textura más arcillosa, con mejor retención de humedad.

Para mostrar la distribución de la aplicación de riego en la presente temporada, se entregan a continuación gráficas comparativas entre las necesidades de riego estimadas a reponer con la información disponible en la plataforma satelital, en contraste con los volúmenes de agua que se aplicaron en campo para cada semana de la temporada (en base a los registros

de riego de cada sector). Se presenta esta información para dos sectores, de distinta variedad. Ambas gráficas muestran un buen ajuste a las recomendaciones de riego enviadas a los productores. En el Anexo 5 se describe además el comportamiento de los riegos y la aplicación de factores de manejos en base a estrés hídrico aplicados durante la temporada pasada (2018/2019), información que fue entregada a los productores asociados.

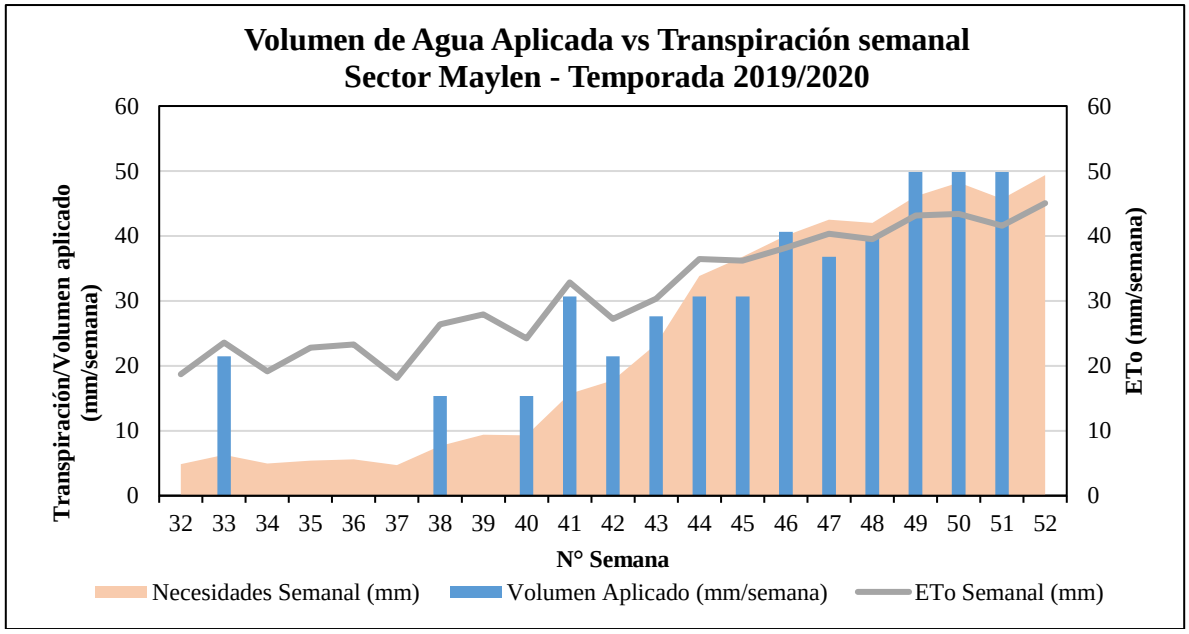


Figura 3.6. Comparación de las necesidades hídricas a reponer v/s volumen aplicado vía riego a escala semanal. Vid de mesa var. Maylen, Agrícola Atacama. Vicuña.

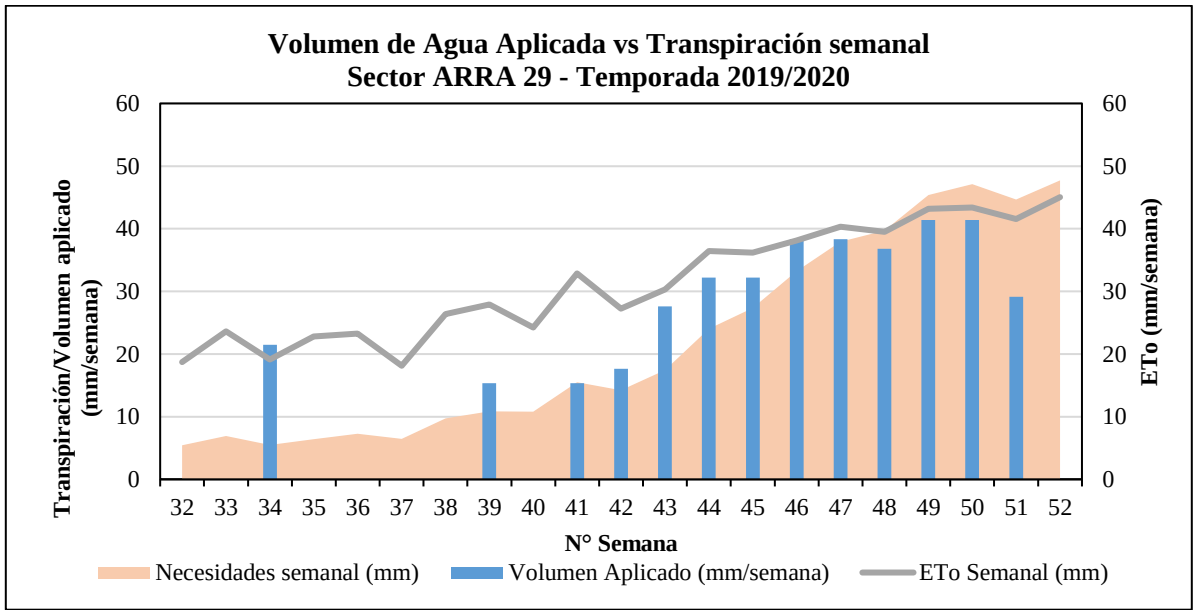


Figura 3.7. Comparación de las necesidades hídricas a reponer v/s volumen aplicado vía riego a escala semanal. Vid de mesa var. ARRA 29, Agrícola Atacama. Vicuña.

3.5. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada una de las variedades de uva de mesa monitoreadas. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana, obtenida de la estación meteorológica de Vicuña.

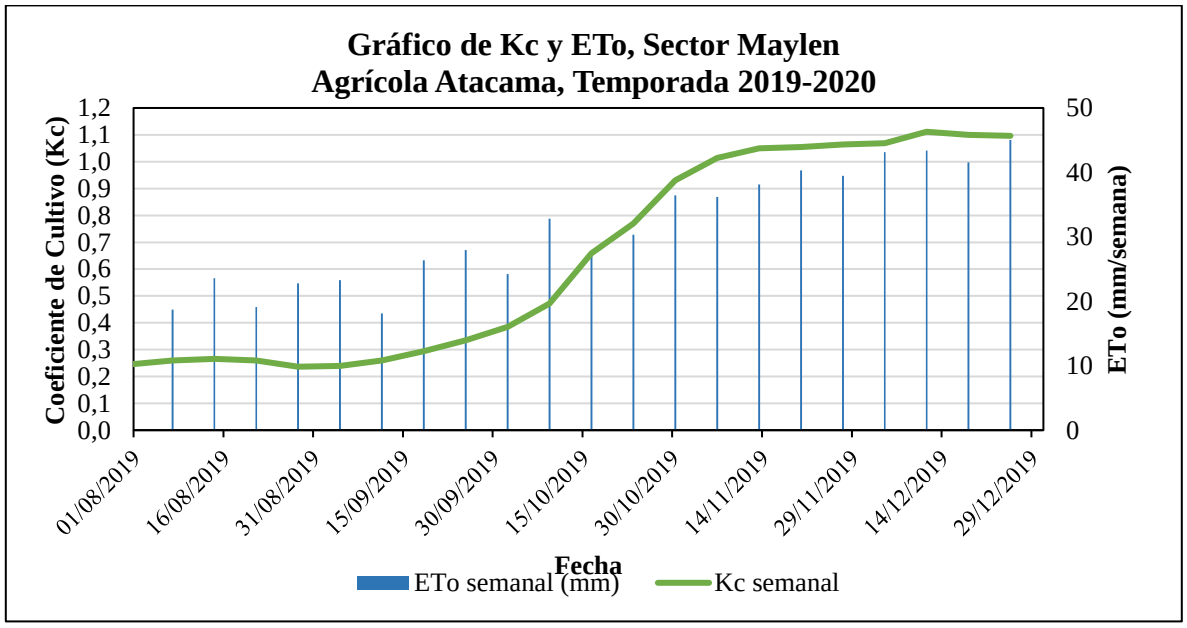


Figura 3.8. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, variedad Maylen. Agrícola Atacama. Temporada 2019-2020.

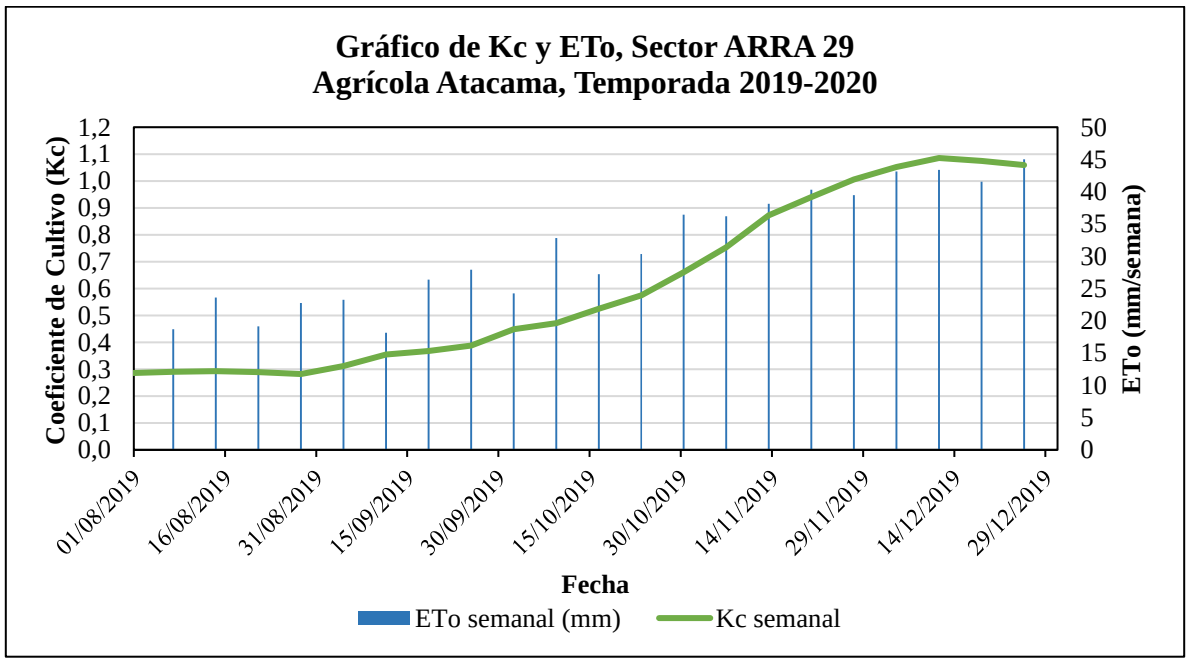


Figura 3.9. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, variedad ARRA 29. Agrícola Atacama. Temporada 2019-2020.

Se representa además el efecto de considerar un factor de manejo (Ks) durante la pos-cosecha, con el fin de disminuir el volumen de riego aplicado de forma controlada y sin repercusiones en la producción de la siguiente temporada, con valores de Ks de 1 a 0.7, siendo un Ks = 1 correspondiente a cultivo sin estrés. Mediante este factor de manejo, es posible aplicar riegos en relación a las demandas hídricas máximas de la vid durante su periodo de desarrollo foliar y reproductivo, para luego de la cosecha aplicar un factor de estrés paulatinamente, haciendo entrega del 90 hasta 70% de las necesidades máximas demandadas por las vides, con el fin de disminuir el uso de agua en períodos donde fenológicamente no generará efectos negativos en la producción presente y a futuro, en relación a los procesos fisiológicos de la época.

Los siguientes gráficos corresponden a la temporada 2018/2019 ya que, en la actual temporada, al no encontrarse los cuarteles en cosecha, no se les ha aplicado este factor de manejo.

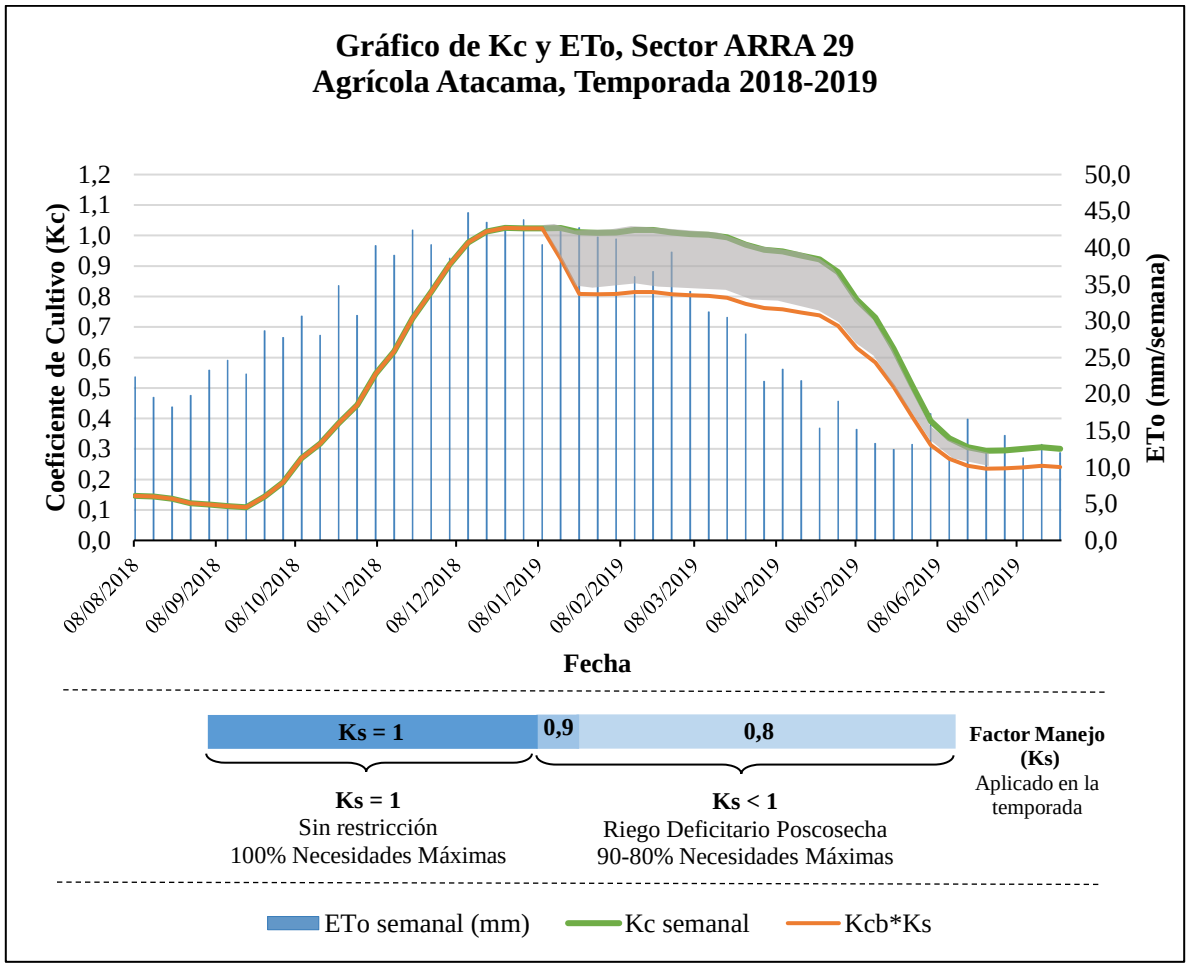


Figura 3.10. Comportamiento de curva de Kcb promedio semanal y curva Kcb*Ks (factor manejo), junto con ETo semanal (Estación Met. Vicuña) para Vid de mesa, variedad Arra 29 en Agrícola Atacama. Temporada 2018-2019.

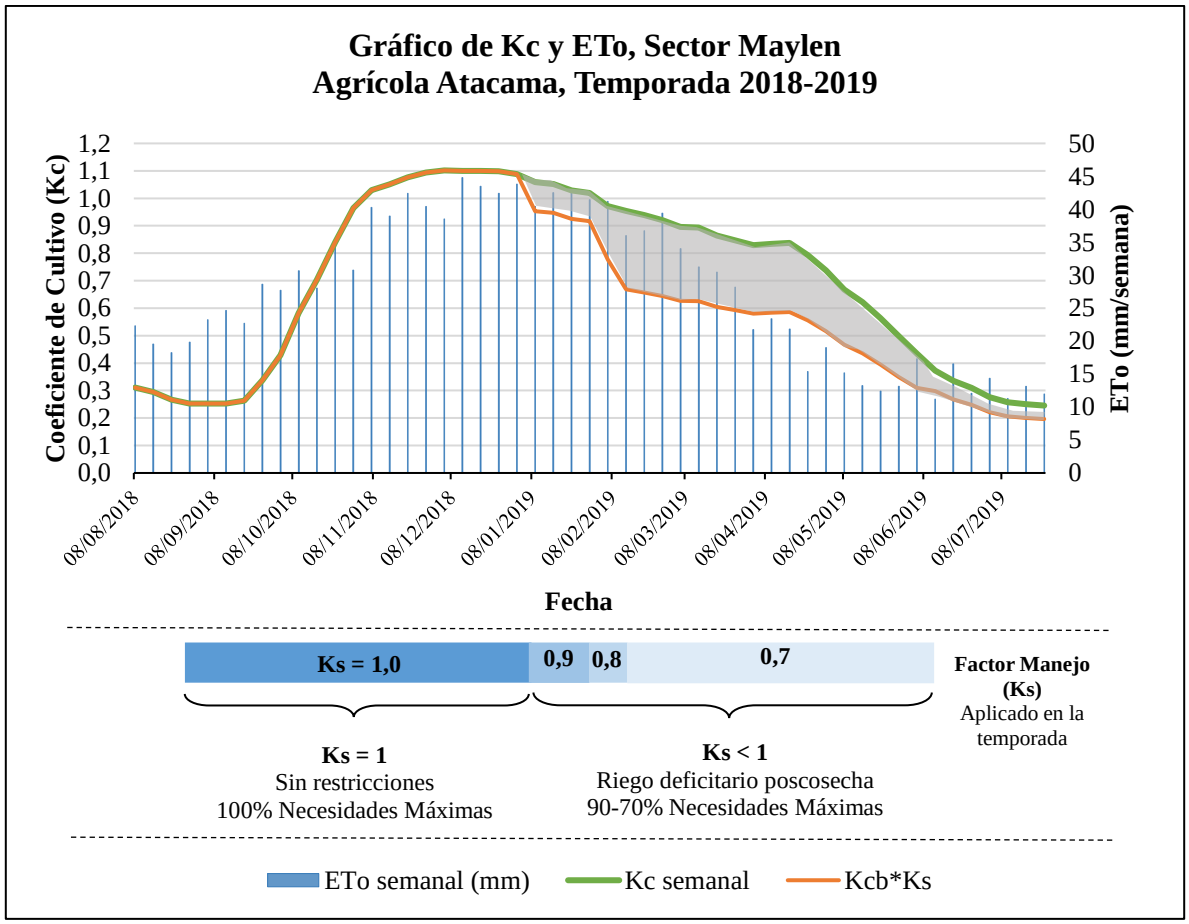


Figura 3.11. Comportamiento de curva de Kcb promedio semanal y curva Kcb*Ks (factor manejo), junto con ETo semanal (Estación Met. Vicuña). Vid de mesa, variedad Maylen en Agrícola Atacama. Temporada 2018-2019.

4. INIA Vicuña

Ubicación del predio: Ruta D-357, Vicuña, Región de Coquimbo. (Figura 4.1)

Coordenadas: 30°02'17.2"S

70°41'38.6"W

Se realiza monitoreo satelital a tres sectores de Uva de mesa (Vitis vinífera) correspondiente a dos sectores de var. Maylen® Iniagrape-one., y un sector de var. Flame Seedless. También se monitorean dos sectores de Uva para pisco de la variedad Moscatel de Alejandría. Se obtienen datos de evapotranspiración de referencia de la estación meteorológica de INIA Vicuña.

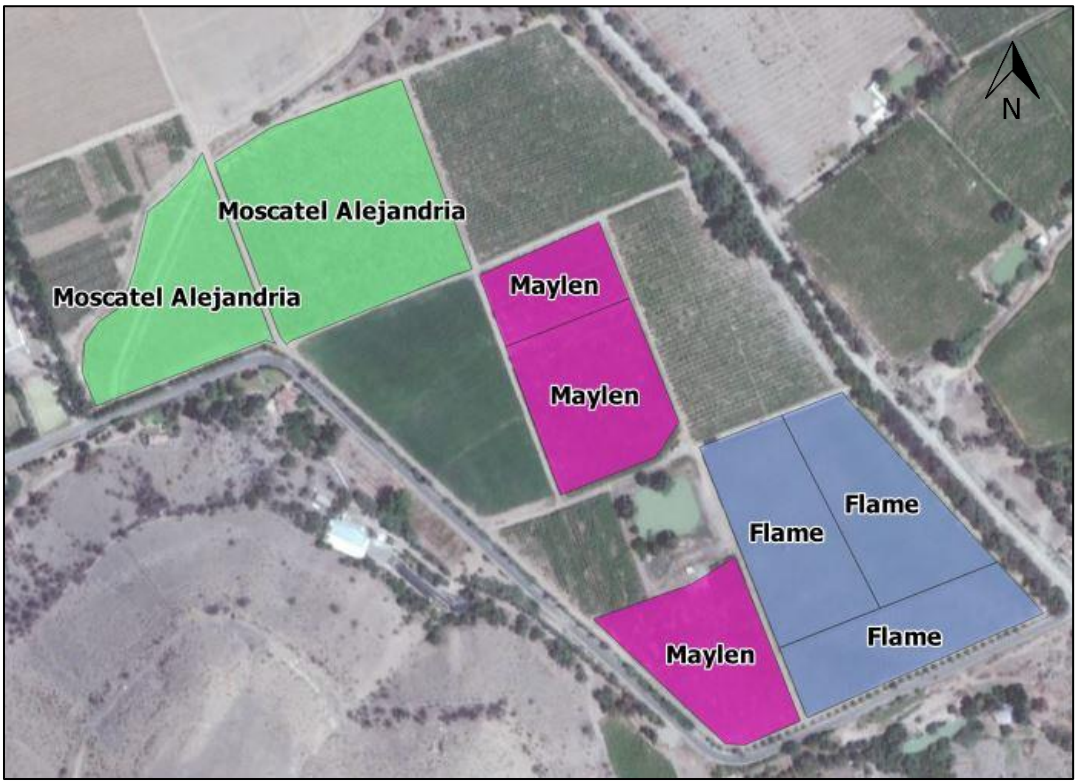


Figura 4.1. Fotografía satelital de Centro experimental INIA Vicuña, sectores resaltados corresponden a parcelas piloto.

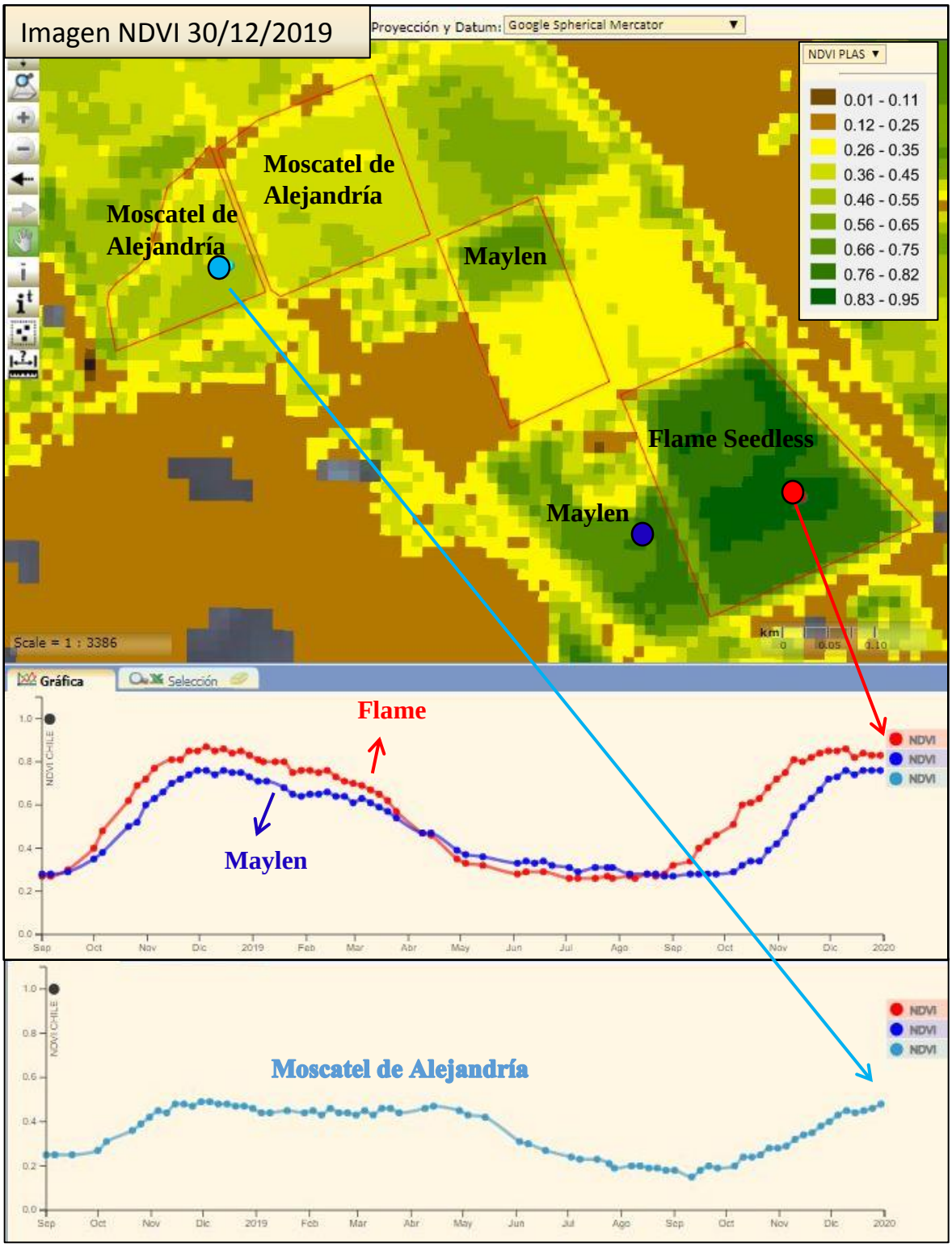


Figura 4.2. Imagen NDVI obtenida de la plataforma satelital PLAS, junto con el comportamiento de la curva de NDVI para sectores de vides monitoreados en la temporada 2019-2020. CE INIA Vicuña.

4.1. Descripción de suelos

Se cuenta con la descripción de tres calicatas ubicadas en la parte baja-media de la ladera de un cerro con coordenadas 30°02,346'S, 70°41,298'O, correspondiente al cuartel donde actualmente se encuentra uva de mesa variedad Flame Seedless injertada sobre patrón Harmony (Sector M2), cuyas características edafológicas son representativas de la parcela experimental. Los suelos descritos corresponden a variaciones de la Serie de suelo Puxanta (PUX)**,** siendo suelos moderadamente profundos, de texturas que varían entre franca arenosa a franco arcillosa.

4.2. Descripción de sistema de riego.

Las características del sistema de riego varían en los distintos sectores. Para el caso de los sectores de Moscatel de Alejandría y Flame Seedless, presentan un lineal de riego por hilera de plantación, un caudal de goteros de 4 litros/hora y una distancia entre goteros de un metro. Considerando una distancia entre las hileras de 3 m., la precipitación del sistema de riego corresponde a 1,33 mm/hora. Para el caso de los sectores de Maylen, presentan un lineal de riego por hilera de plantación. El sector Maylen 3 presenta distancias entre goteros distintas, las cuales son 0,6 m en unas hileras y de 0,5 m en otras.

Se cuenta con información de humedad de suelo para el sector P7, a distintas profundidades, cuya gráfica se presenta a continuación.

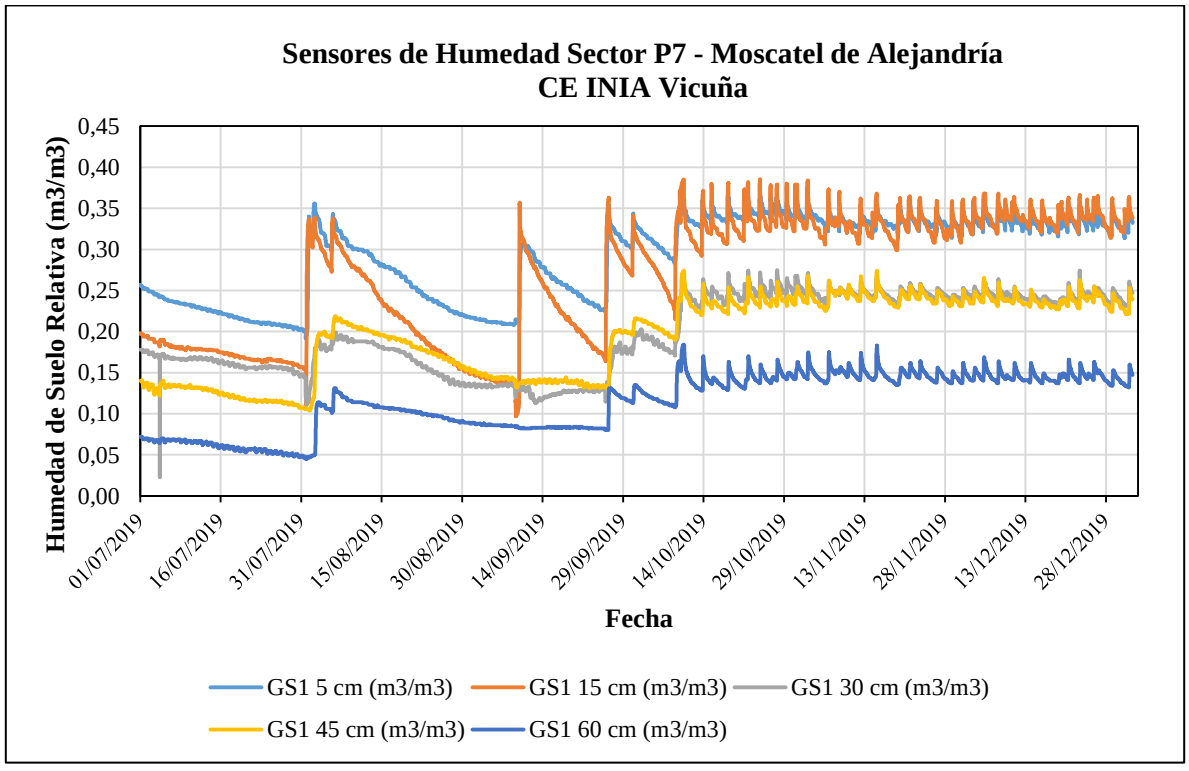


Figura 4.3. Registro Sensores de Humedad. Sector P7, Moscatel de Alejandría. CE Vicuña.

4.3. Demanda Hídrica

En el siguiente cuadro se presenta el volumen de agua estimado a reponer en la temporada 2019-2020 para los sectores monitoreados, en relación a los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación INIA-Vicuña.

Cuadro 4.1. Dotación de agua aplicada durante la temporada 2019-2020 a la fecha a los sectores del CE Vicuña INIA, Vicuña. Se consideran temporada desde septiembre a fines de diciembre 2019.

Sector	Variedad	Transpiración (m3/ha/temp)	Volumen de Agua Aplicado (m3/ha/temp)
8 - Nuevo	**Maylen**	2751	4324
3 - Ladera Abajo		3481	7445
3 - Ladera Arriba		3670	7445
	Promedio	3301	6404
P14	**Moscatel de Alejandría**	1580	2800
P7		1611	2998
	Promedio	1596	2899
M2I	**Flame Seedless**	4756	4274
M2A		4495	4395
M2B		4728	3756
	Promedio	4660	4142

*Volumenes en rojo están pendientes de corroboración.

En el cuadro anterior, los volúmenes en rojo corresponden a sectores pendientes de corroborar la información entregada por la plataforma DropControl.

Se realiza a continuación una representación gráfica del volumen de agua aplicada semanalmente en el predio, en relación a los registros de riego obtenidos de la plataforma web DropControl para dos de los sectores monitoreados, con lo que se presenta una comparación entre el volumen real de agua aplicada y las necesidades de riego estimadas a reponer semanalmente (Transpiración potencial) mediante la plataforma satelital y datos meteorológicos de la estación Vicuña.

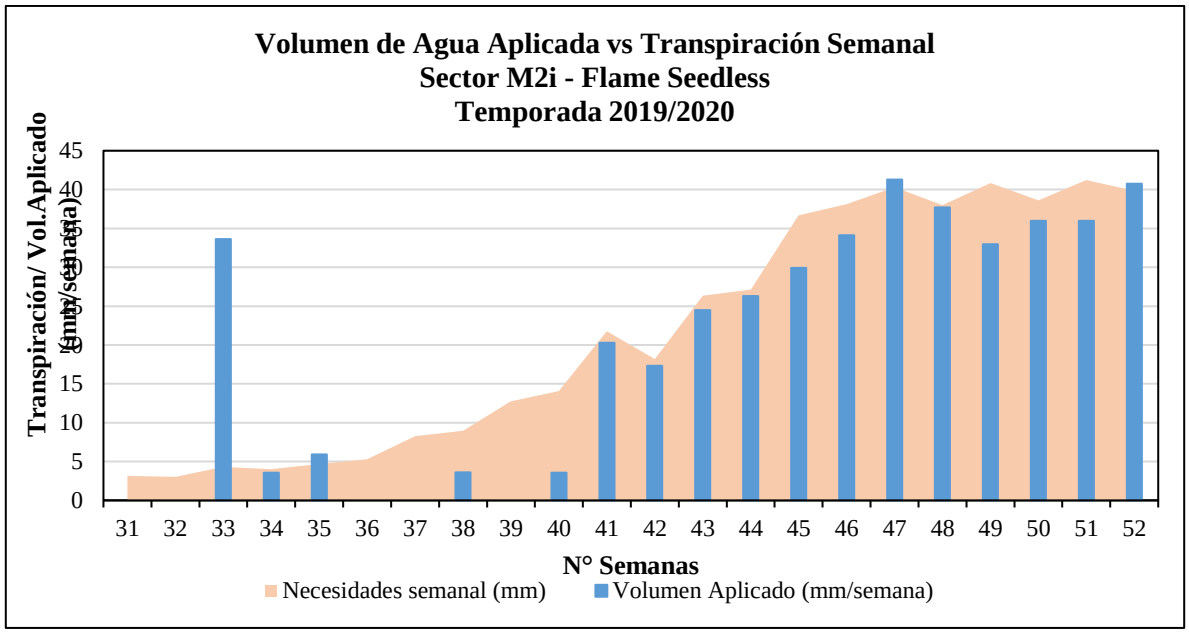


Figura 4.4. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector M2i Flame Seedlees, temporada agosto a diciembre 2019. CE INIA Vicuña.

Se observa en la figura anterior que los riegos en general se han ajustado a la recomendación de necesidades estimadas a reponer de forma semanal. Este sector se destinó a la producción de uvas para pasas, y junto a los otros sectores monitoreados esta temporada, se mejoró la infraestructura de riego, junto con la automatización del sistema, permitiendo una mejor planificación y aplicación de los riegos en general.

Para el caso de la Figura 4.4., el sector de Maylen mostrado no cuenta con los riegos ajustados de acuerdo a lo recomendado. Más de la mitad de este sector fue arrancado a fines de la temporada pasada, siendo ahora realizadas las recomendaciones en base a un tercio del sector que presenta mayor desarrollo producto de que fue establecido con un año de antelación (temporada 2018/2019). Está pendiente corroborar que el riego de este sector de Maylen, junto con el sector M3, se corresponde realmente con lo informado en DropControl, cuyo volumen aplicado dista mucho de lo recomendado (Cuadro 4.1).

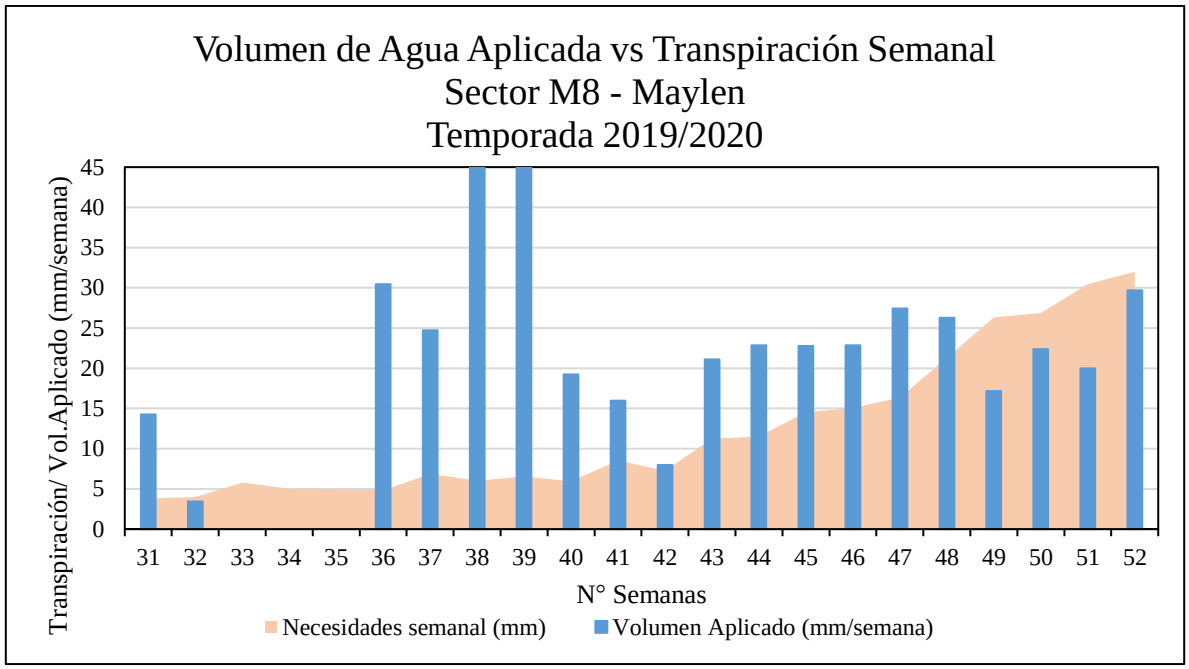


Figura 4.5. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector M8 Maylen, temporada agosto a diciembre 2019. CE INIA Vicuña.

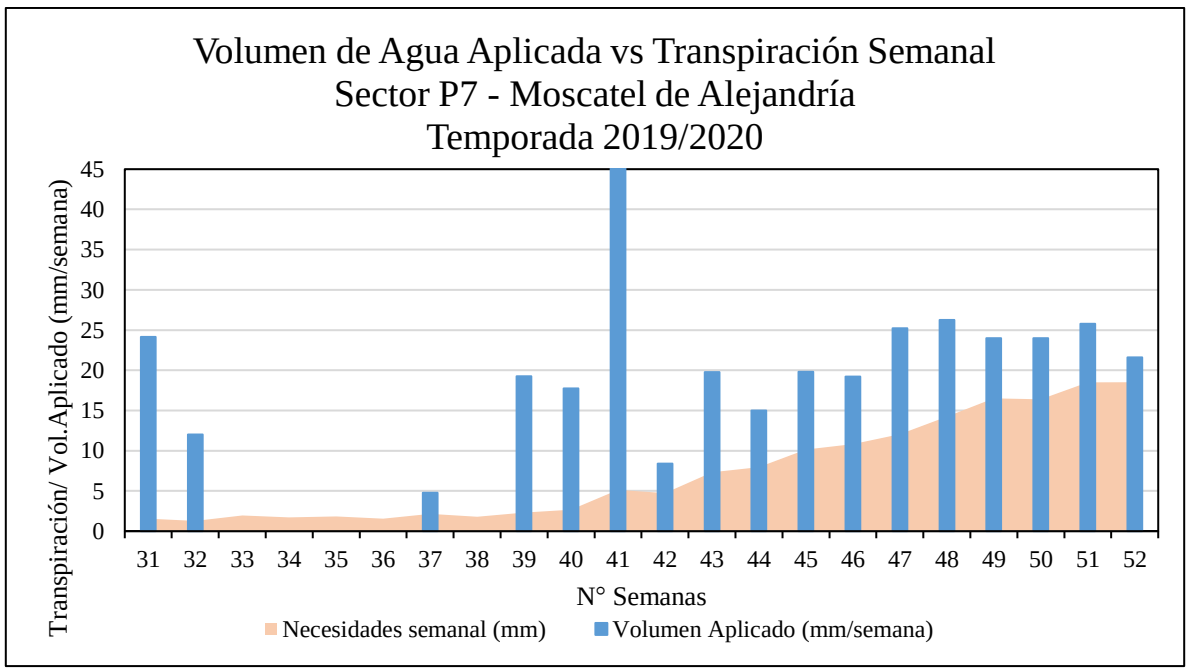


Figura 4.6. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector P7 Moscatel de Alejandría, temporada agosto a diciembre 2019. CE INIA Vicuña.

Para este último caso (Figura 4.5.) de uno de los sectores de Moscatel de Alejandría, se observa que se ha realizado una mayor aplicación de volumen de riego que los

recomendados, pero al seguir el patrón de las recomendaciones, se presume que también puede haber errores con los datos arrojados por DropControl, pendiente de revisar en conjunto con el administrador del Centro Experimental. De corresponder los riegos a la realidad efectivamente, entonces se presentan deficiencias en el uso eficiente del recurso hídrico.

4.4. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada variedad de uva de mesa monitoreada. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana monitoreada.

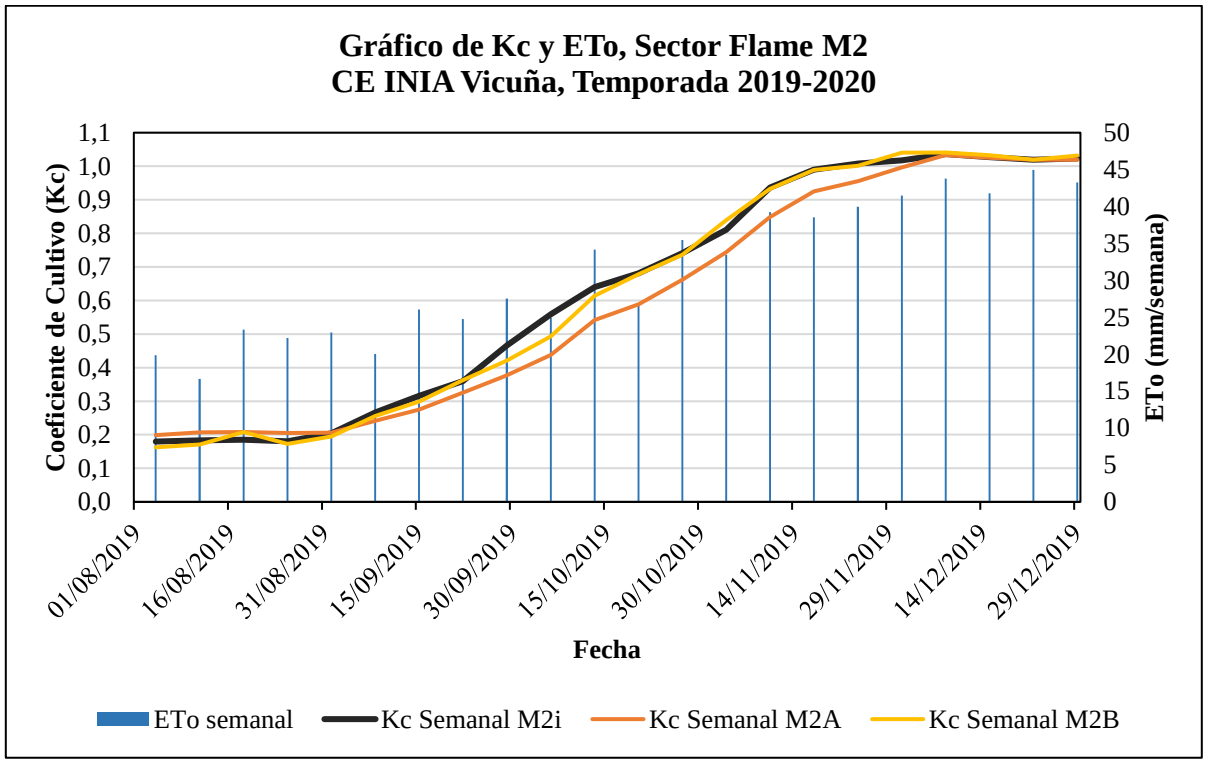


Figura 4.7. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, variedad Flame Seedless, Sector M2 (M2i, M2A, M2B), temporada 2019/2020. CE INIA Vicuña.

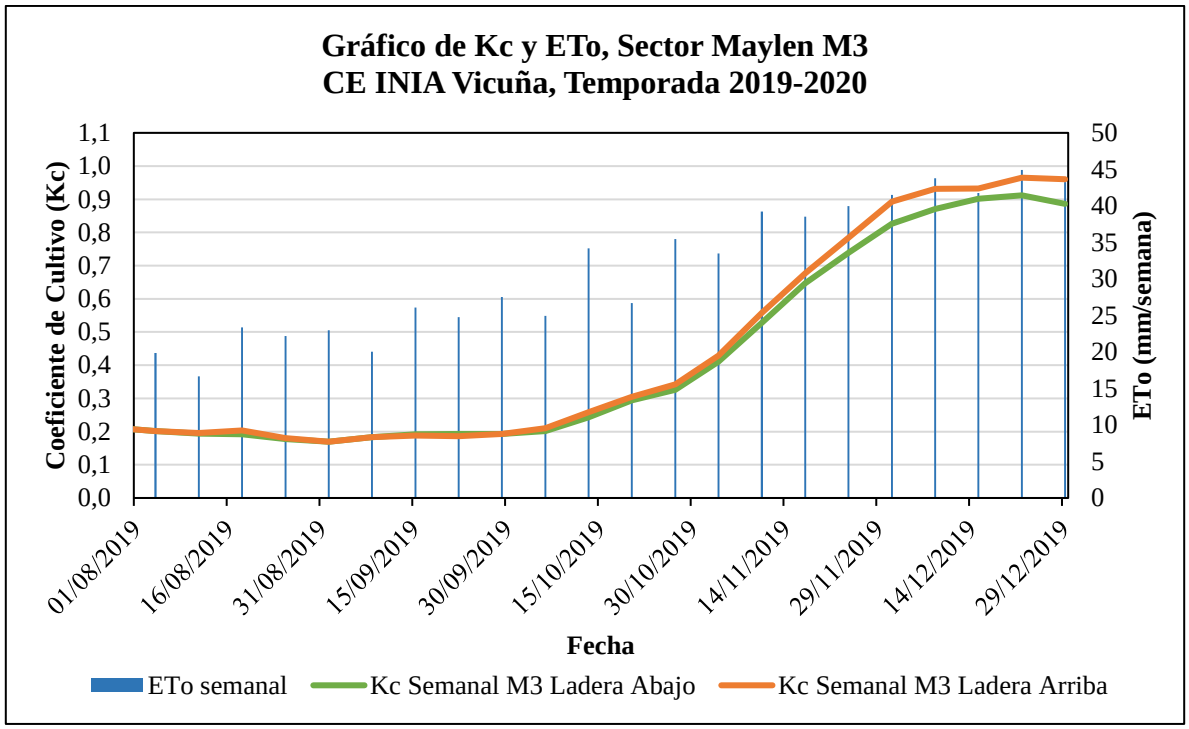


Figura 4.8. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, variedad Maylen, Sector M8 (Ladera abajo y ladera arriba), CE INIA Vicuña. Temporada 2019/2020.

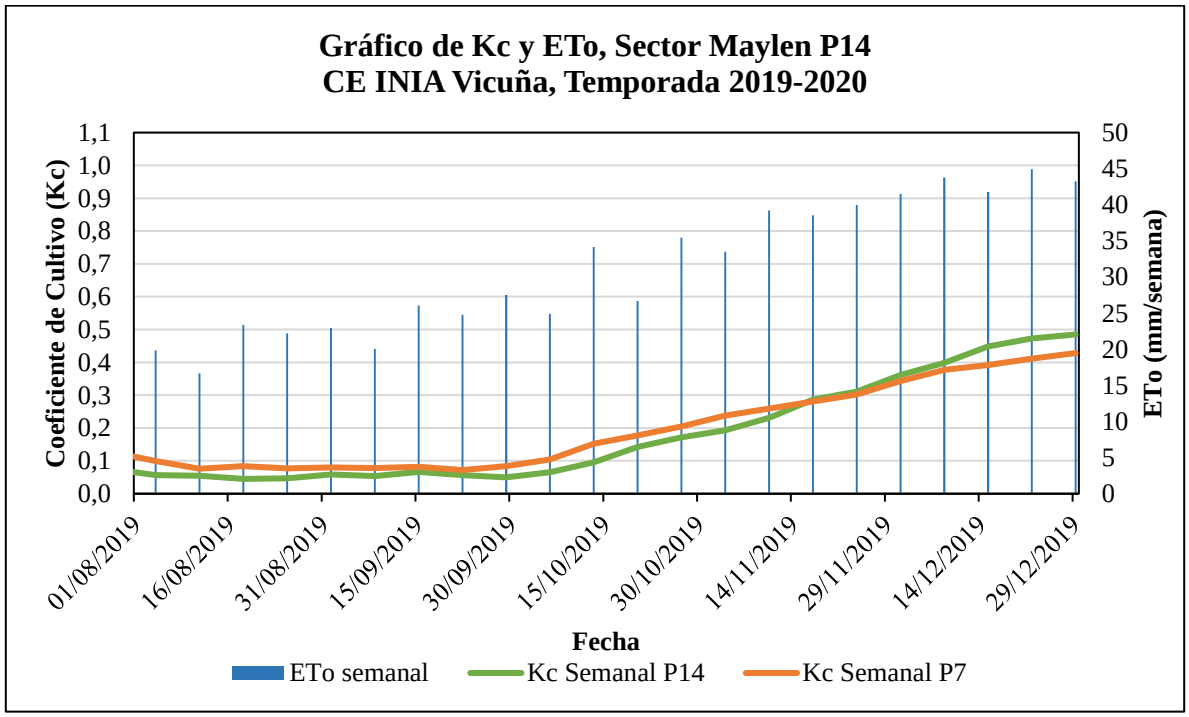


Figura 4.9. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Uva pisquera, Moscatel de Alejandría, Sector P14, CE INIA Vicuña. Temporada 2010-2020.

5. Valle Grande

Ubicación del Predio: Apatitas, Región de Coquimbo (Imagen 5.1.)

Coordenadas: 30°06'05.7"S

71°16'23.5"W

Se realiza monitoreo de 3 sectores de Olivos (*Olea europea* L.), los cuales se muestran en la Figura 5.2. En uno de los sectores se encuentra instalado un sensor de humedad de suelo, siendo presentada su ubicación aproximada en la Figura 5.2. Se obtienen datos meteorológicos de la estación meteorológica más cercana correspondiente a Pan de Azúcar.

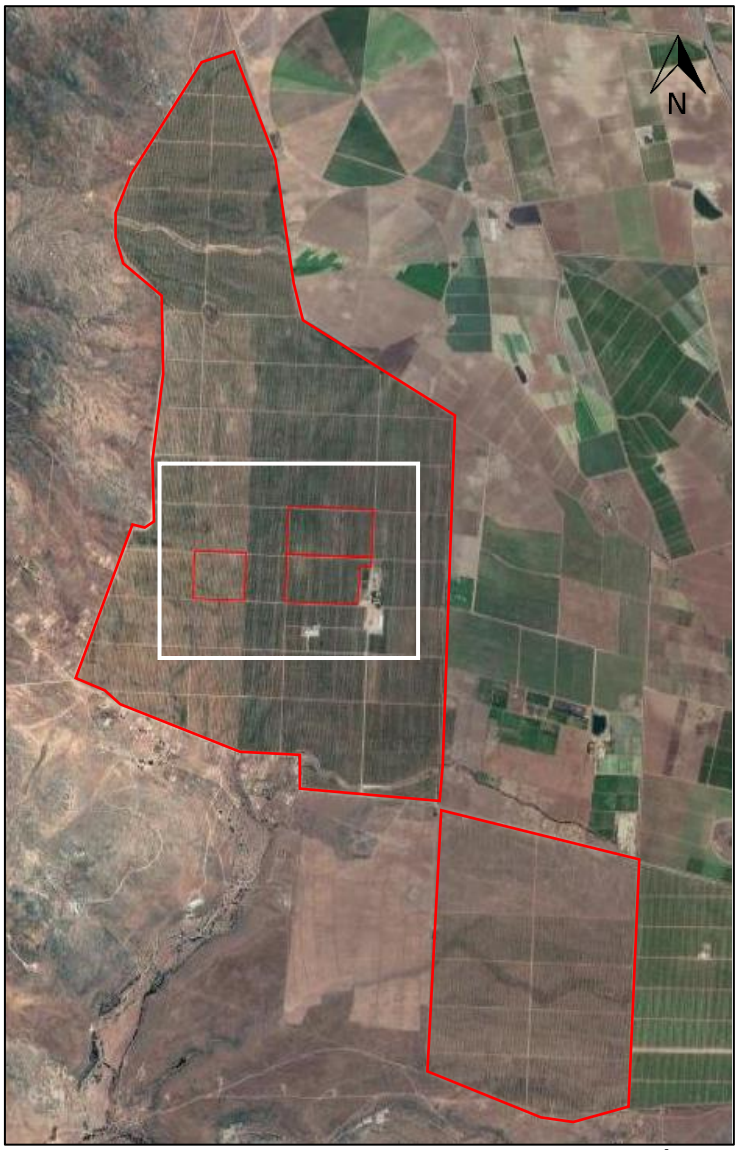


Figura 5.1. Fotografía Satelital Predio Olivícola Valle Grande. Área seleccionada corresponde a sección del predio donde se encuentran los sectores a monitorear.

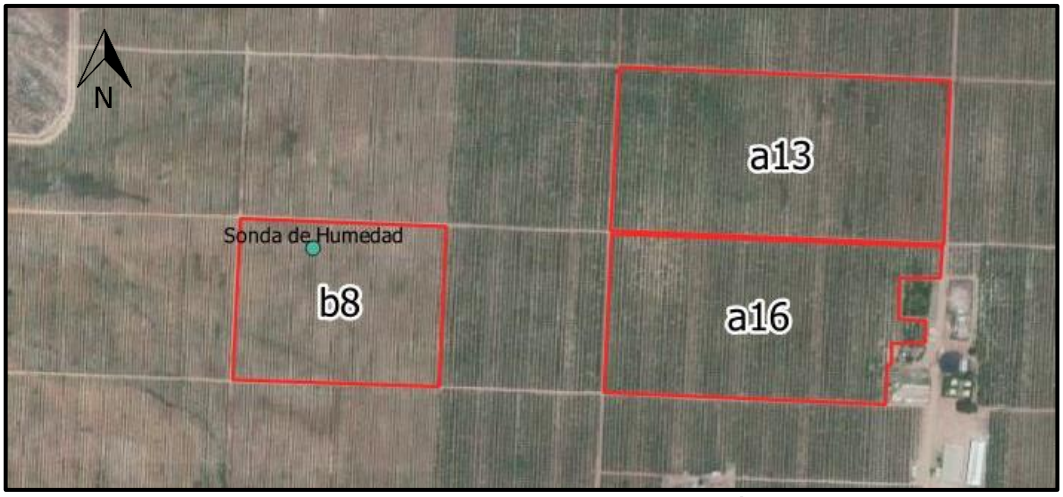


Figura 5.2. Sectores de monitoreo, Predio Olivícola Valle Grande.

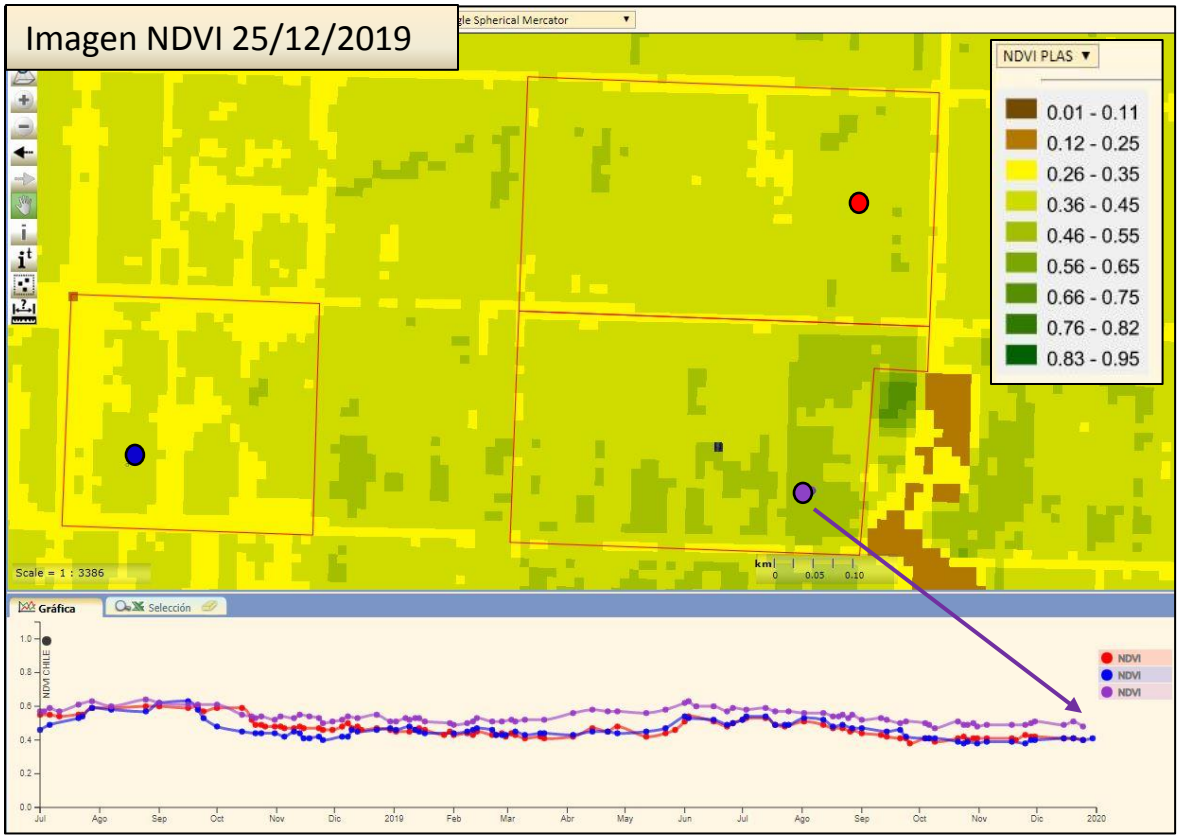


Figura 5.3. Imagen NDVI obtenida de la plataforma satelital PLAS, junto con el comportamiento de la curva de NDVI para sectores de vides monitoreados en la temporada 2019-2020. Agrícola Valle Grande.

5.1. Descripción de suelos

A continuación, se detallan comentarios de Ing. Ag. Carlos Sierra referente a lo observado en calicatas. Se apreció claramente un desarrollo radicular muy superficial en los suelos moderadamente profundos y de textura más fina, esto debido al historial de exceso de riego. Mientras que en el suelo delgado de muy buen drenaje el sistema radicular si presentaba una buena condición (calicatas 4 y 5 de sectores en ladera), debido a que el exceso de humedad aplicada drena con facilidad y permite una buena aireación del suelo. Modificar este desarrollo y crecimiento de raíces en forma superficial es lento e implica bajar y ajustar mejor la tasa de riego (tiempo y frecuencia de riego).

En este suelo delgado con buenas raíces puede ser importante mejorar o incrementar la fertilización considerando el resultado de los análisis foliares.

Importante puede ser combinar riegos largos y cortos, para estimular crecimiento radicular en profundidad. Riegos largos o normales según programa de riego INIA. Además realizar cada cierto tiempo, en verano, cada 30 días, riegos largos con una fracción de lavado del 25%, es decir incrementar en 25% el tiempo de riego. En otoño y primavera puede distanciarse cada 45 días. Esto debe ajustarse en terreno.

Manejo del riego en invierno es igualmente importante, se debe regar continuamente durante el invierno, ajustando el riego según las precipitaciones del mes. En caso de lluvias es recomendable regar rápidamente después para reconstituir el bulbo y alejar sales de la zona de raíces.

5.2. Descripción de Sistema de riego

Las características del sistema de riego varían entre sectores, los sectores a13 y a16 cuentan con una línea de riego por hilera de plantación, caudales de gotero de 4 litros/hora y distancia entre goteros de un metro, con una distancia entre-hilera de 5 metros, con lo cual la precipitación del sistema en ambos sectores corresponde a 0,72 mm/hora.

En cuanto al sector b8, cuenta con un lineal de riego por hilera de plantación, el caudal entregado por gotero es de 4 litros/hora, con una distancia entre goteros de 0,8 m. y una distancia entre-hilera de 6 m., entregando el sistema en este sector una precipitación de 0,75 mm/hora.

Se instalaron sensores de humedad GS1 y GS3 (para medición de salinidad) en sector b8, pero producto de que la alta salinidad del agua alteraba la correcta medición del sensor GS3 para la salinidad, se reinstalaron solo sensores GS1 a 3 profundidades en el eje central de la hilera de plantación, y a dos profundidades a 70 cm. del eje central (en dirección a la entre-hilera), con el fin de observar la lateralización de los riegos y disminuir la aplicación de riegos largos.

Gracias a los sensores, es posible cambiar la aplicación de los riegos por una combinación de dos riegos cortos (de 10 u 11 horas) y uno largo (de 16 horas), controlando además la frecuencia de los riegos. Se deja esta programación principalmente para humedecer la zona lateral de raíces, y lograr una expansión del bulbo húmedo, con una reposición de la humedad en la zona cada 3 riegos (correspondiente al riego largo), y para alejar las sales del bulbo de raíces. No es posible disminuir más el tiempo de riego, producto de que el

productor requiere lateralizar el bulbo de humedad, y para su condición de texturas de suelo heterogénea entre estratas, y con solo un lineal de riego por hilera de plantación, estima conveniente la lateralización por efecto de saturación de los suelos más profundos de textura arcillosa. Se ha informado al productor de que esta práctica puede llevar a la muerte de un porcentaje de las raíces por exceso de humedad y asfixia radicular (la cual se ha visto presente en sector a13, aunque en baja cantidad).

Se muestra a continuación el comportamiento presente por los sensores instalados en el centro y en el lateral del eje de los olivos (Figura 5.3 y 5.4.)

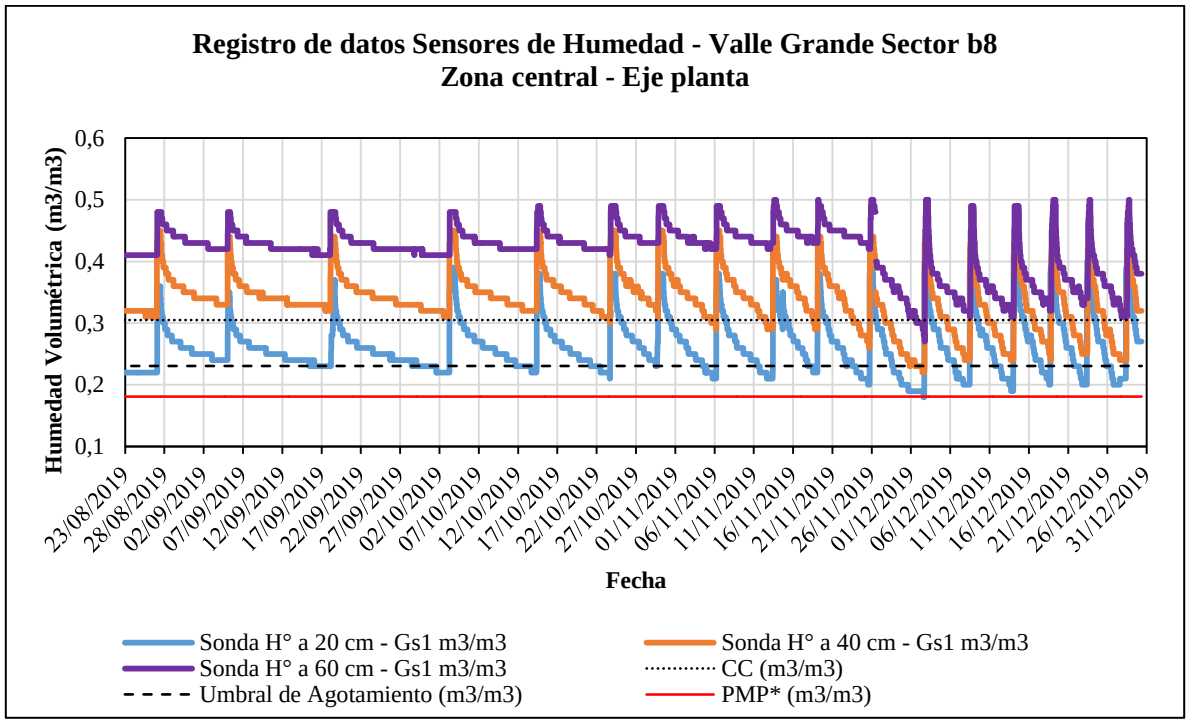


Figura 5.4. Registro de sensores de humedad, zona eje central, Olivos sector B8. Valle Grande.

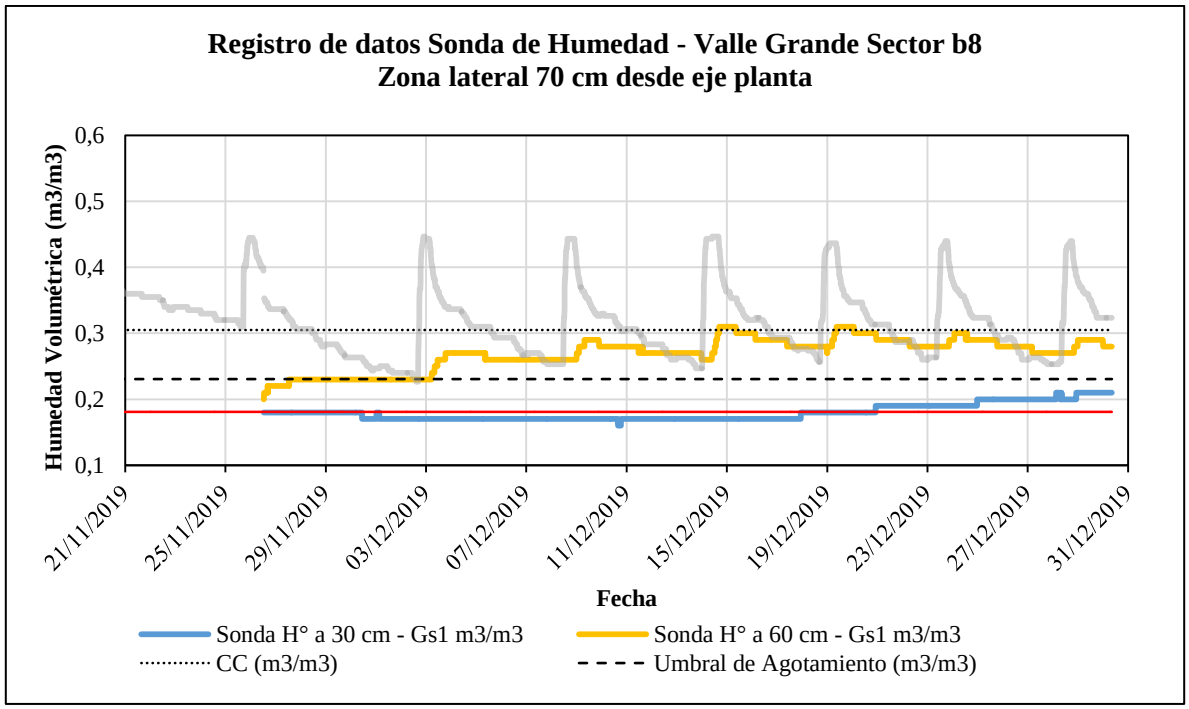


Figura 5.5. Registro de sensores de humedad, zona lateral, Olivos sector B8. Valle Grande.

5.3. Medición Coeficiente de Uniformidad

Se realizó aforo de caudales entregados por goteros en sector B8 de olivos, con el fin de precisar las horas de riego necesarias a reponer. Se encontraron problemas gravísimos en cuanto a presión de funcionamiento del sistema de riego y caudales entregados por los lineales, junto con alta presencia de goteros tapados. Las líneas de riego del sector tienen una antigüedad de 11 años según lo informado por el administrador de campo. Se realizará una nueva medición luego de que el productor realice un lavado de los lineales mediante método de presión de agua (flushing o descole a presión). Se entrega a continuación la información recopilada en terreno, junto con mapas esquemáticos.

Cuadro 5.1. Aforo de caudales y coeficiente de uniformidad, sector b8, olivos. Valle Grande.

		N° Hilera de medición							
Sector		1	8	16	24	32	40	48	56
Olivos B8		Inicio	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	Final
		Caudal gotero (L/h)							
Ubicación Gotero	Inicio	2,16	3,84	2,94	0	3,48	3,6	2,64	2,7
	1/3	8,58	3,3	3,78	2,16	2,16	2,82	4,32	3
	2/3	3,06	2,22	4,26	3,6	3,84	2,7	2,7	3,3
	Final	0	14,4	4,2	6,9	3,18	4,08	0	4,08
		Presión (Bares)							
		0,4	0,2	0,3	0,4	1,7	1,5	1,6	1,7

Caudal Promedio	3,5 L/h
Coeficiente Uniformidad %	**40%**

A continuación, se detalla la ubicación de los lineales medidos, en relación al lineal más crítico (más largo y alejado del punto de bombeo) del sector (Figura 5.5.).

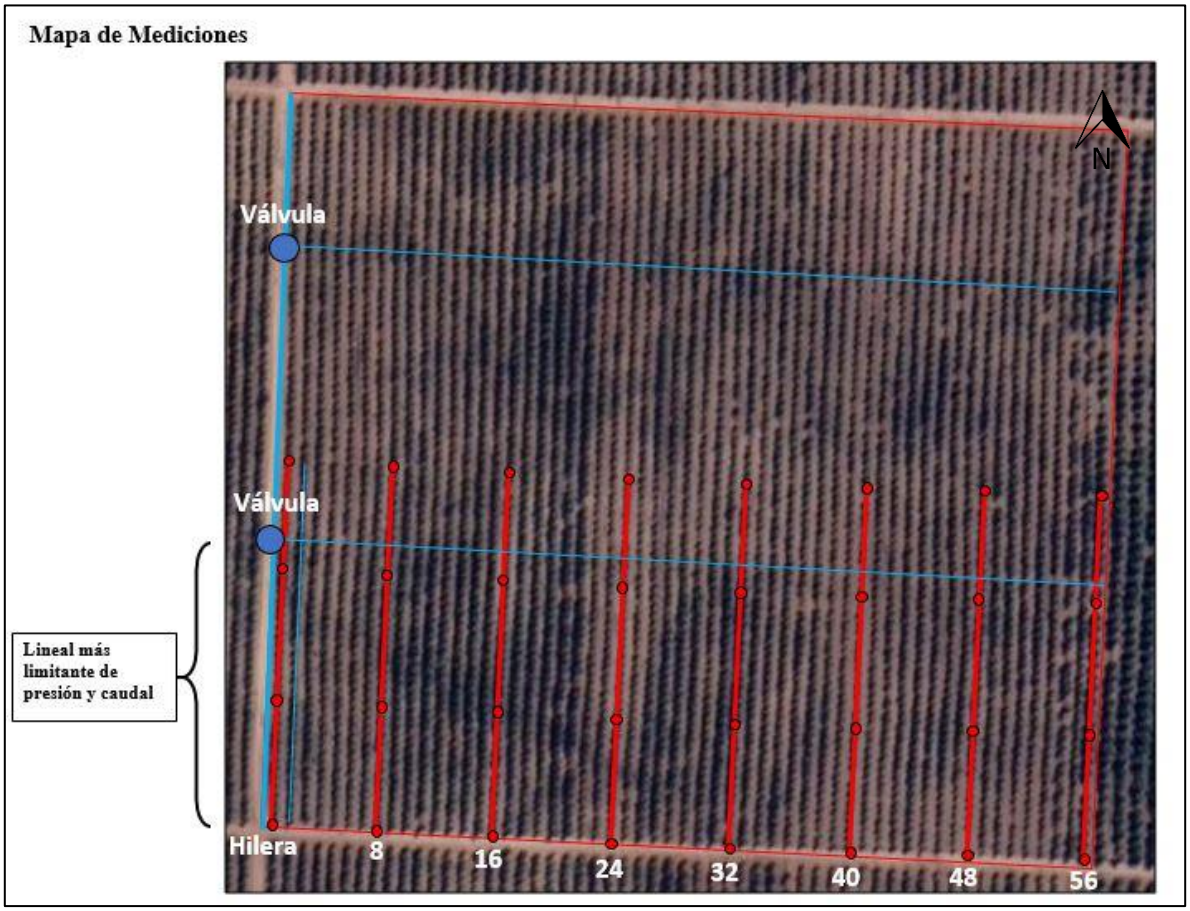


Figura 5.6. Mapa de distribución de mediciones de caudal en sector B8. Valle Grande.

5.4. Demanda Hídrica

En el siguiente cuadro se presenta el volumen teórico de agua a aplicar en la temporada 2019/2020 (hasta la fecha) en los sectores monitoreados, en relación a los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación más cercana.

Cuadro 5.2. Transpiración potencial y volumen de riego aplicado durante la temporada 2019-2020 en los sectores del predio Valle Grande, Pan de Azúcar. Se considera temporada de riego desde julio 2019 a diciembre 2019 (Semana 51).

Cuartel	Superficie (ha)	Transpiración Potencial (m3/ha/temp)	Volumen Aplicado (m3/ha/temp)
Sector b8	6,83	2135	1519
Sector a13	11,01	2328	2445
Sector a16	9,73	3089	2520
	Promedio	2708	2483

Se realiza a continuación una representación gráfica del volumen de agua aplicada semanalmente en el predio, en relación a los registros de riego para los sectores monitoreados, con lo que se presenta una comparación entre el volumen de agua real aplicado y las necesidades de riego calculadas a reponer semanalmente (Transpiración potencial) mediante la plataforma satelital y datos meteorológicos locales.

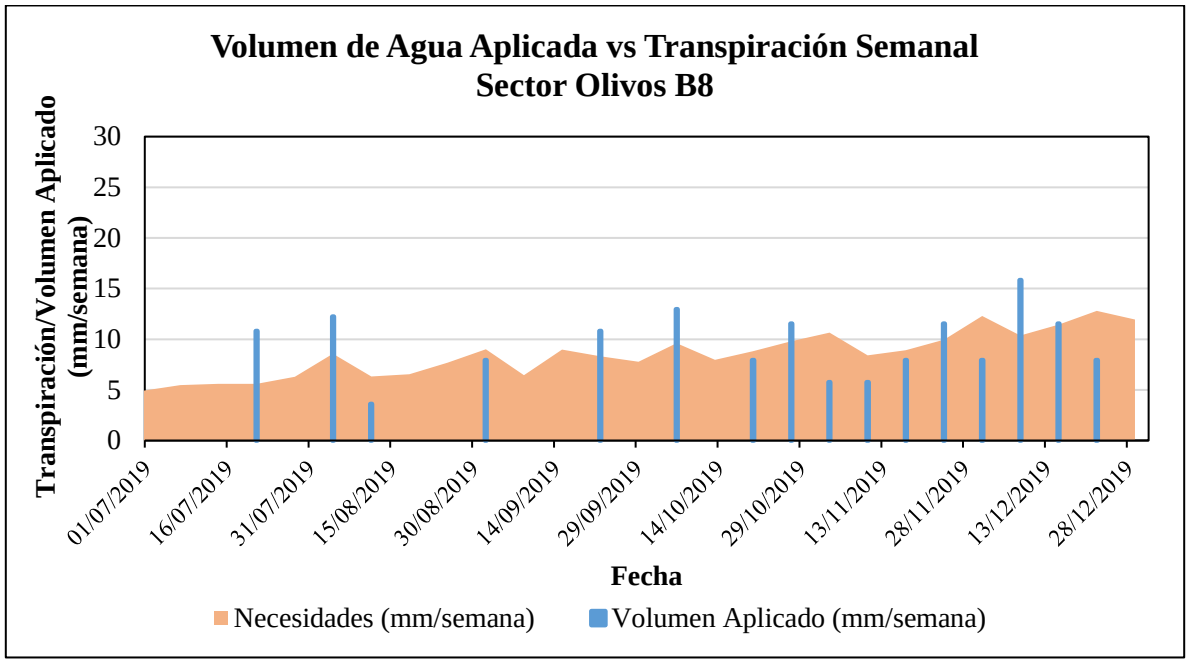


Figura 5.7. Comparación semanal de volumen de agua aplicado v/s transpiración potencial, Sector Olivos B8 super-intensivo, temporada julio a diciembre 2019. Olivícola Valle Grande.

Cabe destacar que para el sector B8 el olivicultor ha comenzado a correlacionar la información de Kc obtenida a partir de la plataforma, en conjunto con los datos del comportamiento de la humedad en suelo, realizando los riegos de reposición en base al volumen estimado a partir de la plataforma, y para la frecuencia de los riegos revisando la información de los sensores de humedad.

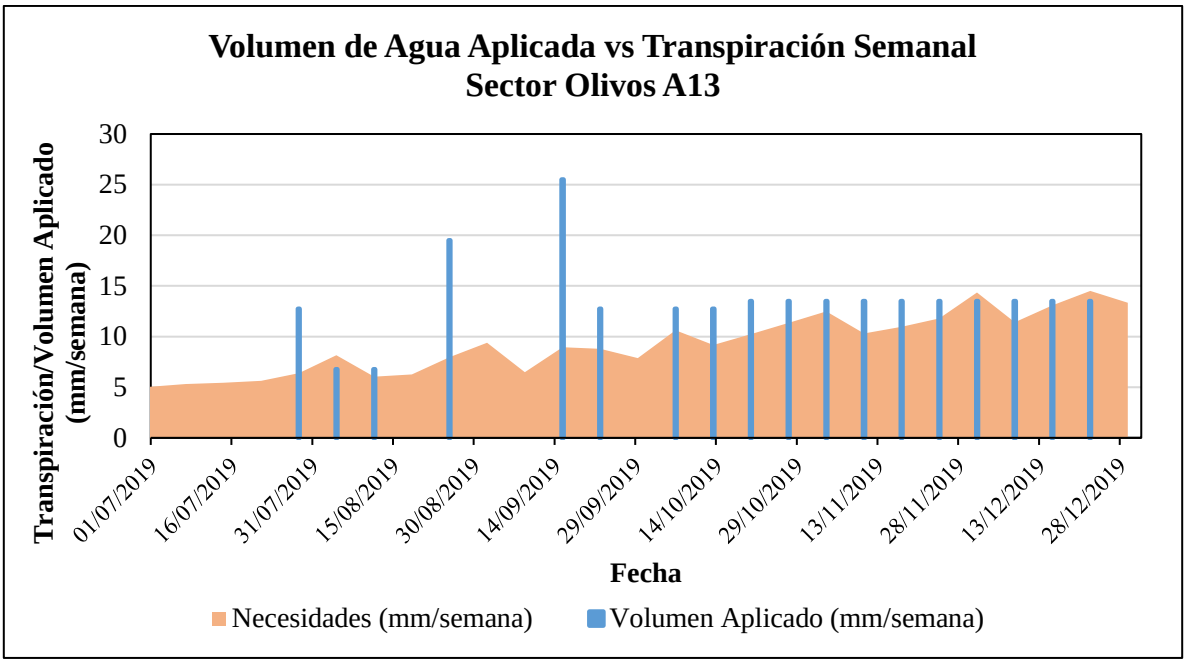


Figura 5.8. Comparación semanal de volumen de agua aplicado v/s transpiración potencial, Sector Olivos A13 intensivo, temporada julio a diciembre 2019. Olivícola Valle Grande.

En la Figura 5.6 se muestra que se realiza una aplicación de horas estándar durante la temporada de mayor demanda de riego. Actualmente se realiza la aplicación de solo un riego semanal de 18 horas de corrido, y tomando en consideración la variabilidad de las texturas presentes en suelo, la capacidad de retención varía a lo largo del perfil de suelo. Con lo anterior, se resalta el hecho de que la mayor cantidad de agua es retenida en la fracción arcillosa presente a más de 1,5 metros de profundidad de suelo, producto de estos tiempos de riego excesivamente largos, donde la presencia de raíces es mínima, generando una ineficiencia en el uso del agua. Si bien inicialmente los riegos largos son pensados para alejar del bulbo de raíces las sales presentes en el agua, considerar para estos sectores el mismo manejo presente para el sector b8, combinando riegos largos y cortos, puede ayudar a la disminución de la ineficiencia del uso de agua.

5.5. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada variedad de uva de mesa monitoreada. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana monitoreada.

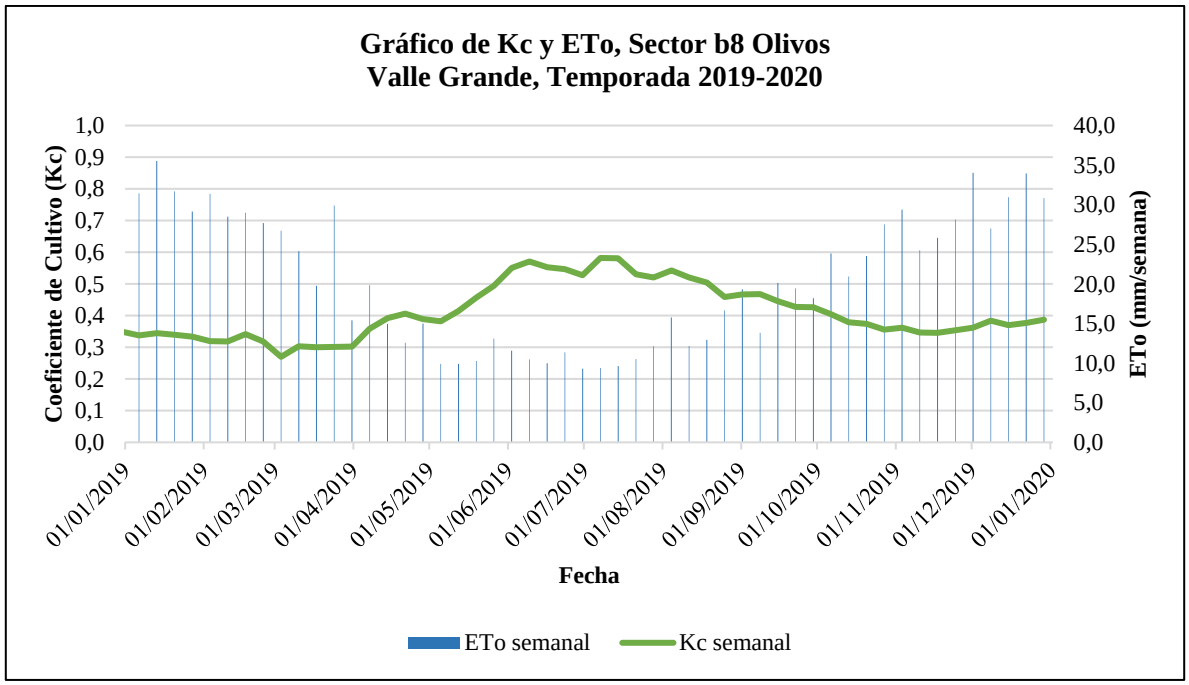


Figura 5.9. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Olivos, Sector b8, Valle Grande. Temporada 2019-2020 (y parte de temporada pasada).

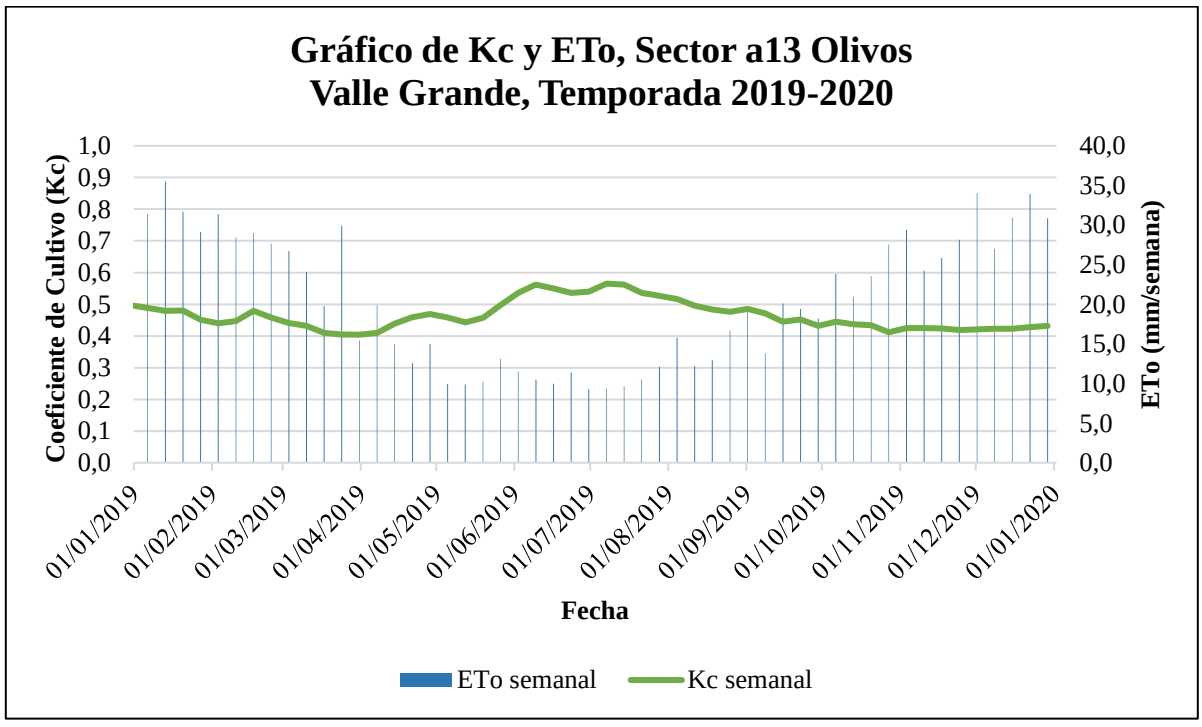


Figura 5.10. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Olivos, Sector a13, Valle Grande. Temporada 2019-2020 (y parte de temporada pasada).

En ambos sectores se aprecia el hecho de que en el periodo invernal el coeficiente de cultivo de las especies persistentes aumenta, producto de la menor demanda atmosférica, y en algunos casos por la proliferación de malezas, que se confunde con el índice de vegetación (NDVI) registrado por la imagen satelital para el cultivo. Para el caso del sector B8, desde el mes de octubre 2019 en adelante, el valor de Kc-NDVI obtenido por la plataforma corresponde solamente al potencial fotosintético de las especies de olivos establecidas en el sector, producto de laboreo de suelo que erradicó el efecto de malezas que aumenten el valor de Kc.

6. Agrícola El Carmen

Ubicación del predio: Ruta D-595, Ovalle, Región de Coquimbo. Junto a Embalse Recoleta (Imagen 6.1)

Coordenadas: 30°28'33.9"S 71°03'40.4"W

Se realiza monitoreo a variadas especies frutales, un sector correspondiente a Nogales (*Juglans regia*) de la variedad Serr, dos sectores en ladera de Mandarinas (*Citrus reticulata*) variedad W. Murcott, un sector en ladera de Paltos (*Persea americana*) variedad Hass, dos sectores de Vid de mesa (*Vitis vinífera*) de la variedad Moscatel rosada en pie franco con polinizante Pedro Jimenez. El predio cuenta con su propia estación meteorológica para realizar las estimaciones de Evapotranspiración de referencia diaria, a la cual no se tiene acceso online, por lo que personal del predio hace envío de la planilla de datos de ETo semanalmente.

Figura 6.1. Fotografía Satelital Agrícola El Carmen. Recuadro en rojo representa zona de sectores monitoreados.

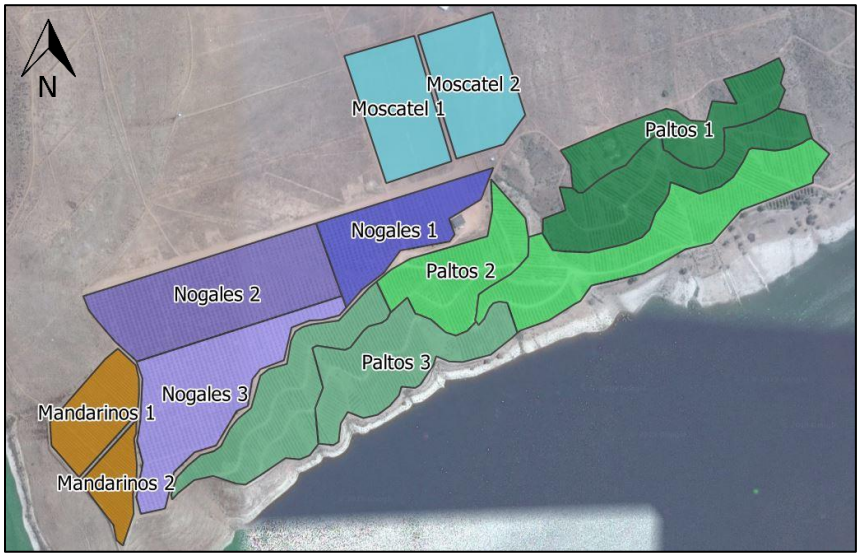


Figura 6.2. Sectores de monitoreo. Agrícola El Carmen

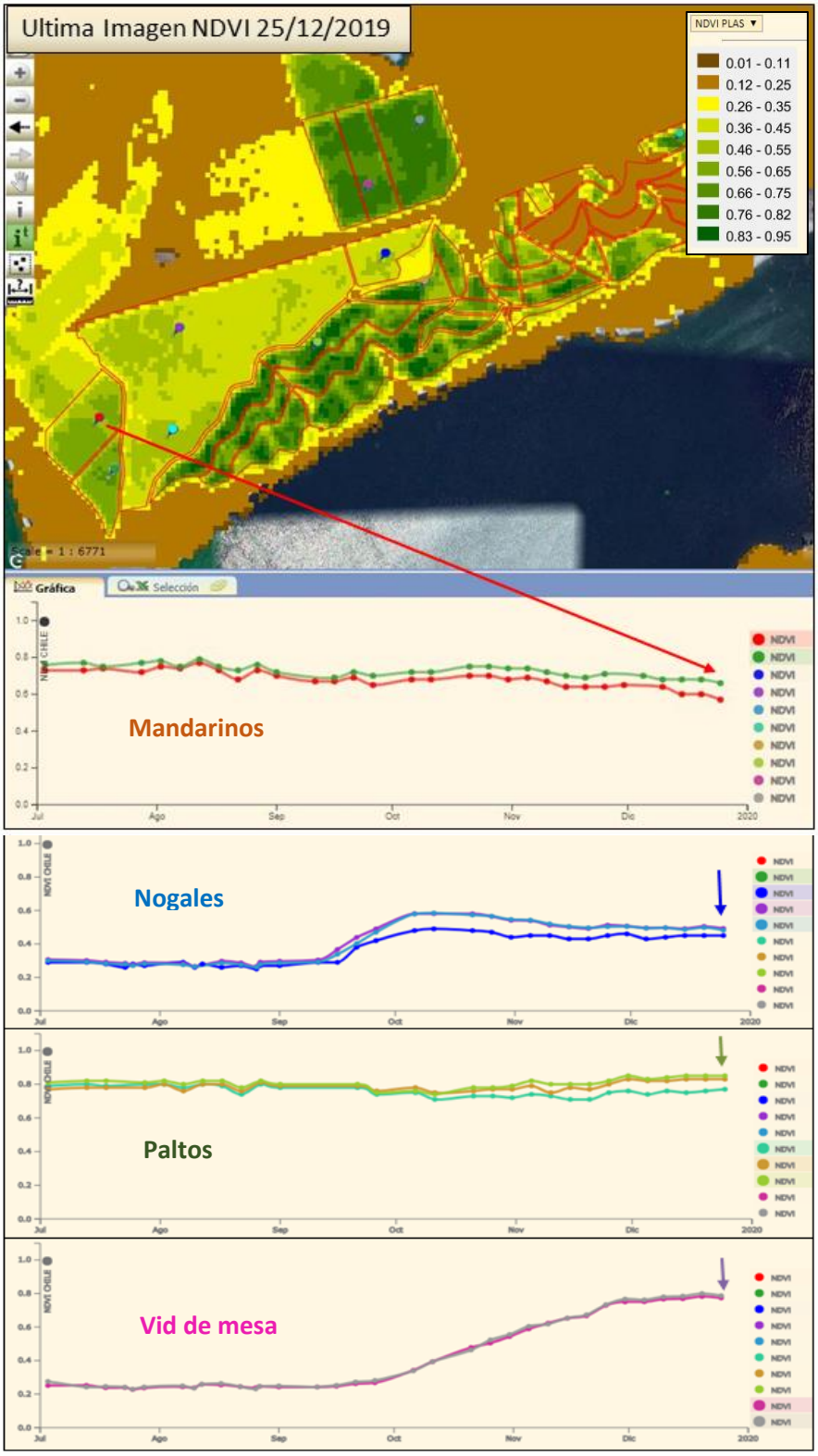


Figura 6.3. Imagen NDVI obtenida de la plataforma satelital PLAS, junto con el comportamiento de las curvas de NDVI para especies monitoreadas durante la temporada 2019-2020. Agrícola El Carmen.

6.1. Descripción de suelos

A continuación, se presentan las temáticas más relevantes atingentes a textura de suelo y constantes hídricas reportadas. Como ya se describió en el informe anterior, el sector de Moscatel rosada está establecido sobre suelo sin previo manejo con frutales (suelo virgen), con profundidad de suelos de 70 a 80 cm. de matriz arcillosa, con presencia de carbonato a distintas profundidades a lo largo del perfil de suelo, aunque a 70 cm. ya se encuentra presencia de carbonatos como regla general.

Los suelos presentan una textura franco arcilloso a 30 a 40 cm de profundidad de suelo. Muestras de sector Mandarinos W. Murcott (Isidora 5) presenta una textura muy limosa, con cierta capacidad de intercambio pues la CIC del suelo es alta.

Se exponen en el cuadro 6.1 un resumen de los valores de las constantes reportadas en los análisis de suelo.

Cuadro 6.1. Constantes hídricas y humedad aprovechable, en base a peso.

Parámetro	Sector/Variedad	C de C	PMP	HA
		%		
Isidora 1	W. Murcott 1	21,1	10,7	10,4
Isidora 2	W. Murcott 2	23,2	12,3	10,9
Isidora 5	W. Murcott	26,0	14,0	12,0
Parron Higuerilla	Moscatel Rosada	30,9	18,8	12,1
Tomacho 3	Paltos	22,5	12,9	9,6

La retención de humedad aprovechable es muy baja para la textura del suelo, esto se explica por el bajo contenido de materia orgánica. Aun cuando el suelo del parrón con Moscatel rosada presenta un alto contenido de arcilla, su contenido de humedad aprovechable no es alto, solo de un 12,1%. Esto se explica por el muy bajo contenido de materia orgánica del suelo que no supera el 1%.

Se cuenta con más información de análisis de suelo hechos en los sectores monitoreados durante la temporada 2018-19, la cual también fue entregada en anexos de informe anterior.

6.2. Factores de suelo asociados al riego

A continuación, se expone información relevante a otras características físico-químicas a considerar en la implementación del riego y necesidades hídricas del predio. Información extraída de informe presentado por Ing. Ag. Carlos Sierra posterior a visitas a terreno en la cual se evidencia problemas en la implementación de los riegos con una consecuente expresión de fito-toxicidad por exceso de manganeso (junto a análisis foliares en Anexo 6).

Los suelos del predio presentan en general un pH más bien bajo debido a que corresponden a suelos vírgenes con escaso historial de riego y de cultivo, especialmente los suelos ubicados junto al embalse. Además, son suelos que presentan altos contenidos de manganeso a los 40 cm de profundidad, son arcillosos, lo que determina una alta reserva de este elemento. En el Anexo 7 se presentan sugerencias de manejo del suelo entregadas al administrador, por parte de Carlos Sierra, para mejorar las condiciones del bulbo húmedo de raíces y lograr equilibrar la producción de futuras temporadas.

6.3. Descripción de sistema de riego

El predio se riega con aguas del rio Hurtado, de muy buena condición química. Las características del sistema de riego varían entre especies establecidas. A continuación, se presenta un cuadro resumen con las características de cada sector monitoreado:

Cuadro 6.2. Resumen de características sistema de riego por cuartel. El Carmen

Cuartel	N° Lineales de riego	Caudal goteros (L/h)	Distancia goteros (m)	Marco de plantación (m)	Precipitación Riego (mm/h)
Mandarina W.Murcott 1	2	2,2	0,5	4 x 3	1,98
Mandarina W.Murcott 2	2	2,2	0,5	4 x 2	1,98
Nogal Serr	3	3,6	0,6	8 x 7	2,03
Paltos Hass	2	2,2	0,5	6 x 3	1,32
Vid Moscatel Rosada 1	1	3,6	0,6	3 x 2,5	1,8
Vid Moscatel Rosada 2	1	3,6	0,6	3 x 2,5	1,8

6.4. Demanda Hídrica

En el siguiente cuadro se presenta el volumen teórico de agua a aplicar en la temporada 2019-2020 en los sectores monitoreados, en relación a los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación más cercana.

Cuadro 6.3. Volumen de agua transpirado durante la temporada 2019-2020 hasta la fecha en los sectores monitoreados del Agrícola El Carmen, en relación al Volumen de agua real aplicado. Se considera temporada de riego desde agosto a fines de noviembre.

Sector	Superficie (ha)	Transpiración Potencial (m3/ha/temp)	Volumen Real Aplicado (m3/ha/temp)
Murcott 1	2,01	4486	2602
Murcott 2	1,11	5060	2602
	Promedio	4773	2602
Nogal 1	4,6	2676	3476
Nogal 2	4,7	2962	3476
Nogal 3	4,5	2933	3476
	Promedio	2857	3476
Moscatel 1	2,99	3569	680
Moscatel 2	3,06	3553	680
	Promedio	3561	680
Palto 1	4,54	5904	2797
Palto 2	6,92	6504	3212
Palto 3	6,94	6531	3606
	Promedio	6313	3205

Se realiza a continuación una representación gráfica del volumen de agua aplicada semanalmente en el predio, en relación a los registros de riego para los sectores monitoreados, presentando para aquellos que cuentan con más de un sector de riego la gráfica más representativa, con lo que se presenta una comparación entre el volumen de agua aplicado y las necesidades de riego calculadas a reponer semanalmente (Transpiración potencial) mediante la plataforma satelital y datos meteorológicos locales.

Se muestra que sectores de paltos y mandarinos cuentan con un ingreso de agua más ajustado a las necesidades del cultivo que los sectores de nogales y moscatel rosada monitoreadas. Ambos sectores presentan texturas arcillosas, por lo que las frecuencias de los riegos se ven afectadas por el comportamiento de las sondas de humedad, de las cuales también se presentan a continuación para los sectores monitoreados.

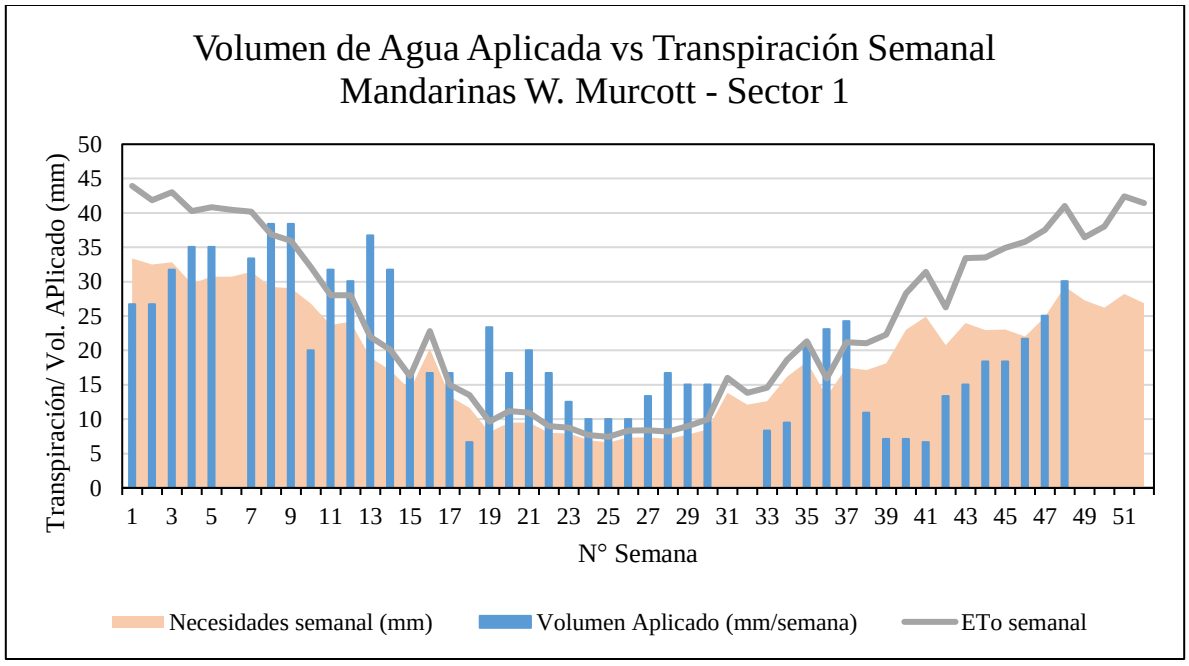


Figura 6.4. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Mandarinos variedad W. Murcott. Enero a diciembre 2019, Agrícola El Carmen.

Figura 6.5. Sensores de Humedad, sector mandarinos 1 y 2. Julio a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

Se observa de acuerdo a la sonda que la disminución del volumen aplicado en el sector es producto del comportamiento de retención de humedad de la estrata de suelo a mayor profundidad (60 cm), correspondiente a arcillas, las cuales se está tratando de secar mediante combinación de riegos cortos. Este patrón de humedad de suelo se repite en otros sectores monitoreados, como paltos y vides.

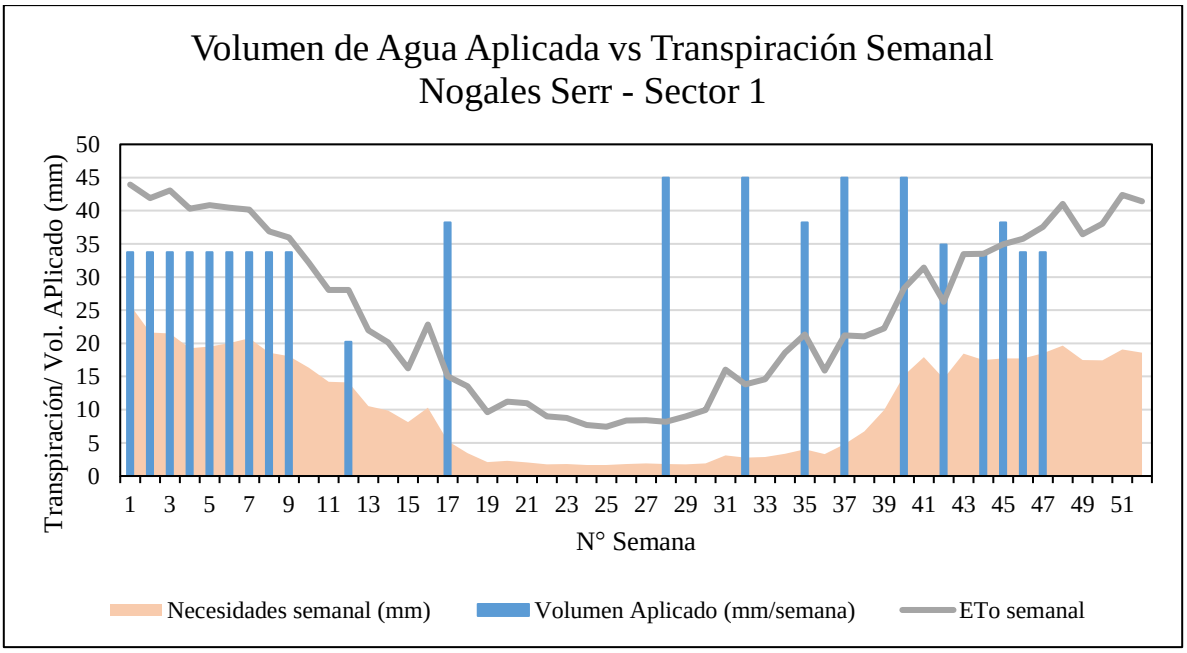


Figura 6.6. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector 1 Nogal Serr, enero a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

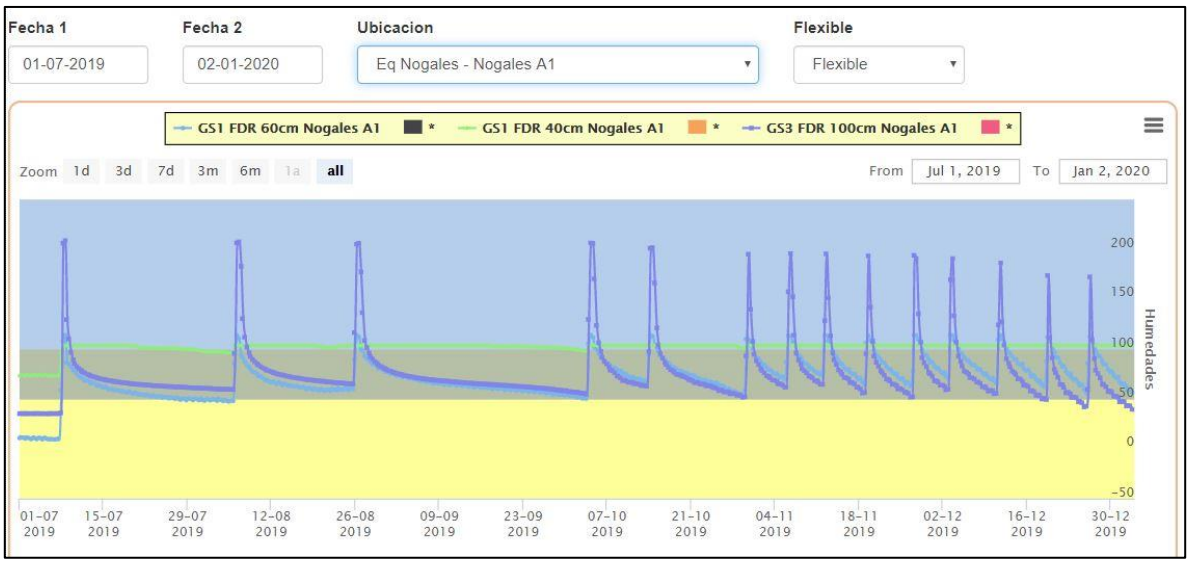


Figura 6.7. Sensores de Humedad, sector Nogales 1. Julio a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

Se muestra que los riegos registrados por la sonda se corresponden con los registros de riego. La reposición de agua de riego se corresponde con el mismo patrón de riego de la temporada pasada, por lo que no se encuentra siguiendo la información satelital. Esto se debe principalmente a que el índice de vegetación se vió disminuido esta temporada producto de que se realizó la aplicación de un antigiberélico, con lo que los nogales disminuyeron su desarrollo vegetativo, siendo propiciado por un efecto negativo de bajas temperaturas durante la brotación.

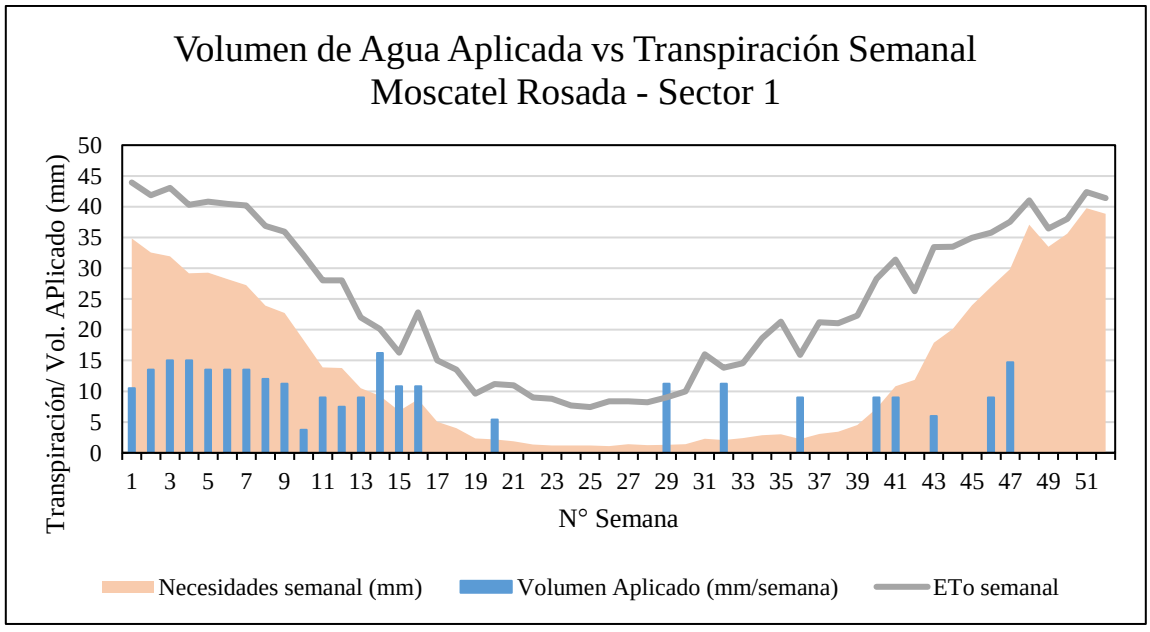


Figura 6.8. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Vid de mesa var. Moscatel Rosada, enero a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

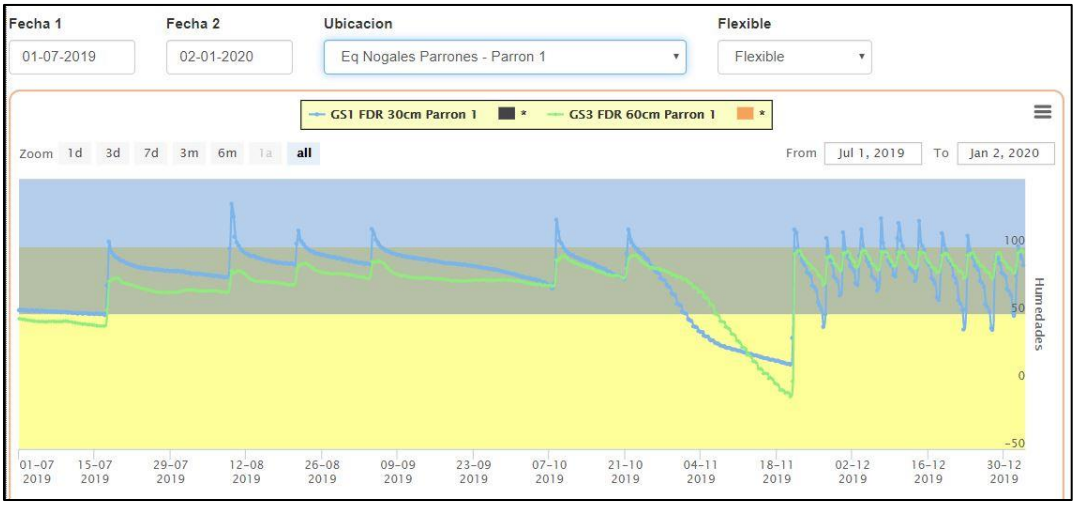


Figura 6.9. Sensores de Humedad, sector Parrones, Moscatel Rosada. Julio a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

Se observa en la sonda que la humedad de suelo se ha mantenido en buena condición, no obstante, no coinciden bien con los registros de riego entregados. Durante el mes de noviembre no se realizó riego en el sector producto de la floración de la variedad de moscatel rosada y sus problemas de cuaja y millerandaje, los cuales el productor mitiga efectuando estrés intenso en floración. Se realizaron mediciones de potenciales hídricos en el sector, antes del primer riego después de esta baja de humedad extrema en el suelo durante la floración, y se registraron valores de potencial entre el rango de 13 a 15 bar, correspondiendo a un estrés moderado para la vid, no presentando las plantas una disminución en el crecimiento durante este periodo, como se puede apreciar en la Sección 6.5., Figura 6.13.

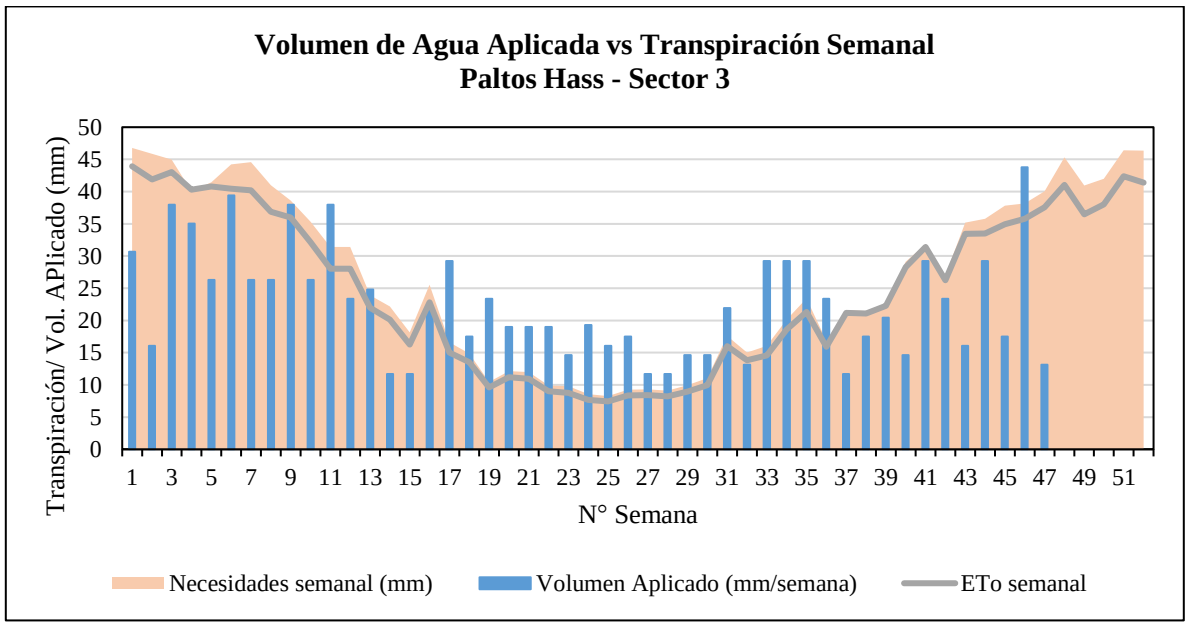


Figura 6.10. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Paltos Hass, enero a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

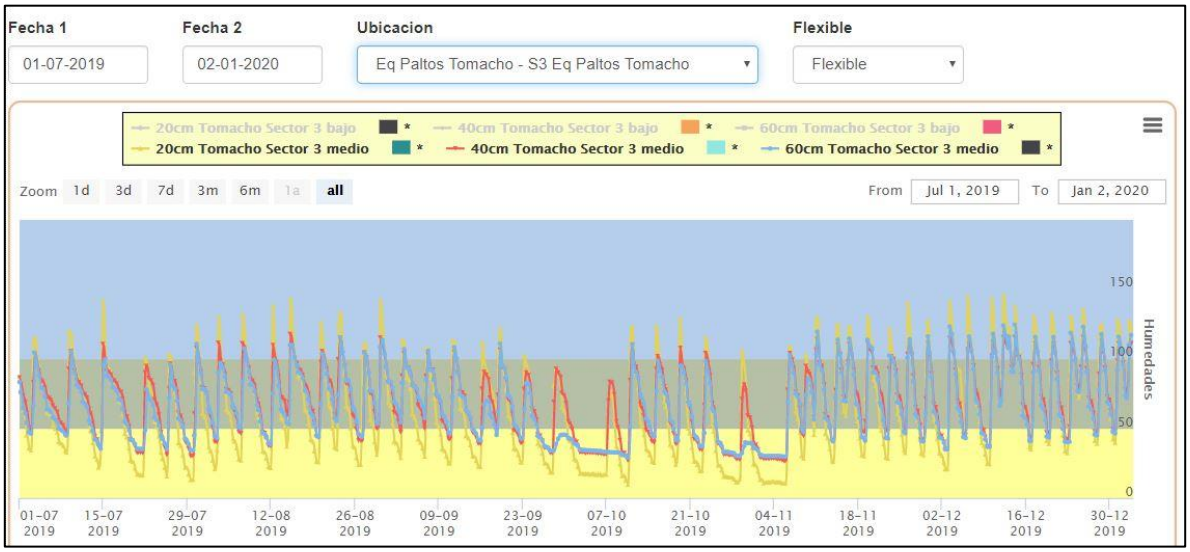


Figura 6.11. Sensores de Humedad, sector 3 Paltos Hass. Julio a diciembre 2019. Agrícola El Carmen.

Para el caso de paltos, existe también una diferencia de ajuste entre los volúmenes estimados a reponer, y el comportamiento de la humedad en suelo. Se debe considerar además el hecho de que estos sectores están en ladera, por lo que el productor presenta problemas al aplicar el riego por la desuniformidad de la acumulación de agua a lo largo del sector, siendo difícil disminuir la humedad de suelo presente en estratas a baja profundidad en zonas más bajas de la ladera. Esta alta humedad en profundidad, presente de forma casi constante, propicia el desarrollo de enfermedades que afecten a las raíces, así como la asfixia de estas.

6.5. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada especie monitoreada. Se agrega información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia (ETo) para cada semana monitoreada.

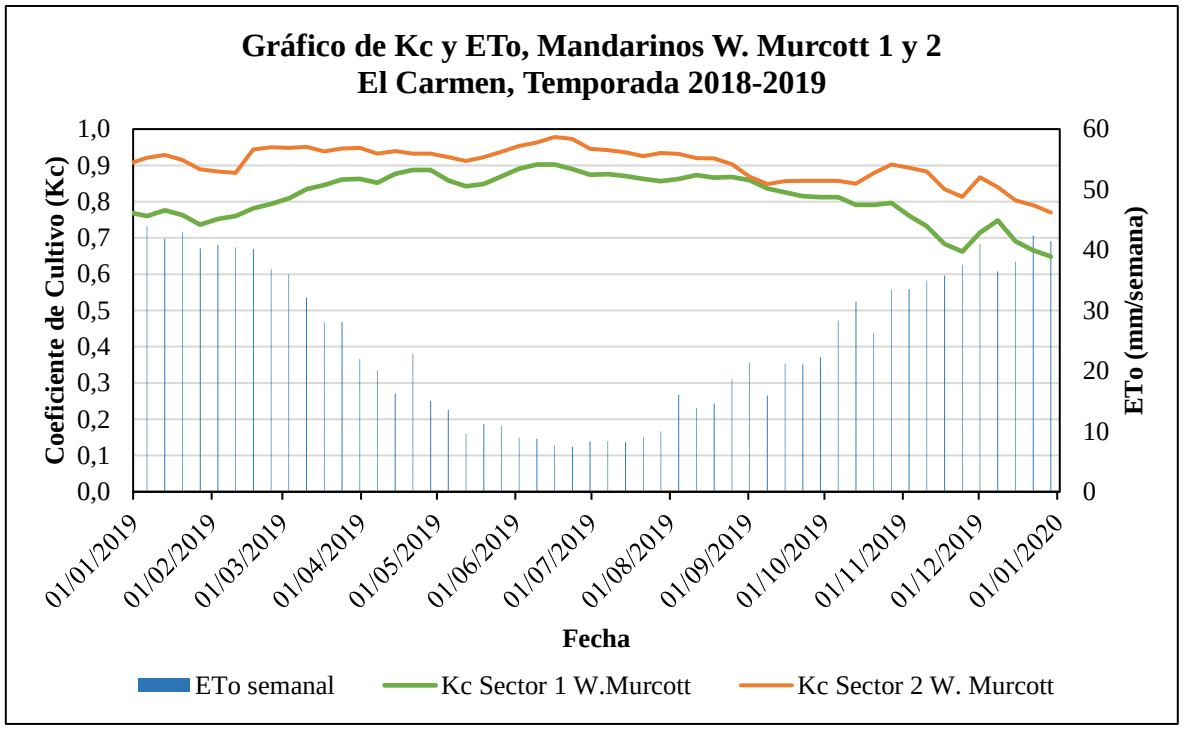


Figura 6.12. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Mandarinos, W. Murcott, El Carmen. Año 2019. (Temporada 2019-2020).

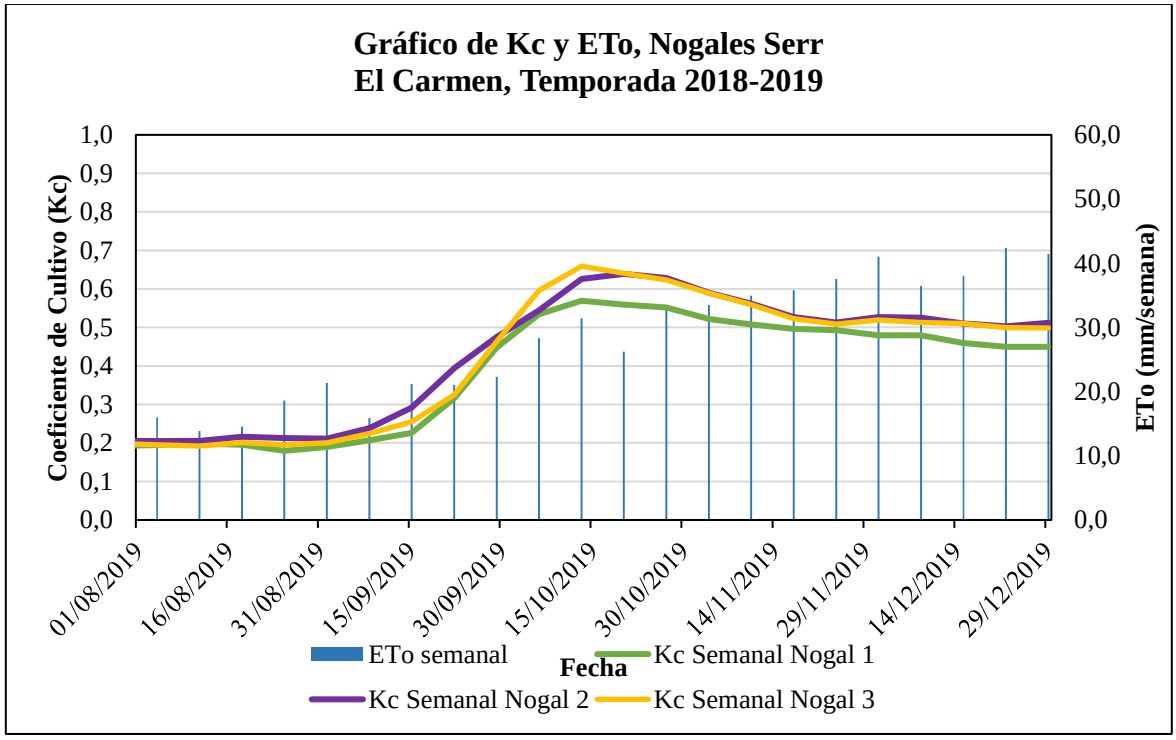


Figura 6.13. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Nogales Serr, El Carmen. Temporada 2019-2020.

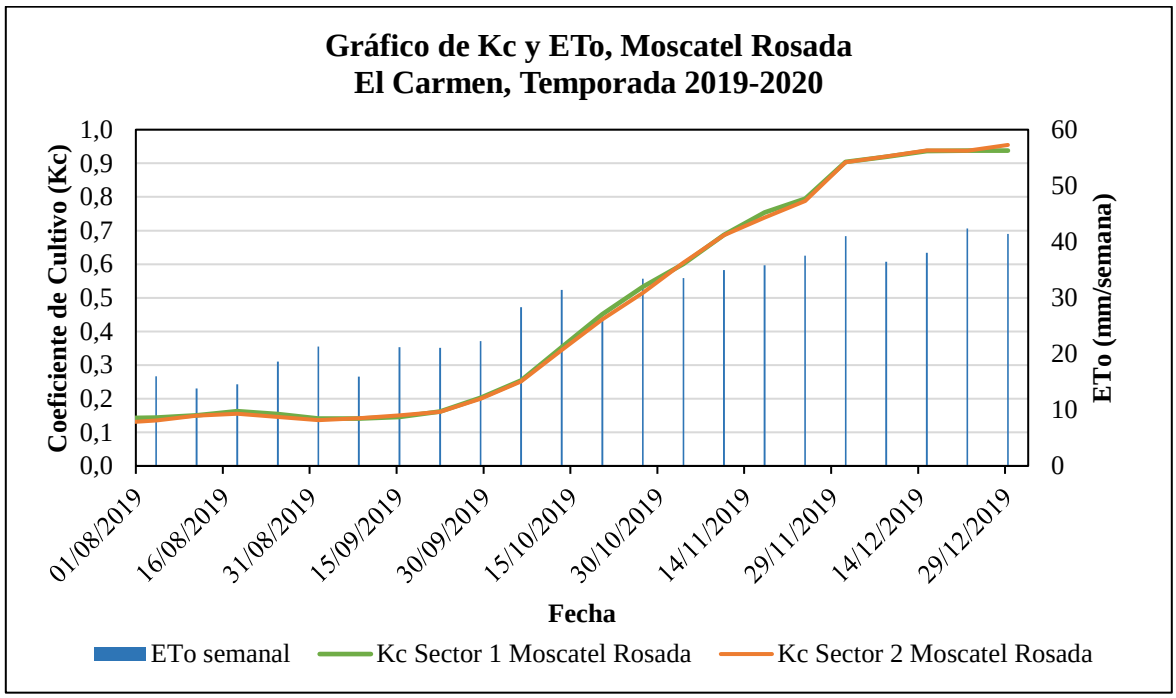


Figura 6.14. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid de mesa, Moscatel Rosada, El Carmen. Temporada 2019-2020.

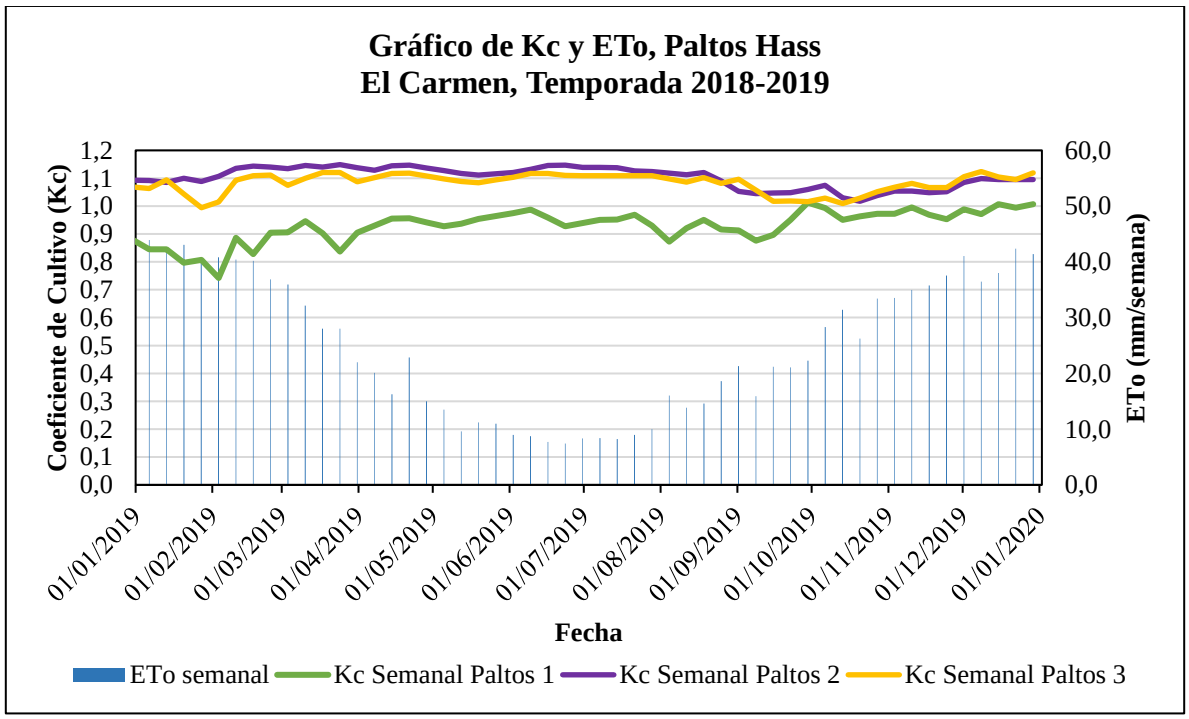


Figura 6.15. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Paltos, variedad Hass, El Carmen. Temporada 2019-2020.

7. Sociedad Agrícola Pedregal

Ubicación: Ruta D-577, Agua amarilla, Región de Coquimbo (Imagen 7.1)

Coordenadas: 30°50'39.4"S

70°41'10.3"W

Se realizó monitoreo a todos los sectores en plantación durante la temporada 2018/2019, pero se cancela el envío de recomendaciones durante la temporada 2019/2020 al no haber interés por parte del encargado de proporcionar mayor información del sistema de riego del predio para mejora de recomendación de riego, en las cuales solo se entregó necesidades a reponer en mm/semana. Se cuenta con información de la variedad establecida para dos cuarteles (señalados en la Imagen 7.1) correspondientes a la variedad Ralli Seedless en ladera. Más información no fue aportada por personal.

Figura 7.1. Fotografía satelital predio Sociedad Agrícola Pedregal.

No se cuenta con mayor información del volumen de agua aplicado a cada sector, ni de los tiempos ni frecuencia de aplicación de los riegos, ni precipitación de equipos.

8. Agrícola Olibal

Ubicación: Lote 4 Cruz de Caña, Pan de Azúcar, Región de Coquimbo (Figura 8.1.)

Coordenadas: 30°02'22.4" S

71°13'40.9" W

Se realiza monitoreo a seis sectores de especies frutales, correspondiendo dos de ellos a papayos (*Vasconcellea pubescens*) y los otros cuatro sectores a Limoneros (*Citrus lemon*) de la variedad Eureka de distinto año de plantación, los cuales se señalan en la Figura 8.1. Se obtienen datos meteorológicos de la estación más cercana correspondiente a Pan de Azúcar.

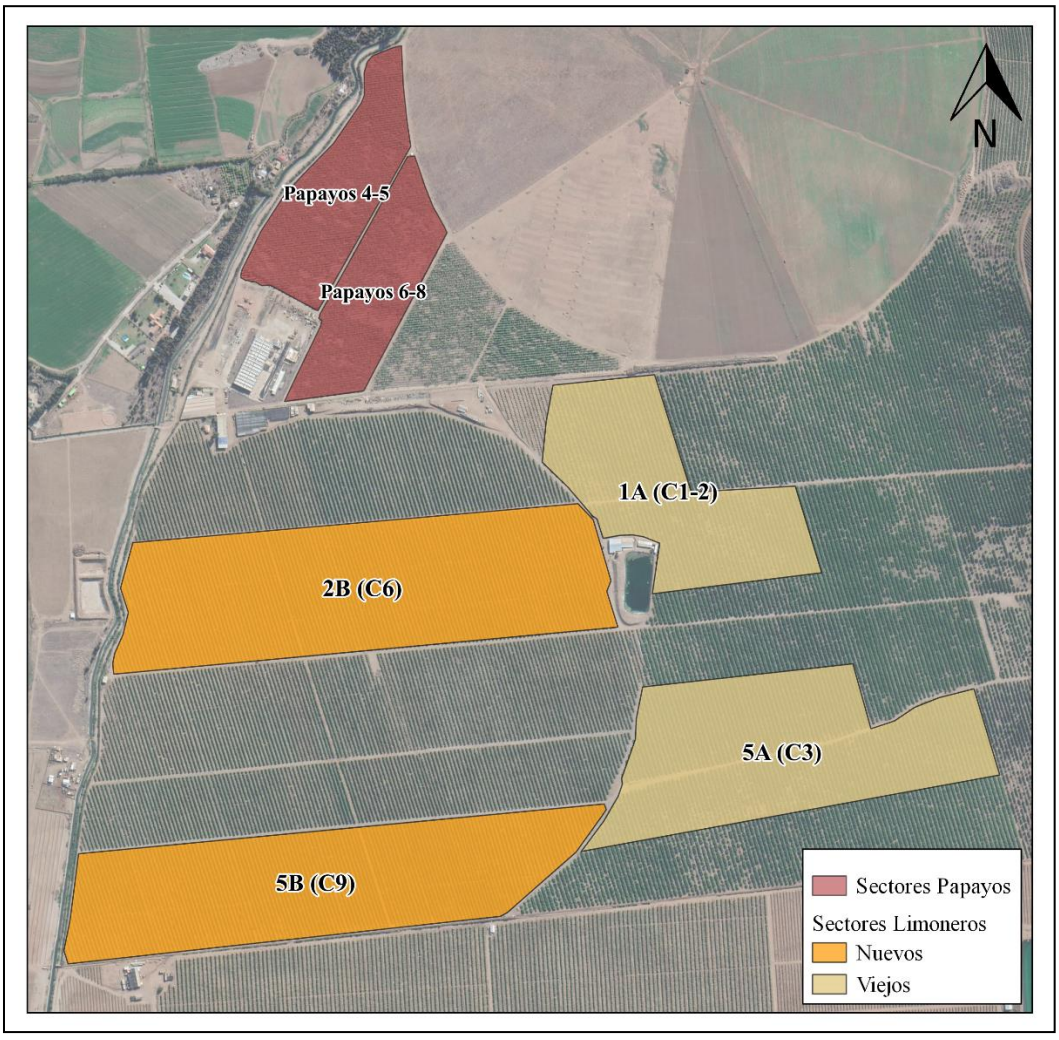


Figura 8.1. Fotografía Satelital Agrícola El Olibal. Sectores de papayos y limoneros monitoreados.

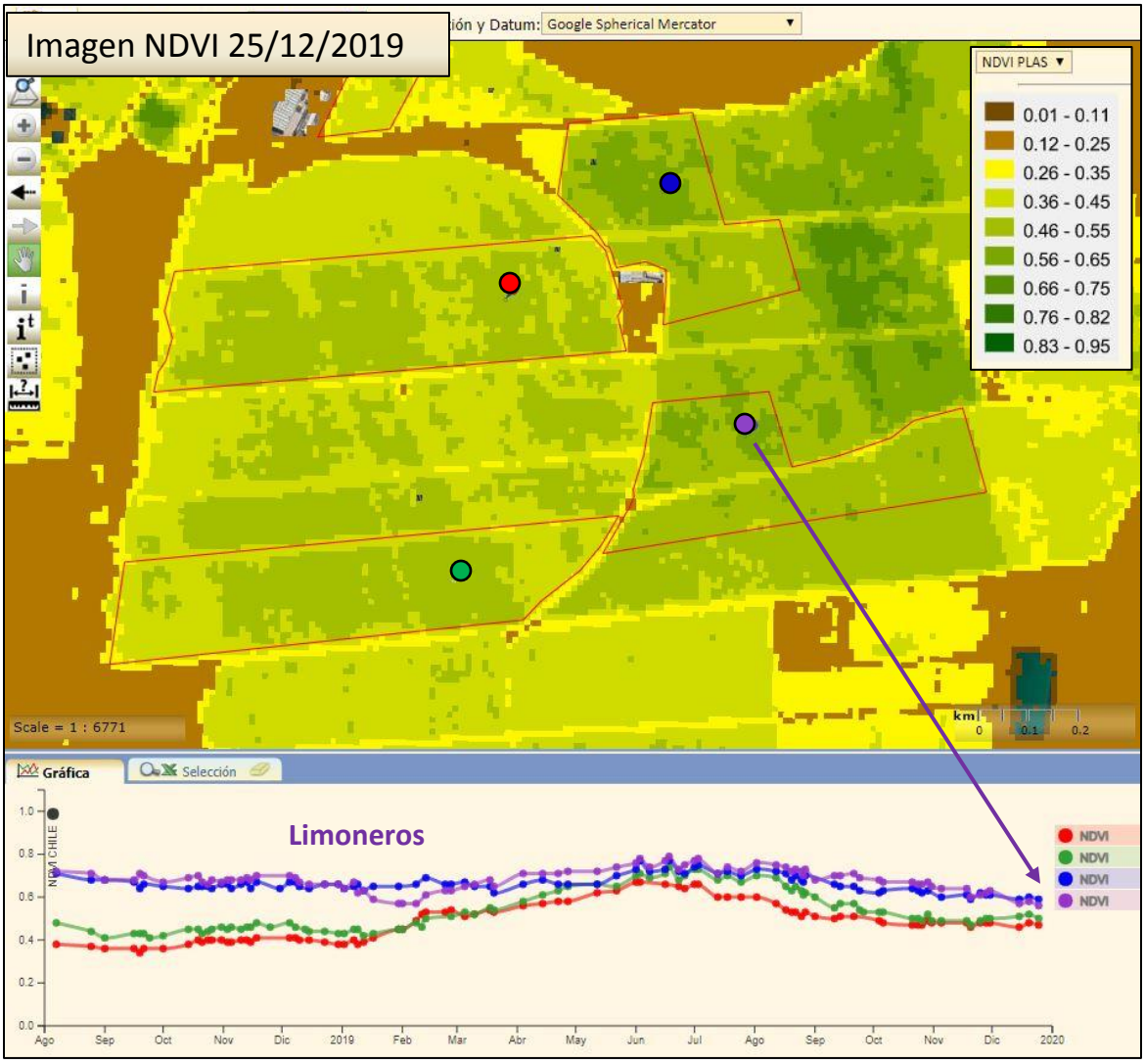


Figura 8.2. Imagen satelital obtenida de plataforma agrícola satelital (PLAS), y curvas de desarrollo de limoneros. Imagen corresponde a día 25 de diciembre 2019.

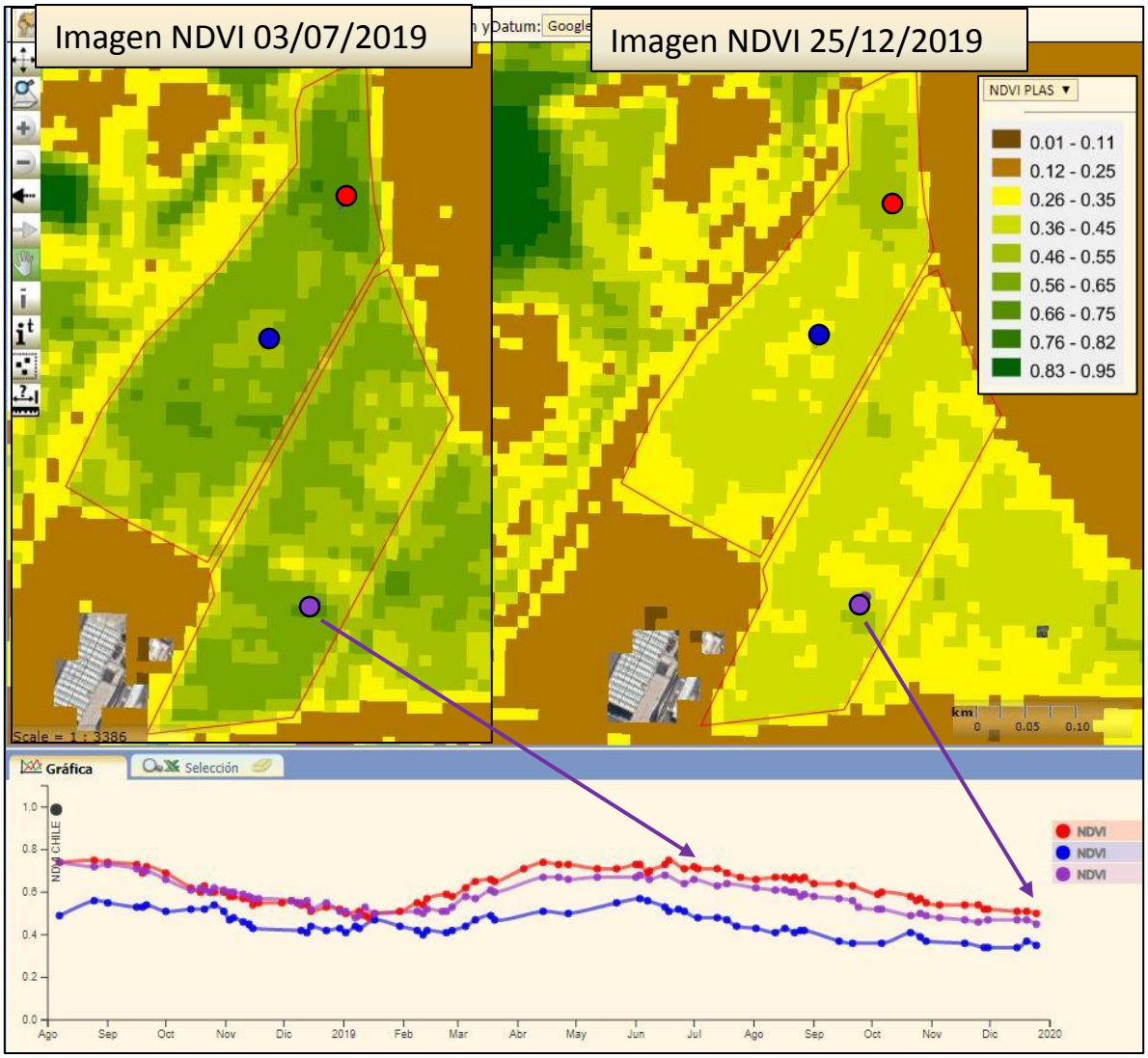


Figura 8.3. Imagen satelital obtenida de plataforma agrícola satelital (PLAS), y curvas de desarrollo de cultivo de papayos. Se compara valor de NDVI para dos fechas en la temporada.

8.1. Descripción de suelos

Suelos de textura liviana principalmente, con alto contenido de pedregosidad. Se han realizado descripciones de suelo mediante calicatas en sectores de limoneros nuevos, los cuales se presentan a continuación. Como se observa en los Cuadros 8.1 y 8.2, la textura areno francosa se mantiene en el perfil para ambos sectores.

Cuadro 8.1 Análisis de textura de calicata Limoneros 2B, Agrícola El Olibal.

Sector	Profundidad muestra (cm)	%Arena	%Limo	%Arcilla	Textura Suelo
Eureka 2B	Estrata 0 - 12 cm	78,9	18,7	2,4	Areno francoso
Eureka 2B	Estrata 13 - 40 cm	79,5	18,8	1,6	Areno francoso
Eureka 2B	Estrata 41 - 70 cm	87,2	11,2	1,5	Arenoso

Cuadro 8.2. Análisis de textura de calicata Limoneros 5B, Agrícola El Olibal.

Sector	Profundidad muestra (cm)	%Arena	%Limo	%Arcilla	Textura Suelo
Eureka 5B	Estrata 0 - 13 cm	82,1	16,8	1,1	Areno francoso
Eureka 5B	Estrata 14 - 40 cm	81,5	16,0	2,4	Areno francoso
Eureka 5B	Estrata 41 - 75 cm	79,5	19,0	1,5	Areno francoso

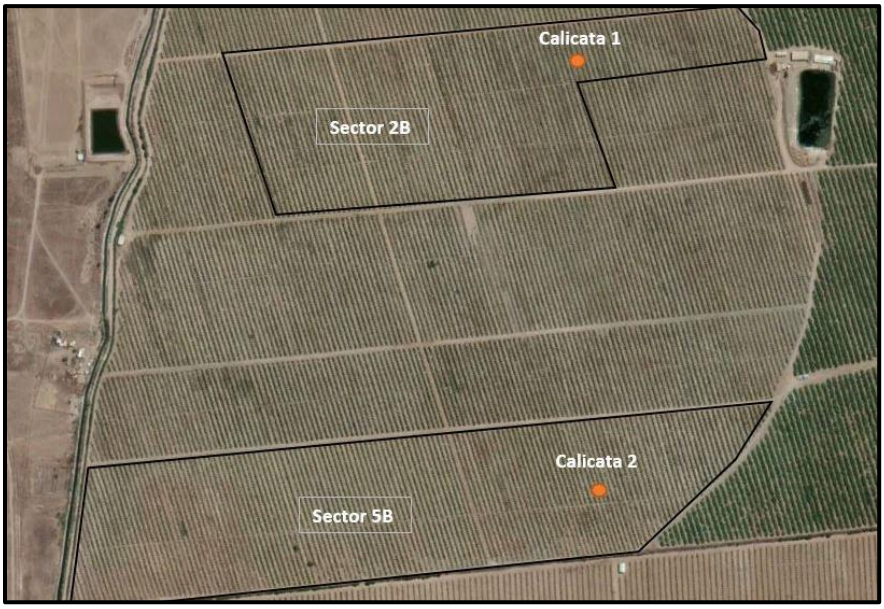
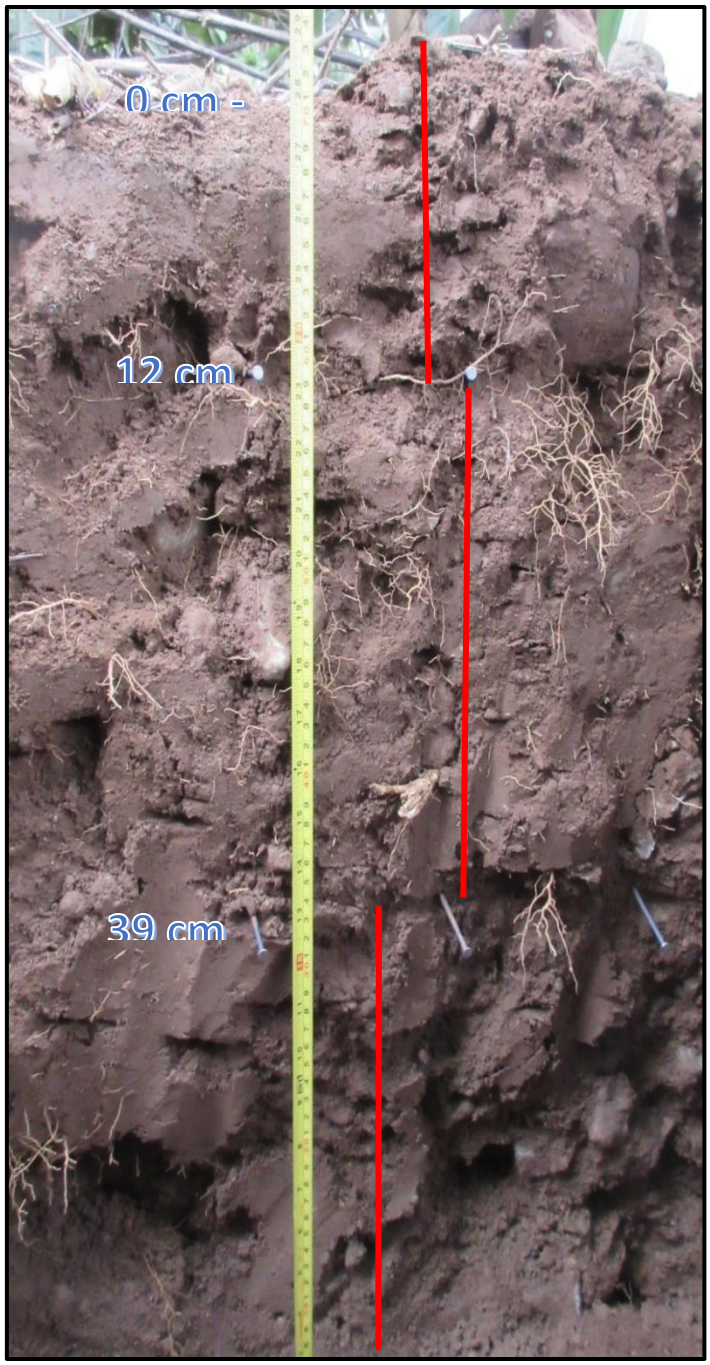


Figura 8.4. Mapa de ubicación de calicatas en sectores monitoreados de limones nuevos. Agrícola El Olibal.



Estrata 1

(12 cm profundidad)
Pocas raíces finas
30-40% pedregosidad.

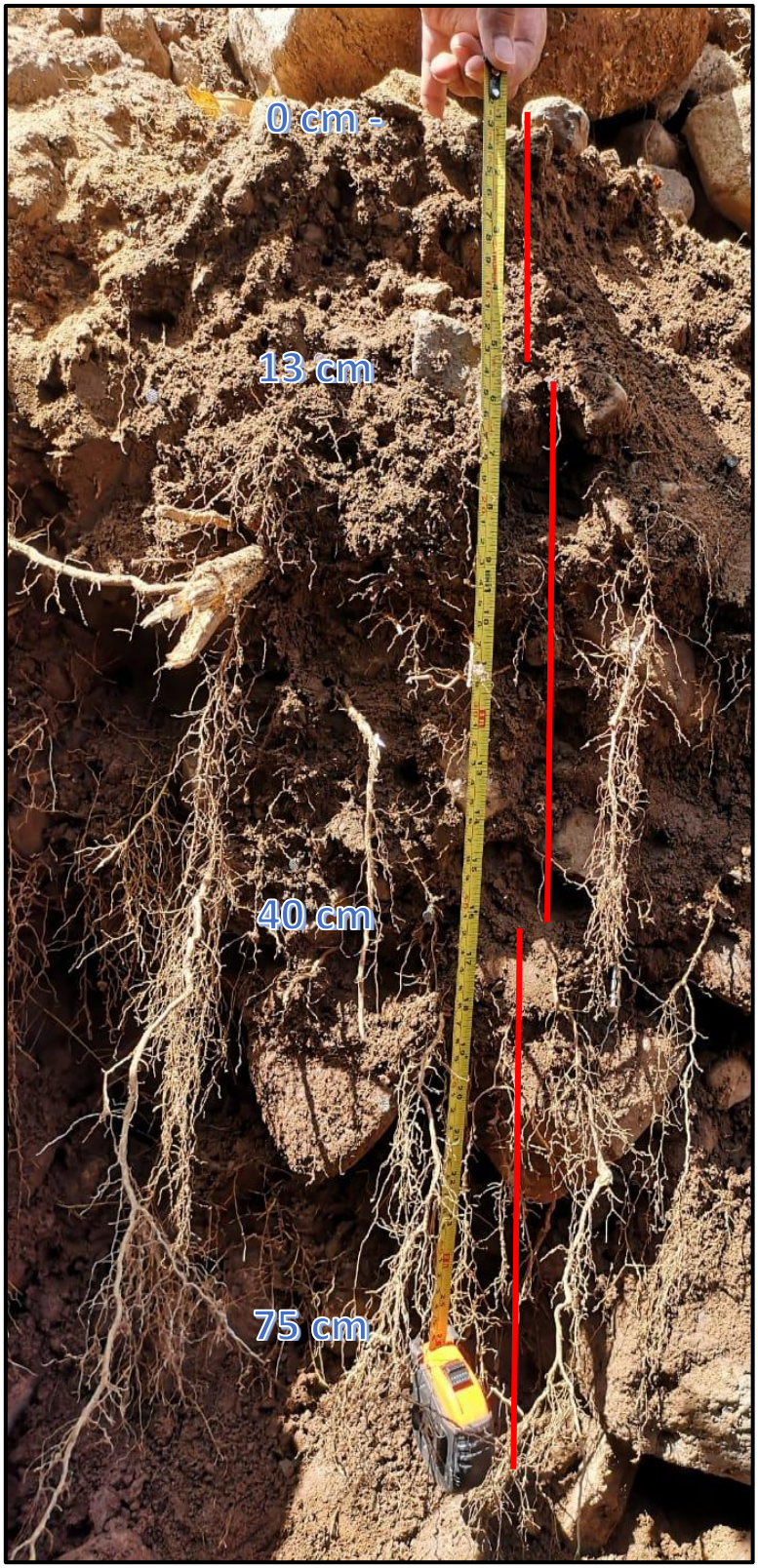
Estrata 2

(27 cm profundidad)
Raíces finas comunes. Raíces medianas comunes.
50-60% pedregosidad.
Piedras de 2 a 8 cm

Estrata 3

(30 cm profundidad)
Raíces finas comunes.
Raíces medianas comunes.
50-60% pedregosidad.

Figura 8.5. Descripción de perfil de suelo, calicata 1, Sector 2B Limoneros Eureka, Agrícola El Olibal.



Estrata 1

(13 cm profundidad)
Pocas raíces finas

Estrata 2

(27 cm profundidad)
Raíces finas abundantes.
Raíces medianas comunes.
60-70% pedregosidad.
Piedras de 2 a 12 cm diámetro.

Estrata 3

(35 cm profundidad)
Raíces finas comunes.
Raíces medianas comunes.
60-70% pedregosidad.
Piedras de 5 a más de 30 cm de diámetro.

Figura 8.6. Descripción de perfil de suelo, calicata 2, Sector 5B Limoneros Eureka, Agrícola El Olibal.

8.2. Descripción del sistema de riego

El sistema de riego presenta variadas falencias, ya que, a pesar de contar con válvulas de apertura automatizada, el sistema no está conectado al sistema eléctrico, por lo cual la apertura de las más de 80 válvulas solo para los sectores de cítricos es manual. Se ha mejorado el registro de los riegos durante esta temporada. Las características del sistema de riego instalado no varían demasiado entre sectores más que por el marco de plantación establecido.

Cuadro 8.3. Resumen de características sistema de riego por cuartel. Agrícola Olibal.

Cuartel	N° Lineales	Caudal Goteros (L/h)	Distancia goteros (m)	Marco de Plantación (m)	Precipitación Riego (mm/hr)
Limoneros Viejos (C1-2 y C3-4)	2	2	0,5	7 x 3	1,14
Limoneros Nuevos (C6 y C9)	2	2	0,5	6 x 3	1,08
Papayos (4-5 y 6-8)	2	2	0,5	3,75 x 0,75	1,92

8.3. Medición de Coeficiente de Uniformidad (Aforo Caudal)

Se realizó medición del caudal entregado por goteros en sectores 2B, 5B y 5ª de Limoneros Eureka, encontrando problemas de uniformidad de entrega de caudales en el sector 5B, atribuidos principalmente a la baja presión del sistema de riego durante la medición. También se realizaron aforos en sectores de papayos. Se entrega a continuación la información recopilada en terreno en un cuadro resumen.

Cuadro 8.4. Aforo de caudales y coeficiente de uniformidad, sectores monitoreo. Agrícola Olibal.

Especie	Sector	Coeficiente Uniformidad (%)	Caudal Promedio (L/h)
Papayos	4-5	79	1,95
	6-8	91	2,4
Limoneros Nuevos	2B C6	81	2,09
	5B C9	49	1,03
Limoneros Viejos	5A C3	63	1,57

Tabla valores referencia CU(%):

Valor de CU%	Calificación
> 94%	Excelente
86% a 94%	Buena
80% a 86%	Aceptable
70% a 80%	Pobre
<70%	Inaceptable

8.4. Demanda Hídrica

En el siguiente cuadro se presenta el volumen teórico de agua a aplicar en la temporada 2019-2020 en los sectores monitoreados, en relación a los cálculos de demanda hídrica (transpiración) en base al parámetro Kcb-NDVI obtenido de la plataforma y datos meteorológicos de ETo de la estación Pan de Azúcar.

Cuadro 8.5. Volumen de agua transpirado durante la temporada 2019-2020 a la fecha, en los sectores monitoreados de Agrícola El Olibal. Se consideran temporada de riego desde julio a fines de diciembre 2019.

Sector	Superficie (ha)	Transpiración Potencial (m3/ha/temp)	Volumen Aplicado (m3/ha/temp)
Papayos 4 5	4,79	3691	3042
Papayos 6 8	4,18	3016	3764
	Promedio	3353	3403
Limon Nuevo 2B	11,02	2949	1818
Limon Nuevo 5B	13,31	3326	1841
	Promedio	3137	1830
Limon Viejo 5A	9,4	4185	3420
Limon Viejo 1A	5,34	4041	3449
	Promedio	4113	3434

Se realiza además una representación gráfica del comportamiento en la aplicación de los riegos para los sectores de limoneros nuevos y viejos, así como también de los sectores de papayos, de los cuales se cuenta con información del volumen de agua aplicada semanalmente a cada sector, con lo que se presenta una comparación entre el volumen de agua aplicado y las necesidades de riego calculadas a reponer semanalmente (Transpiración potencial).

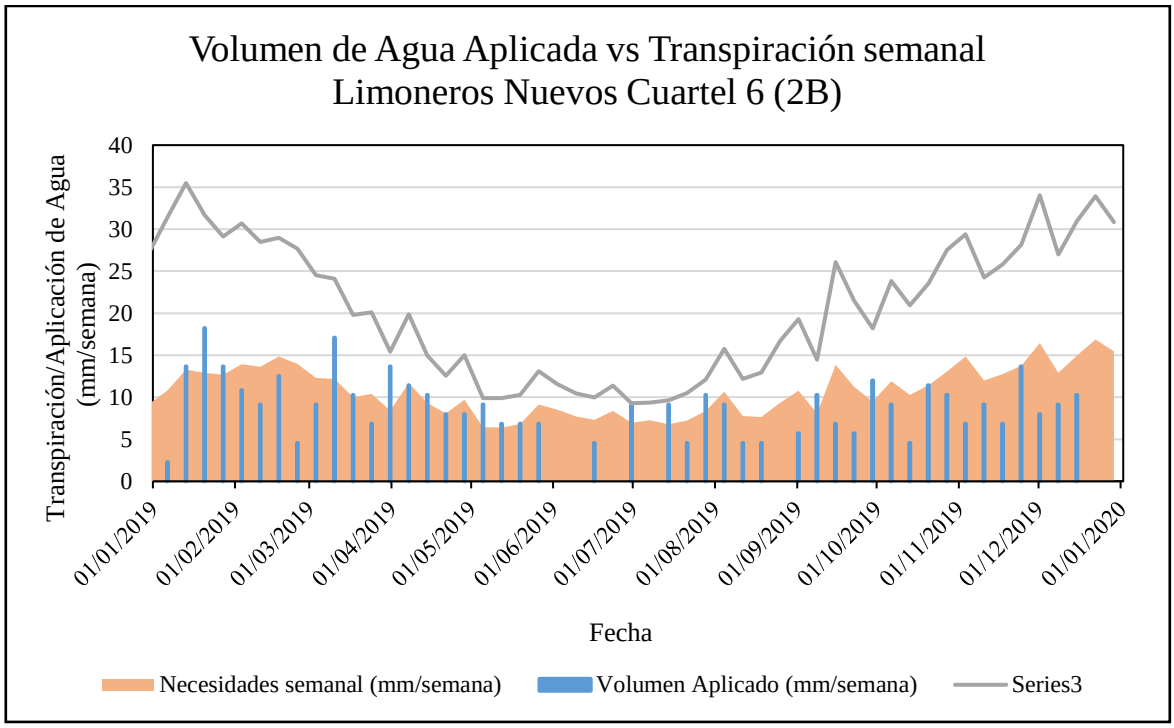


Figura 8.7. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector 2B Limoneros Eureka, año 2019 (Agrícola Olibal).

Esta temporada se observa un déficit en la entrega de agua a los sectores de limoneros nuevos, correspondiendo al 60% del total de necesidades hídricas requeridas (desde julio a diciembre 2019). Este comportamiento de riego se repite para los otros sectores de limoneros nuevos. Para los limoneros viejos se presenta un riego más ajustado esta temporada, con aproximadamente un 80 a 85% de aplicación del total de agua estimada a reponer. A pesar de que se consideran las condiciones de demanda ambiental para el cálculo de la reposición de agua semanal por parte del encargado de campo, no se toma en cuenta el desarrollo de la masa foliar con actividad fotosintéticamente activa (Kc-NDVI), con lo que para limoneros nuevos para esta temporada se subestima el agua a aplicar (Figura 8.7), y para los limoneros viejos de mayor desarrollo de la copa, se hace entrega de un riego menos restrictivo que la anterior temporada (Figura 8.8).

Las condiciones estructurales del campo (estanques de acumulación, bombas, filtros, tuberías, entre otros) presentan variados problemas a lo largo de la temporada, siendo recurrentes la falta de agua en el tranque acumulador, y la ruptura de matrices y mal funcionamiento de la bomba, así como también problemas de corte de luz, que también impiden realizar los riegos de forma correcta.

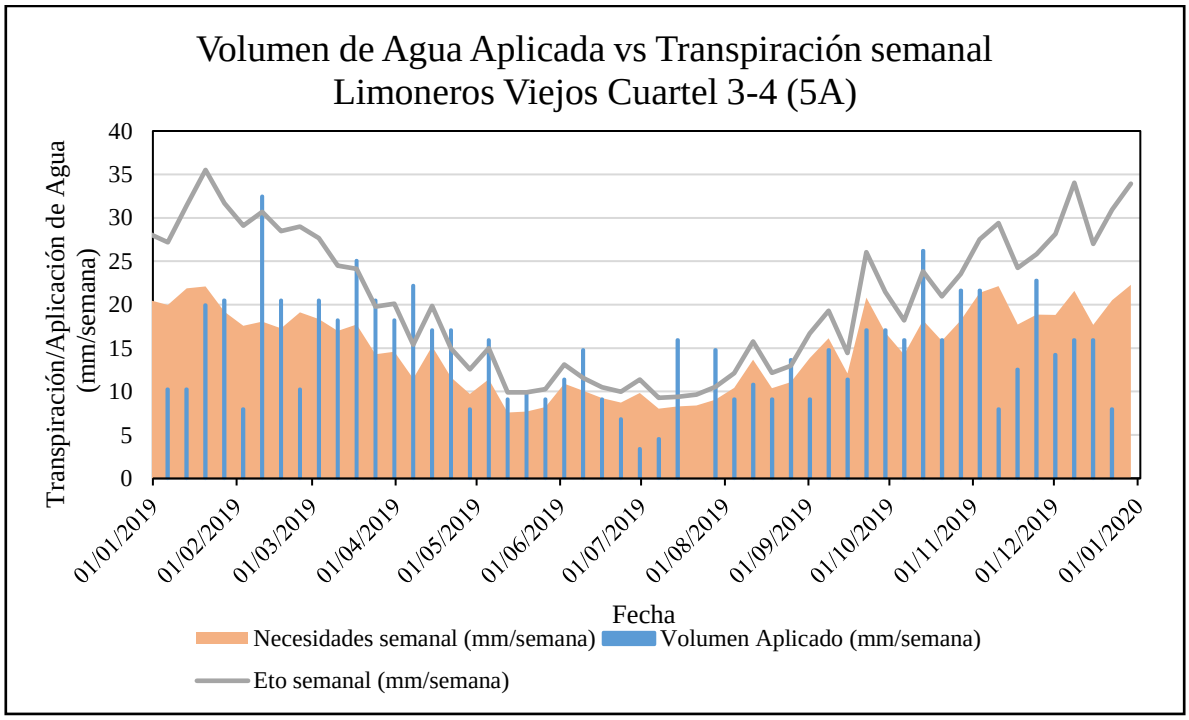


Figura 8.8. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial, Sector 5A Limoneros Viejos Eureka, año 2019 (Agrícola Olibal).

8.5. Curvas temporales Kcb- NDVI para los sectores

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada especie monitoreada. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana monitoreada.

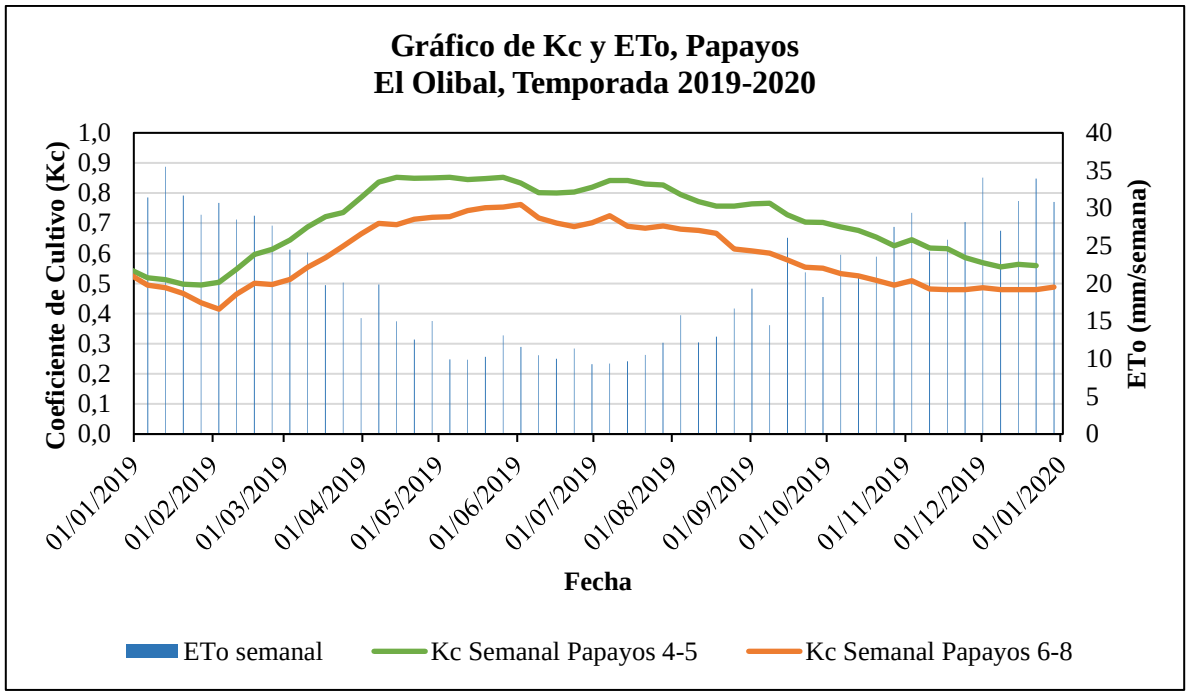


Figura 8.9. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Papayos, Agrícola El Olibal. Año 2019 (Temporada 2019-2020).

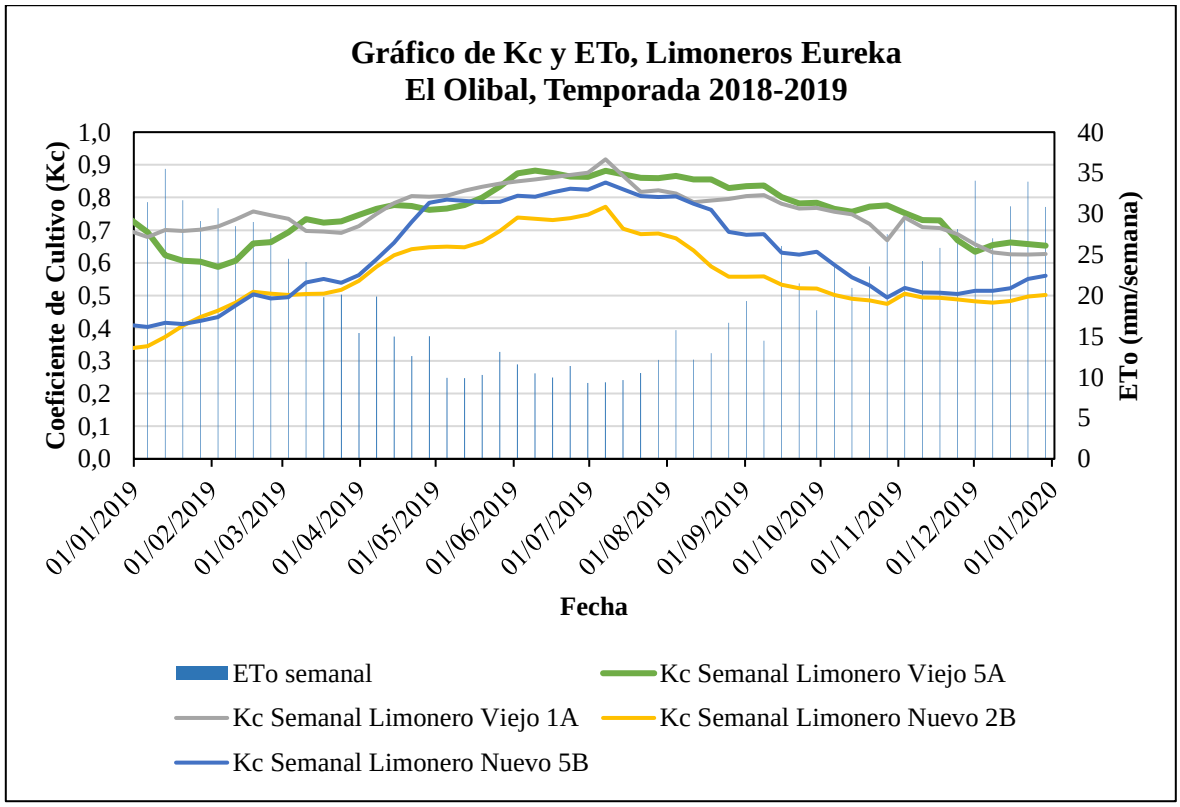


Figura 8.10. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Limoneros, variedad Eureka, Agrícola El Olibal. Año 2019 (Temporada 2019-2020).

9. Viña Falernia

Ubicación:

- **Parcela El Pedregal: Ruta 41, Vicuña, Región de Coquimbo**

- **Parcela Titón: Camino rural D-269, Quebrada de Talca, Región de Coquimbo.**

Coordenadas:

Parcela El Pedregal: 30°01'51.5" S 70°45'32.5" W

Parcela Titón: 30°00'26.8" S 71°01'57.8" W

Se integra durante el mes de junio 2019 el viñedo Falernia a los predios a realizar monitoreo satelital, con ubicación de la bodega principal en la Ruta 41, Km 52, Cruce Gualliguaica, Vicuña. Se hizo entrega de un informe técnico en donde se analizó el estado del cultivo, el manejo del riego y se genera un diagnóstico general de su desempeño en base a riego y factores de suelo asociados al riego. Se presenta en este informe extractos del informe técnico original, junto con nueva información generada a partir de las recomendaciones enviadas semanalmente.

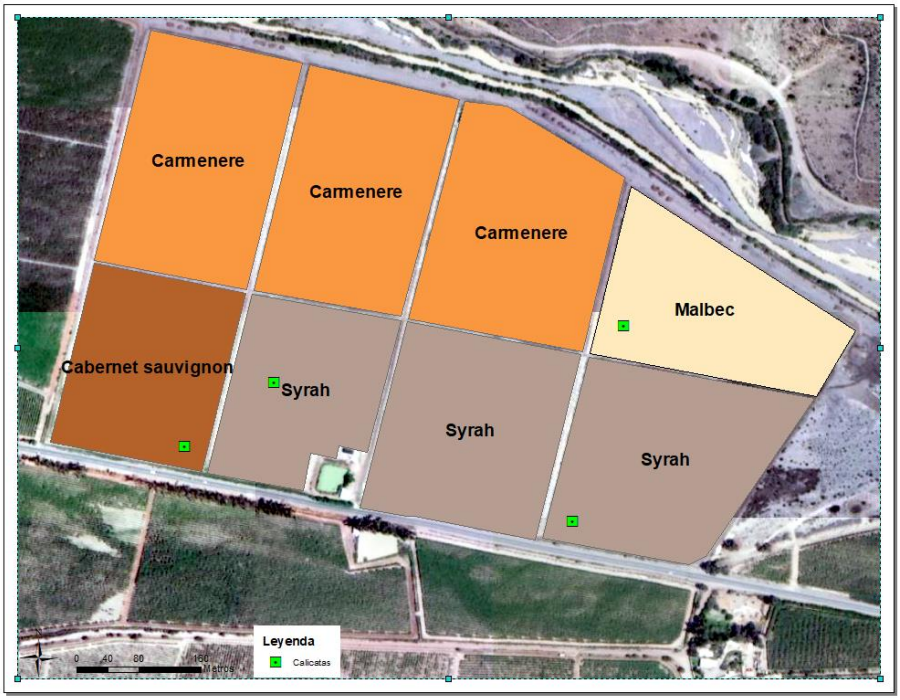


Figura 9.1. Parcela El Pedregal, Vicuña.

La parcela el Pedregal se ubica a 6 km de la ciudad de Vicuña (provincia del Elqui), con una superficie cultivada aproximada de 40 ha (Figura 9.1). Las variedades presentes en la parcela son Syrah, Carmenere, Cabernet Sauvignon y Malbec. De acuerdo a la información disponible, la parcela Titón tiene una superficie cultivada de 86,56 ha y está ubicada en la localidad conocida como Quebrada de Talca, comuna de La Serena 2).

Se obtienen datos meteorológicos de las estaciones más cercanas correspondientes a Gabriela Mistral y Vicuña, para las parcelas Titón y El Pedregal, respectivamente.

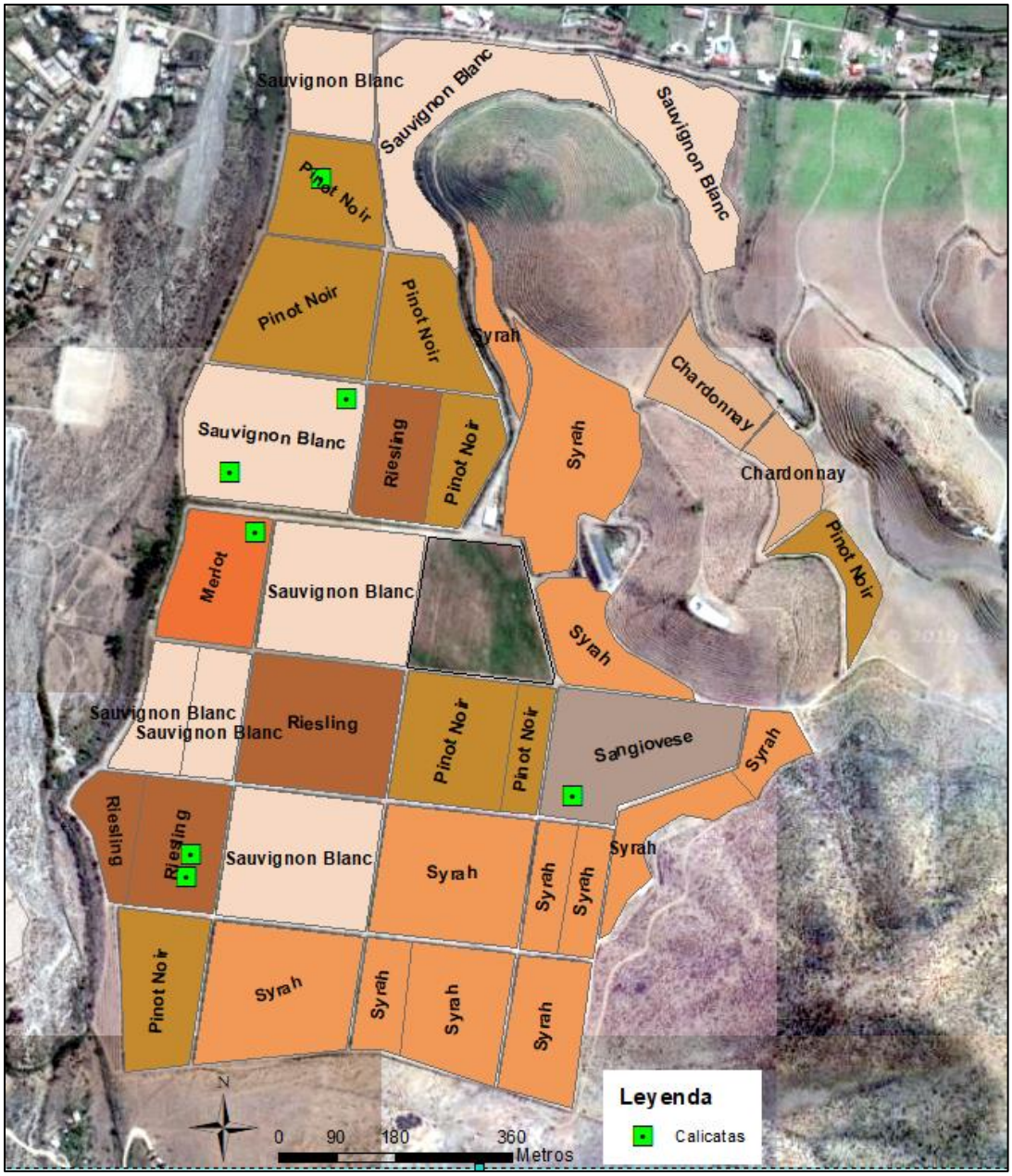


Figura 9.2. Mapa de variedades. Parcela Titón, Quebrada de Talca.

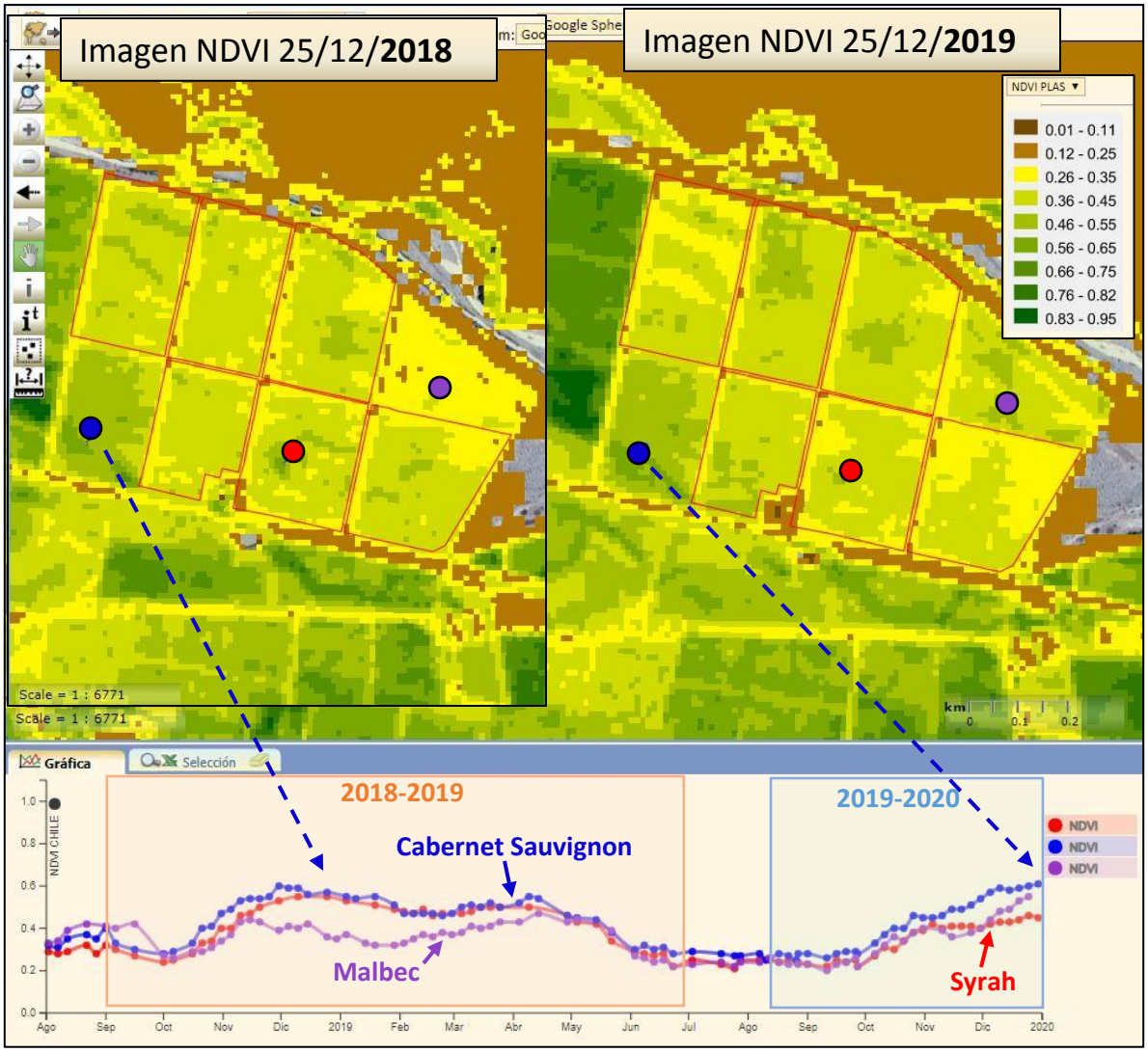


Figura 9.3. Imagen satelital obtenida de plataforma agrícola satelital (PLAS), y curvas de desarrollo de vides viníferas (Cabernet Sauvignon, Syrah y Malbec). Comparación de imágenes satelitales para dos fechas, distinto año (2018 y 2019). Pedregal. Viña Falernia.

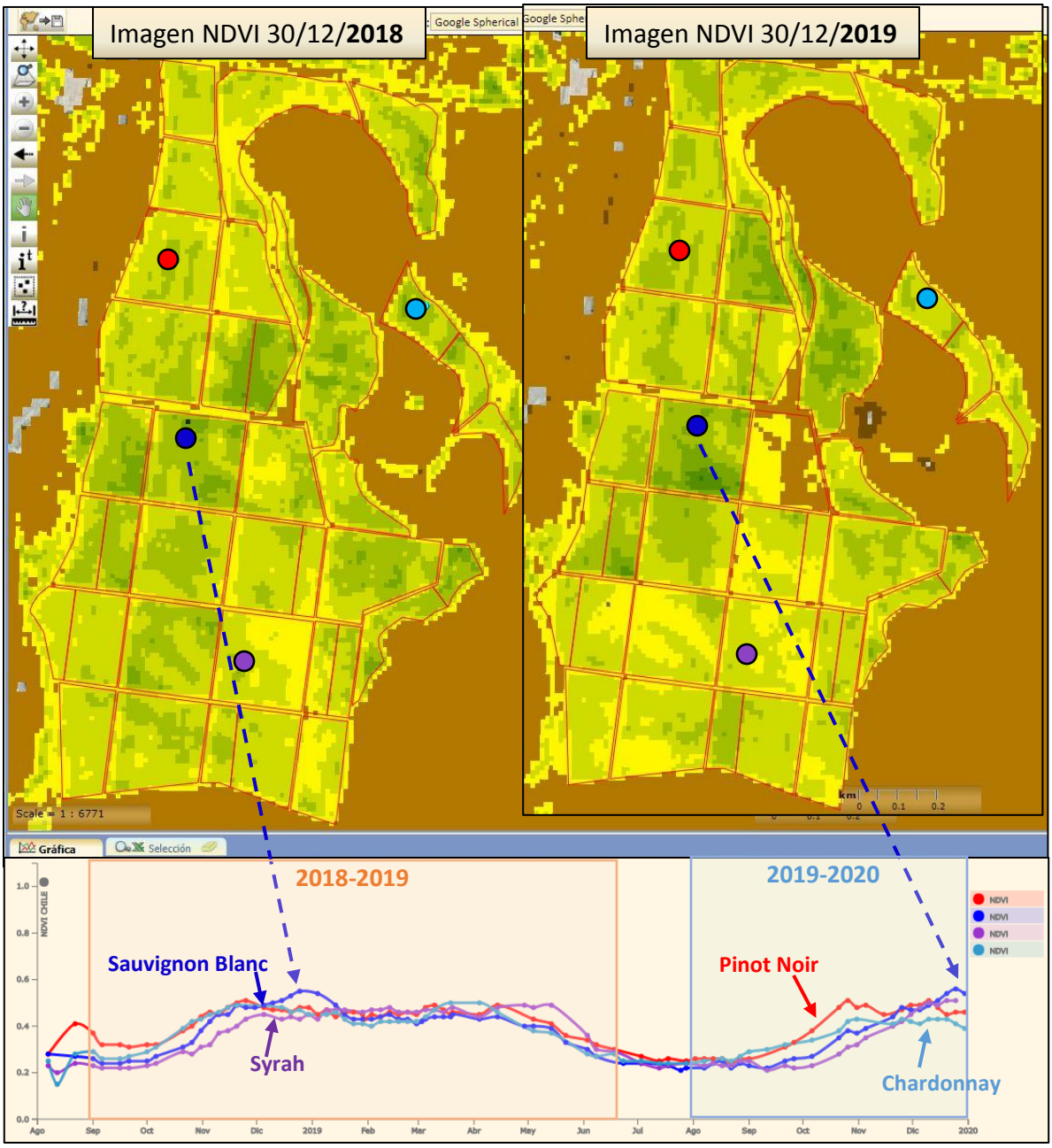


Figura 9.4. Imagen satelital obtenida de plataforma agrícola satelital (PLAS), y curvas de desarrollo de vides viníferas (Pinot Noir, Sauvignon Blanc, Syrah, Chardonnay). Comparación de imágenes satelitales para dos fechas, distinto año (2018 y 2019). Quebrada de Talca, Viña Falernia.

9.1. Descripción de Suelos

Se cuenta con análisis de suelos físicos y químicos, tanto de salinidad como de fertilidad, facilitados por personal de la viña (Anexo 8), y además se realizaron calicatas en terreno para contar con una descripción de los perfiles de suelo y profundidad de raíces.

Parcela Titón: Presenta gran variedad de texturas de suelo incluso dentro de un mismo cuartel de riego, variando los análisis de texturas desde franco arenosas a franco arcillo arenosas y francas. Se mantiene un patrón de crecimiento pobre de raíces en la gran extensión de cuarteles, no superando los 30 a 40 cm. de profundidad de suelo, producto principalmente de una compactación a los 40 cm producto de que no hubo laboreo de suelo previo al momento de establecer el viñedo. En la Figura 9.3 se muestra el desarrollo de raíces evidenciado en terreno en ladera, con crecimiento principalmente horizontal.

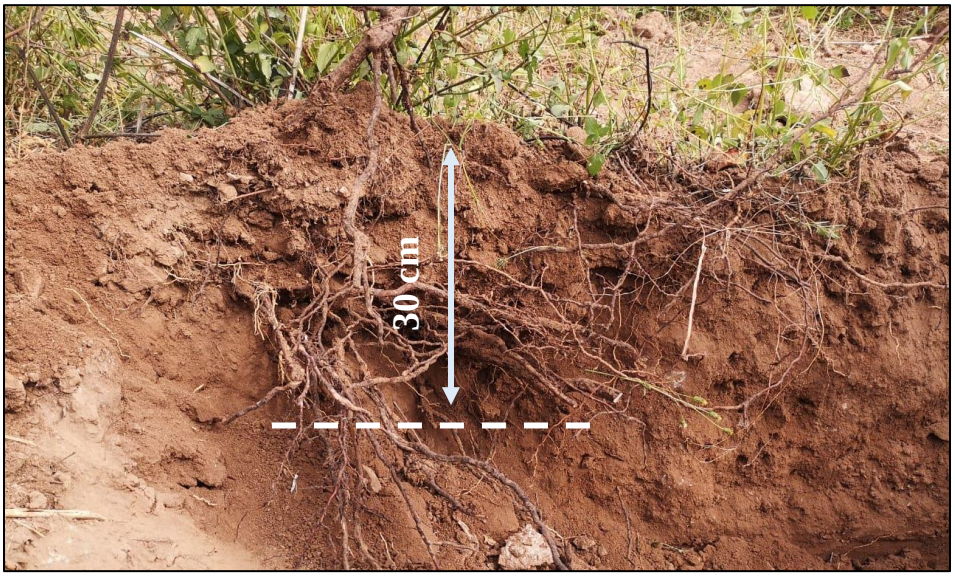


Figura 9.5. Estructura de raíces en calicata en sector 14, var. Riesling (Parcela Titón).

Además, se realizaron análisis en laboratorio de textura de suelo de muestras recolectadas en terreno, utilizando el método del hidrómetro (metodología Bouyoucos). A continuación se presentan los resultados.

Cuadro 9.1. Análisis de suelo, cuarteles visitados parcela Titón, Quebrada de Talca.

		Distribución de partículas por tamaño método del hidrómetro				*APROXIMADOS - Modelo USDA - Soil Water Characteristics	
		Arena	Limo	Arcilla	Clase Textural		
	Sector	------- % en la fracción < 2 mm -------				CC%*	PMP%*
Corte 7 Merlot	C1 10 cm	57,1	22,9	20,0	Franco arcillo arenoso	24,6	13,7
	C1 30 cm	60,3	21,5	18,2	Franco arenoso	23	12,6
Corte 6 Carmenere	C2 10 cm	54,7	36,0	9,3	Franco arenoso	20	7,6
	C2 30 cm	80,8	7,6	11,7	Areno francoso	15,5	9,2
	C2 60 cm	70,5	11,5	18,0	Franco arenoso	21,1	12,6

Parcela El Pedregal: Debido a que la parcela se ubica en una posición de lecho de río sus suelos son principalmente de texturas gruesas (arenosos) con una alta proporción de piedras y baja profundidad de suelo efectivo para el desarrollo de raíces. En la Figura 9.4 se observa la poca profundidad de suelo y alta pedregosidad de uno de los sectores de la parcela, junto con el deficiente desarrollo de raíces.

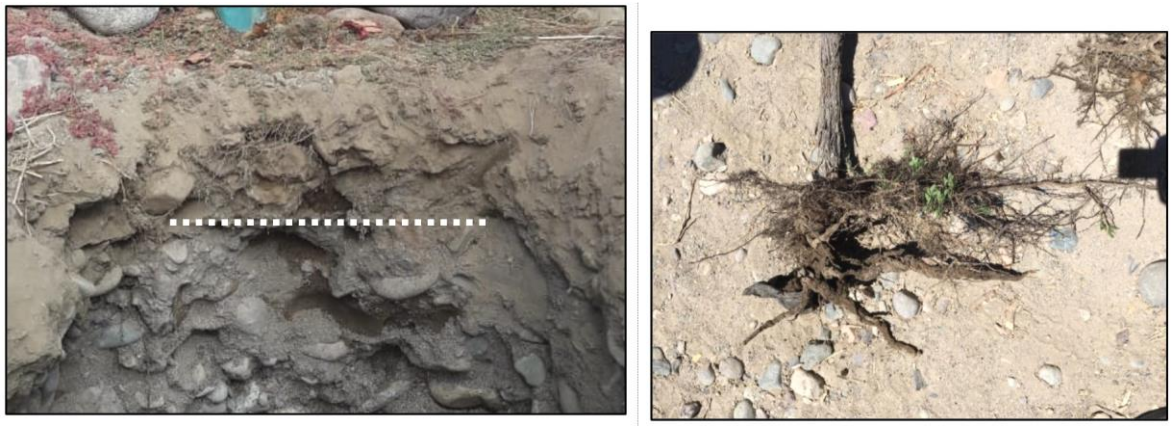


Figura 9.4. Estructura de suelo Sector 8 var. Malbec (Parcela El Pedregal).

9.2. Factores de suelo asociados al riego

A continuación, se expone información relevante a otras características físico químicas a considerar en la implementación del riego y necesidades hídricas del viñedo. Información extraída de informe presentado por Ing. Ag. Carlos Sierra.

El viñedo Falernia requiere definirse en cuanto al tipo de manejo orgánico o tradicional, apreciándose este problema al bajo e ineficaz control de malezas. Además, la falta de una aplicación constante de materia orgánica en suelos de muy pobre condición física (ya expuestos en ese informe), afecta notablemente la productividad de los viñedos.

En términos técnicos, la aplicación continua de materia orgánica produce una gran cantidad de beneficios al suelo, a las plantas y facilita el manejo del riego, mejorando así la productividad agrícola. Mayor información respecto a este punto es entregada en el Anexo 9., señalando que la mejor inversión que puede hacer el viñedo, además de controlar bien el riego, es iniciar un programa estructurado de aplicación de enmiendas orgánica y definir su paso definitivo a un sistema de manejo orgánico o mantener el tradicional, pero igualmente debe aplicarse carbono al suelo, por todos los beneficios ya señalados.

Relación riego fertilización: La eficiencia de recuperación de los nutrientes aplicados será afectada positivamente por el buen manejo del riego, especialmente en la parcela El Pedregal, aunque en Titón también es un punto importante a tratar. Un riego bien controlado evitará anoxia radicular y excesiva lixiviación de los nutrientes aplicados, por lo tanto, el adecuado control del riego que se propone, permitirá aprovechar de mejor forma los nutrientes aplicados.

Las dosis recomendadas para todos los sectores son similares, la idea consta en mejorar todos los viñedos, sugiriendo la verificación del comportamiento de las plantas durante la temporada, por eventuales ajustes de la fertilización a la baja debido al mejoramiento del riego y al uso de mejores fuentes fertilizantes.

9.3. Descripción de Sistema de riego.

Parcela Titón: Las características del sistema de riego de cada cuartel varían, considerando algunos un lineal de riego y otros dos lineales, con un caudal de goteros en general de 2 litros/hora, a 40 o 50 cm de distancia entre goteros aquellas con 2 lineales, y a un metro aquellas con dos lineales de riego. Se considera una precipitación de 2 mm/hora para la mayoría de los sectores. En esta parcela y como norma general, los cuarteles reciben riegos de larga duración (entre 10 a 12 horas), con una frecuencia entre 10 y 12 días (incluso en verano). Esto es producto de la falta de infraestructura de riego, así como de la falta de automatización de al menos parte de los sectores presentes, para permitir una mejor frecuencia de aplicación de los riegos, junto con un mejor uso del agua disponible.

Parcela El Pedregal: Las características del sistema de riego instalado no varían entre sectores, cuentan con un lineal de riego por hilera de plantación, caudales de gotero de 2 litros/hora y distancia entre goteros de 0,5 m, con una distancia entrehilera de 2 metros para los sectores, con lo cual la precipitación del sistema corresponde a 2 mm/hora. La cantidad de horas regadas diariamente (de lunes a viernes) corresponde solamente a 8,5 horas, las cuales no alcanzan para suplir las necesidades hídricas de todos los sectores, sobre todo en periodos de alta demanda hídrica. No se han dado soluciones respecto a una mejora en la infraestructura de riego, o automatización del riego, que sería lo idóneo.

9.4. Demanda hídrica

El cálculo de las necesidades de riego en las parcelas se considera en relación al valor de Kcb-NDVI obtenido de la plataforma satelital. Se estima la demanda ambiental con estaciones meteorológicas para el cálculo de la reposición del agua consumida (evapotranspirada) por el cultivo.

En el siguiente cuadro se presenta la información referente a las necesidades de riego estimadas a reponer para los distintos cuarteles de las parcelas Titón y El Pedregal monitoreadas. Para la parcela Titón no se cuenta por el momento con la información actual de los volúmenes de agua aplicados para esta temporada, por lo que se expone solamente lo aplicado para la parcela Pedregal. Esta última presenta una seria deficiencia en la aplicación de los riegos, producto principalmente de la precaria infraestructura del sistema de riego, que no permite regar más de una vez al día cada sector, generando un estrés constante para las vides establecidas, producto de la poca o nula retención de agua por parte de los suelos livianos presentes.

Cuadro 9.2. Volumen de agua transpirado durante la temporada 2018/2019 y 2019/2020 a la fecha, en los sectores monitoreados de Parcela Titón, Viña Falernia.

Variedad	Sector	Superficie (ha)	Transpiración 2018-2029 (m3/ha)	Transpiración 2019-2020* (m3/ha)
Sauvignon Blanc	1	1,76	3263	1479
	5	4,61	3889	1522
	8	4	4304	1903
	10	2,66	4332	1604
	15	4	3178	1466
	26	2	3282	1518
	27	2	3507	1328
		Promedio	3679	1546
Pinot Noir	2	2,2	3120	1622
	3	2,28	2933	1669
	4	3,81	3903	1789
	12	4	2955	1510
	18	2,87	3332	1455
	30	1	3158	1706
		Promedio	3233	1625
Riesling	6	3,32	4162	1663
	11	4	3134	1821
	14	3,35	2873	1381
		Promedio	3390	1622
Merlot	7	2,29	4551	1769
Sangiovese	13	4,23	4497	1548
Syrah	16	4	2601	1409
	17	2,01	3504	1283
	19	3,94	3178	1710
	20	3,7	3228	1687
	21	2,26	2899	1182
	22	2,3	3178	1339
	23	1,74	4528	1881
	24	4,41	4775	2149
	25	0,56	4319	1742
		Promedio	3579	1598
Chardonnay	28	2,45	4292	1931
	29	1,1	3037	1826
		Promedio	3665	1879

*Transpiración acumulada 2019-2020 parcial. Desde agosto a diciembre.

Cuadro 9.3. Volumen de agua transpirado durante la temporada 2018/2019 y 2019/2020 a la fecha, en los sectores monitoreados de Parcela Pedregal, Viña Falernia.

Variedad	Sector	Superficie (ha)	Transpiración 2018-2029 (m3/ha)	Transpiración 2019-2020* (m3/ha)
Syrah	1	4,86	4070	2143
	2	4,72	5000	2006
	3	3,7	4158	2072
		Promedio	4410	2074
Cabernet Suvignon	4	4,13	5187	2669
Carmenere	5	5,66	4699	2655
	6	5,76	4693	2332
	7	4,62	4346	2133
		Promedio	4579	2373
Malbec	8	4,4	3770	2175

*Transpiración acumulada 2019-2020 parcial. Desde agosto a diciembre.

Considerando a la parcela El Pedregal, se presenta un caso representativo del comportamiento de la entrega de riego durante la temporada 2019-20, para suelos de tipo arenoso de la variedad Syrah. En la Figura 1.6 se muestran los aportes de riego en comparación a las demandas hídricas potenciales de las vides.

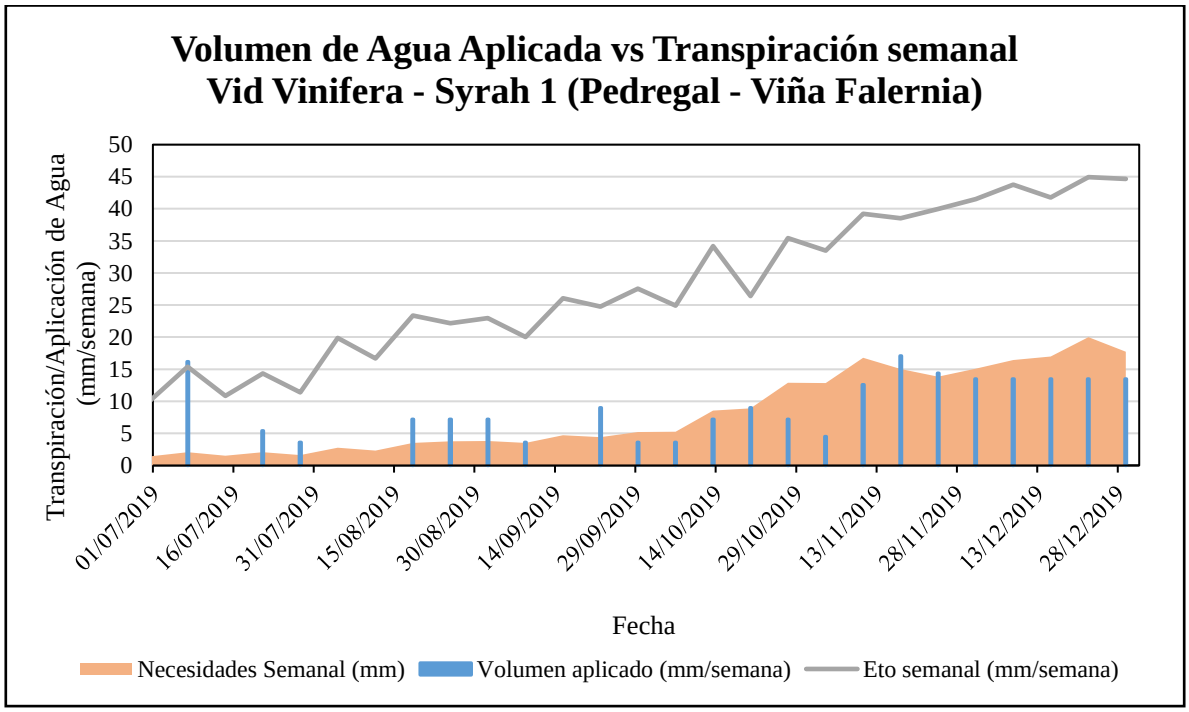


Figura 1.6. Comparación semanal entre el volumen de agua aplicado v/s la transpiración potencial del sector 1 var. Syrah, durante la temporada 2019-2020 (Parcela El Pedregal).

De acuerdo a los registros entregados, durante el periodo de noviembre a diciembre se realizaron 5 riegos semanales de 1,5 horas de duración cada uno (frecuencia diaria) para todos los sectores de la parcela El Pedregal. Este manejo del riego puede genera déficits hídricos, ya que de acuerdo al tipo de suelo presente en la parcela (arena), tanto las condiciones de retención de humedad del suelo como la humedad aprovechable son muy bajas y en un rango muy estrecho. Si bien el riego se ajusta con una reposición de al menos el 80% de las necesidades de la vid Syrah, para el caso de otros sectores de mayor Kc, este riego de 1,5 horas diarias ha provocado serios comportamientos de estrés, como se muestra en la Figura a continuación, donde se expone el estado del corte de Cabernet Sauvignon. En esta figura además se muestra el nulo control de malezas presente en algunos de los cortes.

Figura 9.7. A-B) Sarmientos con poca elongación, hojas pequeñas y débiles. Cabernet Sauvignon. C) Entrenudos muy cortos (2 a 3 cm). D) Malezas presentes en sector Syrah.

Se continúa recomendando adecuar el manejo del riego a los requerimientos del cultivo en la medida que se desarrollan las plantas y aumenta su masa vegetal y por tanto la tasa de transpiración. Así mismo, considerar los cambios en las condiciones ambientales y el aumento de la demanda ambiental durante la temporada. En esta parcela, dada la alta proporción de arenas que propicia la formación de bulbos de humedad angostos en los riegos, se recomienda el uso de doble lineal de riego con el fin de aumentar la zona humedecida y por tanto el desarrollo de raíces. Esto es adecuado dada la falta de profundidad de suelo y la compactación extendida en toda la parcela lo cual genera raíces superficiales y horizontales. También sería importante la automatización del riego, ya que con la infraestructura actual, no es factible que el operario a cargo realice los riegos necesarios durante la semana hábil (lunes a viernes), provocando un estrés durante el fin de semana por falta de humedad en el suelo.

9.5. Curvas temporales Kcb- NDVI

A continuación, se presentan los valores de Kcb promedio obtenidos semanalmente a partir de datos de NDVI de la plataforma satelital para cada una de las cepas de vid vinífera monitoreadas. Se entrega información por cada variedad. Se agrega además información referente a la Evapotranspiración diaria de referencia para cada semana monitoreada, considerando información de estaciones meteorológicas de Gabriela Mistral y Vicuña.

En el caso de los sectores de El Pedregal, todos presentan un comportamiento de disminución del valor NDVI a inicios de verano, relativo al déficit hídrico que se realiza a los sectores, producto de que no se hace entrega del volumen de agua necesario a reponer.

<u>Sectores El Pedregal</u>

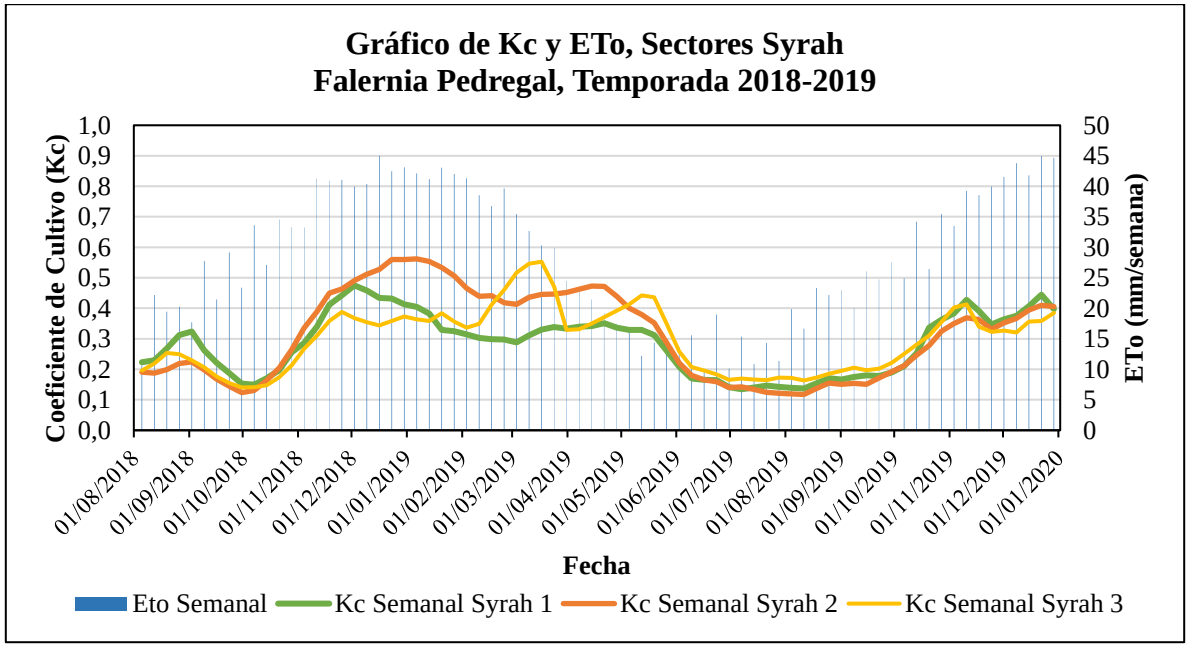


Figura 9.7. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Syrah. El Pedregal. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

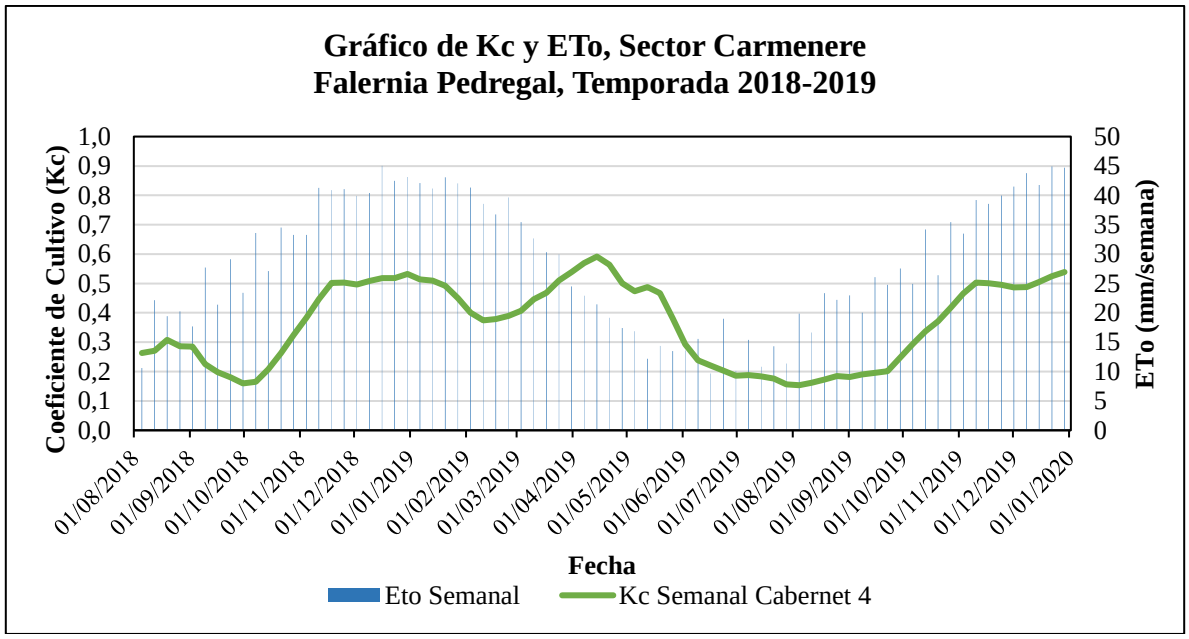


Figura 9.8. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Syrah. El Pedregal. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

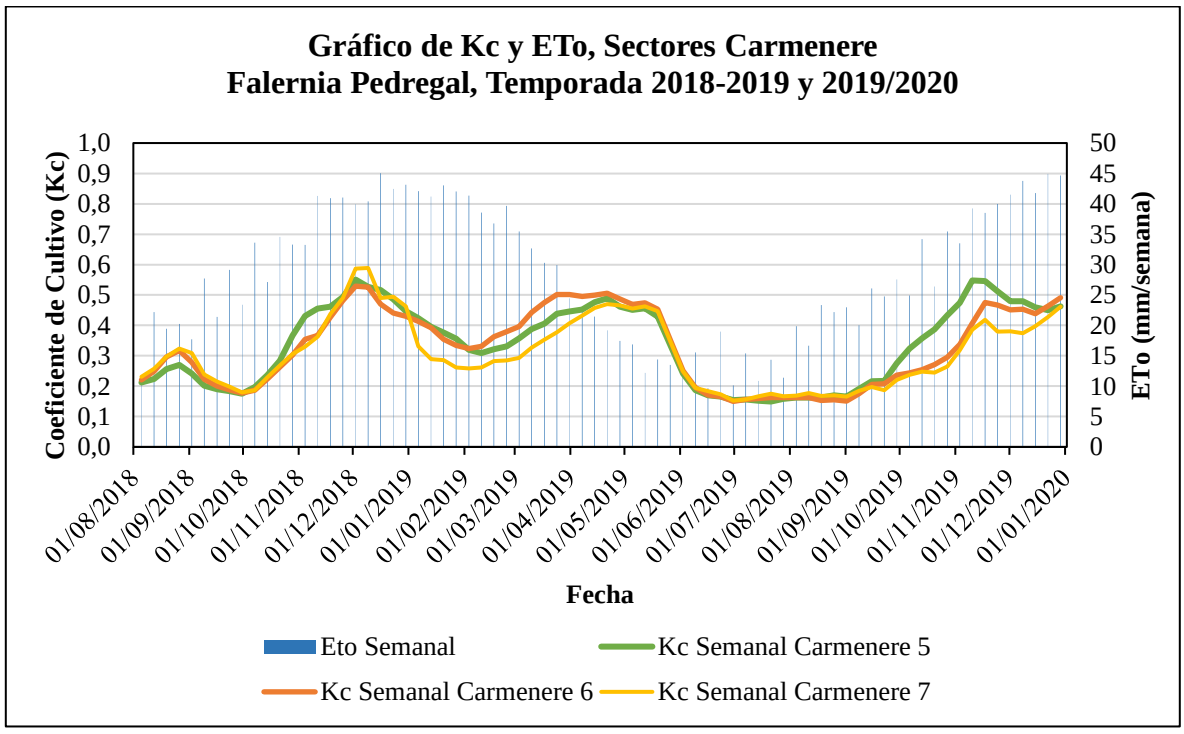


Figura 9.9. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Carmenere. El Pedregal. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

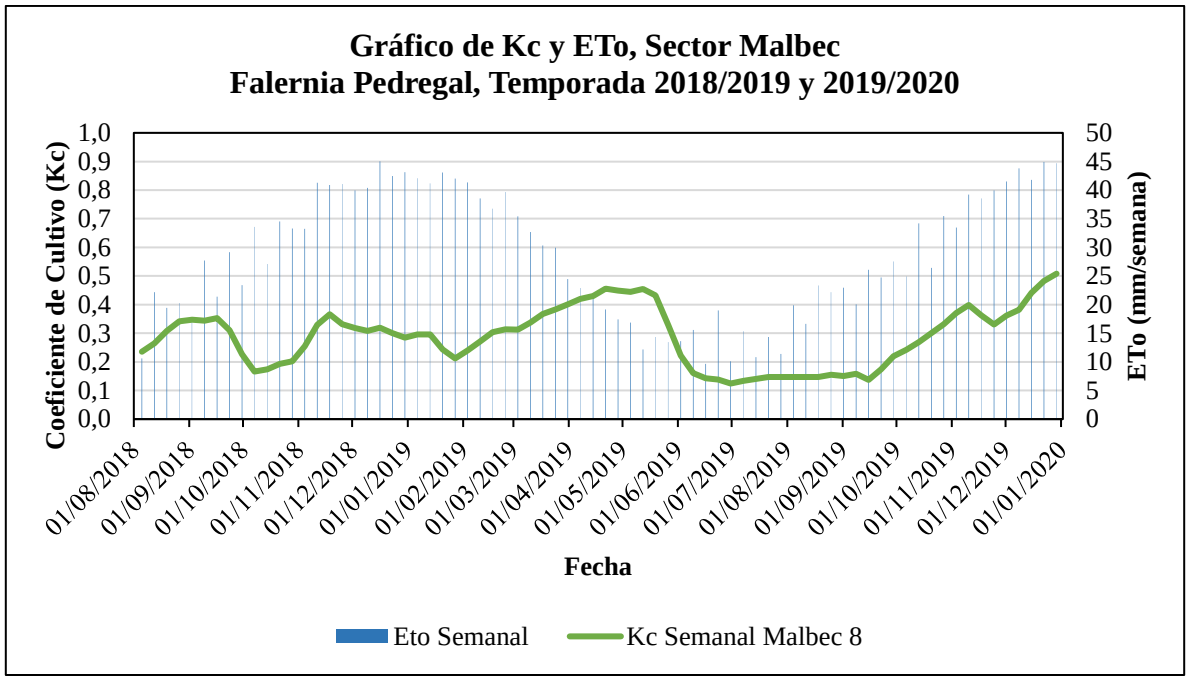


Figura 9.10 Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Malbec. El Pedregal. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

Sectores Titón

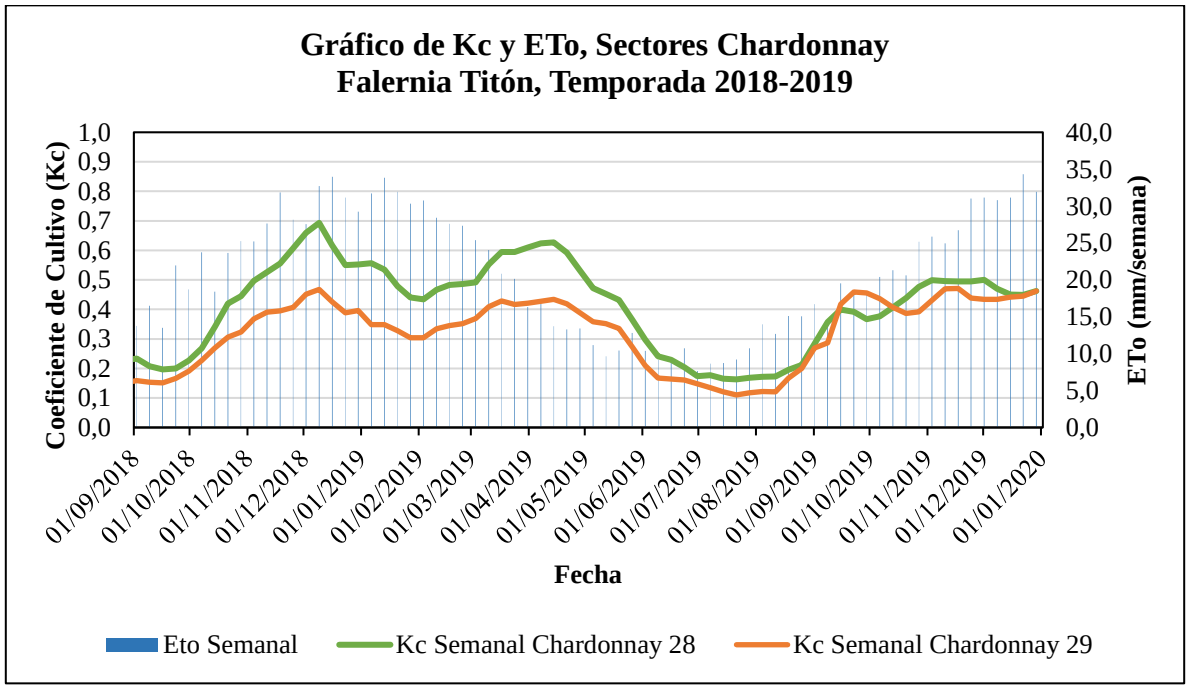


Figura 9.11. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Chardonnay. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

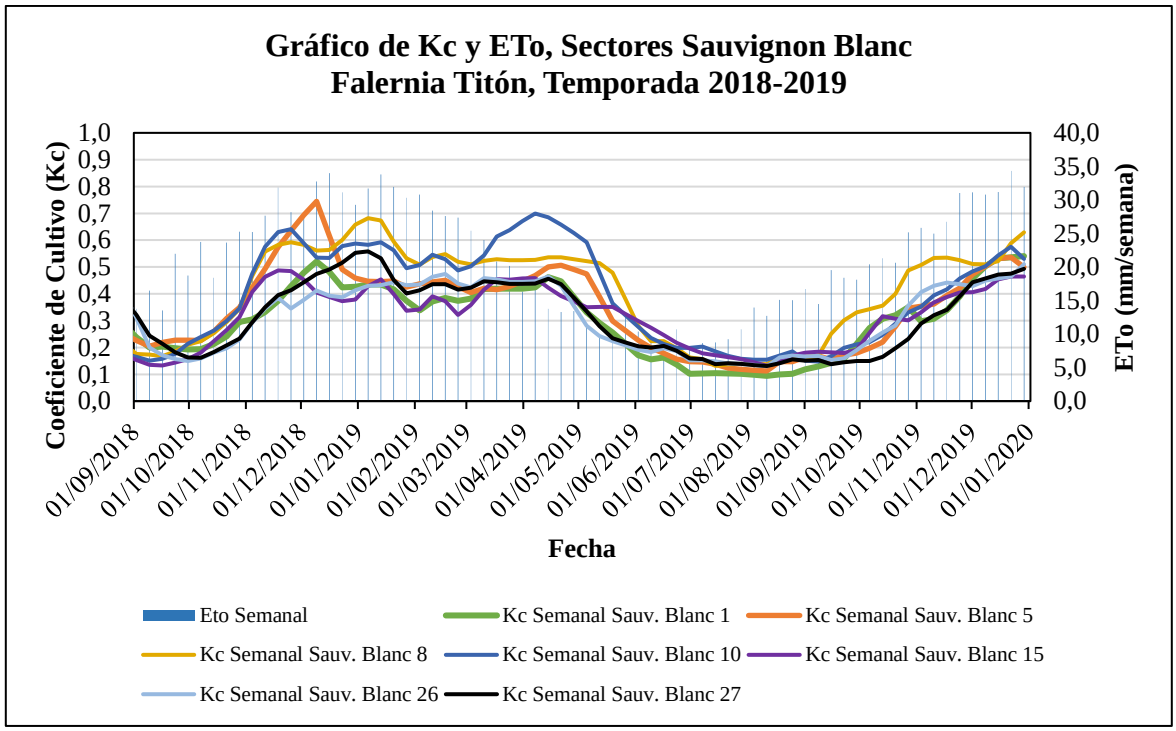


Figura 9.12. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Sauvignon Blanc. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

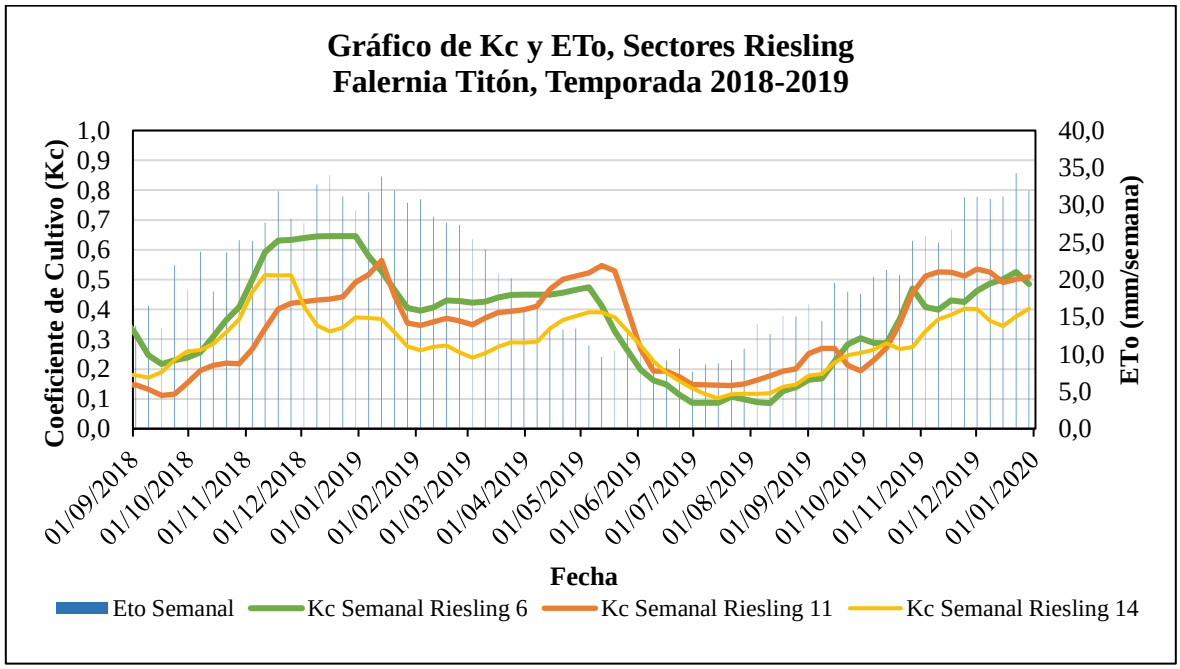


Figura 9.13. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Riesling. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

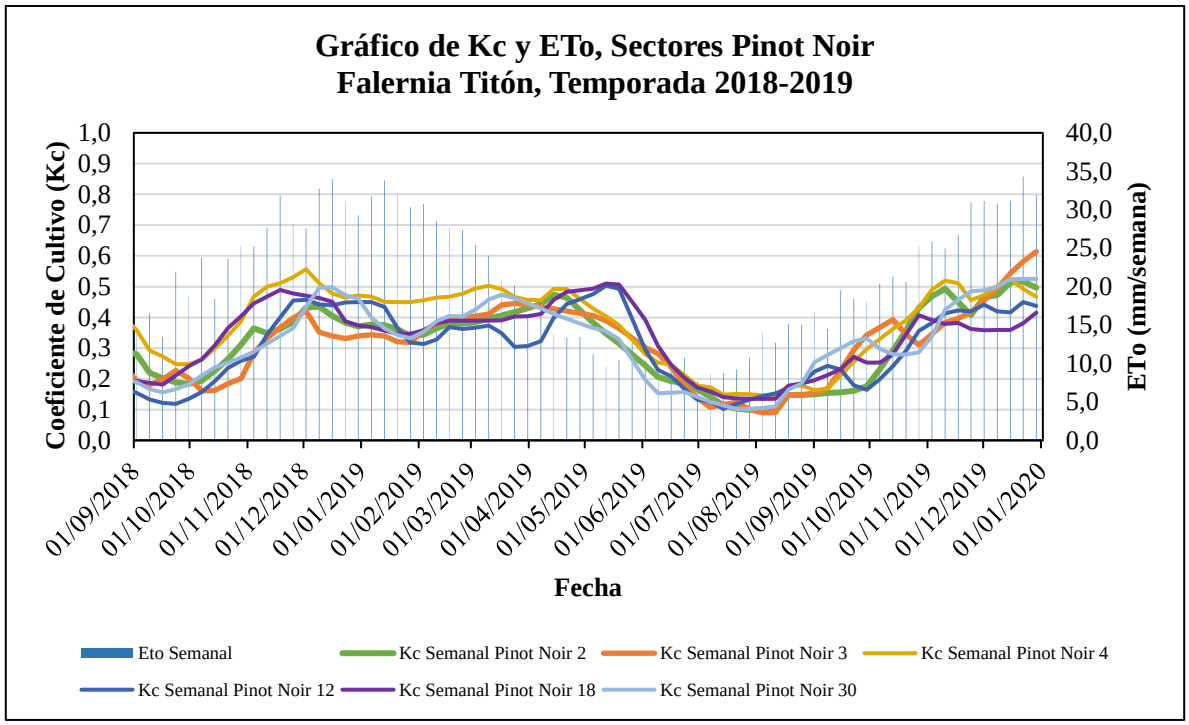


Figura 9.14. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Pinot Noir. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

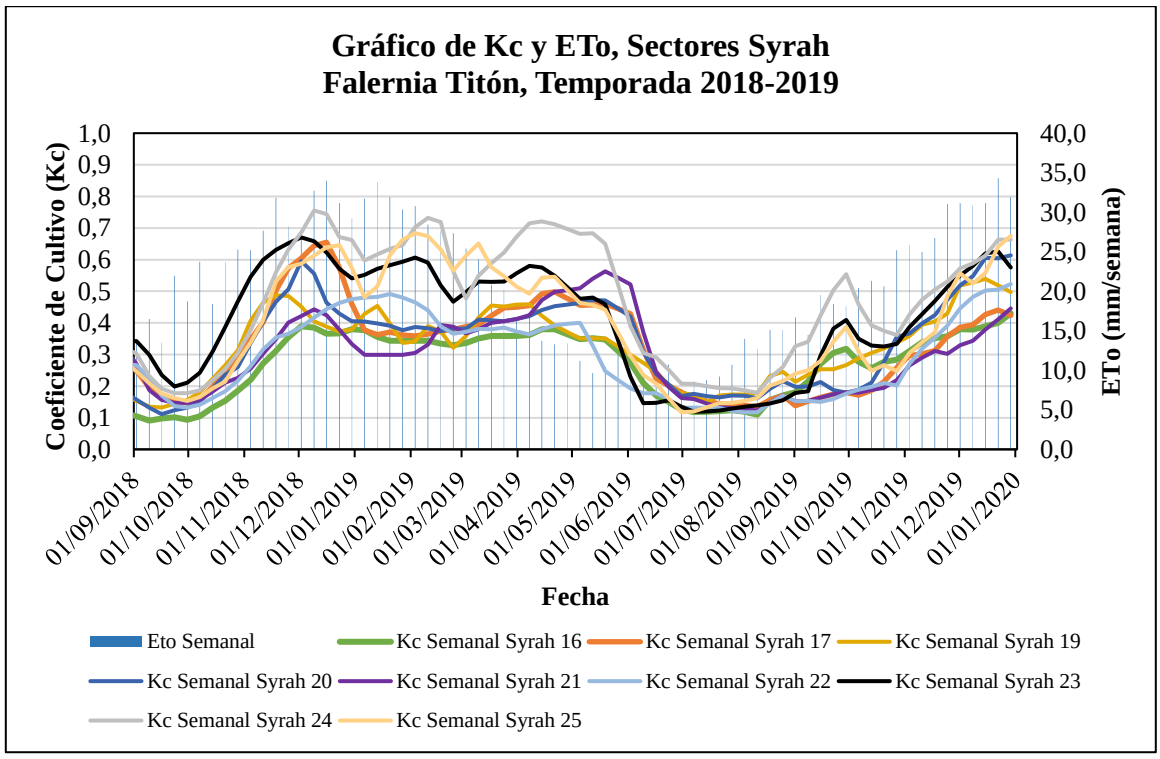


Figura 9.15. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Syrah. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

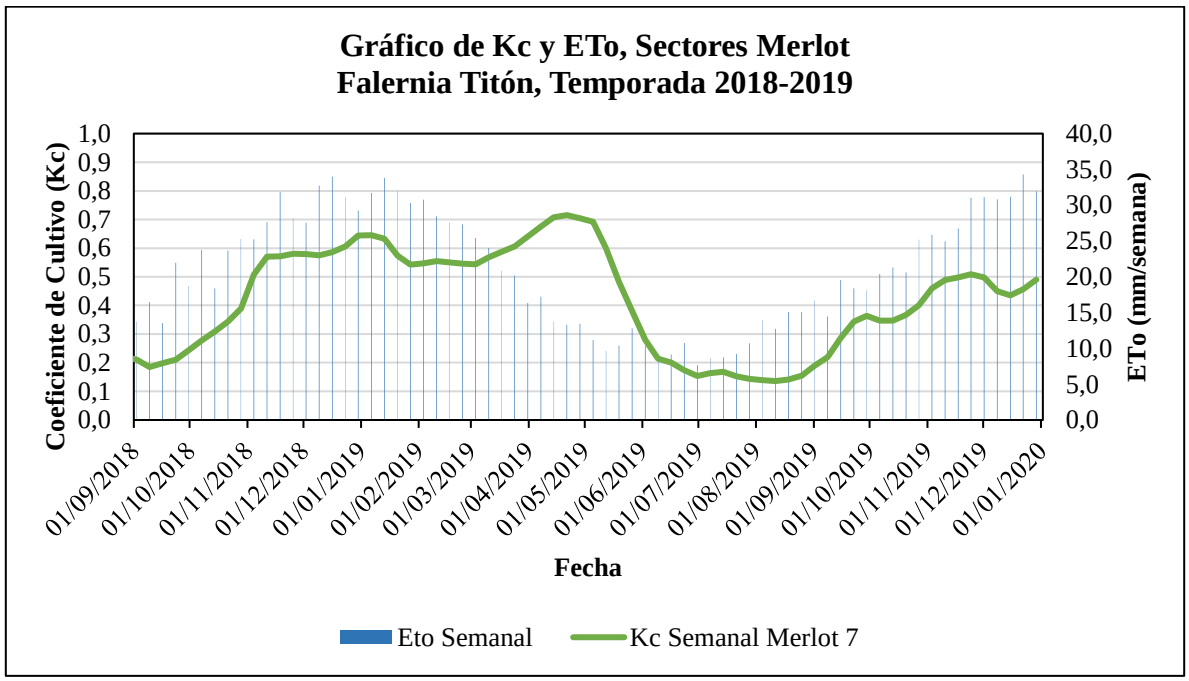


Figura 9.16. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Merlot. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

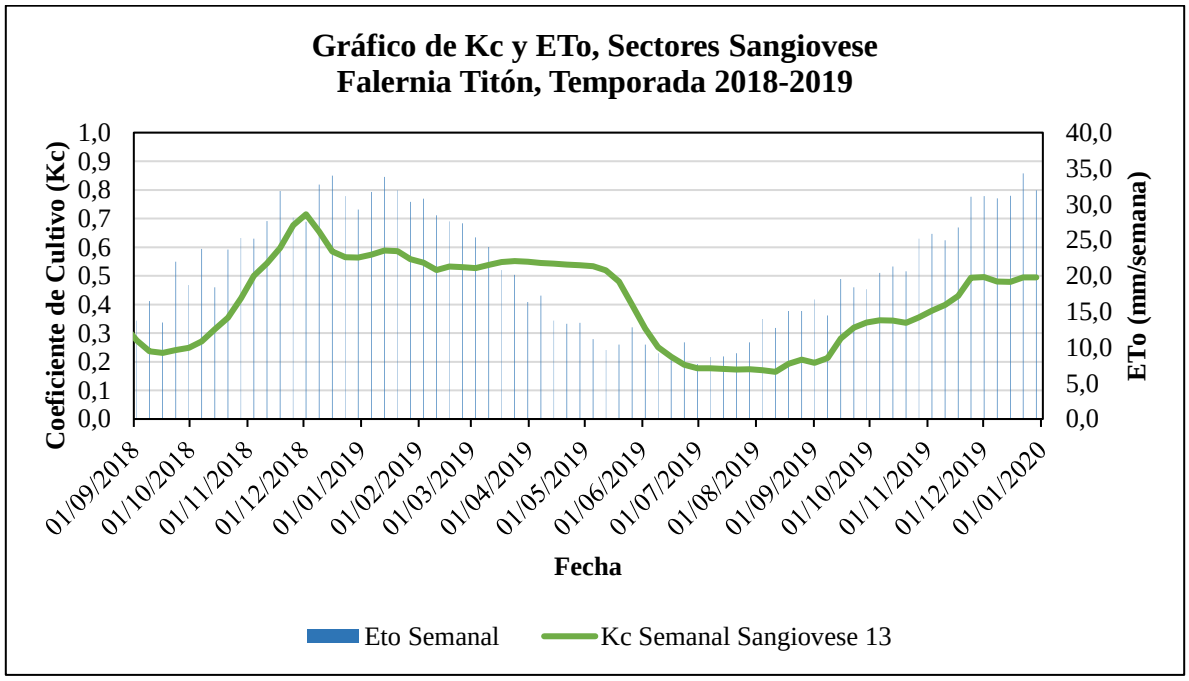


Figura 9.17. Comportamiento de curva de Kcb-NDVI promedio semanal y de ETo semanal para Vid vinífera, Sangiovese. Viña Falernia. Temporada 2018-2019 y parte de 2019-2020.

Anexos

Anexo 1. Informe de condiciones meteorológicas pre-brotación en predio Richard Pizarro.

Se hace entrega de información recopilada en base a los datos obtenidos de la estación meteorológica de Ovalle (Talhuén) asociado al predio de Don Richard Pizarro, con el fin de aportar información para esclarecer la causa de la desuniformidad de desarrollo presente en las vides de la variedad Moscatel de Alejandría esta temporada (Figura 1). Se comparan parámetros de Grados Día Acumulados y Horas Frío Acumuladas.

Figura 1. Desuniformidad de estadíos fenológicos, fruto cuajado e inicio de floración en misma planta.

Se resalta el hecho de que los grados día acumulados en el mes de septiembre son muy bajos en comparación a temporadas anteriores, así como el hecho de que las horas frío acumuladas este año sobrepasan al promedio mensual de temporadas anteriores, lo cual podría explicar el hecho de la brotación tardía de esta temporada, al considerar bajas temperaturas en los meses de septiembre y octubre.

Grados Día Acumulados

Corresponden al requisito de calor de la planta para brotar, el cual depende de la temperatura, para las vides se considera el inicio de acumulación desde los 10°C. Esta temporada en particular, el mes de septiembre presentó una muy baja acumulación de Grados Día (DG), afectando la brotación de octubre, generando un retraso en la brotación e inicio de desarrollo del brote.

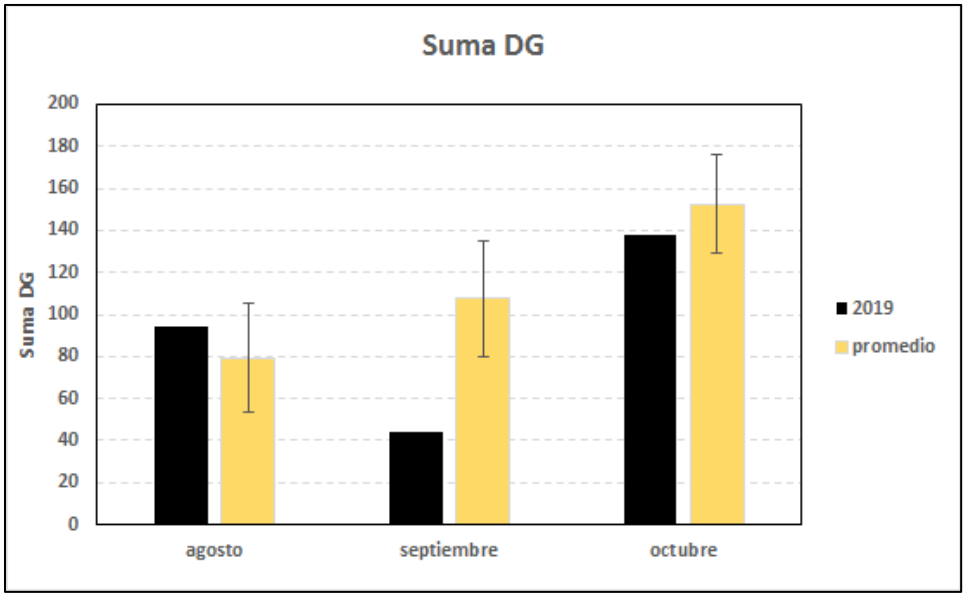


Gráfico 1. Acumulación mensual de Grados día en 2019 en meses de agosto a septiembre, en comparación a promedio de otras temporadas (2013 a 2018). Estación Meteorológica Ovalle.

Horas Frío Acumuladas

Las horas frío corresponden a un factor liberador del receso invernal, que se acumula en las yemas, correspondiendo al número de horas de frío entre 0° a 7°C para liberar a la yema del receso e iniciar la brotación. El gráfico 2 muestra la información mes a mes de las horas frío acumuladas, donde se observa que meses de agosto, septiembre y octubre cuentan con una mayor acumulación de horas frío en comparación al promedio de temporadas anteriores.

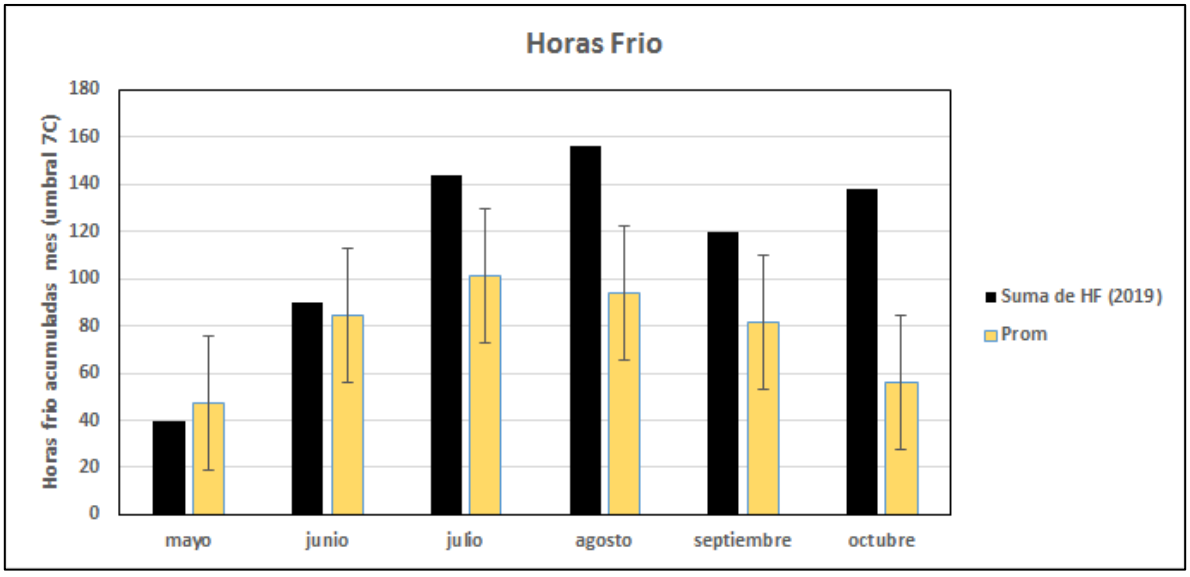


Gráfico 2. Acumulación mensual de Horas Frío en 2019 en comparación a promedio de otras temporadas (2013 a 2018). Estación Meteorológica Ovalle.

Anexo 2. Análisis foliares Richard Pizarro 2019

AGROLAB

ISO 9001:2015 BUREAU VERITAS Certification

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 156.020
ANALISIS DE TEJIDOS VEGETALES

Productor : Richard Pizarro
Predio : Ex Parcela Santa Luisa
Empresa : Inia

Provincia : Limari
Comuna : Ovalle
Localidad : Sotaqui

Especie : Vid en flor (pecíolo)
Tejido : Peciolo
Remite : Jael Montecinos - Carlos Sierra

Fecha muestreo : 28-11-2019 F.ingreso : 29-11-2019
Fecha análisis : 29-11-2019 F.informe : 05-12-2019

Identificación Cuartel			Nº 1	Nº 2	Rango Adecuado*
Variedad		:	Moscatel Aleja.	Moscatel Aleja.	
Edad		:	9	9	
N° de Laboratorio		:	378907	378908	
Nitrógeno total	(N)	%	0,95	0,90	0,80 - 1,20
Fósforo	(P)	%	0,43	0,26	> 0,20
Potasio	(K)	%	4,02	3,19	1,50 - 3,50
Calcio	(Ca)	%	1,53	1,51	1,20 - 2,50
Magnesio	(Mg)	%	0,36	0,41	0,30 - 0,60
Azufre	(S)	%	0,17	0,15	
Hierro	(Fe)	ppm	34	52	> 30
Manganeso	(Mn)	ppm	46	23	30 - 150
Zinc	(Zn)	ppm	63	64	30 - 70
Cobre	(Cu)	ppm	9	8	5 - 25
Boro	(B)	ppm	51	55	35 - 70
Cloruro	(Cl)	%	0,14	0,13	< 0,50
Sodio	(Na)	%	0,02	0,02	< 0,25

* Rango adecuado para la variedad Thompson S. (sin portainjerto). Epoca de muestreo: en flor. Tejido: pecíolo.

Fuente: Agrolab.

Anexo 3. Análisis de condiciones nutricionales de Suelo. Fundo La Campana. Comentarios Carlos Sierra.

En general los suelos de faldas de los cerros en este predio son de textura arenosa y franco arenosa, delgados y pedregosos. Junto al lecho de río se presentan, suelos más pedregosos, con escasa matriz de arena gruesa y grava. Bajo esta condición se debe regar y fertilizar con alta frecuencia, es decir diariamente. Idealmente se debiera aplicar una enmienda orgánica, como guano de cabra o de aves, 30 m3/ha aplicado en superficie.

La fertilización del año anterior presenta contenidos muy altos de sulfatos, y además el agua de riego aporta cantidades igualmente muy altas de sulfatos, generando problemas de desbalance a nivel del bulbo húmedo de raíces y además salinidad, especialmente en etapas tempranas de crecimiento de la planta. Por lo tanto, es necesario que los sulfatos de potasio y magnesio sean aplicados hacia los estados finales de crecimiento, para evitar incorporar nitrógeno tardío que afecta calidad de la fruta.

Cuadro 1. Programa de fertilización según fenología

Estado	Producto	N	P	K	Ca	Mg	S	Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg
Fenológico	comercial	Unidades de los fertilizantes						(Kg./ha)	Unidades por ha				
10 cm de brote A preflor	Nit de K	13,5		45				100	13		45		
	nitrato de Magnesio	10,8				15		100	10,8				15
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0			
SUB TOTAL								250	29,8	31,0	45		15
Floración y cuaja									0	0	0	0	0
Cuaja a Baya de 8 mm.	Nit de K	13,5		45				200	27,0	-	90	-	-
	Nit Ca	15,5			26			100	15,5			26	
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31	-	-	-
	Sulfato de K			50				50			25		
	Nitrato de Mg	10,8				15		75	8,1				11,3
SUB TOTAL								475	56,6	31	115	26	11,3
8 mm a pinta	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31			
	Sulfato de K							100			50		
	Sulfato mg							100					16,0
SUB TOTAL								250	6,0	31	50		16,0
Post cosecha	nit de K	13		45				50	6,5		22,5		
	Nitrato de Mg							25	5,4				7,5
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0			
SUB TOTAL								125	18,0	31,0	22,5		
TOTAL PROGRAMA								1.100	110,0	124,0	232,5	26	49,8

Anexo 4. Análisis Foliares y programa de fertilización de Agrícola Atacama. Comentarios y Sugerencias Carlos Sierra.

Se presentan a continuación resultados de análisis foliares enviados por parte de personal de Agrícola Atacama, en conjunto con comentarios asociados a los niveles de nutrientes presentes.

Cuadro 1. Análisis foliares nutricionales en lámina

	Arra 15	Krissy	Mailen	Arra 15	Allison	Timco	Sultanina
	Maitencillo			Santa Bernardita			
	Tina	Tina					
Tamaño grano (mm)	3 a 4	4 a 5	4 a 5	4 a 6	cuaja	4 a 6	3 a 4
Nitrógeno	3,01	2,59	4,07	4,36	4,04	3,73	4,82
N-N03	964	795	892	906	970	906	937
N-NH4	840	763	1.424	973	962	959	2.180
N met	94	93	94	96	95	95	94
P	0,52	0,55	0,41	0,51	0,37	0,40	0,57
K	0,97	1,47	1,36	1,26	1,34	1,26	1,69
Ca	3,68	1,68	1,23	1,85	1,42	1,43	1,80
Mg	0,37	0,27	0,28	0,30	0,25	0,26	0,31
Fe	79	77	110	77	86	70	105
Mn	294	156	101	160	121	122	159
Zn	39	58	46	33	31	36	56
Cu	15	10	9	10	11	9	11
B	240	193	146	168	103	91	123

Cuadro 2. Análisis foliares nutricionales en lámina

	sultanina	Arra 29	Arra 29	Arra 29	Timco	Krissy	Mailen	Timco
	Sta Adriana				Huancara			
	Palestina	Americ	Black 2	Chile	2 A	3 A	5	Añañuca
tamaño grano	4 a 6	5 a 7	4 a 6	3 a 4	2 a 3	cuaja	3 a 4	2 a 3
Nitrogeno	3,77	3,65	3,38	3,81	3,71	4,18	4,48	3,85
N-N03	847	876	1003	937	795	826	964	859
N-NH4	273	256	315	602	1.228	1.550	1.708	1.634
N met	97	97	96	96	95	94	94	94
P	0,45	0,33	0,51	0,39	0,47	0,56	0,41	0,39
K	1,38	1,15	1,21	1,18	1,40	1,19	1,58	1,35
Ca	2,03	1,72	2,73	2,23	1,20	1,77	1,47	1,52
Mg	0,36	0,28	0,41	0,30	0,23	0,30	0,32	0,23
Fe	78	80	65	66	104	119	116	91
Mn	140	142	158	234	22	47	56	55
Zn	39	42	39	36	61	83	70	51
Cu	12	11	10	15	14	19	11	7
B	192	121	121	173	100	128	131	158

Cuadro 3. Análisis foliares nutricionales en lámina

	Allison N° 1	Arra 15	Allison	Timco	Sultanina
	Sta Ber			Rincon	San Jose 2
Tamaño grano	Pinta	4 a 6	cuaja	4 a 6	3 a 4
Nitrógeno	2,31	4,36	4,04	3,73	4,82
N-N03	252	906	970	906	937
tamaño grano	164	973	962	959	2180
N met	98	96	95	95	94
P	0,37	0,51	0,37	0,40	0,57
K	2,82	1,26	1,34	1,26	1,69
Ca	1,85	1,85	1,42	1,43	1,80
Mg	0,28	0,30	0,25	0,26	0,31
Fe	82	77	86	70	105
Mn	85	160	121	122	159
Zn	38	33	31	36	56
Cu	8	10	11	9	11
B	193	168	103	91	123

-Nitrógeno total: Ligeramente alto en la mayoría de las variedades.
-Fósforo: Niveles adecuados.
-Potasio: Contenidos bajos o marginales en la mayoría de las muestras.
-Magnesio: Contenidos bajos o marginales en la mayoría de las muestras.
-Calcio: Niveles adecuados en la mayoría de las muestras, pero algunas presentan contenidos marginales.
-Hierro: Contenidos ligeramente bajos en varias de las muestras analizadas.
-Manganeso: En general contenidos altos, a excepción de sector Huancara.
-Zinc: Niveles adecuados en la mayoría de las muestras
-Cobre: Concentraciones adecuadas en la gran mayoría de las muestras, idealmente sobre 10 ppm.
-Boro: Contenidos moderadamente altos, podría ser necesario bajar la dosis sobre todo vía foliar.

Las principales conclusiones de los análisis anteriores son que se cuenta con contenidos bajos a marginales de magnesio y potasio; contenidos ligeramente altos de nitrógeno, especialmente como NH4+ en algunas variedades. Esto se relaciona bien con los niveles marginales de Mg y K y altos de N total. El hierro y en menor medida el Zinc presentan contenidos marginales en algunas muestras, especialmente el Fe.

Comentarios sobre las dosis a aplicar

Se asume que en la temporada anterior se aplicaron dosis similares a las que se aplicaran ahora. Las dosis por nutriente a aplicar en la siguiente temporada son:

- Nitrógeno dosis ligeramente altas, bajarlas según contenido de N total foliar.
- Fósforo dosis ligeramente bajas, incrementarlas entre un 15 a un 20 %
- Potasio en general dosis adecuadas, pero que no se expresan a nivel foliar, aplicar más de 200 unidades.
- Magnesio, dosis altas pero que no se manifiestan a nivel foliar.
- Calcio, dosis adecuadas, pero en algunos casos no se expresan bien a nivel foliar.

- Aportes de azufre muy altos, además el agua de riego aporta cantidades igualmente muy altas. Esto genera competencia aniónica con fósforo y salinidad.

Cuadro 4. Dosis de fertilización, para la temporada.

Variedad	Patrón	N	P205	K20	Mg0	Ca0	S	
Timson		148	94	228	167	74	188	
Timson		107	61	184	140	74	156	
Sultanina franca		168	86	271	162	83	178	
Sultanina	Harmony	133	83	181	173	68	154	
Sweet Cel		103	49	184	149	77	180	
Sweet Glo		103	49	184	149	77	180	
Autum Cri		103	49	184	149	77	160	
Red Globe	Salt Creek	145	89	211	189	58	180	
Great Green	Harmony	102	61	184	145	74	159	
Sweet flavor		105	61	184	141	80	156	
mailen		120	89	173	187	84	181	
Allison SB		159	90	191	165	65	135	
Allison nueva		109	61	143	150	65	123	
Timco		161	80	238	175	88	159	
Arra 15	franca	135	87	128	204	80	171	
Arra	Harmony	133	88	142	214	61	178	
Arra 29 Maitenc		105	61	112	172	56	138	
Krissy		147	84	183	169	61	144	
Melody	Harmony	100	89	172	133	46	134	
Prime	salt creek	182	83	260	132	88	148	

Cuadro 5. Análisis de Textura

San Jose 1			San Jose 3	
	Prof cm			Prof cm
	0- 30			0- 30
Arena	37		Arena	37
Limo	24		Limo	22
Arcilla	39		Arcilla	41
	FA			A
	30- 60			30- 60
Arena	52		Arena	46
Limo	20		Limo	16
Arcilla	28		Arcilla	38
	FAa			Aa

Programa de fertilización para parrones Huancara 2019

Propuesta de validación en parrón con poco vigor y pocos racimos o de tamaño pequeño.

Cuadro 6. Programa de fertilización 2019-2020

Estado	Producto	N	P	K	Ca	Mg	S	Fertilizante	N	P205	K20	Ca0	Mg0
Fenológico	comercial	Unidades de los fertilizantes						(Kg./ha)	Unidades por ha				
20 cm de brote A preflor	Nit de K	13,5		45				100	13,5		45		
	nitrato de Magnesio	10,8				15		50	5,4				7,5
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0			
SUB TOTAL								200	24,9	31,0	45		7,5
Floración y cuaja									0	0	0	0	0
Cuaja a	Nit de K	13,5		45				150	19,5	-	67,5	-	-
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0	-	-	-
	Sulfato de K			50				50			25,0		
	Nitrato de Mg	10,8				15		150	16,2				22,5
SUB TOTAL								500	41,7	31,0	92,5		22,5
Pinta a Post cosecha													
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0			
	sulfato K			50				150			75		
	Sulfato mg							100					16,0
SUB TOTAL								300	6,0	31,0	75		16,0
post cosecha	nitrato de K	13,5		45				50	6,5		22,5		
	Fosfato monoamonico	12	62					50	6,0	31,0			
	Nit magnesio	10,8				15		100	10,8				15,0
SUB TOTAL								200	23,3	31,0	22,5		15,0
TOTAL PROGRAMA								1.100	95,9	124,0	235,0		61,0

Anexo 5. Comparación Riegos vs Recomendación Agrícola Atacama. Temporada 2018/2019.

Se entrega a continuación gráficos representando la distribución de las aplicaciones de riego en la temporada para la Agrícola Atacama, comparando las necesidades de riego estimadas a reponer en base a cálculos de riego semanal realizados con la información disponible en la plataforma satelital (NDVI-Kcb), en contraste con los volúmenes de agua que se aplicaron en campo para cada semana de la temporada (en base a los registros de riego de cada sector actualizados hasta fines de julio 2019).

Sector ARRA-29

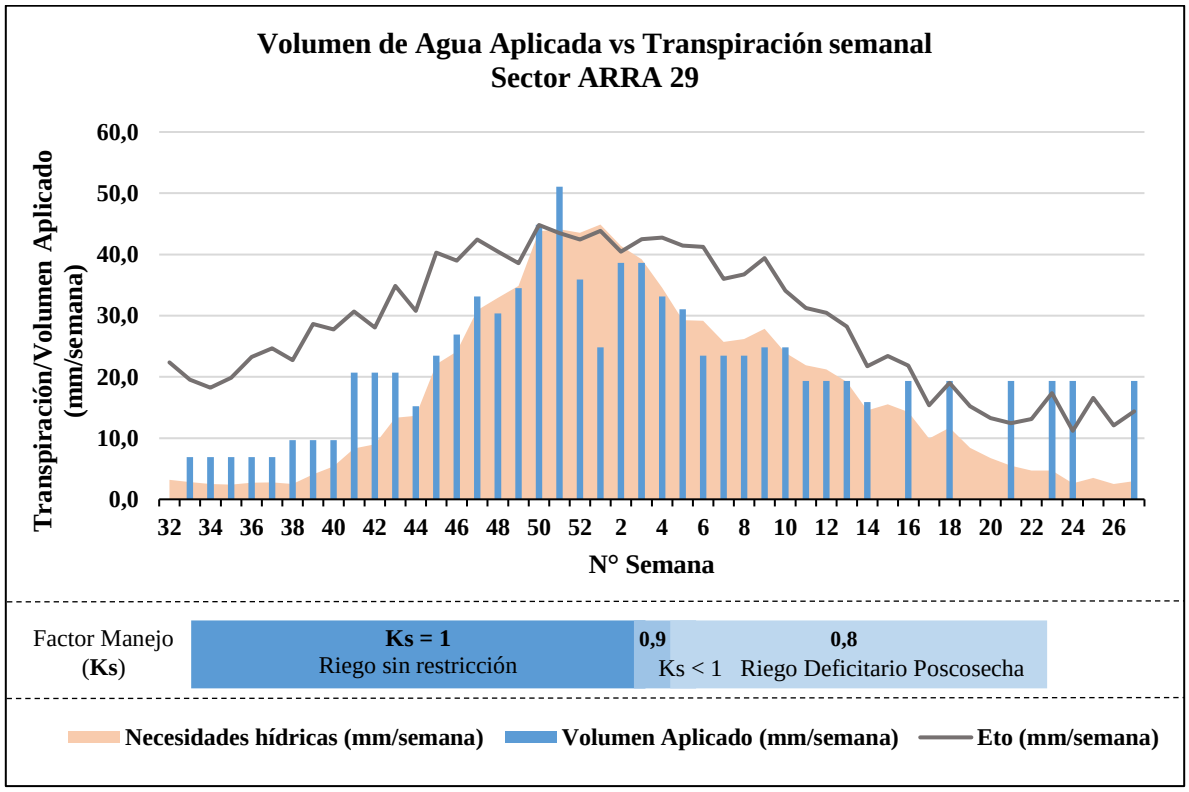


Figura 1. Comparación de necesidades de riego estimadas (considerando factor de manejo riego pos-cosecha) v/s volumen real de agua aplicada semanalmente en sector de uva de mesa ARRA 29, Agrícola El Tambo-Atacama, Temporada 2018-2019.

En el caso del sector de ARRA 29, se observa un aumento del agua necesaria a aplicar a inicios de la temporada, principalmente durante las semanas 41 a 43 (8 al 28 de octubre), y déficits en la entrega de agua durante las semanas correspondientes a fines de diciembre e inicios de enero, periodo en el cual el parrón se encuentra en pleno estado de madurez foliar y con fruta en desarrollo. Obviando estos periodos y los meses al final de la temporada, los riegos en general se ajustaron a las necesidades semanales necesarias a reponer.

Se agrega además una representación simple del riego aplicando manejo de riego deficitario controlado durante la pos-cosecha, tal como se expuso anteriormente en la sección 3.4 de Agrícola Atacama.

Sector Maylen – INIA Grapeone

Para el sector de riego de Maylen, desde inicios de noviembre a mediados de diciembre (semanas 44 a 50), se presenta una disminución del volumen de agua aplicada en comparación a las necesidades hídricas demandadas por el cultivo durante este periodo, calculando un estrés hídrico dentro del rango de 37% a 10%.

Se agrega la misma representación simple de un tipo de manejo de riego deficitario controlado durante la pos-cosecha, como en el caso de Arra 29.

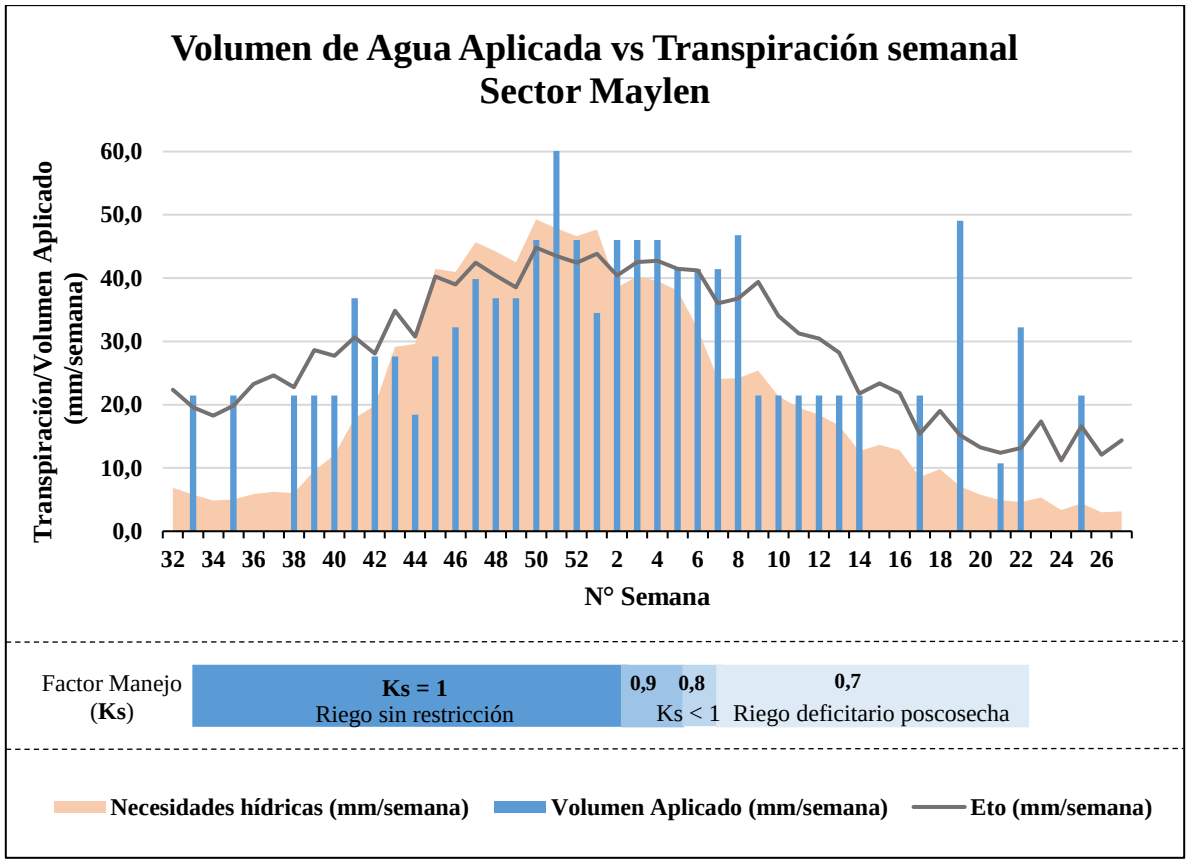


Figura 4. Comparación de necesidades de riego estimadas (considerando factor de manejo riego poscosecha) v/s volumen real de agua aplicada semanalmente en sector de uva de mesa Maylen, Agrícola El Tambo-Atacama, Temporada 2018-2019.

Anexo 6. Análisis foliares Agrícola El Carmen y Fitotoxicidad por Manganeso.

Cuadro 1. Análisis foliar de frutales, palto y nogales.

Parámetro	Unidad	palto Hass	palto Hass	nogal Chandler	nogal Chandler	nogal Chandler
		tomacho 3	Gerardo 2	1A	6	7
N	%	1,93	2,08	3,07	3,00	2,4
P	%	0,20	0,19	0,26	0,28	0,21
N/P	-	9,65	11,0	11,8	10,7	11,4
K	%	1,41	1,17	0,86	1,23	0,68
Calcio	%	0,55	1,08	2,66	2,55	2,87
Magnesio	%	0,19	0,36	0,77	0,59	0,88
Hierro	Ppm	34	46	188	187	195
Manganeso	Ppm	70	111	**845**	**752**	**726**
Cinc	Ppm	34	35	31	22	35
Cobre	Ppm	8	8	11	10	12
Boro						

Análisis Palto

Nitrógeno: Niveles bajos para alto rendimiento.
Fosforo: Niveles marginales o ligeramente bajos para alto rendimiento
Relación N/P: Idealmente bajo 11
Potasio: En rango adecuado para alto rendimiento
Calcio: Tomacho 3 contenido bajo deben corresponder a hojas nuevas.
Magnesio: Tomacho 3 muy bajo deben ser hojas nuevas y marginal en Gerardo 2.
Hierro: Niveles bajos, hojas nuevas
Manganeso: Contenidos adecuados
Zinc: Contenidos marginales, es decir muy cercano al nivel deficitario
Cobre: Niveles adecuados

Análisis Nogal

Nitrógeno: Niveles ligeramente altos, pero en el rango adecuado.
Fosforo: Niveles en el rango adecuado.
Relación N/P: Idealmente bajo 11, por lo tanto, en el nivel mínimo adecuado, se sugiere incrementar dosis de fosforo para mejorar esta relación.
Potasio: Contenidos bajos en Chandler 1 y 7 y marginal en el caso de Chandler 6.
Calcio: Contenido alto en las tres muestras.
Magnesio: Nivel en el rango muy adecuado.
Hierro: niveles muy adecuados
Manganeso: Contenidos excesivos, muy probable exceso de riego, asociado a fertilizantes de reacción acida.
Zinc: contenidos marginales en Chandler 1 y 7, y deficitario en Chandler 6.
Cobre: Niveles en el rango adecuado

Fitotoxicidad por manganeso en Nogales.

El manganeso es un elemento no metálico presente en los suelos y es un micro elemento esencial para las plantas. Forma parte de enzimas que tiene diversos roles en el metabolismo de las plantas. En particular, las enzimas involucradas en el ciclo de Krebs, o en la fotosíntesis, específicamente en la reacción de Hill, que corresponde a la fotólisis del agua, la cual genera oxígeno y energía en ausencia de CO2. Otras funciones del manganeso son promover la formación de lignina en las plantas, lo que las hace más resistente a enfermedades.

Los principales factores del suelo que aumentan la disponibilidad de manganeso son:

1) bajo pH menor de 7,5 sin carbonatos. Cuando el pH disminuye, el manganeso aumenta su solubilidad en la solución suelo dejándolo disponible para las plantas, esto puede ser inducido por la aplicación de fertilizantes de reacción acida o agua acidificada.
2) Exceso de humedad. Al saturar el suelo durante algunas horas, el manganeso se libera a la solución de suelo, debido a que se produce un fenómeno de reducción del elemento, pasando de Mn+3 a Mn+2, siendo muy soluble en este último y es absorbido fácilmente por las raíces de las plantas. El color negro de las raíces es efecto del Mn acumulado en la superficie radicular de plantas regadas en exceso. Esta reducción se produce por la falta de oxígeno en el suelo, que además produce anoxia a las raíces. Este es el principal factor que afecta la liberación del Mn y posterior intoxicación por las plantas. También la compactación del suelo promueve una fácil saturación del suelo incrementando así la disponibilidad de Mn.
3) La intoxicación por Mn se produce especialmente hacia la primavera y en verano, esto debido a que en estos momentos se tiende a regar en exceso, la mayor temperatura del suelo también favorece la disponibilidad del elemento, además en esta época la transpiración es muy alta, lo que favorece la absorción de manera indiscriminada.
4) Sensibilidad de las plantas: Las especies frutales presentan diferente sensibilidad. Nogales y vides son más sensibles, palto y arándano toleran contenidos más altos. También influye la variedad. En vides y nogal sobre 350 ppm se comienza a afectar la fotosíntesis, sin mostrar toxicidad en las hojas, en arándanos este efecto se produce sobre los 500 ppm a nivel foliar y en palto sobre 600 ppm. Aun cuando estos niveles pueden variar pues dependen de la variedad.

El predio presenta todas las condiciones favorables para generar toxicidad por Mn: pH no muy alcalino, alto contenido de Mn en el perfil, textura arcillosa que facilita una fácil saturación del suelo. Por esto es necesario ajustar muy bien el riego, evitando saturar por muchas horas, especialmente a fines de primavera y en verano, evitar la saturación del suelo en profundidad. En este caso puede ser muy útil el riego ciclado, es decir alternar riegos largos y riegos cortos.

Realizar una muy buena distribución de la humedad en la superficie del suelo, para evitar producir puntos o sectores saturados. Esto es muy inherente al riego por goteo el cual tiende a generar puntos de saturación bajo los goteros. Lo ideal en nogales es regar con 4 a 5 laterales de riego. Además, esta mayor distribución de la humedad en superficie promueve un mayor volumen de arraigamiento, incrementando la exploración del volumen de suelo, lo que finalmente favorece una mejor nutrición de los árboles.

Por último, evitar o disminuir en parte el uso de fertilizantes de reacción muy ácida, como ácido fosfórico, urea, sulfato de amonio o usarlos temprano en la primavera. Preferir el uso de nitrato de potasio, poli-fosfato de amonio. Incrementar los niveles de nutrientes en el suelo, especialmente aquellos que presentan niveles medios. Esto permite diluir el efecto del exceso de Mn, por ejemplo, aumentar contenido de fosforo, zinc y nitrógeno.

Anexo 7. Sugerencias mejora de condiciones hídricas y nutricionales de suelo. Agrícola El Carmen.

La siguiente información fue extraída de informes entregados al administrador del predio por parte del Ing. Ag. Carlos Sierra.

En floración todos los frutales ya están induciendo y diferenciado yemas para la próxima temporada, e incluso en las vides este proceso comienza 2 semanas antes de floración. El fósforo aplicado en esta temporada no mejora los rendimientos de forma importante para la presente temporada, pero si para la próxima cosecha, y tendera a estabilizar los rendimientos entre años, siempre que se aplique una fertilización equilibrada y cada nutriente en la época oportuna. El nitrógeno es muy importante, pero es un arma de doble filo. Su exceso en algunos periodos puede bajar fácilmente el rendimiento, generando una menor carga frutal, y por la disminución de la calidad de la fruta cosechada.

Para alcanzar un alto rendimiento y de manera estable entre años, se requiere optimizar al máximo el riego, equilibrando el balance entre agua y aire en el suelo. Además, es necesario optimizar el equilibrio de la nutrición mineral, de modo de no afectar la nutrición orgánica de la planta. El sistema radicular juega un rol fundamental para lograr este equilibrio y un buen manejo del riego es vital para lograr un buen desarrollo del sistema radicular.

Como ya fue señalado, el nitrógeno es de gran importancia, pero su exceso es muy fácil de generas, ya que las plantas lo absorben con mucha facilidad. El añerismo es debido principalmente a desequilibrios en la nutrición mineral. Se produce por la intensa competencia nutricional durante floración, cuaja y crecimiento de frutos, junto a la formación en paralelo de la futura carga frutal de la temporada siguiente. El equilibrio nutricional orgánico y mineral no es fácil de lograr porque la nutrición mineral depende del suministro del suelo, el cual está determinado principalmente por el contenido de arcilla, la profundidad efectiva de suelo, el desarrollo de raíces, las características genéticas de la planta, manejo de la planta y el clima.

Programa de fertilización sugerido para Moscatel Rosada:

Estado	Producto	Fertilizante	N	P	K	Ca	Mg
Fenológico	comercial	(Kg./ha)	Unidades por ha				
15 cm de brote A preflor	Nit de K	150	19,5		67,5		
	nitrato de Magnesio	50	5,5				7,5
	Fosfato monoamonico	40	4,8	24,8			
SUB TOTAL		240	29,8	24,8	67,5		7,5
Floración y cuaja			0	0	0	0	0
Cuaja a Baya de 8 mm.	Nit de K	150	19,5	-	67,5	-	-

	Fosfato monoamonico	30	3,6	18,6	-	-	-
	Sulfato de K	50			25,0		
	Nitrato de Mg	100	11,0				15,0
SUB TOTAL		330	34,1	18,6	92,5		15,0
8 mm a pinta	Fosfato monoamonico	30	3,6	18,6			
	Sulfato de K	100			50		
	Sulfato mg	100					16,0
SUB TOTAL		280	3,6	18,6	50		16,0
Post cosecha	Nitrato de K	100	13,0		45		
	nit One	50	17				
	nitrato de Mg	100	11,0				15,0
	Fosfato monoamonico	30	3,6	18,6			
SUB TOTAL		230	44,6	18,6	45		
TOTAL PROGRAMA		1.080	112	80,6	255		53,5

Anexo 8. Análisis de suelo químicos (fertilidad y salinidad) y físicos (textural), Viña Falernia, Parcelas Titón y El Pedregal.

AGROLAB

LABORATORIO AGRICOLA
ANALISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 151.138
ANALISIS SUELO

Productor : Viña Falernia S.A.
Predio : Fundo Titon

Empresa :
Remite : Daniel Olivo

Provincia : Elqui
Comuna : La Serena
Localidad : La Serena

Fecha muestreo : 19-03-2019 F.ingreso : 20-03-2019
Fecha análisis : 20-03-2019 F.informe : 04-04-2019

Identificación Cuartel			M1- Corte 28-29	M2- Corte 11-12	M3- Corte 1-26-27	M4- Corte 13-22
Profundidad muestreo(cm)		:	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.
N° de Laboratorio		:	209849	209850	209851	209852
Fertilidad						
pH	(agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,7 Lig.Alcalino	7,7 Lig.Alcalino	7,5 Lig.Alcalino	7,4 Neutro
C.Eléctrica	(en extracto)	dS/m	5,5 Mod.Salino	3,4 Lev.Salino	5,0 Mod.Salino	3,0 Lev.Salino
Materia orgánica		%	1,5 Bajo	2,1 Medio	2,3 Medio	3,4 Medio
Nitrógeno disponible	(N)	mg/kg	20 Bajo	34 Medio	40 Medio	45 Adecuado
Fósforo disponible	(P)	mg/kg	7 Bajo	35 Adecuado	48 Adecuado	55 Adecuado
Potasio disponible	(K)	mg/kg	63 Bajo	157 Adecuado	170 Adecuado	220 Adecuado
Microelementos disponibles						
Hierro	(Fe)	mg/kg	12,0 Adecuado	10,2 Adecuado	12,1 Adecuado	16,9 Adecuado
Manganeso	(Mn)	mg/kg	8,7 Adecuado	18,4 Alto	14,6 Alto	23,5 Alto
Zinc	(Zn)	mg/kg	0,47 Bajo	1,8 Adecuado	2,4 Adecuado	3,8 Adecuado
Cobre	(Cu)	mg/kg	14,0 Alto	12,7 Alto	11,2 Alto	28,4 Alto
Boro	(B)	mg/kg	4,3 Alto	5,3 Excesivo	4,3 Alto	5,4 Excesivo

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

AGROLAB

LABORATORIO AGRICOLA
ANALISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 151.138
ANALISIS SUELO

Productor : Viña Falernia S.A.
Predio : Fundo Titon

Empresa :
Remite : Daniel Olivo

Provincia : Elqui
Comuna : La Serena
Localidad : La Serena

Fecha muestreo : 19-03-2019 F.ingreso : 20-03-2019
Fecha análisis : 20-03-2019 F.informe : 04-04-2019

Identificación Cuartel			M5- Corte 19-20	M6- Corte 2-3-4	M7- Corte 7-8-10	M8- Corte 5-6
Profundidad muestreo(cm)		:	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.
N° de Laboratorio		:	209853	209854	209855	209856
Fertilidad						
pH	(agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,5 Lig.Alcalino	7,6 Lig.Alcalino	8,0 Alcalino	7,8 Lig.Alcalino
C.Eléctrica	(en extracto)	dS/m	1,9 Sin Problema	2,8 Lev.Salino	0,96 Sin Problema	1,8 Sin Problema
Materia orgánica		%	3,3 Medio	2,7 Medio	2,1 Medio	2,5 Medio
Nitrógeno disponible	(N)	mg/kg	42 Adecuado	36 Medio	31 Medio	34 Medio
Fósforo disponible	(P)	mg/kg	59 Adecuado	57 Adecuado	29 Adecuado	132 Alto
Potasio disponible	(K)	mg/kg	186 Adecuado	231 Adecuado	135 Medio	243 Adecuado
Microelementos disponibles						
Hierro	(Fe)	mg/kg	19,1 Adecuado	16,7 Adecuado	13,7 Adecuado	15,8 Adecuado
Manganeso	(Mn)	mg/kg	21,4 Alto	20,8 Alto	12,9 Alto	14,8 Alto
Zinc	(Zn)	mg/kg	4,8 Adecuado	4,4 Adecuado	1,4 Adecuado	114 Adecuado
Cobre	(Cu)	mg/kg	22,5 Alto	9,3 Adecuado	18,5 Alto	10,7 Alto
Boro	(B)	mg/kg	4,2 Alto	4,8 Alto	3,2 Alto	5,2 Excesivo

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

AGROLAB

LABORATORIO AGRICOLA
ANALISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 151.138
ANALISIS SUELO

Productor : Viña Falernia S.A.
Predio : Fundo Titon

Empresa :
Remite : Daniel Olivo

Provincia : Elqui
Comuna : La Serena
Localidad : La Serena

Fecha muestreo : 19-03-2019 F.ingreso : 20-03-2019
Fecha análisis : 20-03-2019 F.informe : 04-04-2019

Identificación Cuartel :			M9- Corte15-18	M10- Corte16-17 21	M11- Corte23-24-25	M12- Corte 14
Profundidad muestreo(cm) :			40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.
N° de Laboratorio :			209857	209858	209859	209860
Fertilidad						
pH	(agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,5 Lig.Alcalino	7,6 Lig.Alcalino	7,4 Neutro	7,6 Lig.Alcalino
C.Eléctrica	(en extracto)	dS/m	1,2 Sin Problema	2,4 Lev.Salino	2,2 Lev.Salino	0,84 Sin Problema
Materia	orgánica	%	2,7 Medio	1,9 Bajo	2,9 Medio	2,8 Medio
Nitrógeno	disponible (N)	mg/kg	37 Medio	30 Medio	36 Medio	34 Medio
Fósforo	disponible (P)	mg/kg	44 Adecuado	45 Adecuado	54 Adecuado	51 Adecuado
Potasio	disponible (K)	mg/kg	177 Adecuado	175 Adecuado	140 Medio	190 Adecuado
Microelementos disponibles						
Hierro	(Fe)	mg/kg	18,7 Adecuado	16,0 Adecuado	20,1 Adecuado	20,8 Adecuado
Manganeso	(Mn)	mg/kg	21,3 Alto	18,7 Alto	21,4 Alto	26,1 Alto
Zinc	(Zn)	mg/kg	3,1 Adecuado	9,3 Adecuado	3,1 Adecuado	3,1 Adecuado
Cobre	(Cu)	mg/kg	19,8 Alto	29,9 Alto	22,5 Alto	25,0 Alto
Boro	(B)	mg/kg	4,2 Alto	3,7 Alto	5,4 Excesivo	3,8 Alto

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

AGROLAB

LABORATORIO AGRICOLA
ANALISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 151.139
ANALISIS SUELO

Productor : Viña Falernia S.A.
Predio : Fundo Pedregal

Empresa :
Remite : Daniel Olivo

Provincia : Elqui
Comuna : Vicuña
Localidad : Gualliguaica

Fecha muestreo : 19-03-2019 F.ingreso : 20-03-2019
Fecha análisis : 20-03-2019 F.informe : 29-03-2019

Identificación Cuartel :			M1- Corte 5-6	M2- Corte 7-2	M3- Corte 1	M4- Corte 8
Profundidad muestreo(cm) :			40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.	40 Cms.
N° de Laboratorio :			209861	209862	209863	209864
Fertilidad						
pH	(agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,6 Lig.Alcalino	7,5 Lig.Alcalino	6,8 Neutro	7,6 Lig.Alcalino
C.Eléctrica	(en extracto)	dS/m	1,5 Sin Problema	1,7 Sin Problema	1,4 Sin Problema	2,4 Lev.Salino
Materia	orgánica	%	3,3 Medio	3,2 Medio	1,8 Bajo	2,0 Bajo
Nitrógeno	disponible (N)	mg/kg	36 Medio	34 Medio	22 Medio	25 Medio
Fósforo	disponible (P)	mg/kg	62 Alto	63 Alto	162 Alto	54 Adecuado
Potasio	disponible (K)	mg/kg	92 Bajo	78 Bajo	53 Bajo	145 Medio
Microelementos disponibles						
Hierro	(Fe)	mg/kg	37,6 Adecuado	35,3 Adecuado	20,4 Adecuado	16,9 Adecuado
Manganeso	(Mn)	mg/kg	17,6 Alto	12,1 Alto	13,3 Alto	18,0 Alto
Zinc	(Zn)	mg/kg	6,0 Adecuado	6,3 Adecuado	6,6 Adecuado	6,5 Adecuado
Cobre	(Cu)	mg/kg	42,2 Alto	34,4 Alto	71,7 Excesivo	27,3 Alto
Boro	(B)	mg/kg	4,6 Alto	4,7 Alto	2,5 Alto	4,2 Alto

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

AGROLAB

LABORATORIO AGRICOLA
ANALISIS DE SUELO - FOLIAR - AGUA

INFORME DE RESULTADOS - Nº Orden: 151.139

ANALISIS SUELO

Productor : Viña Falernia S.A.
Predio : Fundo Pedregal

Empresa :
Remite : Daniel Olivo

Provincia : Elqui
Comuna : Vicuña
Localidad : Gualliguaica

Fecha muestreo : 19-03-2019 F.ingreso : 20-03-2019
Fecha análisis : 20-03-2019 F.informe : 29-03-2019

Identificación Cuartel		:	M5- Corte 3-4	
Profundidad muestreo(cm)		:	40 Cms.	
N° de Laboratorio		:	209865	
Fertilidad				
pH	(agua, relación 1:2,5)	1:2,5	7,6	Lig.Alcalino
C.Eléctrica	(en extracto)	dS/m	2,2	Lev.Salino
Materia orgánica		%	5,1	Alto
Nitrógeno disponible	(N)	mg/kg	40	Medio
Fósforo disponible	(P)	mg/kg	63	Alto
Potasio disponible	(K)	mg/kg	115	Medio
Microelementos disponibles				
Hierro	(Fe)	mg/kg	36,2	Adecuado
Manganeso	(Mn)	mg/kg	16,8	Alto
Zinc	(Zn)	mg/kg	9,1	Adecuado
Cobre	(Cu)	mg/kg	31,6	Alto
Boro	(B)	mg/kg	4,5	Alto

Equivalencias. C.Eléctrica: dS/m = mmhos/cm; Nutrientes: mg/kg = ppm; Cat.Intercambiables: cmol+/kg = meq/100g

Anexo 9. Aplicación de compost para la mejora de condiciones hídricas de suelo, y fertilización Viña Falernia.

A continuación, se enumeran los múltiples beneficios que genera la aplicación constante de materia orgánica al suelo:

1) Incrementa la cantidad y diversidad de la microflora bacteriana del suelo
2) Promueve la formación de estructura en el suelo, determinando una mejor aireación del suelo.
3) Incrementa la retención de humedad aprovechable, factor muy importante en una región como Coquimbo.
4) Permite mantener bajas poblaciones de nemátodos, aspecto muy importante en los suelos de la zona, así como mitigar el daño por enfermedades y plagas del suelo.
5) Estimula el crecimiento radicular, por efecto de la mayor actividad microbiana y el control natural de nematodos y plagas.
6) Incrementa la fertilidad química del suelo porque aumenta la CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico).
7) Actúa como un descontaminante del suelo frente a agentes contaminantes, como metales pesados, caso del cobre, actúa inmovilizándolo.
8) Incrementa la temperatura del suelo, por efecto del cambio de color más oscuro.
9) En grandes cantidades evita la compactación del suelo.
10) Regula el ciclo de algunos nutrientes en el suelo, como el nitrógeno, fósforo, azufre y boro. Es decir, evita su perdida por efecto de lixiviación y/o fijación.
11) También permite la quelatación de los micronutrientes metálicos, hierro, zinc, lo cual es muy positivo en suelos del norte chico. Tiende a inmovilizar el boro.
12) En general tiende a mantener un pH más bajo en el suelo lo cual es muy positivo en suelos del norte.
13) La materia orgánica promueve por efecto de la actividad microbiana la síntesis natural en el suelo de hormonas como para-citoquininas, para-auxinas y para-giberelinas, este efecto es de enorme trascendencia en la producción vegetal.

Como se puede apreciar los beneficios de la materia orgánica son significativos, pero a los agricultores les cuesta tomar la decisión de su aplicación de manera sostenida. Las principales razones de este actuar corresponden a que la mayor parte de las empresas de agroquímicos no venden materia orgánica, y su precio es caro.

Por otra parte, el campo cuenta con material orgánico, el cual no se aprovecha bien, como son los restos de poda, orujo y escobajo, el cual debe ser manejado profesionalmente, ya que sus beneficios son notables especialmente en el mediano y largo plazo.

Preparación de Compost:

Se deben establecer canchas de compostaje, manteniendo el material en hileras apiladas de 1,5 metros de alto y 2,5 metros de ancho en la base y pueden ser de 30 metros de largo. Esta se debe instalar lejos de ríos o esteros para evitar escurrimiento de líquidos que puedan contaminar las aguas. El material a compostar puede ser cualquier tipo de materia orgánica, vegetal o animal.

Los restos de poda se deben picar con una chipeadora y mezclarlos con trozos de materiales de más fácil descomposición, como guanos u hojas. Puede ser interesante agregar suelo, obtenido de tierra virgen o muy poco cultivada de un espinal, sacada de la superficie del suelo, de los primeros 25 cm. Otra alternativa puede ser aplicar tierra de hojas. Estos materiales son ricos en microorganismos, y se deben aplicar inicialmente y mezclarlo bien con el material a compostar.

Al momento de hacer la pila, agregar un poco de esta tierra al voleo y mezclarla con el material a compostar. Es suficiente con pequeñas cantidades, es decir unos 5 kg de tierra virgen o tierra de

hoja por m3 de material a compostar. Otra alternativa es aplicar guano de cualquier animal, todos estos materiales permiten incorporar microflora que activa el proceso. Sobre la pila instalar aspersores para mantener siempre húmedo el material, esto permite la activación constante de los microorganismos, que permiten el compostaje.

El proceso produce temperatura, esta no debe sobrepasar los 75°C, pues el material se puede quemar. Cuando la temperatura se acerque a los 35°C, regar para evitar muerte de la microflora bacteriana. Revisar semanalmente la temperatura a unos 50 cm de profundidad en la pila, puede verificarse con termómetro de vástago largo o a mano.

Cada 20 días el material debe voltearse, para airearlo y favorecer un proceso aeróbico. El compost puede estar listo en 5 a 7 meses dependiendo de la época de elaboración, en verano demora menos tiempo.

Un compost bien preparado se reconoce porque al final del proceso el material no debe tener mal olor, debe ser de color negro y no se deben distinguir los materiales usados al inicio del compostaje.