

# Boletín Climático

*Nº17 — Abril, 2015*

CEAZA

CEAZAMET

## RESUMEN EJECUTIVO

El estado actual del sistema hidrológico<sup>1</sup> de la Región de Coquimbo se mantiene crítico y deficitario a pesar de las precipitaciones de finales de marzo. Comienza el año 2015 con las principales variables relacionadas al ciclo hidrológico en valores históricamente negativos; los caudales con un déficit regional actual de 77 % y los embalses, que están con un déficit de 93 %, aproximadamente (ver figura 1). Para el caso de las precipitaciones y valores de nieve, por primera vez en varios años presentan superávit en sus valores, producto del reciente núcleo frío que afectó a la región.

A pesar de estas precipitaciones inusuales de marzo, los caudales aumentaron solamente algunos días lo que tuvo leve repercusión en el nivel de los embalses.

Con respecto al panorama de El Niño–Oscilación del Sur (ENOS) —en pleno desarrollo— la evaluación de las principales variables atmosféricas (i.e., temperatura, presión atmosférica, viento, etc.), indican que durante los primeros meses de 2015 este evento de El Niño ha sido errático. Sin embargo, en marzo e inicios de abril evidencia una tendencia más clara de este evento y todo apunta a un fortalecimiento de éste durante finales del primer semestre de 2015, lo que propiciaría un invierno con condiciones normales o sobre lo normal en el régimen de precipitaciones, lo que variará dependiendo la magnitud que pueda alcanzar este fenómeno de El Niño.

Se puede concluir, entonces, si bien las precipitaciones podrían incrementarse en relación a la temporada pasada, según las condiciones proyectadas para 2015, el sistema hidrológico tendrá un comportamiento bajo el promedio climatológico en gran parte de la región. Así, no se espera una recuperación de los embalses y caudales durante al menos parte de 2015 y el déficit hídrico se mantiene. En relación a las temperaturas, se espera que tengan valores ligeramente por sobre lo normal durante al menos el primer semestre del presente año.

Se sugiere acuñar el término de «desertificación», «híper–aridez» o bien «aridización» de la Región de Coquimbo, ya que el término sequía, debido a la magnitud, espacialidad y temporalidad de ésta, no resulta adecuado como una descripción actual de la situación hídrica de la región. En el mismo contexto, se espera que el recurso hídrico se mantenga con escasa disponibilidad durante los próximos meses, lo que también sugiere adoptar desde ya medidas paliativas de largo plazo, esto debido a que la coyuntura climática es más bien una condición normal y permanente para la región, lo que complica la realidad de los sectores productivos, los que van en alza respecto de su demanda hídrica.

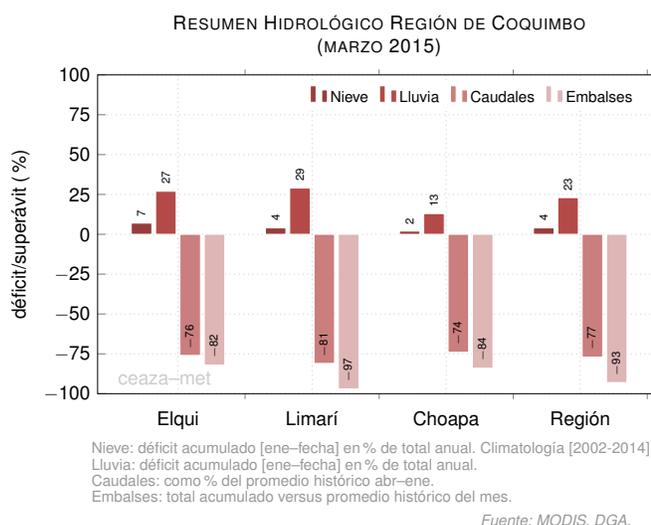


FIGURA 1. Resumen hidrológico Región de Coquimbo, marzo 2015.

<sup>1</sup>En el gráfico, para la variable «nieve», se toma la cobertura de nieve para el periodo 2002–2015; las variables lluvia, caudales y embalses se basan en datos de la DGA. Ver «Glosario» para más información.



El **CEAZA** tiene como misión promover el desarrollo científico–tecnológico de la Región de Coquimbo, a través de la comprensión de los efectos de las oscilaciones océano–atmosféricas sobre el ciclo hidrológico y la productividad biológica en zonas áridas y marinas de la región. En el cumplimiento de dicho objetivo, se distribuye el presente informe mensual orientado como una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, destinado a los principales organismos a cargo de la planificación estratégica, desarrollo y a los diversos sectores productivos, con tal de proveerles de un diagnóstico y pronóstico oportuno que sintetiza las principales variables atmosféricas, oceanográficas e hidrológicas en la Región de Coquimbo.

La información se presenta por provincia y considera el estado actual y proyección de:

- ENOS (El Niño–Oscilación del Sur)
- Variabilidad climática
- Caudales de las cuencas de Elqui, Limarí y Choapa
- Estado de principales embalses de la región

En adición al diagnóstico y proyección anterior, se acompañan herramientas y análisis los que pueden ser de utilidad para los sectores agrícola y acuícola.

Este informe es financiado por el **Gobierno Regional de Coquimbo**, en el marco del proyecto FIC–R 2011 denominado «*Implementación de una red de monitoreo meteorológico como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en el ámbito agrícola y acuícola de la Región de Coquimbo*».

## Índice

<b>1. Análisis Meteorológico</b>	<b>1</b>
1.1. Proyección de ENOS . . . . .	1
1.2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM) . . . . .	2
1.3. Diagnóstico de Variabilidad Climática . . . . .	3
1.4. Variabilidad Térmica . . . . .	4
1.5. Precipitaciones . . . . .	5
1.6. Cobertura Nival . . . . .	6
<b>2. Análisis Hidrológico</b>	<b>7</b>
2.1. Estado de Caudales . . . . .	7
2.2. Pronóstico de Caudales . . . . .	8
2.3. Estado de los Embalses . . . . .	9
<b>3. Análisis Agronómico</b>	<b>11</b>
3.1. Evapotranspiración Potencial $ET_0$ . . . . .	11
3.2. Grados Día (base 10°C) . . . . .	12
3.3. Índice EVI . . . . .	13
3.4. Efecto de la lluvia y otras variables atmosféricas sobre la Agricultura . . . . .	14
<b>4. Datos adicionales</b>	<b>16</b>
<b>5. Conclusiones</b>	<b>17</b>
<b>6. Glosario</b>	<b>18</b>
<b>7. Créditos</b>	<b>19</b>

## Índice de figuras

1.	Resumen hidrológico Región de Coquimbo, marzo 2015. . . . .	i
2.	Anomalías promedio TSM durante la primera semana de abril 2015. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981–2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <a href="http://cpc.ncep.noaa.gov/">http://cpc.ncep.noaa.gov/</a> ). . . . .	1
3.	(a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en marzo de 2015. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <a href="http://iri.columbia.edu/">http://iri.columbia.edu/</a> ). . . . .	1
4.	(a) Promedios mensuales de TSM en febrero. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <a href="http://www.noaa.gov/">http://www.noaa.gov/</a> ; proceso y mapas: CEAZAMET). . . . .	2
5.	Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre abril–mayo–junio de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas, colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – <a href="http://www.ecmwf.int/">www.ecmwf.int/</a> ). . . . .	2
6.	Velocidad y dirección de los flujos de viento <i>m/s</i> promedio predominantes en febrero (a) y marzo (b) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL ( <a href="http://rda.ucar.edu/">http://rda.ucar.edu/</a> ). . . . .	3
7.	Promedios de temperatura a 2m diaria en marzo de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET. . . . .	4
8.	Precipitación promedio diaria durante el mes de marzo de 2015. . . . .	5
9.	(a) Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos cuatro meses. (b) Distribución espacial de las precipitaciones en la región durante el pasado mes. (Fuente y proceso: CEAZAMet)	5
10.	(a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celestes—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa. . . . .	6
11.	Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA. . . . .	7
12.	Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90 % del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico. . . . .	8
13.	Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA. . . . .	9
14.	Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima. . . . .	10
15.	(Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior. . . . .	11

- 
16. Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>). . . . . 13
  17. Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y secano de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal. 13

## Índice de tablas

1.	Caudales año hidrológico 2014–2015 <i>vs</i> histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET. . . . .	7
2.	Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA. . . . .	9
3.	Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región . . . . .	12
4.	Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA–MET . . . . .	16
5.	Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA . . . . .	16

# 1. Análisis Meteorológico

## 1.1. Proyección de ENOS

Las anomalías en la TSM<sup>2</sup>, en la zona NIÑO3.4<sup>3</sup> (figura 2), en abril, se mantienen en valores positivos, llegando a 2°C de anomalía —en el sector oriental de dicha zona—. La zona del NIÑO1+2, sigue su alza en anomalía positiva, coherentemente con el resto de las zonas de El Niño.

Así, finalizado marzo, persisten las anomalías por sobre +0,5°C, lo que se asocia al desarrollo de un evento de El Niño de señal todavía débil (para denominar evento de El Niño o La Niña deben haber al menos tres meses consecutivos con valores bajo o sobre ±0,5°C). A partir del último trimestre móvil, se aprecia una fuerte coherencia con el resto de parámetros atmosféricos y oceánicos.

Consistentemente con lo anterior, estas condiciones de El Niño, se han traducido en un relativo aumento en las temperaturas en gran parte de la Región de Coquimbo.

Las tendencias en conjunto de modelos dinámicos y estadísticos (figura 3a), continúan indicando que durante el presente trimestre marzo–abril–mayo seguirá el desarrollo de este Niño–débil. El consenso actual por parte de los modelos incluidos en el análisis de IRI/CPC, proyectan que el desarrollo de El Niño prevalecerá al menos durante gran parte del año 2015 (sobre 60 % de probabilidad, figura 3b, al menos hasta octubre del presente año). De mantenerse y acentuarse esta proyección de EL Niño y su acoplamiento con el componente atmosférico, podría darse un invierno 2015 más lluvioso de lo normal en la región.

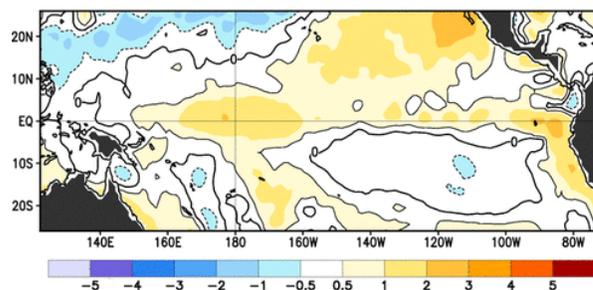
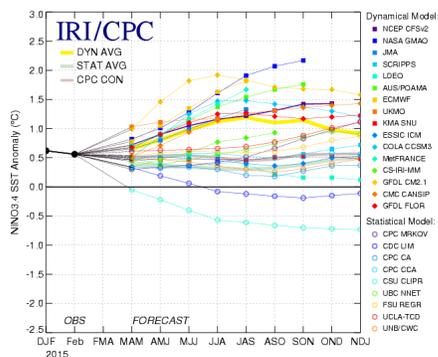
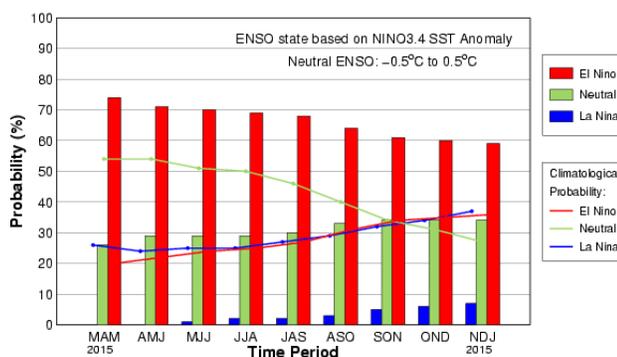


FIGURA 2. Anomalías promedio TSM durante la primera semana de abril 2015. Las anomalías son calculadas respecto periodo base 1981–2010 de promedios semanales de TSM (Fuente: CPC – <http://cpc.ncep.noaa.gov/>).



(a) Pluma: Predicción Modelos



(b) Consenso: CPC/IRI ENOS

FIGURA 3. (a) Pronóstico ENOS de modelos dinámicos y estadísticos elaborado en marzo de 2015. A la derecha (b), probabilidades trimestrales ENOS, consenso sobre escenario estadístico más probable en relación a análisis institucional y datos históricos (Fuente: IRI/CPC – <http://iri.columbia.edu/>).

<sup>2</sup>TSM = Temperatura Superficial del Mar

<sup>3</sup>Para mayor información sobre las zonas de El Niño, ver en **Glosario** el punto «El Niño zonas»

## 1.2. Análisis Temperatura Superficial del Mar (TSM)

La TSM promedio de marzo frente a las costas de la región (figura 4a), observó valores entre 18 y 19°C aproximadamente, lo que indica temperaturas ligeramente más cálidas que el mes anterior. La anomalía de temperatura en las costas regionales (figura 4b) se encontró bordeando 0°C, con clara tendencia al aumento en sus valores.

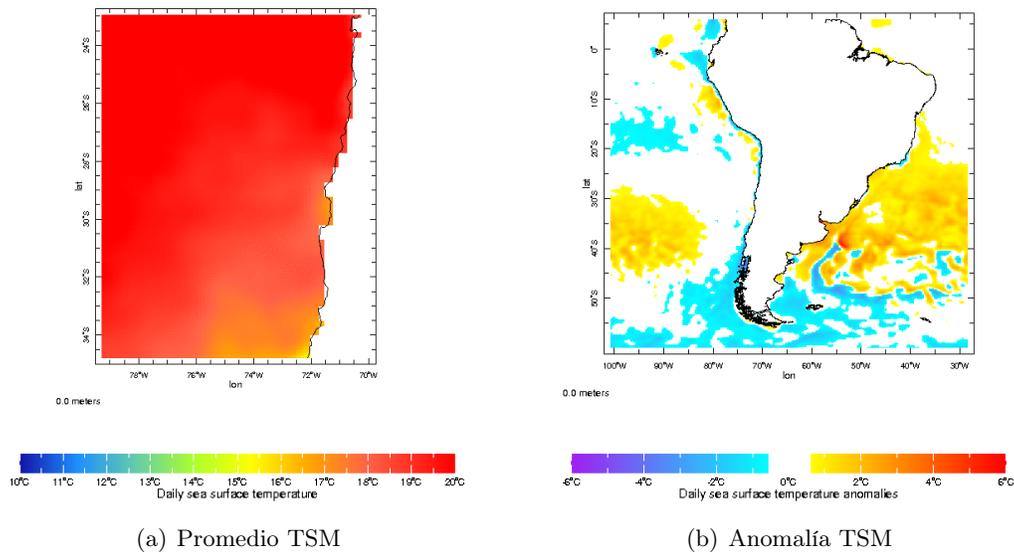


FIGURA 4. (a) Promedios mensuales de TSM en febrero. (b) Promedios mensuales de anomalías de TSM. (Fuente: NOAA – <http://www.noaa.gov/>; proceso y mapas: CEAZAMET).

De acuerdo a los pronósticos generados por la agencia europea de pronósticos (*European Centre for Medium-Range Weather Forecast*, ECMWF), se proyecta que para el trimestre abril–mayo–junio la TSM en las costas de la Región de Coquimbo presente anomalías cercanas a los 0°C —con tendencia al alza—, es decir que sus valores estarán cercanos al promedio climatológico (figura 5), lo que además implicaría que las actividades acuícolas no se verán afectadas por eventos especiales asociados a valores anómalos de esta variable.

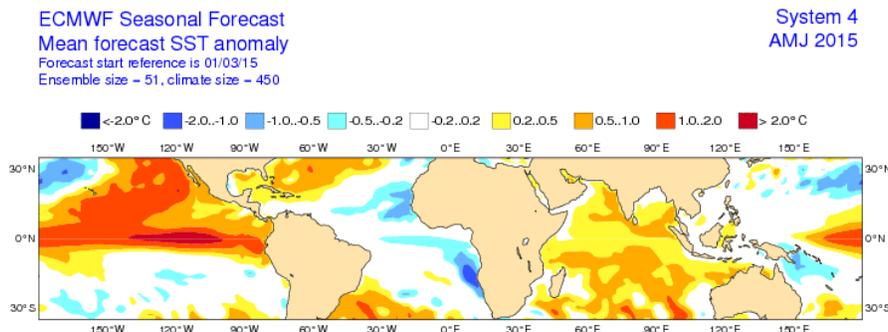


FIGURA 5. Anomalía de TSM pronosticada para el trimestre abril–mayo–junio de 2015. Colores rojizos indican anomalías positivas, colores azulados indican anomalías negativas (Fuente: ECMWF – [www.ecmwf.int/](http://www.ecmwf.int/)).

### 1.3. Diagnóstico de Variabilidad Climática

La condición sinóptica de los flujos<sup>4</sup> predominantes (figura 6), muestra un debilitamiento de éstos, de un mes a otro. Esto sugiere un leve reforzamiento del *Anticiclón Subtropical del Pacífico Sur-oriental* (ASPS) condición normal durante las estaciones de transición.

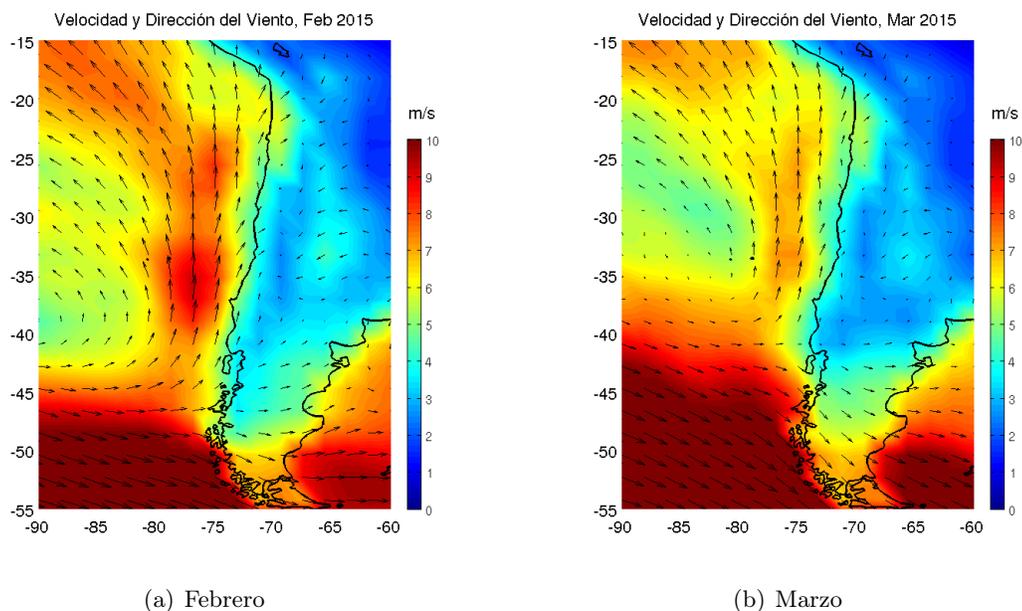


FIGURA 6. Velocidad y dirección de los flujos de viento m/s promedio predominantes en febrero (a) y marzo (b) de 2015. Datos de re-análisis NCEP/FNL (<http://rda.ucar.edu/>).

<sup>4</sup>Flujos predominantes se refiere a los «vientos» que típicamente soplan en la zona en cuestión.

### 1.4. Variabilidad Térmica

Durante el mes de marzo, en general se aprecian temperaturas promedio altas para la época —similares al mes anterior— promediando 19-20°C, aproximadamente, en las tres provincias (figura 7). Esta condición en las temperaturas promedio se asocia en parte a la influencia de El Niño, que está en pleno desarrollo. La irregularidad en la tendencia de las temperaturas —lo que es normal— se debe principalmente al inicio de otoño, estación caracterizada por su alta variabilidad atmosférica.

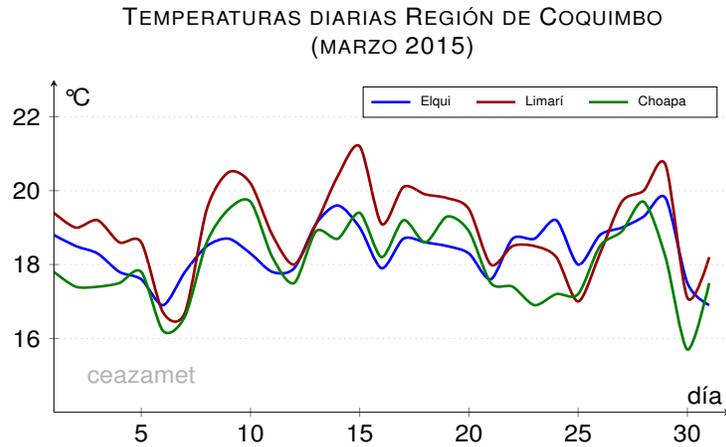


FIGURA 7. Promedios de temperatura a 2m diaria en marzo de 2015, obtenidos a partir de estaciones de monitoreo CEAZAMET.

### 1.5. Precipitaciones

Durante el mes de marzo se presentó un «núcleo frío en altura», de características únicas e inusual para la región, lo que trajo consigo un evento importante de precipitaciones, concentradas principalmente en los días 23 y 24 de marzo (ver figura 8). El comportamiento atípico de este evento deja a la región con superávit de precipitaciones. Sin embargo, el déficit hídrico de la región se mantiene. Como muestra la figura 9, el evento afectó con particular énfasis en la cordillera de la Provincia de Limarí.

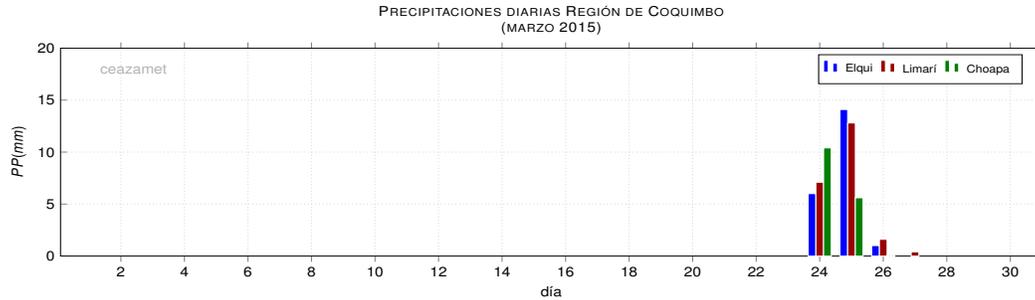
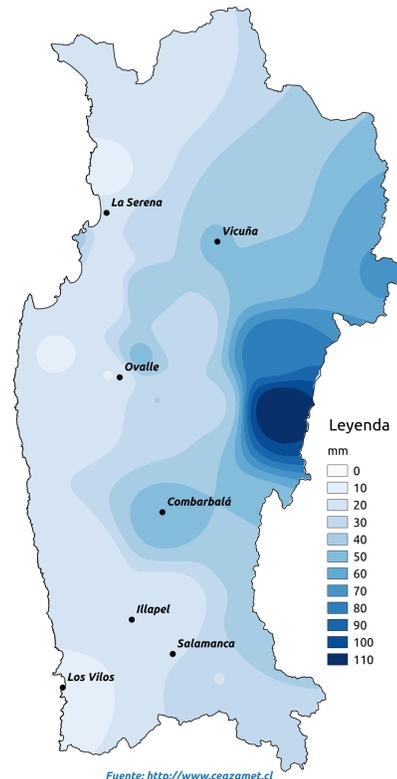


FIGURA 8. Precipitación promedio diaria durante el mes de marzo de 2015.

Estación	Dec '14	Jan '15	Feb '15	Mar '15	Total [mm]
Punta Colorada	0.3	0	0	15.5	15.8
La Serena [El Romeral]	0.7	0	0	7.5	8.2
La Serena - CEAZA	0.3	0.2	0.8	12.9	14.2
Rivadavia	0	0	0	34.5	34.5
Gabriela Mistral	0.2	0	0	26.1	26.3
Coquimbo [El Panul]	0.3	0.7	0	29.3	30.3
Vicuña [INIA]	0	(1)0	0	40	40
Pan de Azúcar [INIA]	0.4	0	0	10.6	11
Pisco Elqui	0	0	0.4	44	44.4
Andacollo	0	0	0	39	39
Las Cardas	0.3	0	0.1	11.7	12.1
Hurtado [Lavaderos]	0	0	0	37.6	37.6
Pichasca	0	0	0	20.3	20.3
Quebrada Seca	0	0	0	14.5	14.5
Laguna Hurtado	(1)0	(1)0	(1)0	(1)76.5	76.5
Ovalle [Talhuén]	0	0	0	9.7	9.7
Camarico [INIA]	0	0	0	13.4	13.4
Rapel	0	0	1.3	27.4	28.7
Los Molles [Bocatoma]	0	0	(1)1.4	104	105.4
El Palqui [INIA]	0	0	0	27.1	27.1
Peñablanca	0	0.1	0.3	(1)9.3	9.7
Combarbalá	0	0	0	42.5	42.5
Canela	0.1	0.1	0	12.4	12.6
Huintil (2)	0.2	0	0	15.1	15.3
Mincha Sur	0	0	0	11	11
Illapel [INIA]	0	0	0	13.4	13.4
Salamanca [Chillepin]	0	0	0	19.9	19.9
Promedio Red (mm)	0.1	0	0.2	26.9	

(1) hasta un 10% menos de datos (2) hasta un 50% menos de datos (-) menos de un 50% de datos

(a) Tabla temporal



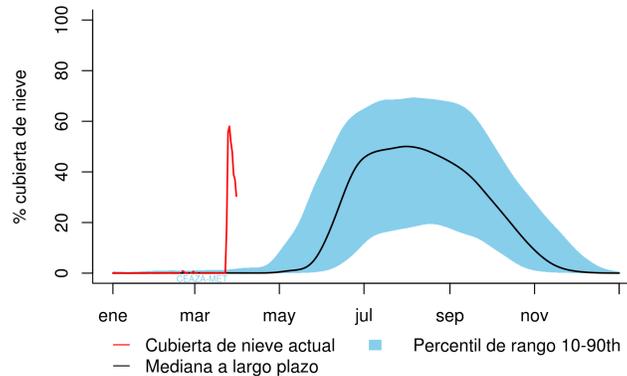
(b) Distribución espacial

FIGURA 9. (a) Precipitaciones mensuales y acumuladas durante los últimos cuatro meses. (b) Distribución espacial de las precipitaciones en la región durante el pasado mes. (Fuente y proceso: CEAZAmet)

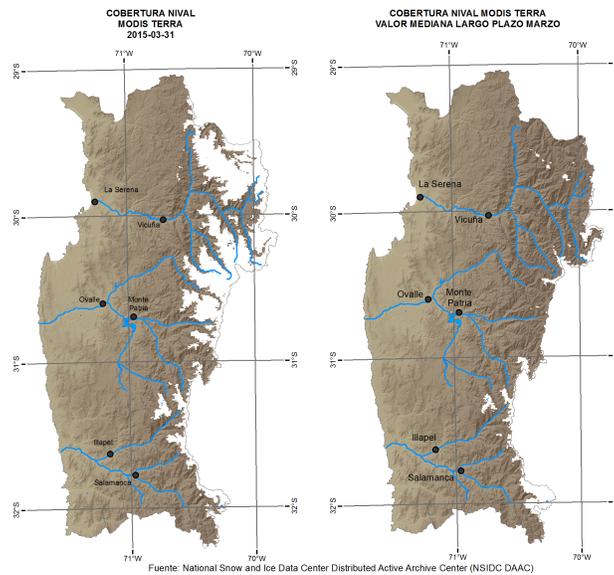
### 1.6. Cobertura Nival

El mes de marzo de 2015 se presenta el siguiente resumen estadístico en relación a la cobertura nival:

Las tres provincias de Elqui, Limarí y Choapa terminan el respectivo mes con superávit (figura 10a) en los valores de cobertura nival. Las precipitaciones descritas previamente, dejan a su paso nieve en la alta cordillera, concentrada principalmente en las cuencas de Elqui y Limarí, lo cual es captado por el satélite y que puede ser visto en la figura 10b, a la izquierda.



(a)



(b)

FIGURA 10. (a) Cobertura de nieve promedio en la Región de Coquimbo (área >2500 msnm) en el año —rojo— y el promedio climatológico —negro— y el rango típico de variación —celeste—; (b) A la izquierda la situación actual y a la derecha el promedio mensual de cobertura de nieve en mapa.

## 2. Análisis Hidrológico

### 2.1. Estado de Caudales

Los resultados del análisis hidrológico de la temporada 2014–2015, indican que las tres cuencas tienen valores todavía muy bajos respecto del caudal medio histórico para este mes (tabla 1). Para las cuencas de Elqui y Limarí hubo un leve alza en los valores respecto del mes pasado, asociado principalmente al evento de precipitaciones que se registró en marzo. Choapa, cae nuevamente en sus valores. Combinados, los caudales de las tres cuencas registran entre un 19–26 % de los valores históricos para la presente temporada.

TABLA 1. Caudales año hidrológico 2014–2015 vs histórico. Fuente: DGA. Proceso: CEAZAMET.

Cuenca	Río	Atributo	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr/mar
Elqui	Elqui en	Caudales ( $m^3/s$ )	3.40	2.90	3.29	3.04	2.79	2.47	2.16	2.25	2.14	2.14	2.46	3.07	2.67
	Algarrobal	% del promedio histórico	39	36	43	38	34	29	21	15	10	13	20	32	24
Limarí	Grande en Las	Caudales ( $m^3/s$ )	0.96	0.89	1.04	0.99	0.95	0.95	0.91	0.72	0.59	0.54	0.51	0.62	0.8
	Ramadas	% del promedio histórico	49	44	45	33	28	20	11	7	8	13	19	30	19
Choapa	Choapa en	Caudales ( $m^3/s$ )	2.16	2.05	2.23	2.13	2.25	2.42	5.76	2.86	2.21	1.99	1.85	1.83	2.47
	Cuncumen	% del promedio histórico	50	49	50	46	38	32	39	12	10	16	28	39	26

En la Región de Coquimbo, la baja sostenida de caudales en relación a la media histórica (indicado en % de la mediana mensual de largo plazo) en la figura 11), se mantienen todas en niveles mínimos. En la estación «Elqui en Algarrobal» (figura 11a) se mantiene por 5,8 años aproximadamente; en la cuenca de Limarí el caudal de «Río Grande en las Ramadas» (figura 11b), mantiene este mismo comportamiento por 5,9 años; finalmente, en la cuenca de Choapa de la estación «Choapa en Cuncumen» (figura 14c) mantiene esta condición por 5 años, aproximadamente.

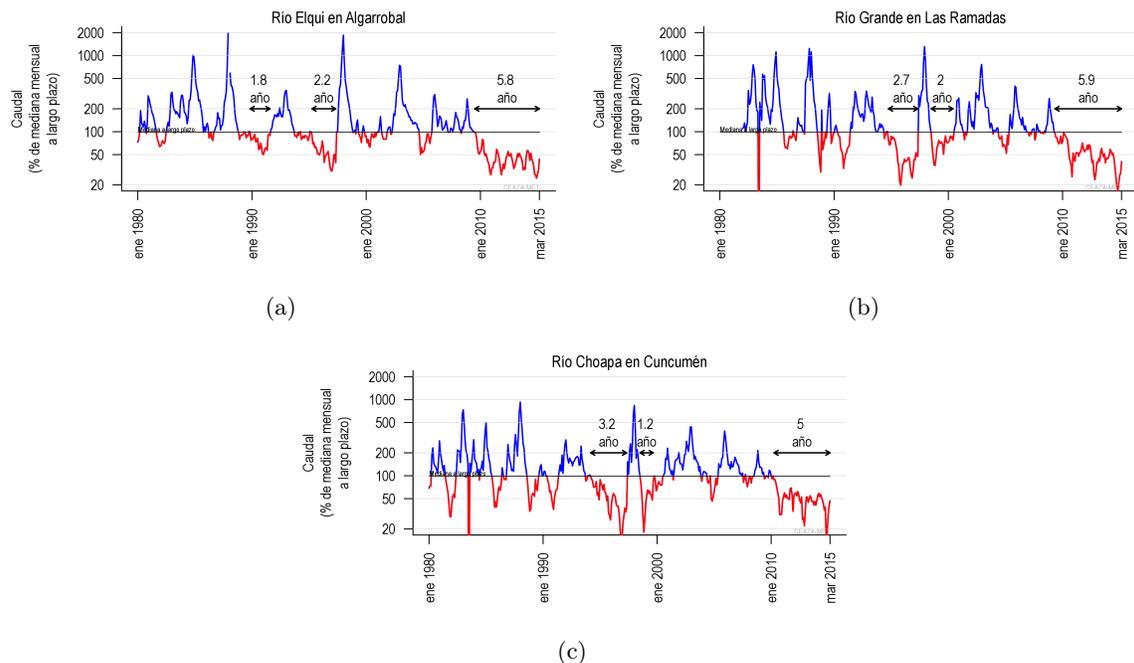


FIGURA 11. Caudales medidos en las provincias de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Fuente: DGA.

## 2.2. Pronóstico de Caudales

Se sabe que existe una relación entre la precipitación de montaña de invierno y los caudales de verano. Estas relaciones se han combinado para proporcionar un pronóstico de caudales para la presente temporada. Teniendo en cuenta los caudales actuales y la precipitación observada el pasado invierno, se infiere que existe probabilidad de 80 % (figura 12) que los caudales para el periodo estarán dentro los límites del pronóstico dado.

### *Elqui en Algarrobal:*

El Pronóstico de caudales promedio para abril–junio es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $2,8 \pm 0,6m^3/s$ .

### *Río Grande en Las Ramadas:*

El Pronóstico de caudales promedio para abril–junio es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $0,9 \pm 0,2m^3/s$ .

### *Choapa en Cuncumen:*

El Pronóstico de caudales promedio para abril–junio es de 80 % de probabilidad que estos sean entre  $1,7 \pm 0,5m^3/s$ .

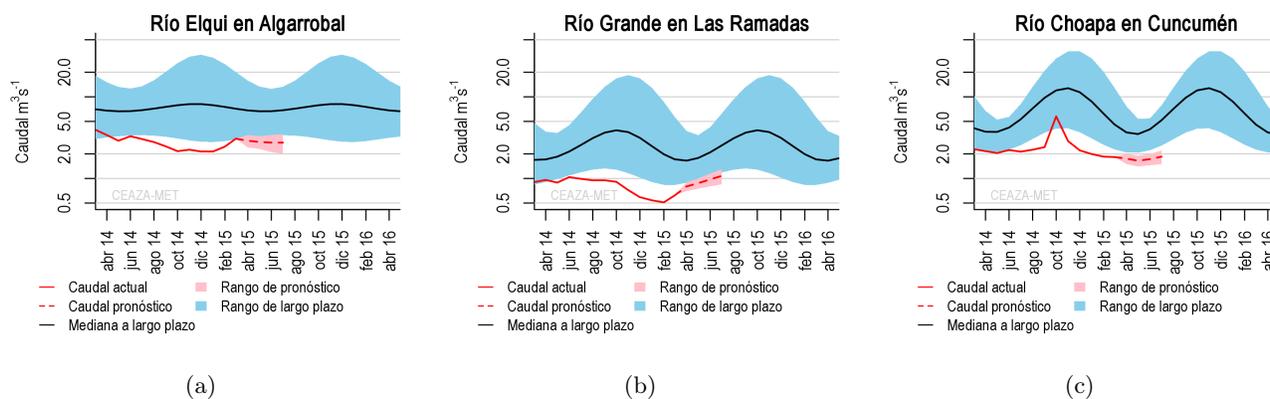


FIGURA 12. Pronóstico de caudales de Elqui (a), Limarí (b) y Choapa (c). Las líneas negras muestran la mediana de largo plazo; el sombreado azul representa la variación de 10–90 % en los caudales de largo plazo; la línea continua de color rojo representa los caudales observados; la línea rosa representa los límites del intervalo de confianza del 10 a 90 % del pronóstico para los próximos cuatro meses y la línea discontinua roja muestra la mitad del rango del pronóstico.

### 2.3. Estado de los Embalses

La cantidad de agua embalsada en la mayoría de los embalses disminuyó en marzo (tabla 2). Si se les compara a igual fecha del año pasado, todos los embalses —a excepción de Puclaro y cogotí— están por debajo de su nivel a igual fecha. Y todos muy por debajo de su nivel normal histórico.

Elqui tiene  $27,9MMm^3$  de agua en los embalses, lo que corresponde al 12 % de su capacidad máxima, con más agua embalsada en la parte alta —embalse La Laguna— que río abajo en Puclaro (figura 13a).

Limarí tiene  $15,9MMm^3$  de agua, lo que corresponde solo al 1.6 % de su capacidad máxima, con la mayor parte de este ( $14MMm^3$ ) en el embalse La Paloma (figura 13b).

Choapa tiene  $8MMm^3$ , 10.3% de su capacidad máxima, de los cuales el total ( $8MMm^3$ ) se encuentra en el embalse Corrales (figura 13c).

Provincia	Embalse	Capacidad $MMm^3$	Estado Actual $MMm^3$	Histórico mensual	Respecto al mes pasado (%)	Respecto al año pasado (%)	Figura
Elqui	La Laguna	40	17	24	-3	-7	13a
	Puclaro	200	11	127	+1	+3	
	Cogotí	140	1	70	+0.5	+0.5	
Limarí	Paloma	750	14	381	-0.2	-1.6	13b
	Recoleta	100	1.1	58	+0.8	-6.4	
	Corrales	50	8	37	-9.3	-10	
Choapa	El Bato	26	0	13	-0.2	-2.5	13c
	Culimo	10	0	2.4	0	-	

TABLA 2. Volumen embalsado en los principales embalses de la región y la diferencia al mes y año pasado (en porcentaje del total). Fuente: DGA.

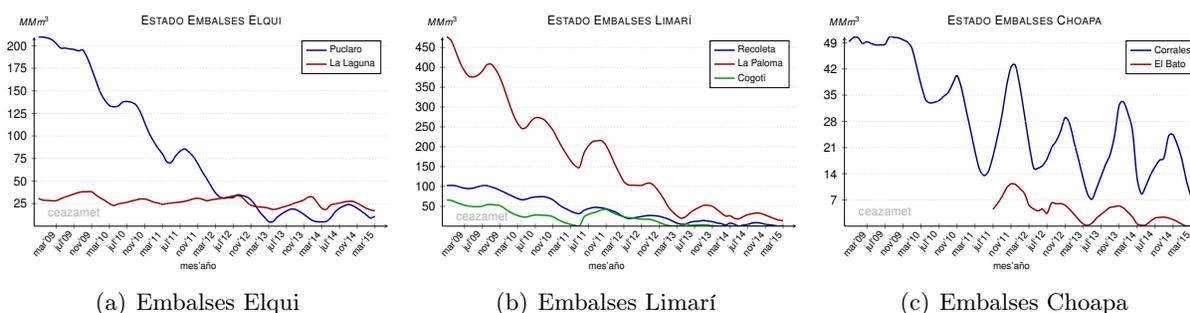


FIGURA 13. Evolución de los embalses en la Región de Coquimbo periodo 2009–2015. Fuente: DGA.

El volumen total embalsado en la región al 31 de marzo es de un 3,9 % de la capacidad (i.e.,  $51,6MMm^3$  de  $1315,5MMm^3$ ). Ver figura 14.

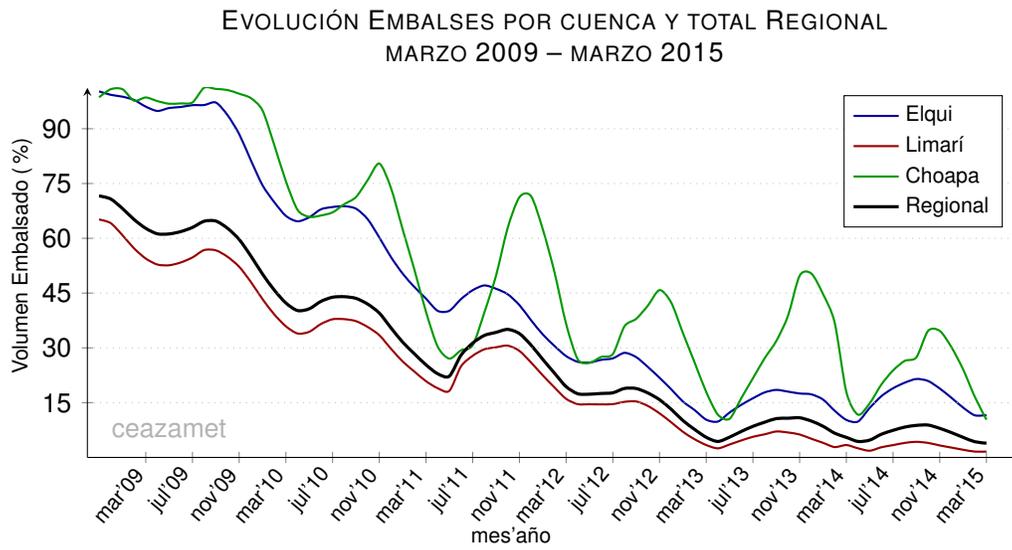


FIGURA 14. Evolución del volumen embalsado de cada cuenca y de la región total en porcentaje de la capacidad máxima.

### 3. Análisis Agronómico

#### 3.1. Evapotranspiración Potencial $ET_0$

La Evapotranspiración Potencial ( $ET_0$ , figura 15, izquierda) sigue su patrón anual típico manteniendo en marzo valores entre 110 y 140  $mm/mes$ , aproximadamente, para las tres provincias, sin una gran variabilidad interprovincial. En relación a igual mes del año pasado de  $ET_0$  (figura 8, derecha), los valores son ligeramente más bajos —a excepción de Elqui, que muestra mayor acumulación en relación a igual fecha del año anterior— a pesar de que las temperaturas, en promedio, estuvieron más altas.

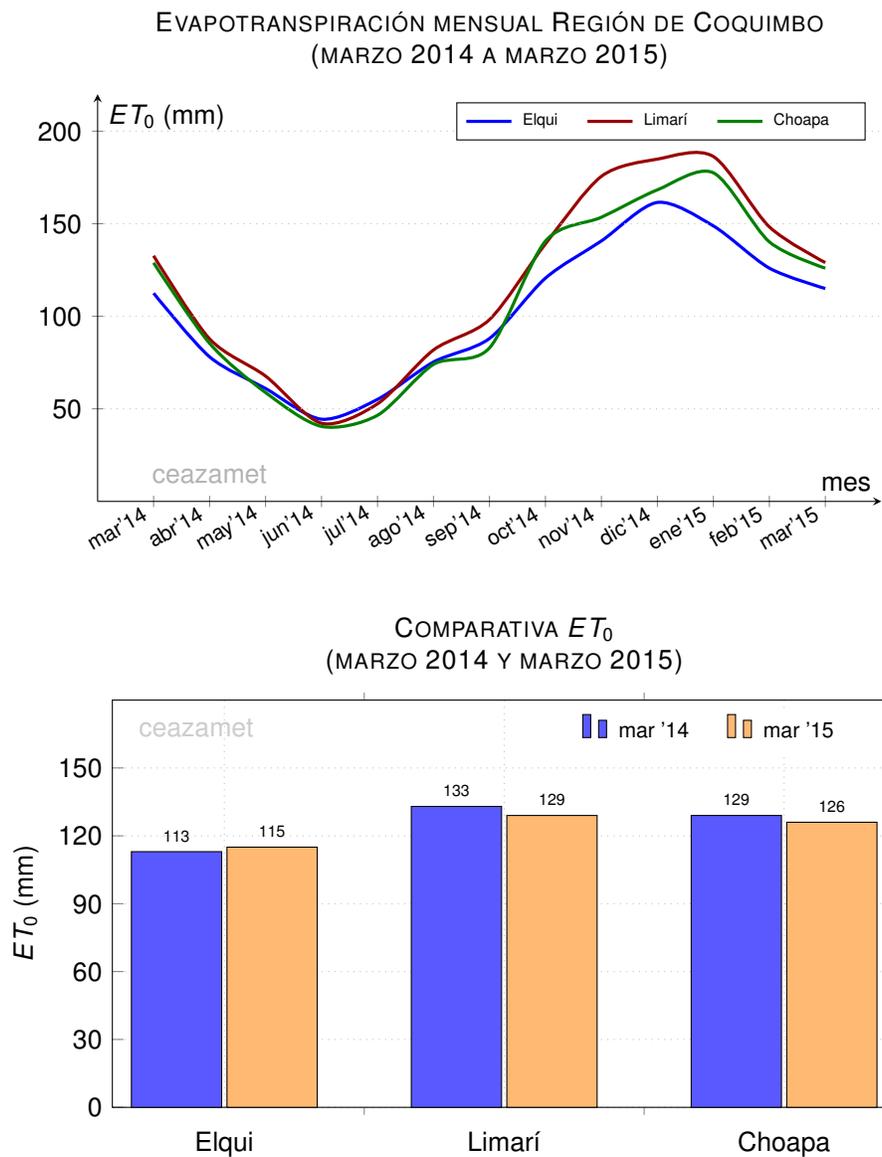


FIGURA 15. (Arriba) Evolución evapotranspiración para los últimos 12 meses, obtenida a partir de estaciones CEAZAMET. (Abajo) Comparativa con igual mes del año anterior.

### 3.2. Grados Día (base 10°C)

Los Grado Día acumulados, calculados a partir del 15 de agosto de 2014, muestran que a igual fecha del año pasado, ha habido —en general— una normal acumulación de calor. Los valores en color azul indican una acumulación *anormalmente* mayor que a igual fecha del año anterior. Mientras que los valores en color verde indican que la mayor acumulación está dentro de los parámetros normales; el color rojo indica que el calor acumulado el año anterior a igual fecha es mayor (i.e., déficit de calor). En la tabla no se presentan valores en rojo, lo que es indicativo que hay un leve alza generalizado de acumulación de GD.

Tabla 3. Grados Día acumulados en la red CEAZAMET en la región

Estacion	GD Acumulados 2015-03-31	GD Acumulados 2014-03-31
Cachiyuyo	2368(+1%)	2350
Punta de Choros	1141(+4%)	1097
Punta Colorada	1682(-)	-
La Serena [El Romeral]	1317(+3%)	1279
La Serena - CEAZA	1268(-)	-
Rivadavia	2138(+1%)	2114
UCN Guayacan	1310(+5%)	1250
Gabriela Mistral	1306(+8%)	1204
Coquimbo [El Panul]	1277(+2%)	1246
Vicuña [INIA]	1882(+5%)	1792
Pan de Azúcar [INIA]	1352(+4%)	1304
Pisco Elqui	2123(+5%)	2016
El Tapado	1(-)	-
Paso Aguas Negras	0(-)	-
La Laguna [Elqui]	475(+22%)	390
Punta Lengua de Vaca	1093(-)	-
Andacollo	1812(-)	-
Las Cardas	1624(+5%)	1549
Tongoy Balsa CMET	1305(-)	-
Hurtado [Lavaderos]	2179(+5%)	2084
Pichasca	1892(+3%)	1831
Quebrada Seca	1682(+4%)	1616
Laguna Hurtado	939(+12%)	836
Ovalle [Talhuén]	1552(+7%)	1457
Algarrobo Bajo [INIA]	1797(+8%)	1661
Camarico [INIA]	1685(+6%)	1587
Rapel	1825(+6%)	1725
Los Molles [Bocatoma]	780(+18%)	663
El Palqui [INIA]	2102(+2%)	2054
Combarbalá	2203(-)	-
Tascadero	70(-)	-
Canela	1409(+10%)	1285
Huintil	1223(+10%)	1109
Mincha Sur	1292(+17%)	1105
Illapel [INIA]	1579(+8%)	1466
Huaitatas	22(-)	-
Salamanca [Chillepin]	1781(+6%)	1677

### 3.3. Índice EVI

El Índice de Vegetación (EVI<sup>5</sup>) para el mes de marzo sigue mostrando anomalías negativas en las partes bajas de la región. Sin embargo, en los sectores cordilleranos, se aprecian anomalías positivas debido a que los valles cordilleranos se encuentran en periodo de máxima actividad fotosintética (veranadas), los cuales superan a la zona agrícola bajo riego (ver figura 16). Como se aprecia en la figura 17, tanto en seco como sector agrícola las anomalías tienden a cero.

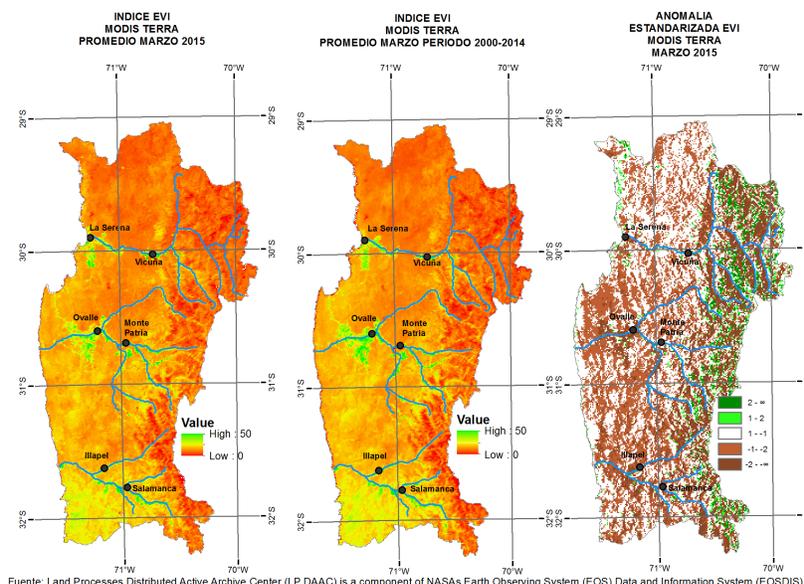


FIGURA 16. Índice de Vegetación Mejorado (EVI, por sus siglas en inglés). A la izquierda el promedio del mes actual; al centro el promedio histórico del mes actual y a la derecha la anomalía estandarizada. (Fuente: MODIS – <http://reverb.echo.nasa.gov>).

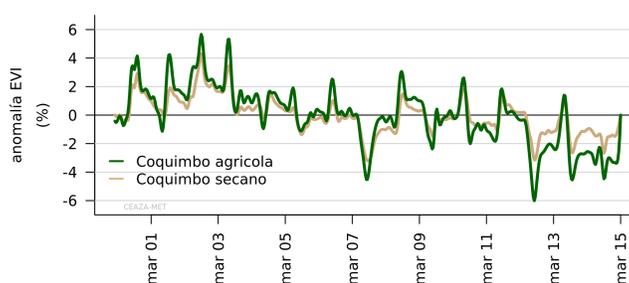


FIGURA 17. Serie de tiempo de la anomalía EVI para las zonas agrícola y seco de la Región de Coquimbo. La figura muestra con claridad la tendencia al descenso de la cobertura vegetal.

<sup>5</sup>Desde agosto de 2014, se incorpora el EVI (*Enhanced Vegetation Index*, Índice de Vegetación Mejorado), el cual se encuentra presente en el mismo set de datos de los productos MODIS MOD13A3. La razón de esta incorporación responde a que existen problemas de sobrestimación de los valores NDVI para zonas áridas y semiáridas o con baja densidad de vegetación, lo que lleva a una distorsión del fenómeno. En cambio, el EVI pertenece a la nueva generación, donde se han perfeccionado estos problemas minimizando por una parte el efecto del brillo del suelo, responsable de la saturación y por otro, de corregir la perturbación de la atmósfera por los aerosoles. Para más información ver Huete et al., 2002; Ramon Solano, Kamel Didan & Huete, 2010.

### 3.4. Efecto de la lluvia y otras variables atmosféricas sobre la Agricultura

Las precipitaciones caídas en la región a finales del mes de marzo, así como el aumento de la humedad relativa y las altas temperaturas posteriores a las lluvias, han provocado condiciones favorables para la aparición de *botrytis* (*Botrytis cinerea*) especialmente en variedades tardías de uva de mesa, así como uva pisquera y vinífera que aún no han sido cosechadas. Esto motivó que la mayoría de los productores comenzara un plan de aplicaciones preventivas y/o curativas contra *botrytis*.

En el caso de almendros y nogales, las lluvias provocaron la paralización de las cosechas y un aumento en la humedad de pepas y mariposas, respectivamente. Esta situación traerá consigo que buena parte de esta fruta deba ir a secado forzado en secadores industriales, para poder ser luego procesada. Aquella fruta que pudo ser cosechada con anterioridad, actualmente se encuentra en canchas de secado. Sin embargo, las constantes nieblas matinales registradas en las últimas semanas hacen prever que el proceso de secado será más lento que en temporadas anteriores. Las altas humedades registradas en principio no afectarían la calidad de la almendra y nuez, pero si retrasarán la operatividad de todo el proceso de cosecha, ya que uno de los aspectos fundamentales que corresponde al *despelonado*, se verá retrasado por las condiciones antes expuestas.

#### *Vid de mesa*

Esta especie en las partes altas y medias de los valles se encuentra en fase de postcosecha, a la espera de iniciar el proceso de poda. En las zonas bajas de los valles la uva de mesa se encuentra finalizando la cosecha para las variedades tardías como *Crimson Seedless* y *Red Globe*. Existe una merma importante en cuanto a número de cajas producidas comparadas a una temporada normal; se piensa que la reducción oscilará entre un 50 a 60%. También se han detectado problemas importantes de color y calibre, todo asociado a la escasez hídrica a la que han sido sometidos los cultivos. Además, se debe agregar que la última lluvia registrada en la región ha incidido negativamente en la condición de la fruta, lo que acrecienta aún más las mermas en los rendimientos antes descritos.

#### *Vid Pisquera*

La vendimia ha tenido un comienzo lento debido a que no se han alcanzado los niveles mínimos de grado alcohólico (grado patrón) requeridos, que actualmente fluctúa entre 11-12.

Además, cabe consignar que sobre el 85% de la fruta aún no ha sido cosechada, ya que corresponde a variedades tardías como *Pedro Jiménez* y *Moscatel de Alejandría*, cuyo proceso de maduración es más lento. En estas variedades existen importantes reducciones en los rendimientos, producto de un menor número y peso de bayas y de racimos ocasionado por el déficit hídrico al cual han sido sometidos. Se estima que la disminución de la producción bordearía el 30% en comparación con un año normal.

Se espera que la vendimia se vea acelerada durante esta semana y parte de la próxima (13-19 de abril), razón por la cual aquellos productores con variedades muy tardías o con altos niveles de carga, donde la fruta aun no alcanza los niveles de azúcares necesarios para su cosecha (grado patrón), se les recomienda hacer una segunda aplicación preventiva contra *Botrytis*, si es que su periodo de cosecha se va extender más allá de tres semanas.

### *Vid Vinífera*

Las variedades *Pinot Noir*, *Chardonnay* y *Sauvignon blanc* se encuentran ya todas cosechadas. Sin embargo, se pudo apreciar muy poca fruta en general, alto grado alcohólico y baja acidez lo cual traerá consigo complicaciones a nivel enológico, especialmente en lo que dice relación con el equilibrio de los vinos.

Actualmente se está iniciando en la zona la cosecha de *Cabernet Sauvignon*, *Merlot*, *Cabernet Franco*. Sin embargo, el fuerte de los vinos tintos en la zona que corresponde a las cepas *Syrah* y *Carménère*, tienen fechas estimadas de cosecha para finales de abril a primera semana de mayo. En ambos casos se aprecian racimos bastante deshidratados, como efecto de lo espaciado en los turnos de riego a los cuales han sido sometidos estos cultivos. En general, se esperan reducciones en los rendimientos cercanos al 50 %.

### *Almendros*

Actualmente cerca del 90 % de los huertos ha finalizado el proceso de cosecha. La variedad *Non Pareil*, que es la más importante, se encuentra totalmente cosechada, restando la cosecha de las variedades *Fritz* y *Carmel* que corresponden a polinizantes tardíos.

Luego de la cosecha los huertos se presentan con escaso follaje, situación que ha imposibilitado en muchos casos la realización de los programas de fertilización de postcosecha que habitualmente se ejecutaban.

En general, el tamaño de las almendras esta temporada ha aumentado en comparación con temporadas anteriores; sin embargo, este mayor tamaño no ha ido de la mano con el peso de las mismas (pepa), debido a la falta de riego de los huertos. Cabe recordar que el calibre de las almendras y por ende las distintas clasificaciones (calidades), están dadas por el peso de la pepa. El menor peso se explica por una menor síntesis de aceites en el fruto, derivado del estrés hídrico al cual han sido sometidos los huertos. Situación similar ocurre en el caso de los nogales.

### *Nogales*

En este momento la variedad *Serr* se encuentra totalmente cosechada, secada y entregada a las distintas plantas de proceso. Por su parte la variedad *Chandler* se encuentra en torno al 30-40 % de su fruta cosechada. Se estima que este proceso debería finalizar aproximadamente en 10 días más.

En general, los nogales cultivados en esta zona, manifiestan altos niveles de daño a nivel foliar (hojas quemadas y defoliación), producto de la utilización para riego de aguas con altos niveles de conductividad eléctrica (aguas de pozo). Esta situación se hizo mayormente visible durante el mes de marzo, donde se pudo apreciar con claridad el daño provocado por el uso de este tipo de aguas. Sin embargo, este daño a nivel foliar no repercutió de manera negativa sobre la calidad de la nuez.

Finalmente cabe señalar, que tanto para nogales como para almendros se estiman mermas en la producción de entre un 20 a 40 % comparados con un año normal.

## 4. Datos adicionales

A continuación se presentan datos de Radiación Solar<sup>6</sup> en  $W/m^2$ , promedios mensuales:

TABLA 4. Radiación Solar últimos siete meses registrados en CEAZA-MET

Fecha	P.Colorada	La Serena	Vicuña	Andacollo	Ovalle	Combarbalá	Illapel	Mincha Sur	Aguas negras
May-14	168	142	159			164	141	139	
Jun-14	141	106	134			135	107	104	
Jul-14	152	125	147	143		137	112	104	
Ago-14	200	167	200	206	187	194	160	150	
Sep-14	240	191	233	243	214	223	188	185	
Oct-14	295	246	299	322	276	312	282	263	
Nov-14	340	280	344	361	330	350	327	311	
Dic-14	362	302	377	399	352	393	346	307	415
Ene-15	334	240	355	386	326	379	338	290	382
Feb-15	313	247	314	340	298	333	293	267	342
Mar-15	252	215	253	278	240	272	241	226	289

A continuación se muestra el pronóstico de mareas para las próximas semanas. Los valores de este pronóstico están dados por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). Los valores están presentados por día y hora de la *Pleamar* (P) y *Bajamar* (B) en metros.

TABLA 5. Pronóstico de Mareas. Fuente: SHOA

Fecha	Hora Altura	Hora Altura	Hora Altura	Hora Altura
2015-04-06	05:56 0.45B	12:12 1.42P	18:30 0.45B	
2015-04-07	00:26 1.25P	06:24 0.48B	12:45 1.41P	19:10 0.48B
2015-04-08	01:01 1.18P	06:54 0.52B	13:22 1.39P	19:54 0.51B
2015-04-09	01:41 1.11P	07:29 0.57B	14:05 1.36P	20:47 0.55B
2015-04-10	02:31 1.04P	08:12 0.62B	14:56 1.32P	21:52 0.59B
2015-04-11	03:37 0.98P	09:12 0.67B	16:00 1.29P	23:09 0.59B
2015-04-12	05:02 0.97P	10:34 0.70B	17:14 1.28P	
2015-04-13	00:24 0.56B	06:29 1.02P	12:03 0.68B	18:29 1.31P
2015-04-14	01:24 0.49B	07:32 1.11P	13:18 0.61B	19:33 1.37P
2015-04-15	02:13 0.42B	08:21 1.22P	14:18 0.52B	20:27 1.43P
2015-04-16	02:56 0.35B	09:05 1.34P	15:11 0.42B	21:17 1.47P
2015-04-17	03:36 0.29B	09:48 1.46P	16:01 0.34B	22:04 1.49P
2015-04-18	04:16 0.25B	10:32 1.55P	16:50 0.28B	22:51 1.47P
2015-04-19	04:57 0.25B	11:16 1.61P	17:40 0.27B	23:37 1.42P
2015-04-20	05:38 0.28B	12:01 1.63P	18:31 0.28B	
2015-04-21	00:25 1.34P	06:21 0.34B	12:48 1.61P	19:24 0.33B
2015-04-22	01:15 1.24P	07:06 0.42B	13:36 1.55P	20:19 0.40B
2015-04-23	02:09 1.15P	07:54 0.52B	14:27 1.46P	21:18 0.47B
2015-04-24	03:10 1.08P	08:49 0.61B	15:24 1.37P	22:23 0.53B
2015-04-25	04:23 1.03P	09:54 0.69B	16:29 1.30P	23:34 0.57B
2015-04-26	05:45 1.03P	11:11 0.74B	17:41 1.25P	
2015-04-27	00:41 0.57B	06:59 1.08P	12:33 0.74B	18:49 1.24P
2015-04-28	01:34 0.55B	07:52 1.15P	13:40 0.70B	19:47 1.24P
2015-04-29	02:16 0.53B	08:34 1.22P	14:33 0.65B	20:34 1.26P
2015-04-30	02:51 0.51B	09:09 1.30P	15:15 0.59B	21:15 1.27P
2015-05-01	03:23 0.49B	09:41 1.37P	15:53 0.54B	21:52 1.28P
2015-05-02	03:53 0.47B	10:12 1.43P	16:29 0.50B	22:26 1.28P
2015-05-03	04:22 0.46B	10:43 1.47P	17:04 0.46B	22:59 1.26P
2015-05-04	04:51 0.46B	11:14 1.50P	17:40 0.44B	23:32 1.24P
2015-05-05	05:21 0.47B	11:47 1.52P	18:19 0.43B	
2015-05-06	00:08 1.20P	05:53 0.50B	12:23 1.52P	19:00 0.44B
2015-05-07	00:47 1.15P	06:28 0.53B	13:02 1.50P	19:46 0.46B

<sup>6</sup>Esta información corresponde a los datos generados por el proyecto «Plataforma de Prospección Solar Región de Coquimbo: Fase I, FIC-R-2013»

## 5. Conclusiones

- Persiste el desarrollo de un evento débil de El Niño. La mayoría de los parámetros indican un fortalecimiento de éste durante el próximo invierno 2015, lo que se traduciría en un invierno normal o ligeramente por sobre de lo normal respecto de las precipitaciones.
- En marzo se produce el primer evento importante de precipitaciones. La cobertura nival y valores de precipitación acumulada, por lo tanto, manifiestan un superávit. Sin embargo, no es suficiente para bajar consistentemente el déficit de caudales y embalses
- La anomalía de la TSM en las costas del centro-norte de Chile comienzan a evidenciar anomalías positivas, alineándose de esta forma con ENOS.
- Los caudales en marzo siguen en niveles bajos respecto de los promedios históricos, promediando un 77% de déficit.
- El agua embalsada en la Región de Coquimbo se encuentra en torno al 3,9% de su capacidad máxima, levemente menor que el mes anterior (4,3%).
- Al finalizar marzo, el estado actual de hiper-aridez se mantiene, a pesar del inusual evento de precipitaciones que se presentó.
- Se sugiere preparación para el próximo invierno. El evento inusual de precipitaciones que se presentó este mes, el que además ha generado estragos en gran parte del norte de Chile, podría repetirse, ya que las condiciones oceánico-atmosféricas observadas y analizadas así lo indican.

## 6. Glosario

**Anomalía:** valores de una variable que en promedio oscilan fuera del promedio histórico o su climatología.

**Anticiclón:** región o zona amplia de altas presiones, lo que se asocia a buen tiempo ya que no permite el desarrollo de perturbaciones climáticas.

**Climatología:** valores de variables atmosféricas observadas en un rango de tiempo extenso —en general, sobre 30 años— que permite describir climáticamente una zona o región determinada.

**Clima de estepa con nubosidad abundante:** ocupa las planicies litorales y su influencia se hace sentir hacia el interior, donde penetra hasta los 40Km por los valles y quebradas. Se caracteriza por presentar niveles elevados de humedad y nubosidad, producto de la cercanía al mar. Las temperaturas son moderadas y no presentan grandes contrastes térmicos diarios.

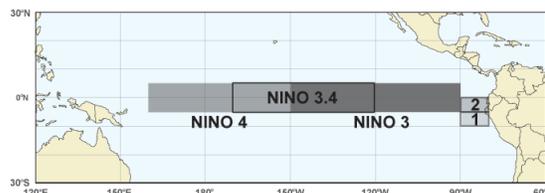
**Clima de estepa templado–marginal:** se caracteriza por la presencia de una atmósfera más bien seca y con poca nubosidad. En comparación con la costa, la temperatura y la oscilación térmica son mayores, con ciclos diurnos más marcados. Esta zona climática se presenta por sobre los 800msnm; su influencia se hace sentir hasta las primeras altitudes de alta montaña (3000msnm, aproximadamente).

**Clima de estepa fría de montaña:** predomina sobre los 3000msnm. Sus principales características están dadas por fuertes vientos, elevada radiación solar y un aumento en las precipitaciones invernales, particularmente en forma sólida o nieve.

**El Niño:** cuando se está en fase cálida de ENOS, durante la cual generalmente se produce un incremento de las precipitaciones invernales.

**El Niño zonas:** corresponde a la división de las regiones de «El Niño» para un mejor entendimiento (ver figura). Estas son: *Región El Niño 3 y 4* ubicados en el lado occidental del Océano Pacífico, en la línea ecuatorial; *Región El Niño 3.4* que es una subregión del área que cubren El Niño 3 y 4; y la *Región 1+2* que incluye las costas de Perú y Ecuador,

los que indican patrones de variabilidad de la Costa del Pacífico de América del Sur.



**ENOS:** El Niño–Oscilación del Sur.

**Humedad Relativa:** es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que tiene una masa de aire y la cantidad máxima que podría contener.

**La Niña:** fase fría de ENOS la que en general produce supresión o disminución en las precipitaciones.

**Oscilación Térmica:** es la diferencia entre la temperatura más alta y la más baja registrada en un lugar o zona determinada, durante un determinado periodo de tiempo.

**Periodos de Neutralidad:** periodo durante el cual no se observan anomalías significativas en la región principal de ENOS (i.e., El Niño 3.4).

**Régimen Pluviométrico o Pluvial:** comportamiento de las precipitaciones interanual o a lo largo de un año determinado.

**Sequía:** persistencia en la acumulación por debajo de los valores históricos de las precipitaciones en una zona o región determinada. Cuando la situación se prolonga por varios años se le denomina sequía.

**Vaguada Costera:** prolongación de una baja presión a nivel de superficie atrapada al sector costero. En el caso de la Región de Coquimbo, la vaguada costera es la prolongación de la baja que comienza en las costas peruanas hasta los 30° de latitud sur, aproximadamente. Su presencia está regulada por la influencia del anticiclón del pacífico y es la responsable de la típica nubosidad costera persistente entre la región de Arica y Parinacota y la región de Valparaíso, aproximadamente.

## 7. Créditos

El presente boletín ha sido posible gracias al apoyo, colaboración y financiamiento del *Gobierno Regional de la Región de Coquimbo*.



Se agradece a las siguientes instituciones ya que son las principales fuentes de datos e información que son utilizadas en el presente boletín.



Este boletín es confeccionado mensualmente por el equipo de trabajo de CEAZAMET, el cual está conformado por:



**Cristóbal N. Juliá** (análisis climático, edición)  
**Cristian Orrego Nelson** (análisis de datos, edición)  
**David López** (teledetección)  
**Eric Sproles** (hidrología)  
**Pilar Molina** (transferencia)  
**Pablo Salinas** (modelos globales y WRF)

Colabora con este boletín el Laboratorio de Prospección, Monitoreo y Modelamiento de Recursos Agrícolas y Ambientales (PROMMRA), dependiente del Departamento de Agronomía de la Universidad de La Serena:



Pablo Álvarez Latorre  
 Héctor Reyes Serrano  
 Mauricio Cortés Urtubia  
 Carlos Anes Arriagada  
 José Luis Ortiz Allende  
 Erick Millón Henríquez

Próxima actualización: *mayo*, 2015

Contacto:  [ceazamet@ceaza.cl](mailto:ceazamet@ceaza.cl)

 [@CEAZAmet](https://twitter.com/CEAZAmet)