



BOLETÍN NACIONAL DE ANÁLISIS DE RIESGOS AGROCLIMÁTICOS PARA LAS PRINCIPALES ESPECIES FRUTALES Y CULTIVOS, Y LA GANADERÍA

DICIEMBRE 2019

REGIÓN VALPARAÍSO

Autores INIA:

Jaime Salvo, Ing. Agrónomo Ph.D, La Cruz

Luis Salinas, Ing. Agrónomo, La Cruz

Cristobal Campos, Ingeniero Civil Agrícola, Quilamapu

Marcel Fuentes Bustamante, Ingeniero Civil Agrícola MSc., Quilamapu

Jaime Salvo, Ing. Agrónomo Ph.D, La Cruz

Rubén Ruiz, Ingeniero Civil Agrícola, Quilamapu

Coordinador INIA: Jaime Salvo, Ing. Agrónomo Ph.D, La Cruz

Introducción

De acuerdo con ODEPA, la región de Valparaíso contiene el 3,5% de la superficie nacional dedicada a cultivos (154.988,8 hectáreas), según información del Censo de 2007. Sus principales usos corresponden a plantaciones forestales, con 37,6% de dicho total; plantaciones frutales, con 34,1%, plantas forrajeras, con 10,6%; hortalizas con 6,6% y viñas y parronales 4,7%.: la región de Valparaíso es una zona que aporta en gran cantidad a la oferta hortícola de consumo interno a nivel país. Cerca de 10.200 hectáreas se destinan a este grupo, las que representan el 10,7% del total de superficie hortícola a nivel nacional. , la importancia regional respecto del país en algunas especies es sumamente importante y estratégica, con el poroto granado y el repollo como máximos exponentes, ya que explican cerca del 26% y 33% de la oferta nacional. A región posee el 17% de la superficie frutal del país. A nivel de especies, cabe destacar que la región posee el 53,8% de la superficie nacional de paltos. La región tiene el 38,7% de la superficie nacional de flores, siendo las comunas más importantes La Ligua, de la provincia de Petorca; Hijuelas y Nogales, de la provincia de Quillota, y Limache, correspondiente a la provincia de Marga Marga. La región no es un gran referente en relación a masas ganaderas. Sin embargo, la que tiene mayor incidencia a nivel nacional son los mulares, los que explican casi un 11% del total nacional.

La V Región de Valparaíso presenta varios climas diferentes: 1 Clima subártico (Dsc) en Portillo; 2 clima de la tundra (ET) en Caracoles, Cancha Pelada, Parada Caracoles, Codelco Andina; 3 Clima mediterráneo de verano (Csa) en Lo Abarca, San Carlos, Costa Azul, San Sebastian y Cuncumén; y los que predominan son 4 Clima mediterráneo de verano cálido (Csb) en El Juncal, Alto de la Posada, El Peñón, La Pulperia, San Francisco y 5 los Climas fríos y semiáridos (BSk) en El Pedernal, El Chivato, Santa Maria, Calle Larga y Chalaco

Este boletín agroclimático regional, basado en la información aportada por www.agromet.cl y agromet.inia.cl, así como información auxiliar de diversas fuentes, entrega un análisis del comportamiento de las principales variables climáticas que inciden en la producción agropecuaria y efectúa un diagnóstico sobre sus efectos, particularmente cuando estos parámetros exhiban comportamientos anómalos que pueden afectar la cantidad o la calidad de la producción.

Resumen Ejecutivo

Persiste la sequía y temperaturas más altas de lo normal durante el verano 2020. La Dirección meteorológica anticipa temperaturas máximas sobre lo normal y un régimen hídrico más seco a lo largo del país, especialmente en la zona centro donde se ubica La Región de Valparaíso.

Los caudales de los ríos se encuentran en sus mínimos históricos. El caudal del río Aconcagua se muestra con intermitencias entre bajo y seco en la tercera sección de riego del valle de Aconcagua. Las napas subterráneas muestran fluctuaciones variables, con tendencias a la baja, especialmente en el acuífero de La Ligua.

Se recomienda ajustar los riegos de los paltos de acuerdo con el aumento de temperaturas sobre lo normal pronosticado para inicios del año 2020.

En este periodo es de suma importancia controlar la ventilación del invernadero de tomates.

Se recomienda mantener controles preventivos de oídio, asegurar una buena ventilación en el dosel y realizar riego pleno en la fase de crecimiento de las bayas de la vid.

Componente Meteorológico

¿QUÉ ESTÁ PASANDO CON EL CLIMA?

Persiste la sequía y temperaturas más altas de lo normal durante el verano 2020. Con las de calor y ocurrencia de incendios a fines del año 2016 se observaba la transición de una fase de niña débil del fenómeno ENSO, a la emergencia de un Niño costero frente al norte grande y a la zona central con anomalías de la temperatura del mar de 1 a 3 °C.

A fines del año 2017 en cambio el mar actuó como termorregulador enfriando las costas de Chile y con una menor precipitación en la zona sur, anticipando una fase Niña. En diciembre del año 2019 se observaba un nuevo aumento de la temperatura consistente con una fase niño que traería condiciones secas en verano en la zona central, pero más lluvias hacia el invierno. Sin embargo estas proyecciones fueron erradas y la fuerte presencia del anticiclón del pacífico no permitió una adecuada tele conexión del aumento de la temperatura del mar con la adecuada circulación de los vientos para posibilitar la entrada de nubes y su precipitación en la Región de Valparaíso. En cambio, el verano altiplánico presentó lluvias intensas concentradas en poco tiempo que causaron aluviones. Ahora al termino del año 2019 se observa una fase neutra del fenómeno niño con aumento parcial de las temperaturas del mar pero sin el acople necesario de la circulación de los vientos para declarar la entrada en una fase Niño. En estas condiciones la Dirección meteorológica anticipa temperaturas máximas sobre lo normal y un régimen hídrico más seco a lo largo del país, especialmente en la zona centro donde se ubica La Región de Valparaíso.

Early-December 2019 CPC/IRI Official Probabilistic ENSO Forecasts

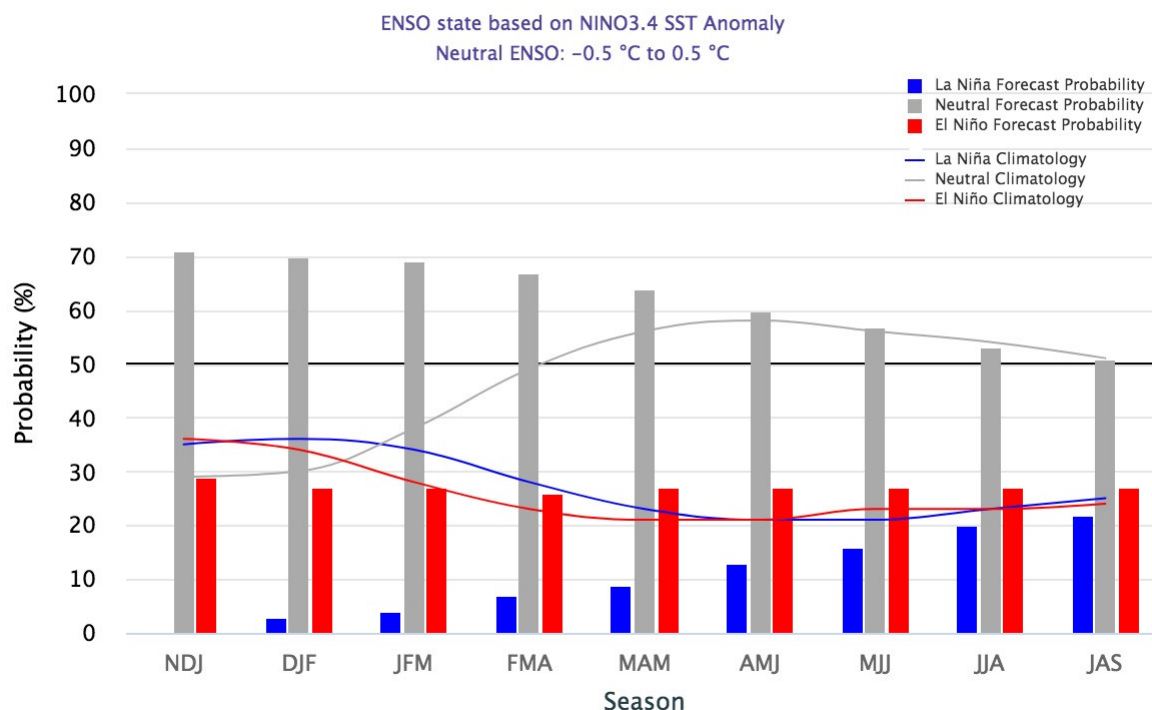


Figura 1. En el trimestre Mayo-Junio-Julio del año 2019 se estima que la probabilidad de ocurrencia del fenómeno la Niña indicada en color azul se mantiene en 3 %, la probabilidad de desarrollo del Niño presenta una tendencia decreciente a partir de un valor de 27% en color rojo, y la probabilidad de desarrollo de condiciones neutras es de 70 % con una tendencia creciente, en color gris. En el gráfico los meses se indican con una combinación de tres letras iniciales de los nombres de los meses en inglés, donde MJJ indica May, June, July.

https://iri.columbia.edu/our-expertise/climate/forecasts/enso/current/?enso_tab=enso-cpc_plume

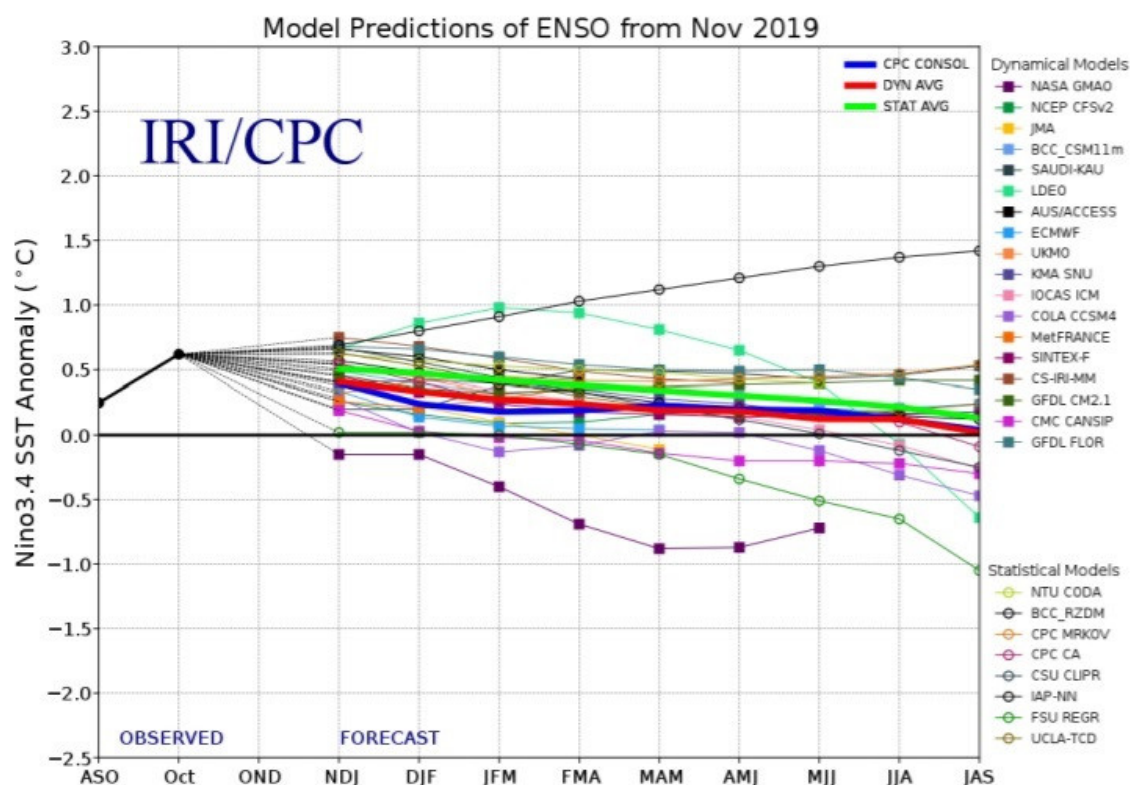


Figura 2. Evolución de Modelos de predicción del comportamiento del fenómeno ENSO desde el mes de diciembre del 2018 representando la probabilidad de ocurrencia de La Niña en la mitad inferior del gráfico, y la de El Niño en la mitad superior del gráfico. Los registros en el rango entre -0.5 y +0.5 representan un pronóstico de condiciones neutras, y los registros sobre 0.5 indican el probable desarrollo del fenómeno del Niño. El gráfico muestra que el Nivel de ENSO se ubica en un nivel de 0.8 en el mes de abril del 2019, lo que técnicamente corresponde a anomalías de temperaturas de una fase Niño.

Análisis de la varianza de temperatura máxima °C

Variable	Medias	n	E.E.	
Temp_San_Antonio_2018	25,54	30	0,66	A
Temp_Casablanca_2018	26,26	30	0,66	A B
Temp_San_Antonio_2019	26,51	30	0,66	A B
Temp_Petorca_2019	26,80	28	0,68	A B
Temp_Casablanca_2019	27,02	30	0,66	A B
Temp_Quillota_2019	27,80	30	0,66	B
Temp_Quillota_2018	27,89	30	0,66	B
Temp_Petorca_2018	27,96	30	0,66	B
Temp_San_Felipe_2018	31,21	30	0,66	C
Temp_San_Felipe_2019	31,86	30	0,66	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Figura 4. Análisis comparativo de temperaturas máximas en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca.

Análisis de la varianza de temperatura mínima °C

Variable	Medias	n	E.E.	
Temp_Casablanca_2018	5,87	30	0,40	A
Temp_Casablanca_2019	5,95	30	0,40	A
Temp_San_Antonio_2018	6,78	30	0,40	A B
Temp_San_Antonio_2019	7,79	30	0,40	B
Temp_Quillota_2019	9,07	30	0,40	C
Temp_San_Felipe_2018	9,07	30	0,40	C
Temp_Quillota_2018	9,51	30	0,40	C
Temp_San_Felipe_2019	9,57	30	0,40	C
Temp_Petorca_2018	9,87	30	0,40	C
Temp_Petorca_2019	9,93	28	0,41	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 5. Análisis comparativo de temperaturas mínimas en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca (Marzo).

Análisis de la varianza de humedad relativa %

Variable	Medias	n	E.E.	
Humed_San_Antonio_2019	56,35	30	1,46	A
Humed_San_Felipe_2019	56,54	30	1,46	A
Humed_San_Felipe_2018	59,14	30	1,46	A
Humed_Petorca_2018	63,31	30	1,46	B
Humed_San_Antonio_2018	63,53	30	1,46	B
Humed_Casablanca_2019	65,76	30	1,46	B C
Humed_Petorca_2019	69,00	28	1,51	C D
Humed_Quillota_2019	69,31	30	1,46	C D
Humed_Casablanca_2018	69,73	30	1,46	C D
Humed_Quillota_2018	70,59	30	1,46	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 6. Análisis comparativo de humedad relativa en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca (Marzo).

Variable	Medias	n	E.E.	
Radia_Casablanca_2019	836,70	30	15,33	A
Radia_Casablanca_2018	893,34	30	15,33	B
Radia_San_Antonio_2018	899,65	30	15,33	B C
Radia_Petorca_2019	941,64	28	15,87	C D
Radia_San_Felipe_2019	947,03	30	15,33	D
Radia_San_Felipe_2018	947,43	30	15,33	D
Radia_Quillota_2018	982,27	30	15,33	D E
Radia_Petorca_2018	993,47	30	15,33	E
Radia_San_Antonio_2019	1012,79	30	15,33	E F
Radia_Quillota_2019	1054,03	30	15,33	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 7. Análisis comparativo de Radiación Solar en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca.

Análisis de la varianza de presión atmosférica mbar

Variable	Medias	n	E.E.	
Presi_Casablanca_2019	0,00	30	0,33	A
Presi_Casablanca_2018	0,00	30	0,33	A
Presi_San_Felipe_2019	936,76	30	0,33	B
Presi_San_Felipe_2018	937,67	30	0,33	B
Presi_San_Antonio_2019	995,25	30	0,33	C
Presi_San_Antonio_2018	995,86	30	0,33	C
Presi_Quillota_2019	1012,67	30	0,33	D
Presi_Petorca_2019	1013,81	28	0,35	E
Presi_Petorca_2018	1013,89	30	0,33	E
Presi_Quillota_2018	1014,51	30	0,33	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

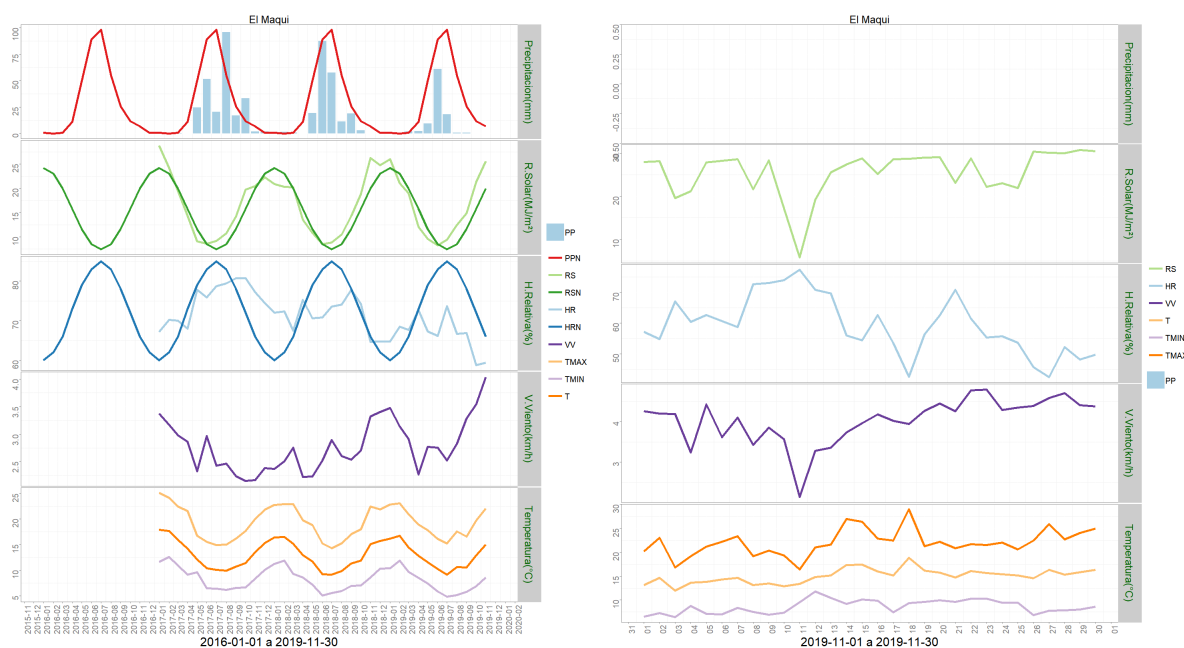
Figura 8. Análisis comparativo de Presión Atmosférica en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca.

Análisis de la varianza de la velocidad del viento m/s

Variable	Medias	n	E.E.	
Vient_San_Felipe_2018	0,18	30	0,04	A
Vient_San_Felipe_2019	0,38	30	0,04	B
Vient_San_Antonio_2018	0,43	30	0,04	B
Vient_San_Antonio_2019	0,68	30	0,04	C
Vient_Petorca_2019	1,36	28	0,04	D
Vient_Casablanca_2018	1,42	30	0,04	D E
Vient_Casablanca_2019	1,50	30	0,04	E F
Vient_Petorca_2018	1,55	30	0,04	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Figura 9. Análisis comparativo de Velocidad del viento en diferentes zonas agroclimáticas: Mediterráneo costero en San Antonio, Mediterráneo con influencia marina en Casablanca y Quillota, Mediterráneo de valle interior en San Felipe, Estepa semiárida con influencia marina en La Ligua y Estepa semiárida de valle interior en Petorca.



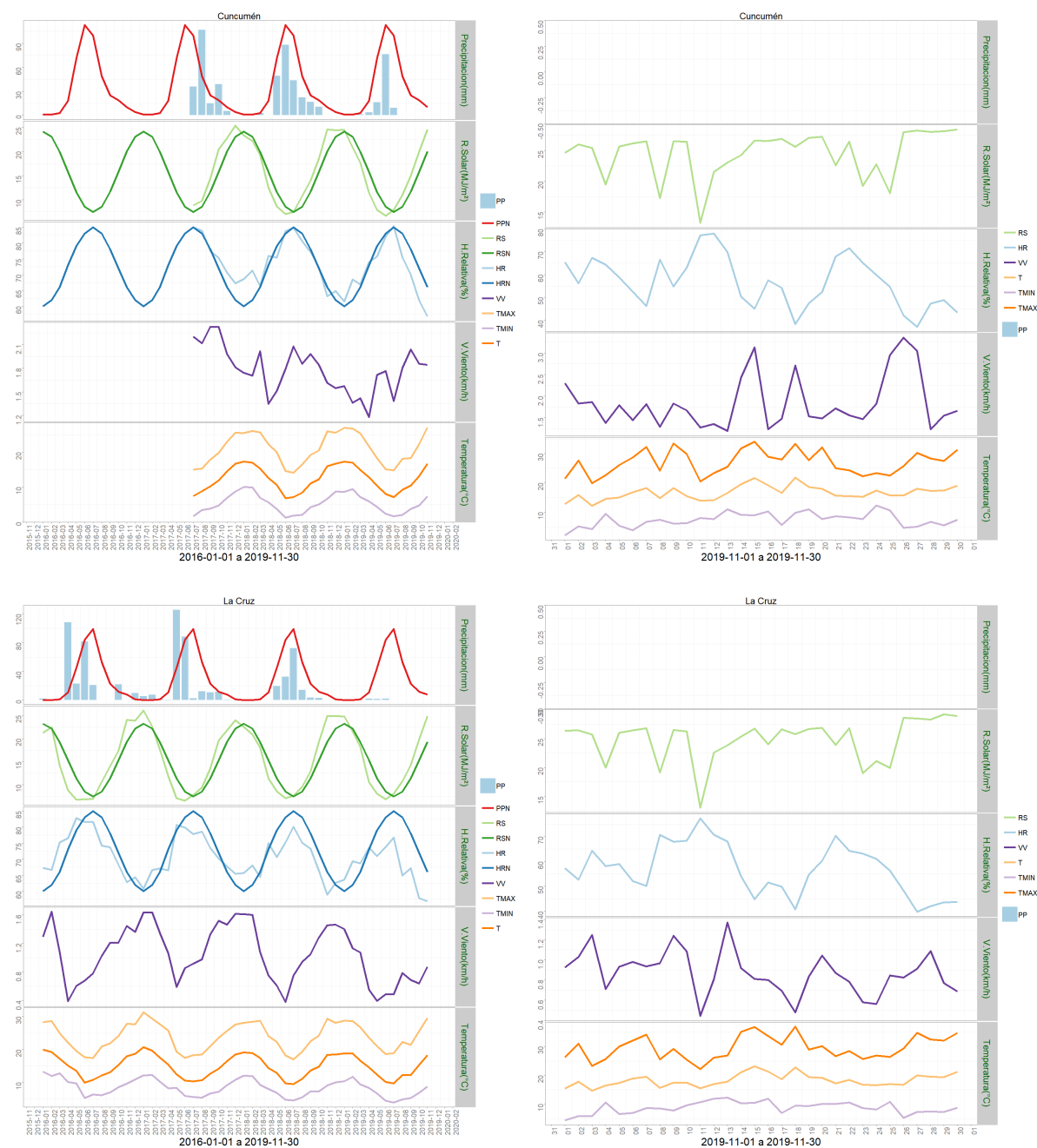


Figura 10.

Zona 5, Temperaturas en Templado mediterráneo con influencia marina en valle central Nogales, Catemu, Calera, La Cruz, Hijuelas, Quillota, Limache, Olmué, Villa Alemana, Quilpué. Casablanca, Cartagena, San Antonio y Santo Domingo.

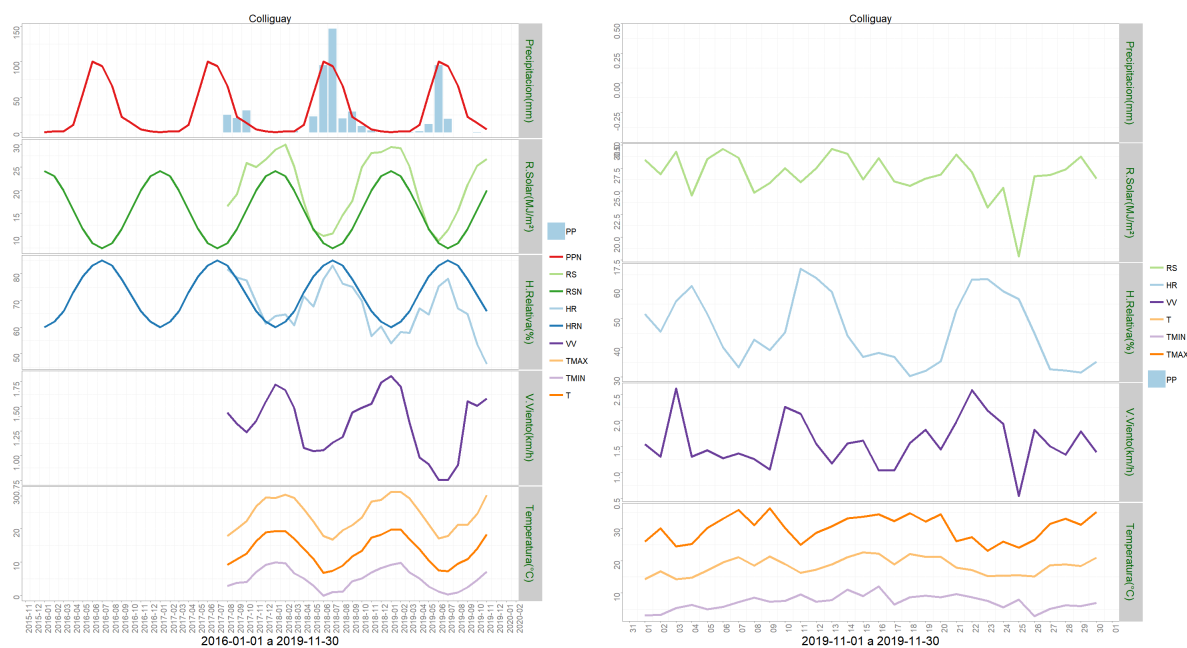


Figura 12. Zona 7, Temperaturas en Templado mediterráneo en valle central interior colliguay

	Minima [°C]	Media [°C]	Maxima [°C]
noviembre 2019	8.7	18.3	29.6
Climatologica	10.3	17.1	25.5
Diferencia	-1.6	1.2	4.1

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	A la fecha	Anual
PPN	0	0	1	11	45	84	99	53	23	12	8	1	336	337
PP	0	0.4	0.9	2.2	1.9	2.1	0.3	0	0	0	0	-	7.8	7.8
%	-	>100	-10	-80	-95.8	-97.5	-99.7	-100	-100	-100	-100	-	-97.7	-97.7

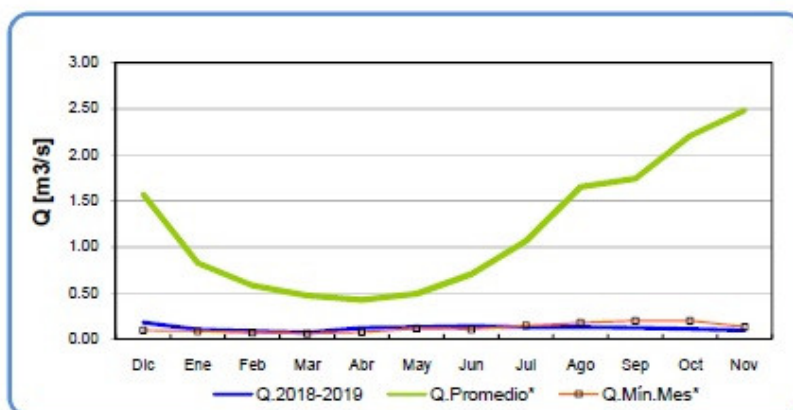
Figura 13. Registros meteorológicos en La Cruz

Componente Hidrológico

¿QUÉ ESTA PASANDO CON EL AGUA?

Los caudales de los ríos se encuentran en sus mínimos históricos. El caudal del río Aconcagua se muestra con intermitencias entre bajo y seco en la tercera sección de riego del valle de Aconcagua. Las napas subterráneas muestran fluctuaciones variables, con tendencias a la baja, especialmente en el acuífero de La Liga.

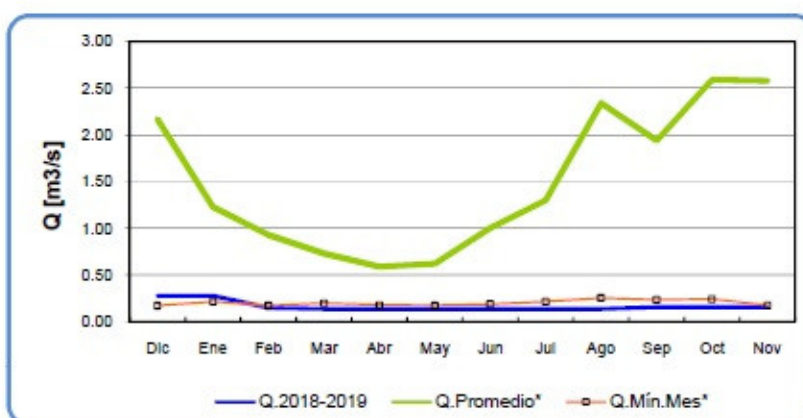
Río Sobrante en Piñadero



	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	
Q.2018-2019	0.18	0.10	0.09	0.07	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09
Q.Promedio*	1.57	0.82	0.58	0.47	0.42	0.49	0.70	1.06	1.65	1.74	2.20	2.48	
Q.Min.Mes*	0.09	0.08	0.07	0.06	0.07	0.11	0.11	0.14	0.18	0.20	0.20	0.13	

Figura 14. El caudal del río Sobrante en Piñadero antes de llegar a contribuir su caudal al río Petorca.

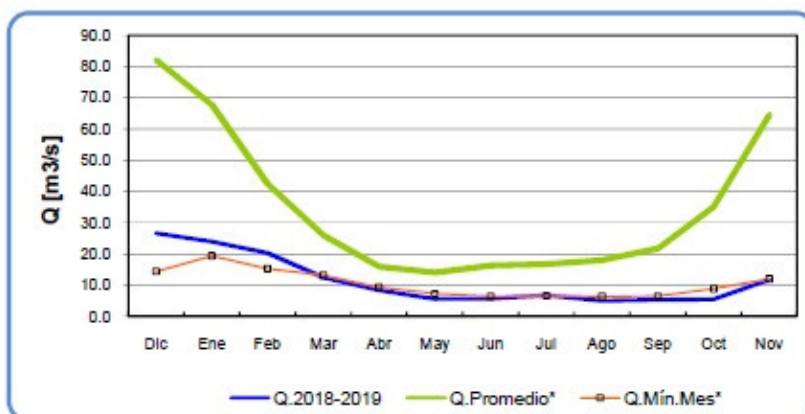
Río Alicahue en Colliguay



	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Q.2018-2019	0.28	0.28	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16	0.16
Q.Promedio*	2.17	1.23	0.93	0.73	0.59	0.62	1.00	1.30	2.34	1.94	2.59	2.58
Q.Min.Mes*	0.18	0.22	0.17	0.20	0.18	0.18	0.19	0.22	0.26	0.24	0.25	0.18

Figura 15. El caudal del río Alicahue en Colliguay antes de llegar a contribuir su caudal al río La Ligua

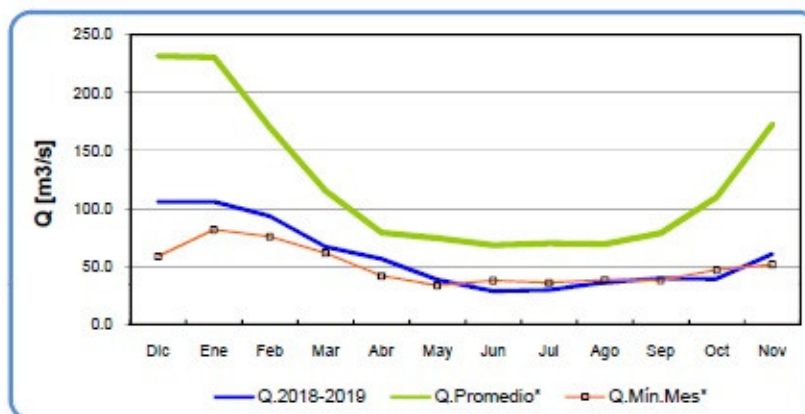
Río Aconcagua en Chacabuquito



	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Q.2018-2019	26.7	24.0	20.3	12.6	8.5	5.7	5.8	6.8	5.1	5.5	5.6	11.9
Q.Promedio*	82.1	67.7	42.5	26.0	16.0	14.1	16.3	16.8	18.1	21.8	35.1	64.6
Q.Mín.Mes*	14.5	19.5	15.4	13.3	9.5	7.4	6.5	6.7	6.5	6.6	9.0	12.1

Figura 16. Caudal del río Aconcagua a mitad de su curso en Chacabuquito.

Río Maipo en El Manzano



	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov
Q.2018-2019	106.0	106.0	93.8	67.2	56.5	38.5	28.8	29.8	36.3	39.9	39.3	60.9
Q.Promedio*	231.5	230.5	170.1	115.2	79.4	74.6	68.6	70.2	69.7	78.9	110.0	172.7
Q.Mín.Mes*	58.7	81.8	75.9	61.8	42.0	33.9	38.0	36.0	38.6	38.2	47.0	51.9

Figura 17. Caudal del río Maipo a mitad de su curso en El Manzano.

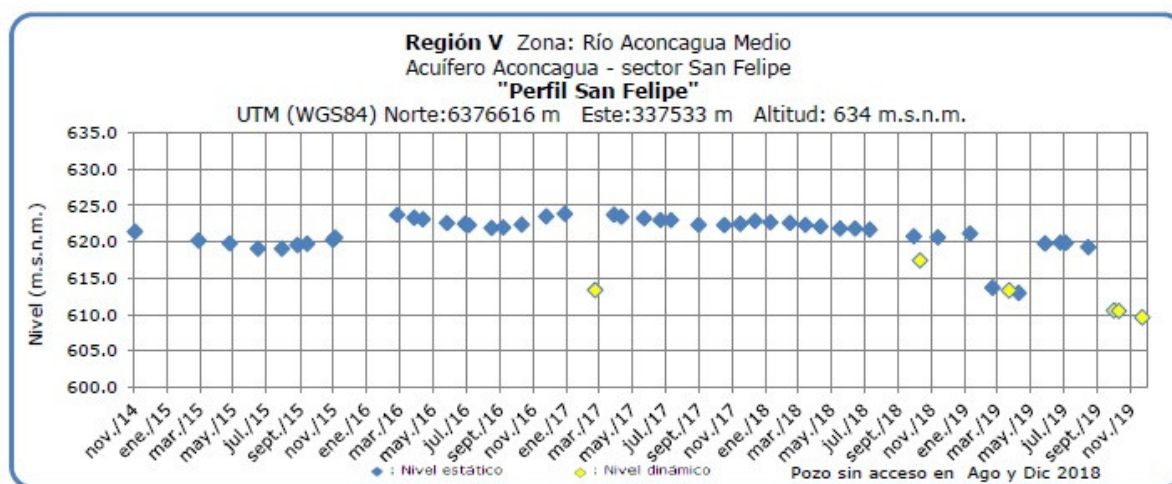


Figura 18. Nivel de napa subterránea del río Aconcagua a mitad de su curso en San Felipe.

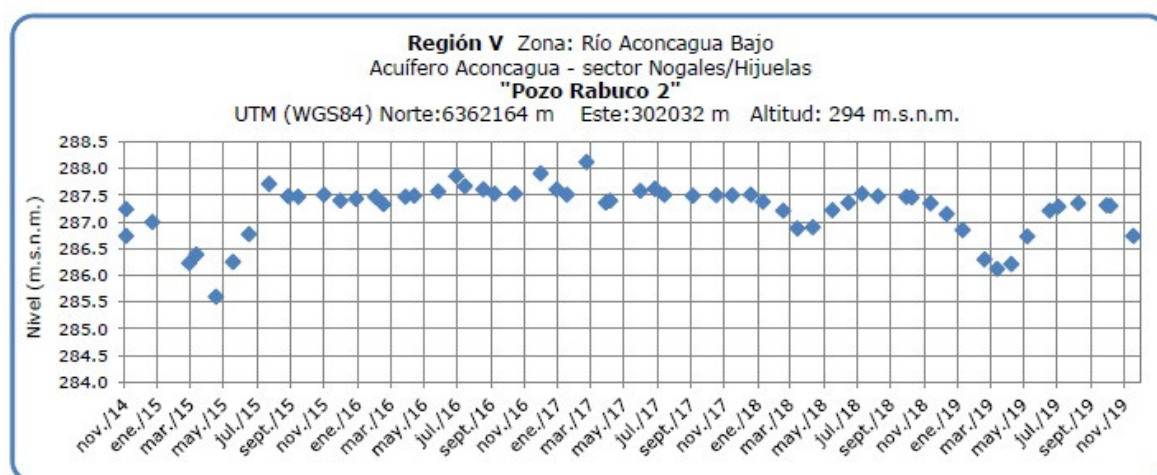


Figura 19. Nivel de napa subterránea del río Aconcagua en Hijuelas

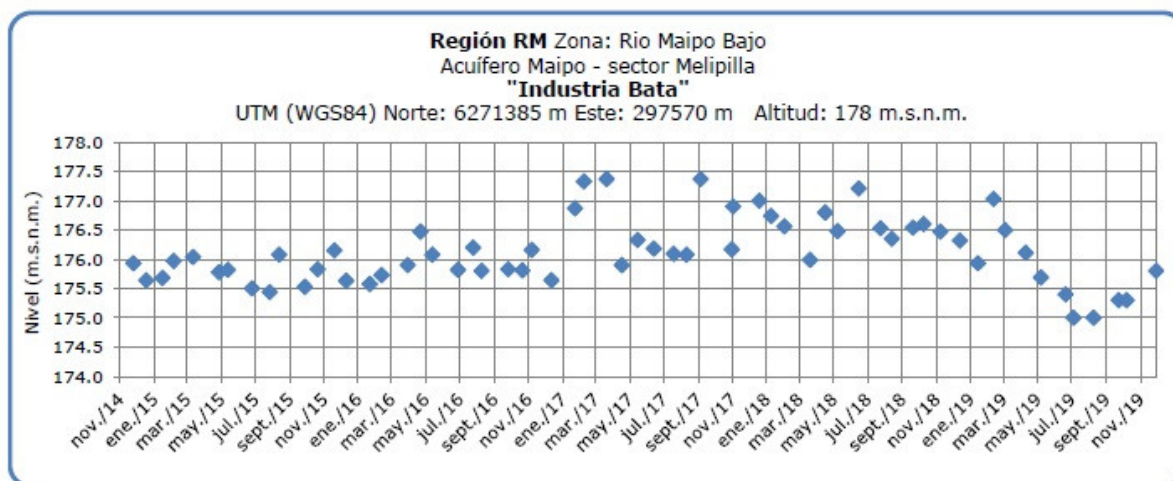


Figura 21. Nivel de napa subterránea del río Maipo en Melipilla

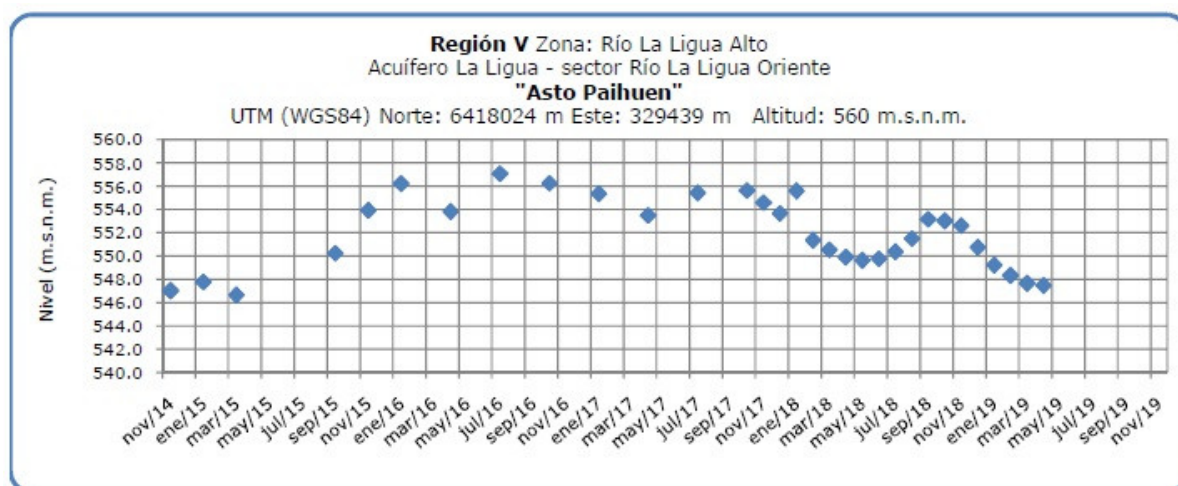


Figura 22. Nivel de napa subterránea en Asentamiento Paihuen de la cuenca del río La Ligua.

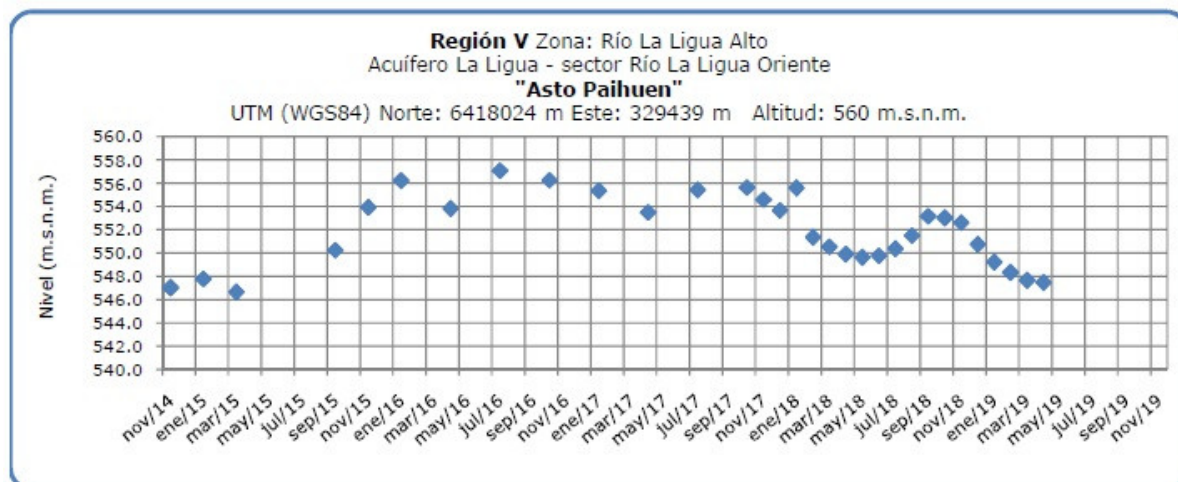


Figura 23. Nivel de napa subterránea en Agua Potable Ligua de la cuenca del río La Ligua.

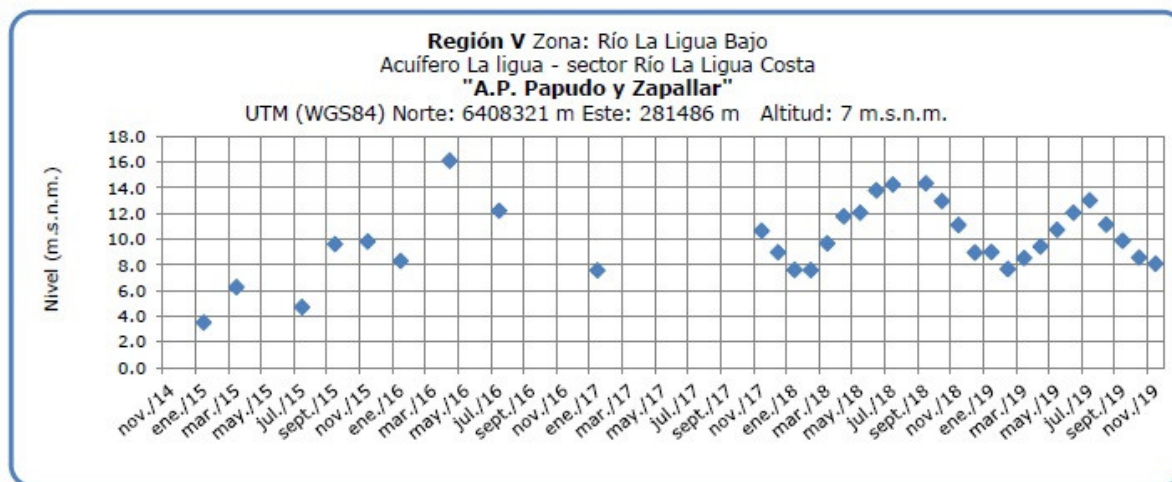


Figura 24. Nivel de napa subterránea en Agua Potable Papudo y Zapallar de la cuenca del río La Ligua.

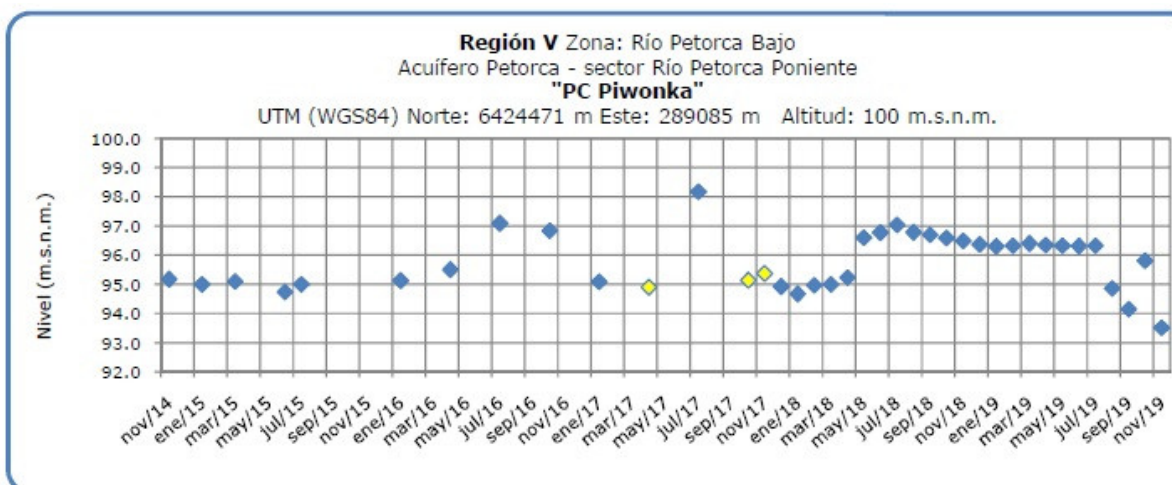


Figura 25. Nivel de napa subterránea en Agua Potable Longotoma de la cuenca del río Petorca.

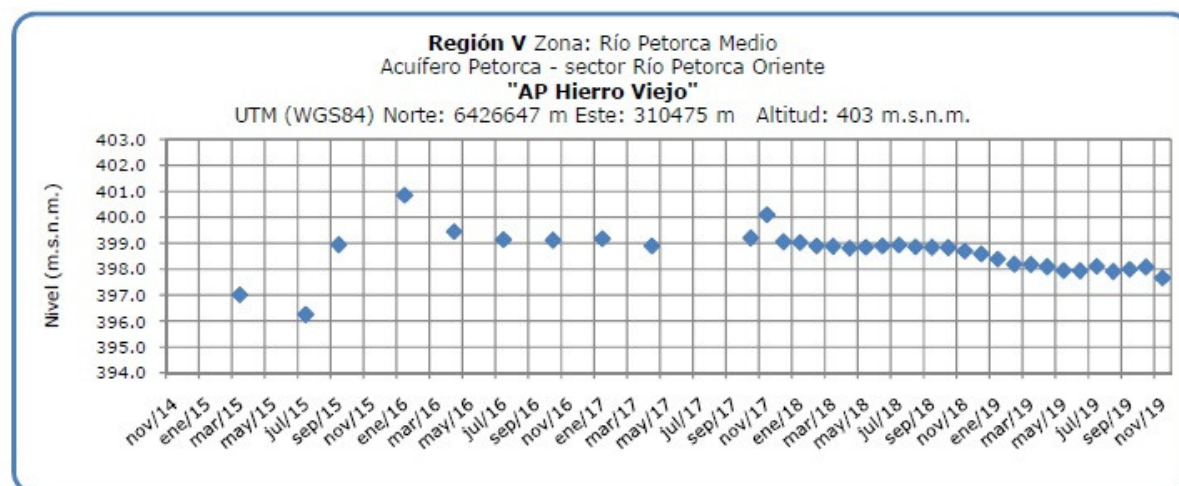


Figura 26. Nivel de napa subterránea en Agua Potable Hierro Viejo de la cuenca del río Petorca

Análisis de Posibles Riesgos Agroclimáticos en los Principales Rubros Agrícolas

Templado Mediterráneo con Influencia Marina en Valle Central > Frutales > Palto

A fines del año 2019 la sequía limita el desarrollo normal de las plantaciones de palto de agricultores campesinos. Se observa una gran caída de frutos cuajados y poco vigor en el desarrollo de los brotes de primavera. Se recomienda ajustar los riegos de los paltos de acuerdo con el aumento de temperaturas sobre lo normal pronosticado para inicios del año 2020. En los casos donde la disponibilidad de agua nos suficiente para satisfacer los requerimientos de riego del palco se recomienda reducir la superficie regada privilegiando los sectores donde los paltos son más productivos. Se recomienda mantener los huertos libres de malezas.

Templado Mediterráneo con Influencia Marina en Valle Central > Hortalizas > Tomate

En esta época ya se encuentra prácticamente finalizada la cosecha de los tomates de primor temprano, dando paso a la cosecha de los tomates correspondientes a la época de primor tardío, la cual se extenderá aproximadamente hasta mediados de marzo.

Por otro lado algunos productores están plantando los tomates correspondientes a la época denominada otoño temprano, los cuales son cultivados en su mayoría bajo sistema al aire libre o "emparronado" con cubierta de malla, cuya entrada en cosecha está prevista desde la segunda quincena de marzo hasta fines de mayo. Paralelamente a los cultivos bajo cubierta (malla o plástico) tenemos también cultivos de tomate "botado", los cuales se plantan a mediados de noviembre y comienzan a producir en febrero hasta mayo, incluso podría alargarse hasta junio, dependiendo de la ocurrencia de lluvias en esa época.

Actualmente estamos en la estación de primavera, y si bien aún no llegamos a la estación de verano, se pueden apreciar días, incluso semanas completas con temperaturas muy altas para esta estación con registros de alrededor de los 30-34°C, lo que dentro de un invernadero puede llegar a los 38 o 45° C, por lo general con humedades relativas bajas, esta condición se puede presentar en gran parte del día, lo cual puede generar complicaciones como por ejemplo deshidratación de las plantas y por consiguiente se genera un estrés lo cual puede generar una respuesta fisiológica de la planta que tiende a acelerar la maduración de frutos, por lo tanto la planta no se focalizará en el aumento de calibre sino más bien en apurar la maduración, generando frutos maduros pero no con el 100% del potencial de calibre esperado, también bajo estas condiciones se puede afectar la fecundación de flores por inviabilidad del polen, redundando en una baja en la cuaja de frutos y por consiguiente en una baja producción.

En este periodo es de suma importancia controlar la ventilación del invernadero, también se recomienda regar más frecuente el cultivo, de esta forma la planta siempre tendrá agua para afrontar condiciones de mucho calor y alta demanda de agua que genera la atmosfera, también se puede realizar riegos por pasillos, esto con el doble propósito de bajar temperatura y subir la humedad relativa del invernadero, con esto le podemos otorgar a las plantas una condición más cercana a lo ideal para su desarrollo. Sin embargo esto genera una mayor humedad relativa del ambiente por lo cual, sumado a una alta temperatura también se transforma en un factor de riesgo debido a que estaríamos generando las condiciones ideales para la proliferación de enfermedades, principalmente hongos, por lo tanto se debe controlar mediante la ventilación procurando tener un tiempo de apertura de cortinas amplio por ejemplo desde las 9:00 hasta las 20:00.

Templado Mediterráneo en Valle Central Interior > Frutales > Vides

En las zonas de producción de uva de mesa se están realizando labores de desbrote y arreglo de racimos. Las más altas temperaturas han adelantado el desarrollo fenológico de las vides. Se recomienda mantener controles preventivos de oídio, asegurar una buena ventilación en el dosel y realizar riego pleno en la fase de crecimiento de las bayas. Corresponde realizar el monitoreo de plagas

Disponibilidad de Agua

Para calcular la humedad aprovechable de un suelo, en términos de una altura de agua, se puede utilizar la siguiente expresión:

$$H_A = \frac{CC - PMP}{100} \cdot \frac{D_{ap}}{D_{H_2O}} \cdot P$$

Donde:

H_A = Altura de agua (mm). (Un milímetro de altura corresponde a un litro de agua por metro cuadrado de terreno).

CC = Contenido de humedad del suelo, expresado en base peso seco, a una energía de retención que oscila entre 1/10 a 1/3 de bar. Indica el límite superior o máximo de agua útil para la planta que queda retenida en el suelo contra la fuerza de gravedad. Se conoce como Capacidad de Campo.

PMP = Contenido de humedad del suelo, expresado en porcentaje base peso seco, a una energía de retención que oscila entre 10 y 15 bar. Indica el límite inferior o mínimo de agua útil para la planta. Se conoce como Punto de Marchitez Permanente.

D_{ap} = Densidad aparente del suelo (g/cc).

D_{H_2O} = Densidad del agua. Se asume normalmente un valor de 1 g/cc.

P = Profundidad del suelo.

Obtención de la disponibilidad de agua en el suelo

La humedad de suelo se obtiene al realizar un balance de agua en el suelo, donde intervienen la evapotranspiración y la precipitación, información obtenida por medio de imágenes satelitales. El resultado de este balance es la humedad de agua disponible en el suelo, que en estos momentos entregamos en valores de altura de agua, específicamente en cm, lo cual no es una información de fácil comprensión, menos a escala regional, debido a que podemos encontrar suelos de poca profundidad que estén cercanos a capacidad de campo y que tenga valores cercanos de altura de agua a suelos de mayor profundidad que estén cercanos a punto de marchitez permanente. Es por esto que hemos decidido entregar esta información en porcentaje respecto de la altura de agua aprovechable. Lo que matemáticamente sería:

$$DispAgua(\%) = \frac{H_t}{H_A} \cdot 100$$

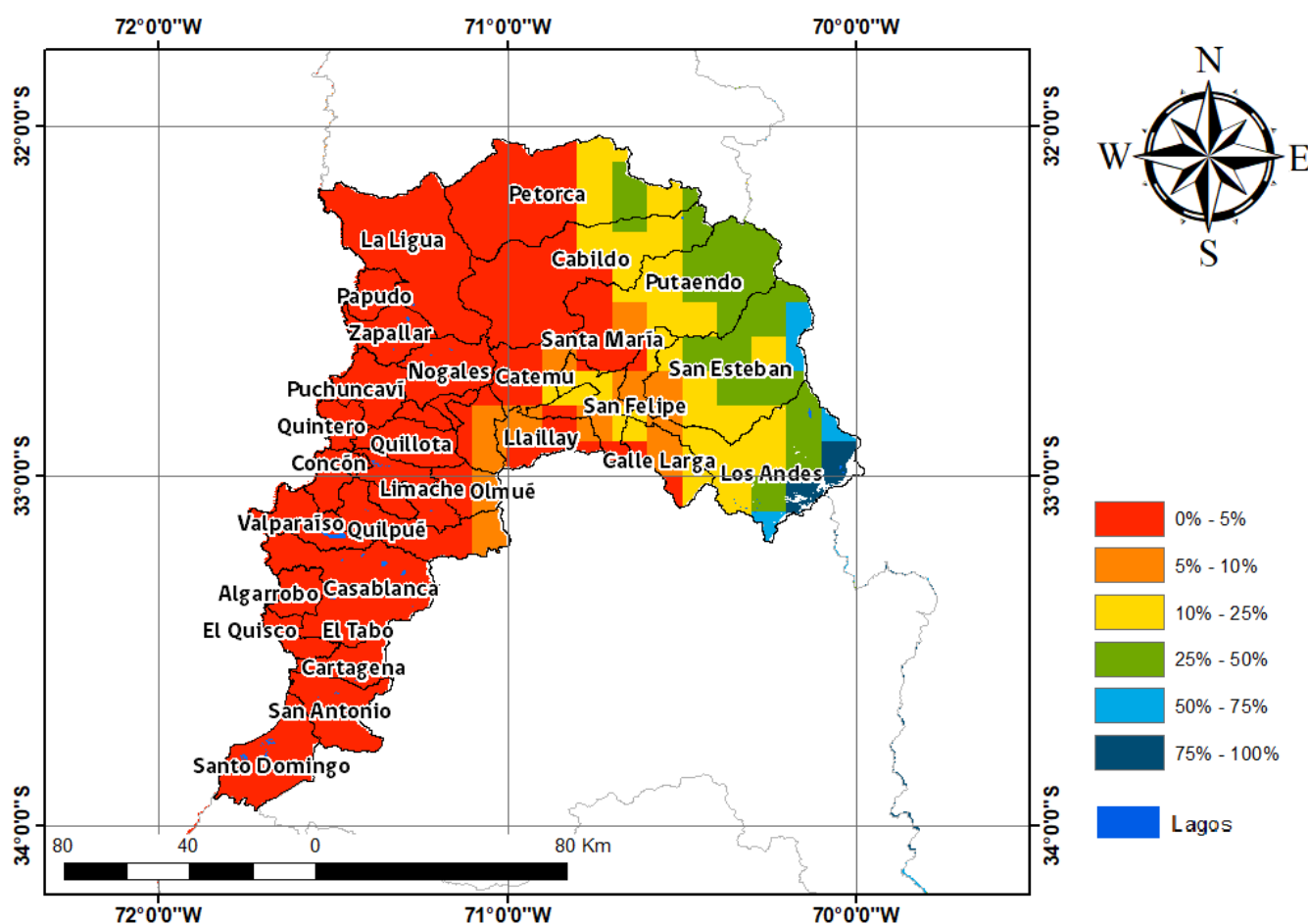
Donde:

DispAgua(%) = Disponibilidad de agua actual en porcentaje respecto de la altura de agua aprovechable.

H_t = Disponibilidad de agua en el período t.

H_A = Altura de agua aprovechable.

Disponibilidad de agua del 3 a 18 diciembre 2019 Región de Valparaíso



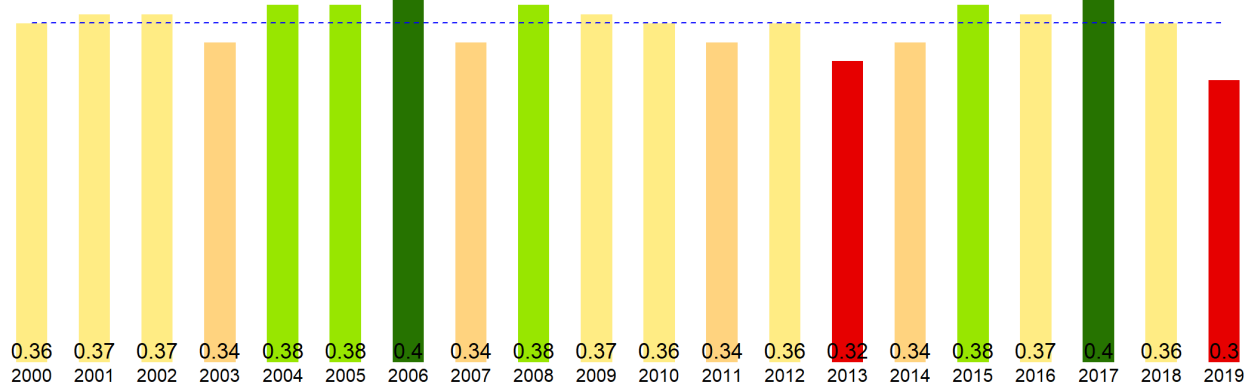
Análisis Del Índice De Vegetación Normalizado (NDVI)

Respecto de la respuesta fisiológica de las plantas al efecto del clima, las imágenes satelitales reflejan la magnitud del crecimiento o disminución de la cobertura vegetal en esta época del año mediante el índice de vegetación NDVI (Desviación Normalizada del Índice de Vegetación) .

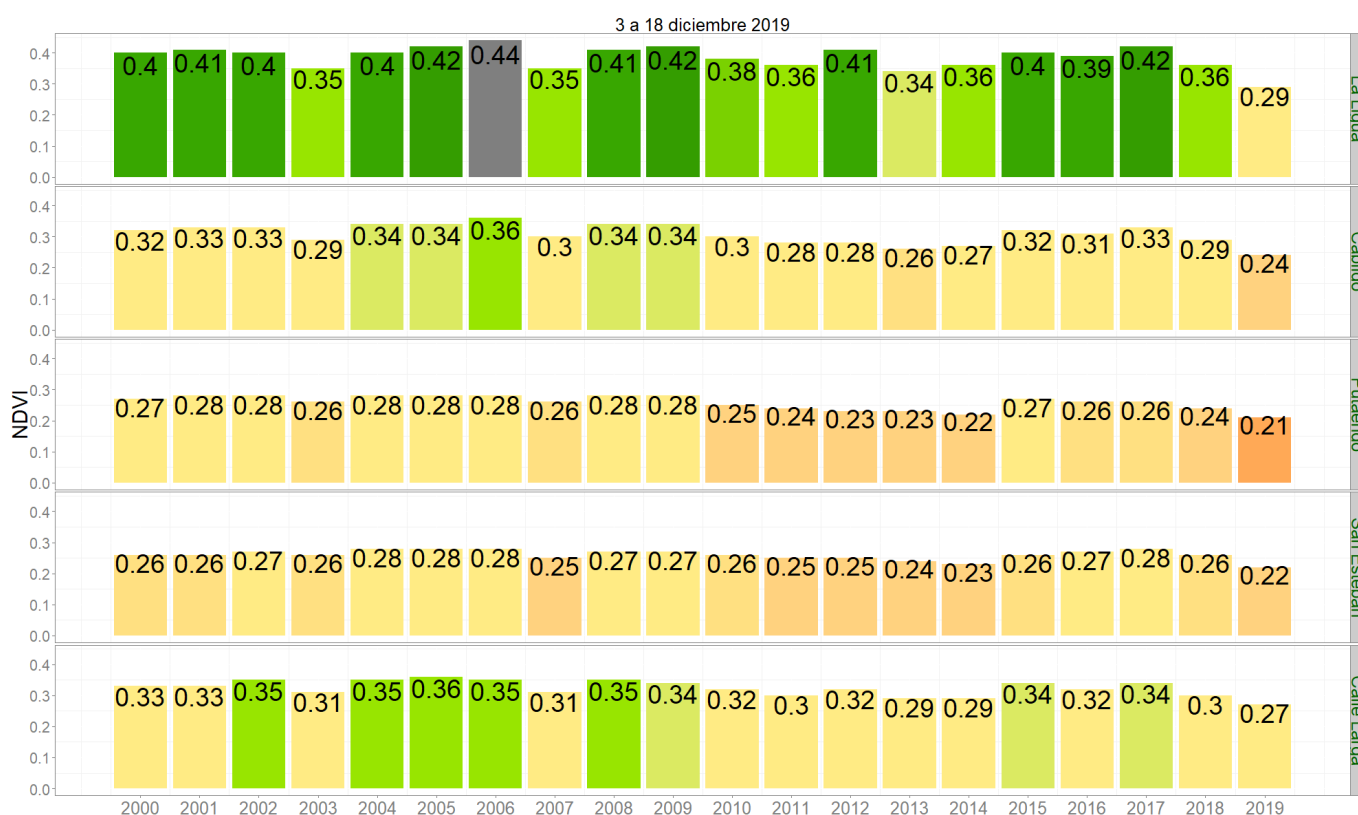
Para esta quincena se observa un NDVI promedio regional de 0.3 mientras el año pasado había sido de 0.36. El valor promedio histórico para esta región, en este período del año es de 0.36.

El resumen regional en el contexto temporal se puede observar en el siguiente gráfico.

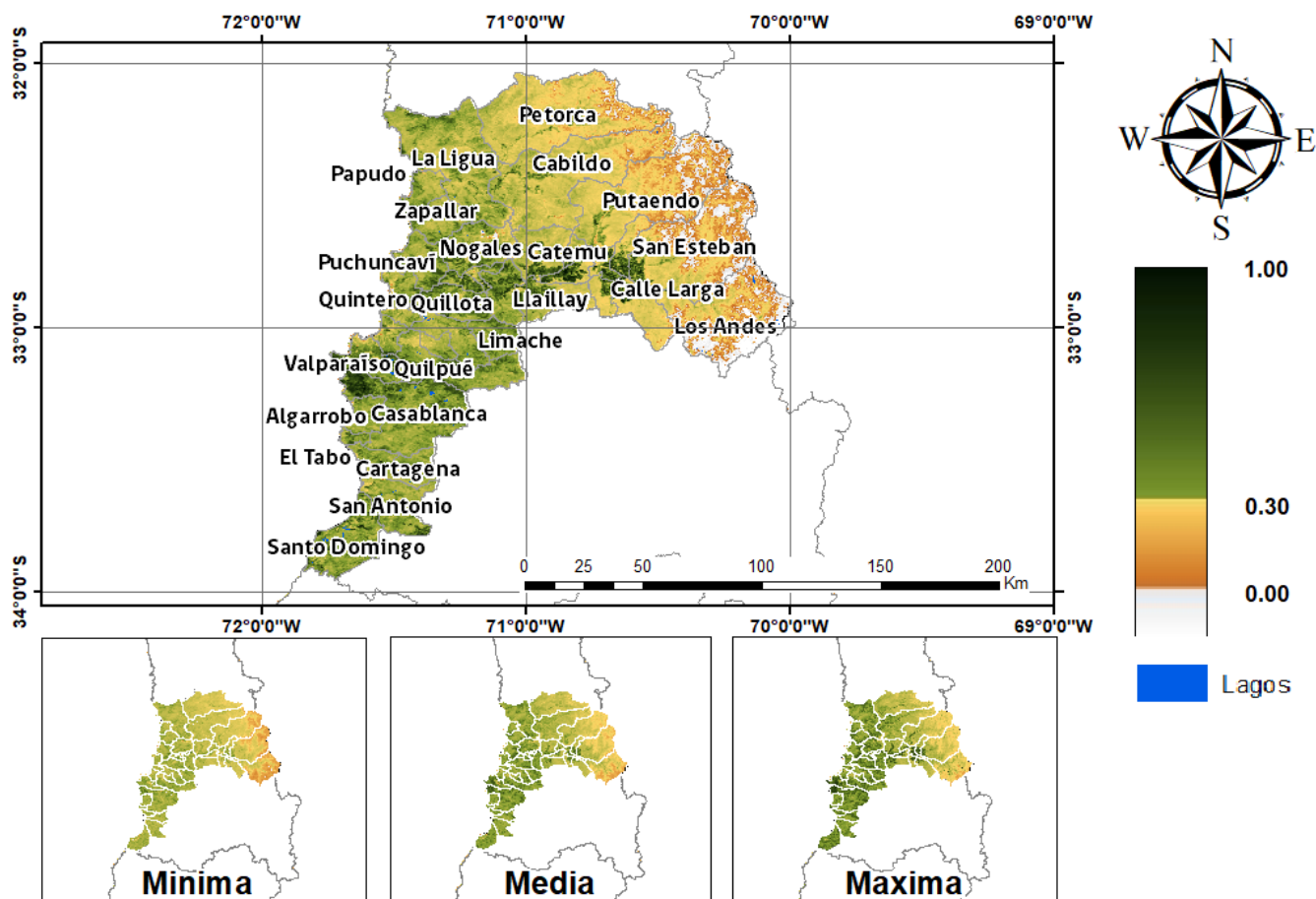
3 a 18 diciembre 2019

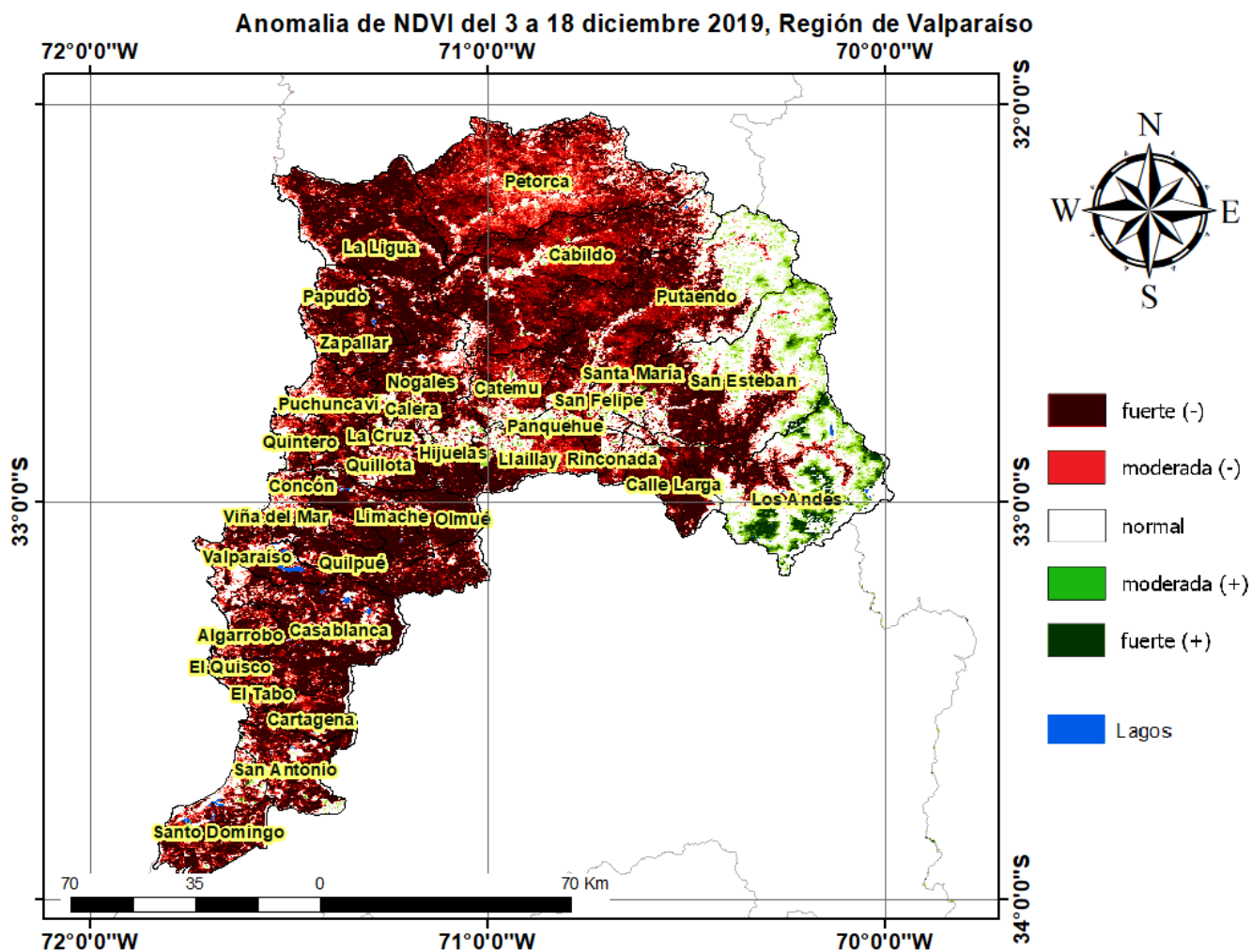


La situación por comunas se presenta en el siguiente gráfico, donde se presentan las comunas con índices más bajos.

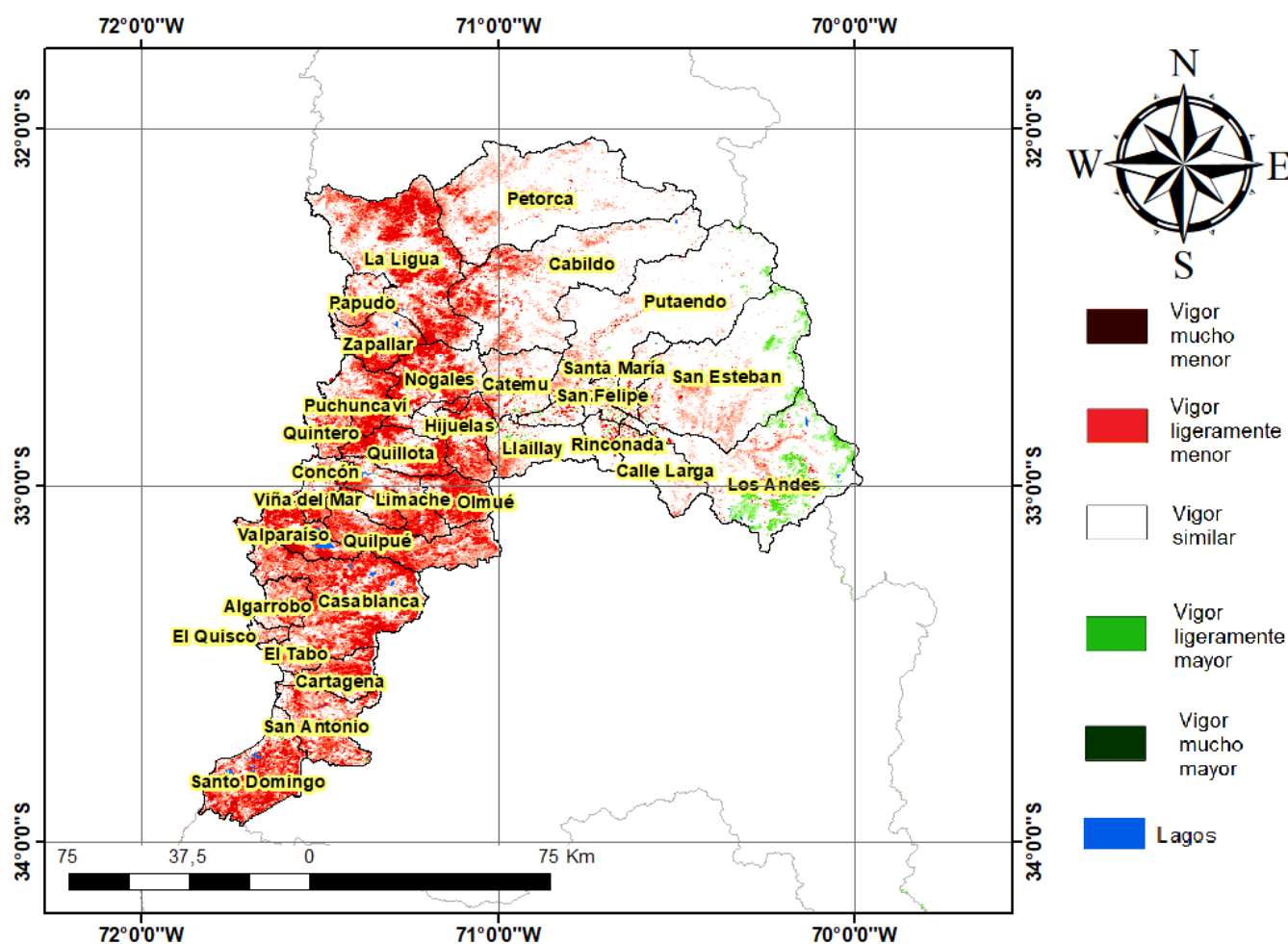


NDVI del 3 a 18 diciembre 2019 Región de Valparaíso





Diferencia de NDVI del 3 a 18 diciembre 2019-2018, Región de Valparaíso



Índice De Condición De La Vegetación (VCI) (En Evaluación)

Para el monitoreo del estado de la vegetación en la Región de Valparaíso se utilizó el índice de condición de la vegetación, VCI (Kogan, 1990, 1995). Este índice se encuentra entre valores de 0% a 100%. Valores bajo 40% se asocian a una condición desfavorable en la vegetación, siendo 0% la peor condición histórica y 100% la mejor (tabla 1).

En términos globales la Región de Valparaíso presentó un valor mediano de VCI de 2% para el período comprendido desde el 3 a 18 diciembre 2019. A igual período del año pasado presentaba un VCI de 47% (Fig. 1). De acuerdo a la tabla 1 la región, en términos globales presenta una condición desfavorable extrema.

Tabla 1. Clasificación de la condición de la vegetación de acuerdo a los valores del índice VCI.

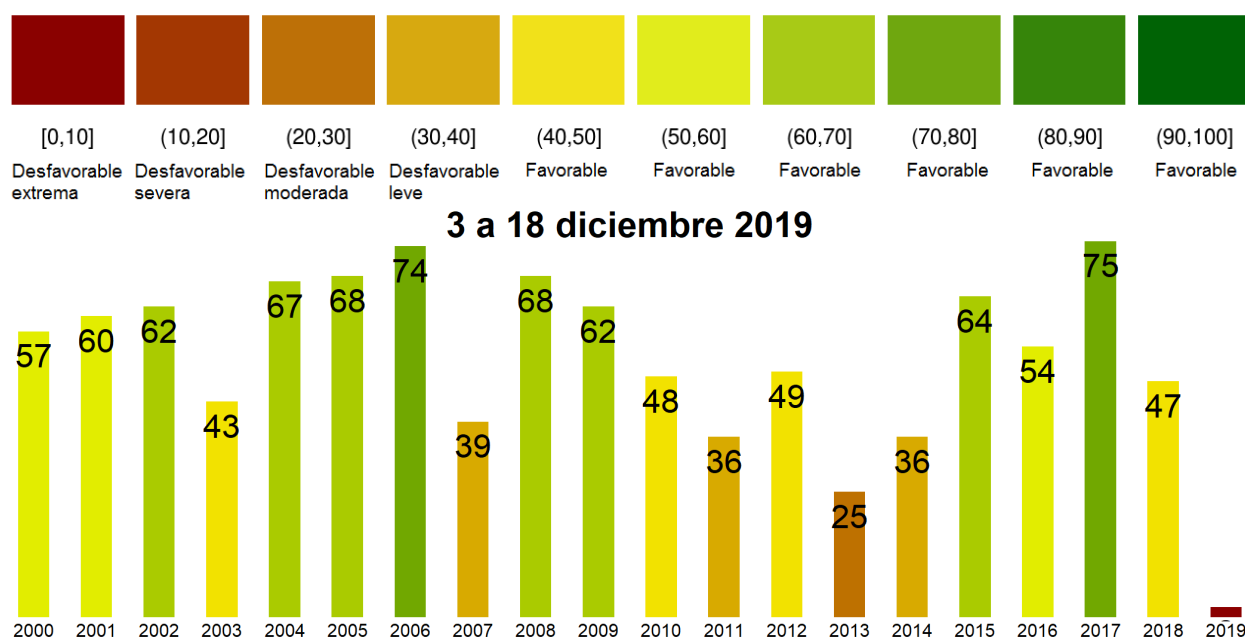


Figura 1. Valores del índice VCI para el mismo período entre los años 2000 al 2019 para la Región de Valparaíso.

A continuación se presenta el mapa con los valores medianos de VCI en la Región de Valparaíso. De acuerdo al mapa de la figura 2 en la tabla 2 se resumen las condiciones de la vegetación comunales.

Tabla 2. Resumen de la condición de la vegetación comunal en la Región de Valparaíso de acuerdo al análisis del índice VCI.

	[0, 10]	(10, 20]	(20, 30]	(30, 40]	(40, 100]
# Comunas	27	5	2	1	1
Condición	Desfavorable Extrema	Desfavorable Severa	Desfavorable Moderada	Desfavorable Leve	Favorable

La respuesta de la vegetación puede variar dependiendo del tipo de cobertura que exista sobre el suelo. Utilizando la clasificación de usos de suelo de la Universidad de Maryland proporcionada por la NASA se obtuvieron por separado los valores de VCI promedio regional según uso de suelo proporcionando los siguientes resultados.

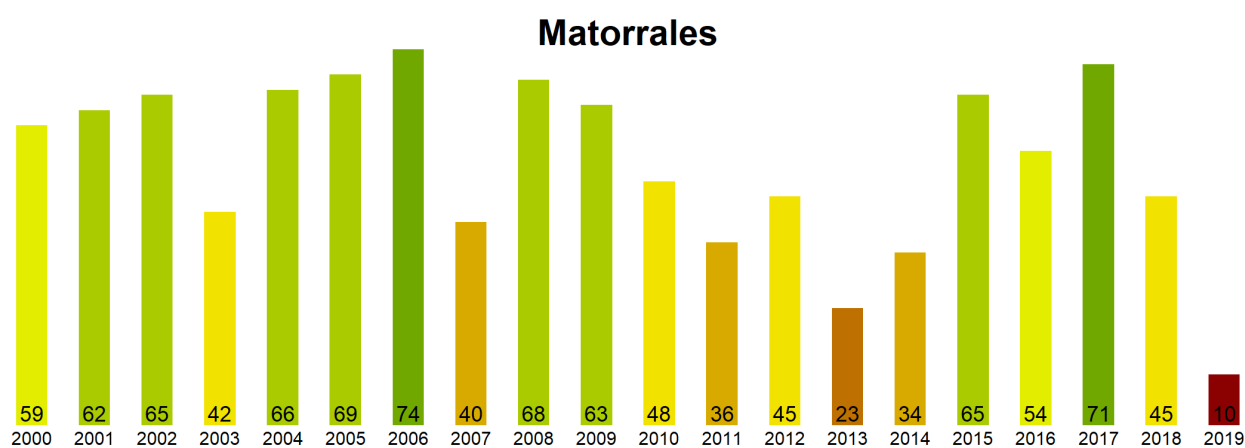


Figura 2. Valores promedio de VCI en matorrales en la Región de Valparaíso.

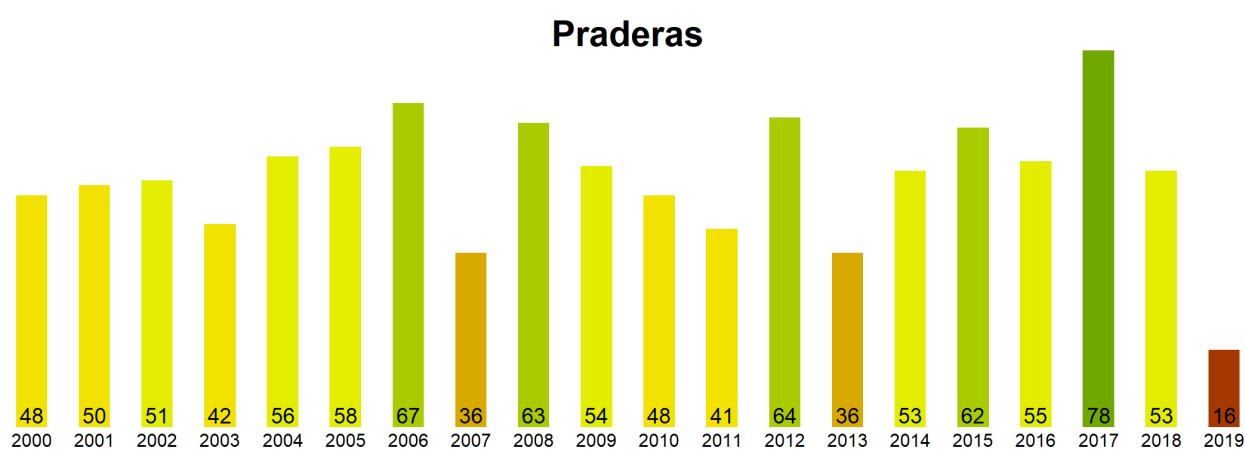


Figura 3. Valores promedio de VCI en praderas en la Región de Valparaíso.

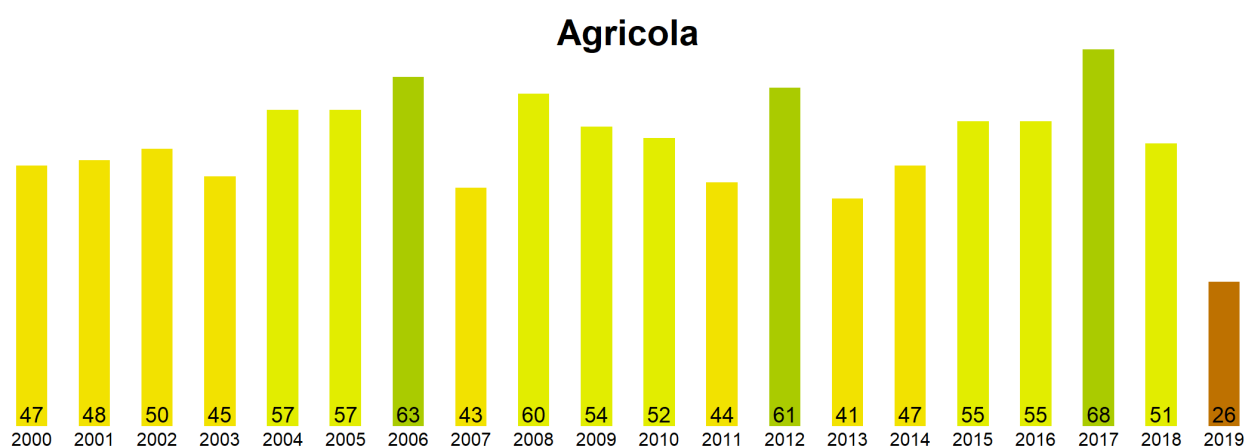


Figura 4. Valores promedio de VCI en terrenos de uso agrícola en la Región de Valparaíso.

Índice de Condición de la Vegetación (VCI) del 3 a 18 diciembre 2019
Región de Valparaíso

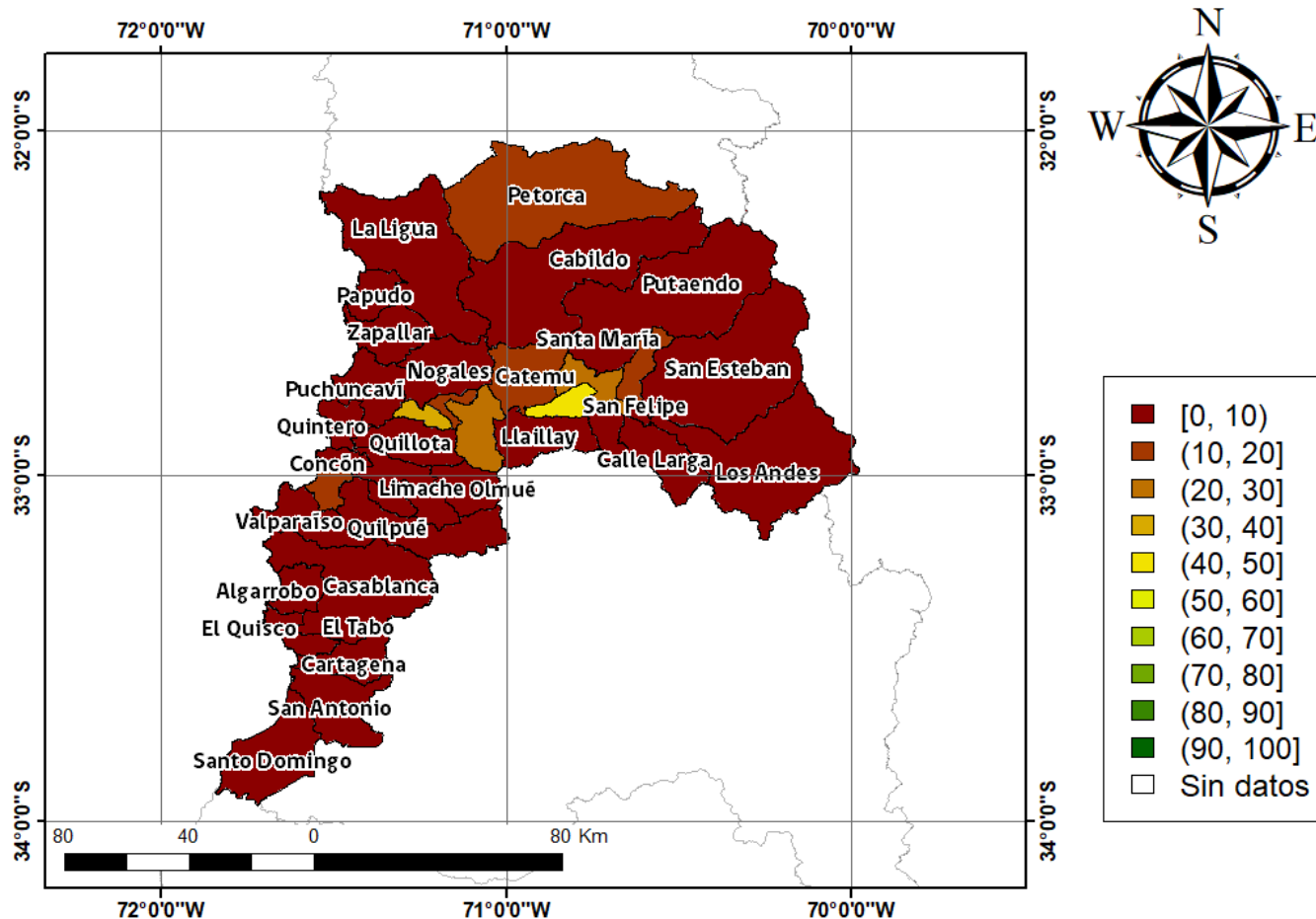


Figura 5. Valores comunales promedio de VCI en la Región de Valparaíso de acuerdo a las clasificaciones de la tabla 1.

Las comunas que presentan los valores más bajos del índice VCI en la Región de Valparaíso corresponden a La Ligua, Cabildo, Putaendo, San Esteban y Calle Larga con 0, 0, 0, 0 y 0% de VCI respectivamente.



Figura 3. Valores del índice VCI para las 5 comunas con valores más bajos del índice del 3 a 18 diciembre 2019.