



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

**ENERO 2019**

**REGIÓN ATACAMA**

***Autores INIA:***

***Rubén Alfaro Pizarro, Ing. en Ejecución Agrícola, Intihuasi***

***Erica González Villalobos, Téc. Biblioteca, Intihuasi***

***Claudio Balbontín Nesvara, Ing. Agrónomo, Dr., Intihuasi***

***Vianka Rojas Hinojosa, Téc. Electrónico, Intihuasi***

***Francisco Tapia Contreras, Ing. Agrónomo, MSc., Intihuasi***

***Cristian González Palacio, Ing. Agrónomo, Intihuasi***

***Cornelio Contreras Seguel, Ing. Agrónomo, Intihuasi***

***Claudio Salas Figueroa, Ing. Agrónomo, Dr., Intihuasi***

***Leonardo Rojas Parra, Ing. Agrónomo, Intihuasi***

***Cristobal Campos, Ingeniero Civil Agrícola, Quilamapu***

***Marcel Fuentes Bustamante, Ingeniero Civil Agrícola MSc., Quilamapu***

***Rubén Ruiz, Ingeniero Civil Agrícola, Quilamapu***

***Coordinador INIA:***

***Claudio Pérez, Ingeniero Agrónomo, MSc, PhD, Kampenaike***

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

## Introducción

De acuerdo con ODEPA, la Región de Atacama abarca el 0,4% de la superficie nacional dedicada al sector silvoagropecuario (19.734,7 hectáreas), según el Censo Agropecuario y Forestal de 2007, correspondiendo sus usos principales a frutales, con 67,4% de dicho total; plantas forrajeras, con 11,5%, y hortalizas, con 8,4%. Las plantaciones de especies frutales más significativas son uva de mesa y olivo. En relación a la uva de mesa, esta se cultiva mayoritariamente en la zona alta de los valles, básicamente en las comunas de Tierra Amarilla y Copiapó (provincia de Copiapó) y Alto del Carmen (provincia de Huasco). Por su parte, el olivo se localiza especialmente en las comunas de

Copiapó y Caldera (provincia de Copiapó) y en las de Huasco y Freirina (provincia de Huasco). La región tiene relativa importancia en la masa de ganado caprino y en la de conejos respecto del total del país. Sin embargo, la que tiene mayor incidencia a nivel nacional son los asnales, con cerca del 22% del total nacional.

La III Región de Atacama presenta varios climas diferentes: 1 clima de la tundra (ET) en Paso Mallo y El Ternerito; 2 Climas fríos y semiáridos (BSk) en Tambería, Angostura, Tinajillas, El Chacay y La Laguna; 3 climas calientes del desierto (Bwh) en El Salado, Caleta Pan de Azúcar, Chañaral, Barquito y El Caleuche; y 4 los que predominan son los climas fríos del desierto (BWk) en Molino, Resguardo de Copiapó, Juntas de Copiapó, Los Caserones y Carrizalillo.

Este boletín agroclimático regional, basado en la información aportada por [www.agromet.cl](http://www.agromet.cl) y [agromet.inia.cl](http://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

En el mes de diciembre, en la Región de Atacama, la temperatura máxima absoluta alcanzó los 31.3°C en la estación INIA Vallenar, 35.1°C en la estación Amolana, 30.4°C en la estación La Copa, 22.2°C Falda Verde, mientras que las mínimas absolutas fueron de 9.5°C en la estación INIA Vallenar, 4.9°C en la estación Amolana, 6.5°C en la estación La Copa, y 13.6°C Falda Verde. En cuanto a los valores de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>, Penman Monteith) se situaron en torno a 4.0mm día<sup>-1</sup> a los 6.8mm día<sup>-1</sup>. En cuanto al componente hidrológico, los caudales registrados para los ríos Copiapó y Huasco, continúan con una tendencia al alza, con valores en superávit y superando los registros promedios históricos.

En diciembre la cosecha de las variedades de uva de mesa con aquellas que poseen una época de maduración media a tardía.

Atención con el riego debe estar regulado a las necesidades de las plantas debido a la alta demanda hídrica de la temporada.

Se recomienda no realizar aplicaciones de nutrientes salvo en plantas nuevas en formación donde la aplicación, especialmente de fuentes nitrogenadas, se hace necesaria para lograr un mayor crecimiento vegetativo de las plantas al final de la temporada.

Respecto al programa fitosanitario, debe continuar monitoreando las plantas y racimos para evitar pérdidas de fruta por problemas de hongos como el oidio. Monitorear la presencia de algunas plagas que continúan su desarrollo y ciclo reproductivo como es el caso de arañas y burrito los cuales pueden provocar daños considerables, por último, el control de malezas es una labor constante a lo largo de la temporada.

En cuanto a las hortalizas durante los meses de diciembre a enero, en los valles de Copiapó y Huasco se terminan las últimas cosechas de melones y sandías que fueron plantados entre agosto y septiembre al aire libre, mientras que están en desarrollo aquellas plantadas entre octubre y noviembre destinadas a la cosecha de pleno verano.

Las plantas en activo crecimiento y con frutos en formación deben ser regadas abundantemente y con alta frecuencia, mientras que aquellas que se encuentran próximas a iniciar cosecha es preferible regarlas con algún grado de restricción para evitar partiduras y aumentar el dulzor.

En las zonas con suelos salinos hay menos tendencia a la partidura de frutos en estas plantas, pero aun así es conveniente restringir en alguna medida la cantidad de agua cuando los frutos están en sus últimas dos semanas antes de cosecha y no aplicar nitrógeno tardíamente.

Si se cuenta con riego por goteo es más fácil manejar las frecuencias de riego y las cantidades de agua (tiempo de riego). En caso de aplicar riego deficitario, éste debe hacerse a las horas de calor, que es cuando las plantas están menos turgentes. No obstante, no se debe someter a las plantas a marchitamientos fuertes o prolongados.

Las nuevas plantaciones de tomate a realizar durante enero para producción de otoño estarán expuestas a alta demanda hídrica en sus inicios, por lo cual es muy importante el uso de mulch de polietileno, donde debe privilegiarse los de tipo bicolor, que den un color claro hacia el exterior para evitar quemaduras de las plantitas por exceso de temperatura. De igual modo, los agujeros en el mulch deben ser grandes y la lámina debe ser asentada con tierra para evitar el “efecto tetera”, que es la quemadura de los tallos por el aire caliente que sale por los hoyos.

En estos cultivos iniciados en verano, los requerimientos de agua de las plantas en los primeros meses son más altos que en plantaciones de tiempo frío.

## Componente Meteorológico

### ¿Que está pasando con el clima?

#### Temperaturas

Durante diciembre, en la Región de Atacama, la temperatura máxima absoluta alcanzó los 35.1°C en la estación Amolana, 31.3°C en la estación Vallenar, 30.4°C en la estación La

Copa, 22.2°C Falda Verde, mientras que las mínimas absolutas fueron de 4.9°C en la estación Amolana, 9.5°C en la estación de Vallenar, 6.5°C en la estación La Copa, y 13.6°C Falda Verde.

Tabla 1. Se señalan los valores promedios de las principales variables meteorológicas registradas durante el mes de diciembre en las estaciones de la Región de Atacama.



Estación	Temperaturas			ETo		Precipitación	
	Min (°C)	Max. (°C)	Media (°C)	mm/día	mm/mes	mm/mes	mm/año
Amolana	7,6	31,8	20,7	6,8	211,9	0,0	5,9
Vallenar	11,4	25,4	17,5	4,0	153,9	0,0	18,0
Falda Verde	15,2	19,6	13,5	4,0	124,4	0,0	0,6
La Copa	11,8	25,2	17,0	4,6	143,8	0,0	2,1

Por su parte, la evolución diaria de las temperaturas mínimas, máximas y medias registradas durante el mes de diciembre, son indicadas en la Figura 1.

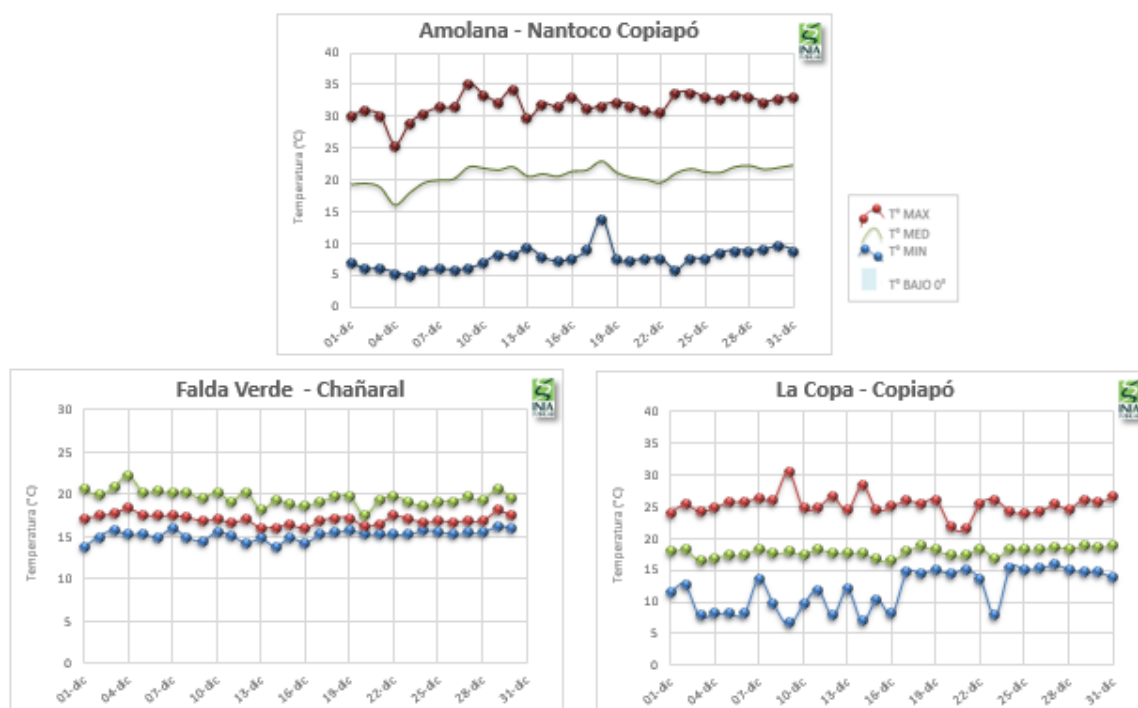
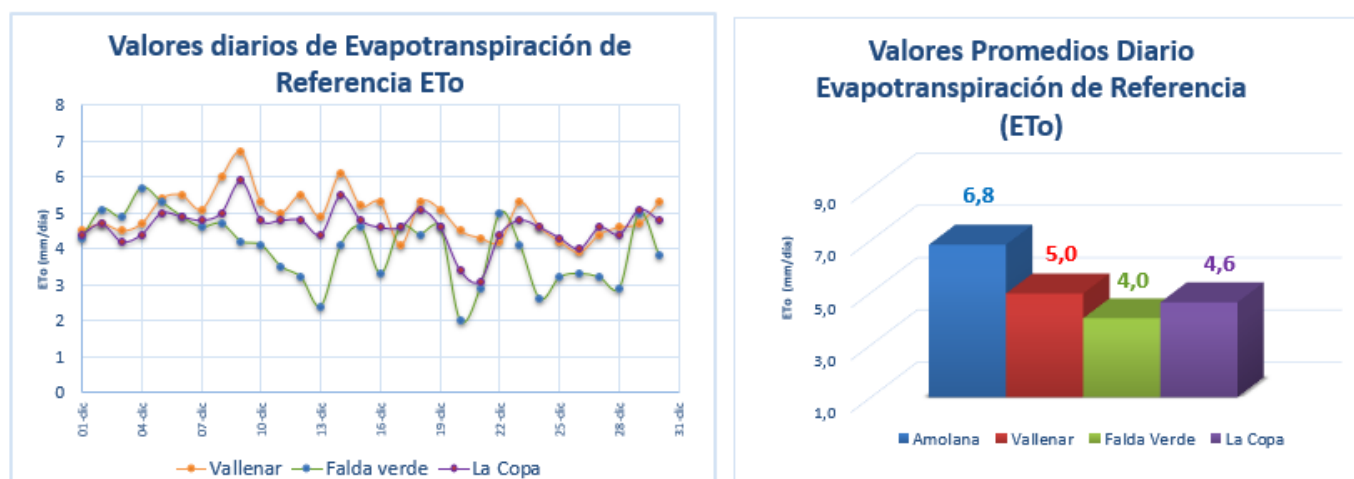


Figura 1. Valores diarios de temperaturas máximas, medias y mínimas registradas durante el mes de diciembre.

Asimismo, en el mes diciembre los valores de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>, Penman Monteith) se situaron en torno a 4.0 mm día<sup>-1</sup> a los 6.8 mm día<sup>-1</sup>. Figura 2.



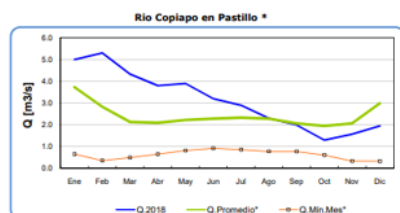
## Componente Hidrológico

### ¿Que está pasando con el agua?

#### Estado de los caudales en ríos

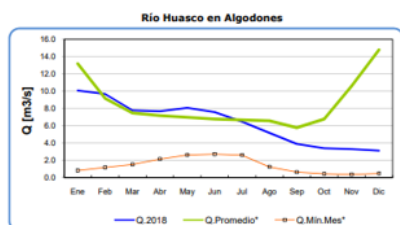
Los caudales registrados continúan con una tendencia al alza. Asimismo, sus valores ya están en superávit y superan los registros promedios históricos en ambos ríos. En la Figura 4, se señalan los caudales registrados en los ríos. Copiapó y Huasco actualizados al mes de diciembre y el superávit estimado respecto a valores promedio (período 1981-2010).

Figura 4. Caudales mensuales en ríos Copiapó y Huasco, actualizados al mes de diciembre de 2018.



\* Reemplaza a Río Copiapo en La Puerta por destrucción de esta.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Superávit anual
Q. 2017 -2018	5,0	5,3	4,3	3,8	3,9	3,2	2,9	2,3	2,0	1,3	1,6	1,9	
Q.Promedio	3,7	2,8	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,1	2,0	2,1	3,0	
Déficit	26%	47%	51%	45%	44%	28%	21%	0%	-5%	-54%	-31%	-58%	9%



\* Reemplaza a Río Huasco en Algodones por daños en esta.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Déficit anual
Q. 2017 -2018	10,1	9,7	7,8	7,7	8,1	7,6	6,5	5,2	3,9	3,4	3,3	3,1	
Q.Promedio	13,2	9,2	7,5	7,2	7,0	6,8	6,7	6,6	5,8	6,8	10,6	14,8	
Déficit	-31%	5%	4%	6%	14%	11%	-3%	-27%	-49%	-100%	-221%	-377%	-64%

## Estado de los embalses

El registro de volúmenes embalsados al mes de diciembre, señala valores muy superiores a los registrados para el mismo mes del año pasado, pero inferiores al promedio histórico. En la Figura 5, se señalan los volúmenes embalsados a agosto de 2018 y la variación anual del volumen embalsado a lo largo del año en los dos principales.

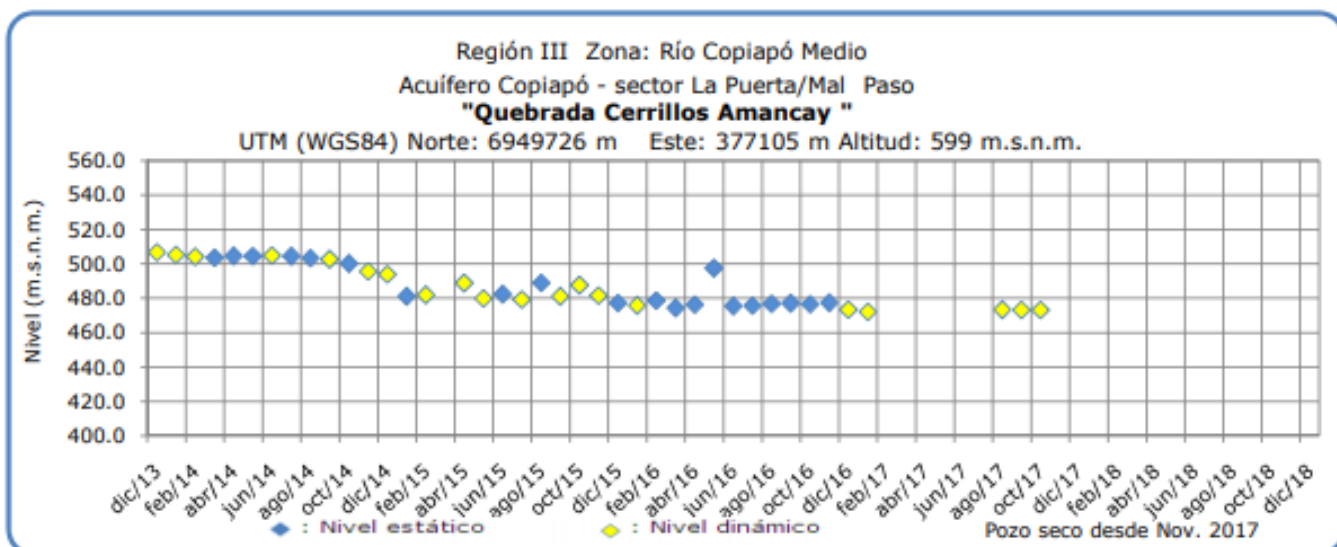
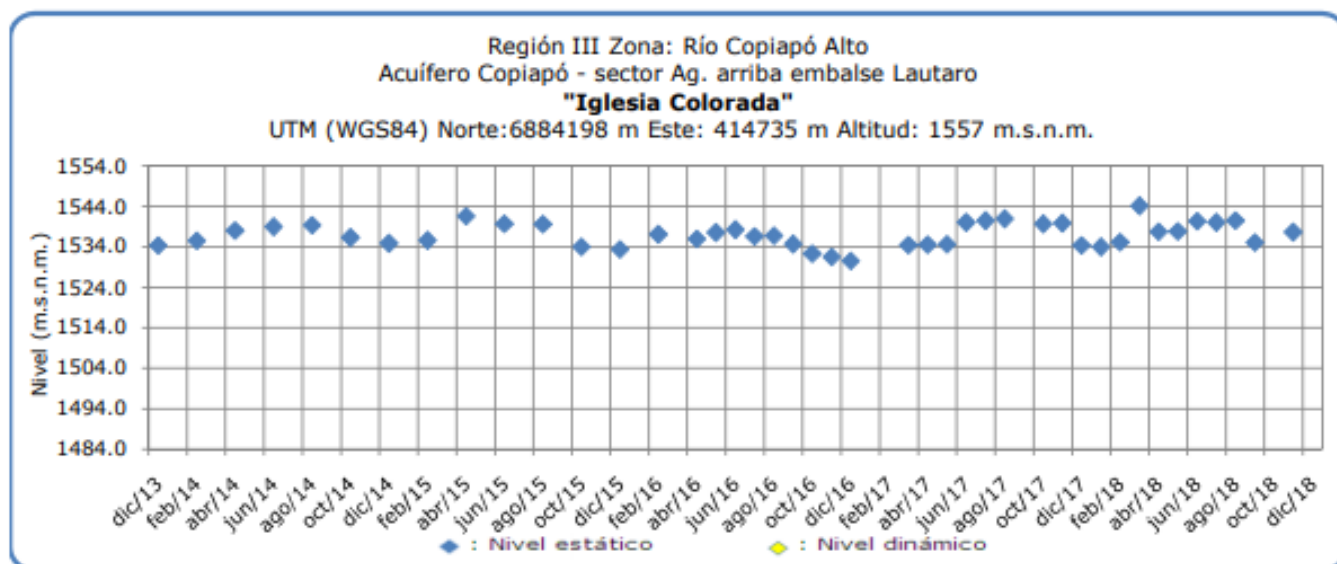
### Volúmenes Almacenados al 31 de Diciembre de 2018 (mill-m3)

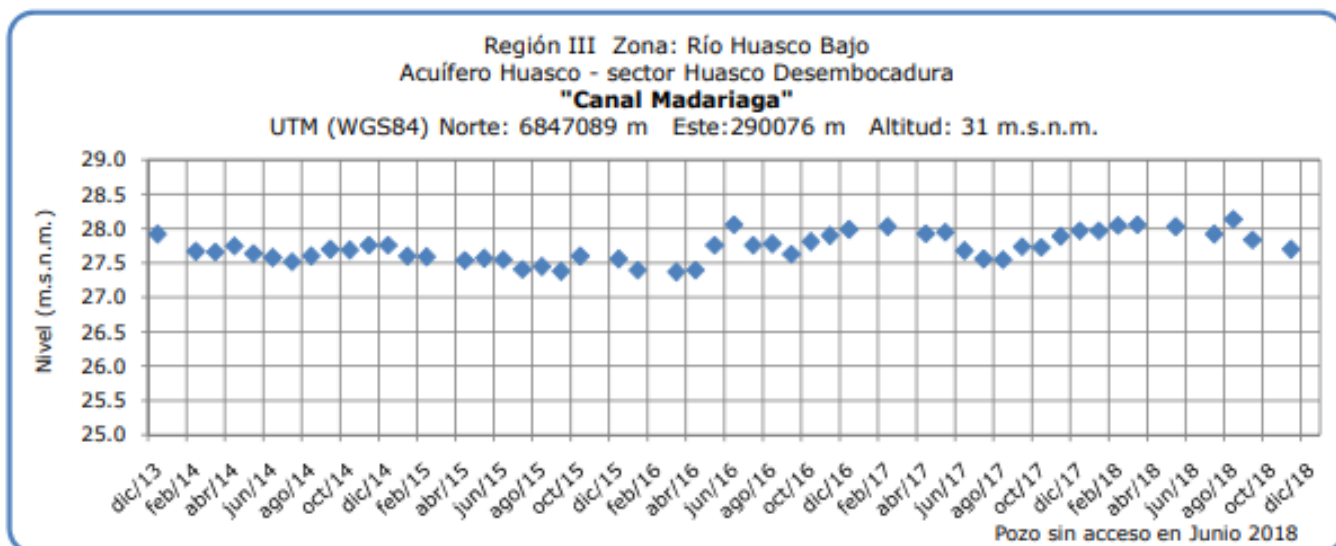
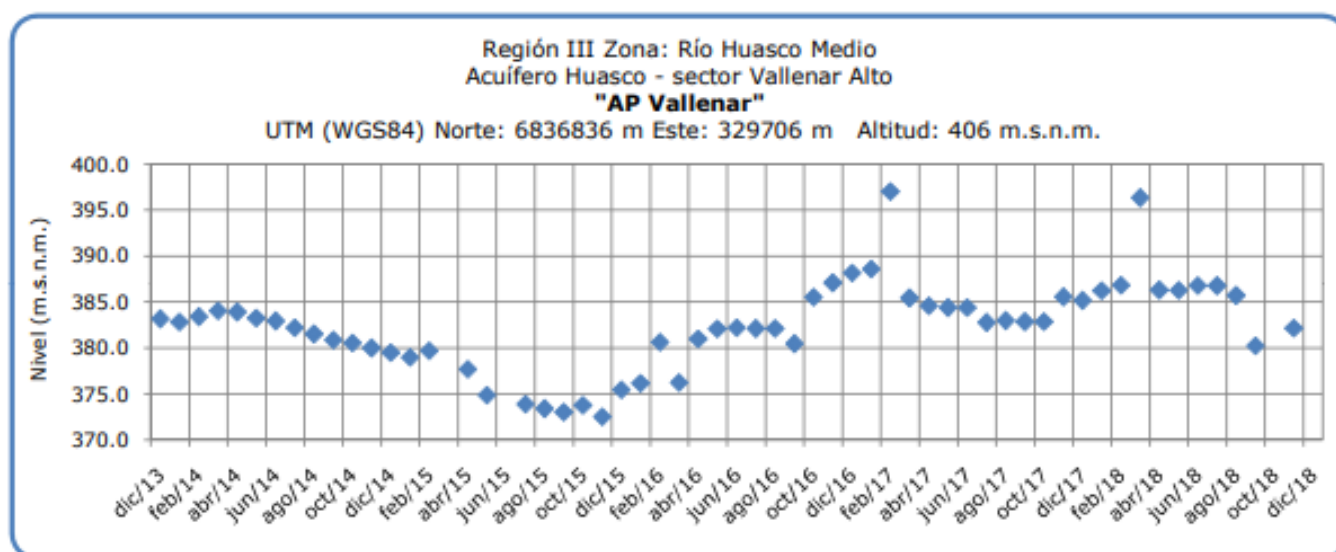
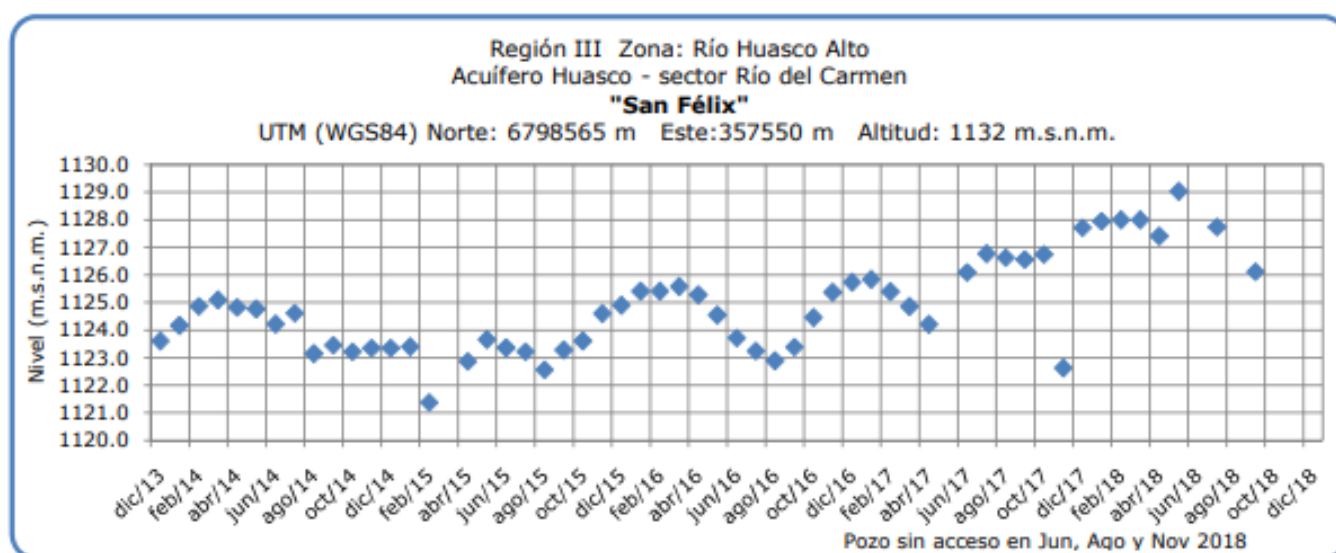
Embalse	Región Cuenca	Capacidad	Promedio Histórico Mensual	Diciembre 2018	Diciembre 2017	Uso Principal
Lautaro	III Copiapó	26	9	(1)	21	Riego
Santa Juana	III Huasco	166	121	156	166	Riego

(1) sin observador

## Aguas subterráneas

En la región de Atacama, en la zona alta de la cuenca del río Copiapó, hasta el embalse Lautaro, los niveles presentan fluctuaciones regulares con una clara tendencia a la alta. En la zona intermedia que va desde el embalse Lautaro y hasta la ciudad de Copiapó, existe un importante descenso en la napa, el cual semanifiesta levemente desde el año 2003 y con mayor intensidad desde el año 2007. En esta zona existen varios pozos que han quedado secos. En la zona baja no se presentan señales importantes de depresión de la napa. En la cuenca del río Huasco, en esta misma región, se observa una tendencia a la baja en los últimos años, especialmente en la zona media (DGA, Boletín diciembre de 2018).





## Análisis de Posibles Riesgos Agroclimáticos en los Principales

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

<https://www.inia.cl> - [agromet.inia.cl](http://agromet.inia.cl)



## Rubros Agrícolas

### **Valle Copiapó > Frutales > Olivo**

El desarrollo del cultivo del olivo se presenta con frutos iniciando el endurecimiento de carozo, lo que determina el término de caída natural del fruto, siendo en que permanece en el árbol considerado como la cosecha potencial de la temporada.

La brotación de ramillas se encuentra en pleno desarrollo, donde es necesario realizar poda en verde de brotes mal ubicados y favorecer el desarrollo de las ramas definitivas.

### **Valle Copiapó > Hortalizas**

Durante el mes de enero, en los valles de Copiapó y Huasco se terminan las últimas cosechas de melones y sandías que fueron plantados entre agosto y septiembre al aire libre, mientras que están en desarrollo aquellas plantadas entre octubre y noviembre destinadas a la cosecha de pleno verano.

Las plantas en activo crecimiento y con frutos en formación deben ser regadas abundantemente y con alta frecuencia, mientras que aquellas que se encuentran próximas a iniciar cosecha es preferible regarlas con algún grado de restricción para evitar partiduras y aumentar el dulzor.

En las zonas con suelos salinos hay menos tendencia a la partidura de frutos en estas plantas, pero aun así es conveniente restringir en alguna medida la cantidad de agua cuando los frutos están en sus últimas dos semanas antes de cosecha y no aplicar nitrógeno tardíamente.

Si se cuenta con riego por goteo es más fácil manejar las frecuencias de riego y las cantidades de agua (tiempo de riego). En caso de aplicar riego deficitario, éste debe hacerse a las horas de calor, que es cuando las plantas están menos turgentes. No obstante, no se debe someter a las plantas a marchitamientos fuertes o prolongados.

Las nuevas plantaciones de tomate a realizar durante enero para producción de otoño estarán expuestas a alta demanda hídrica en sus inicios, por lo cual es muy importante el uso de mulch de polietileno, donde debe privilegiarse los de tipo bicolor, que den un color claro hacia el exterior para evitar quemaduras de las plantitas por exceso de temperatura. De igual modo, los agujeros en el mulch deben ser grandes y la lámina debe ser asentada con tierra para evitar el “efecto tetera”, que es la quemadura de los tallos por el aire caliente que sale por los hoyos.

En estos cultivos iniciados en verano, los requerimientos de agua de las plantas en los primeros meses son más altos que en plantaciones de tiempo frío.

Por otro lado, las especies repollo, coliflor y brócoli encuentran sus fechas más clásicas de establecimiento, como es la plantación de verano para producción en otoño. En este período, prácticamente todas las variedades tendrán buen comportamiento, pero de todas maneras es conveniente utilizar aquellas más recomendadas para la época. En el caso de lechugas, se recomienda no hacer plantaciones durante este período en zonas calurosas

como Copiapó, a menos que exista una clara experiencia favorable a nivel local, ya que es común que ocurra “subida” (floración prematura) o problemas de calidad como el tipburn o el amargor excesivo.

En el caso de los invernaderos, se enfrenta el problema del exceso de calor, ya que resulta difícil reducir las temperaturas, aunque se ventile, especialmente en los invernaderos planos conocidos como casetas. Se debe considerar que, plantas como tomate y pimiento encuentran su temperatura ideal entre 20 a 25 °C, mientras que temperaturas elevadas, sobre los 30 °C suelen ser perjudiciales para la calidad de los frutos, en el caso del tomate, propiciando la aparición de coloraciones amarillas en vez de rojas, lo que deteriora su calidad comercial.

De igual modo, las grandes fluctuaciones de temperatura entre día y noche favorecen la aparición de deformaciones o partiduras de frutos (cracking).

Algunos agricultores de casetas planas retiran el plástico y lo guardan para un segundo uso, pero si no es el caso, se recomienda para todo el período de verano, dejar los invernaderos abiertos permanentemente y los techos sin lavar para que hagan sombreado.

En el caso de riego por goteo, especialmente en suelos arenosos, es recomendable utilizar altas frecuencias de riego, ya que con esto se asegura mantener el suelo con niveles de humedad adecuados y sin fluctuaciones severas. Con esto se previenen numerosos problemas llamados desórdenes fisiológicos, tales como el cracking y la necrosis apical del fruto (blossom end rot) en los tomates y pimientos. Esta frecuencia debiera ser idealmente dos veces al día en los meses de verano, aplicando tiempos de riego más cortos.

La presión de las plagas en este período suele ser muy alta, aunque variable de un año a otro. En consecuencia, se recomienda monitorear las plagas principales, como la polilla del tomate, con feromonas, y la mosquita blanca con trampas amarillas pegajosas. Probablemente el monitoreo nos indicará realizar controles relativamente frecuentes.

### **Valle Huasco > Frutales > Olivo**

Los frutos se encuentran en tamaños de más de 8 mm en variedades de mesa y de no más de 5 mm de diámetro en variedades aceiteras como Arbequina. El inicio de endurecimiento de carozo ha finalizado en variedades de mesa, notándose claramente el endurecimiento del carozo y semilla vidriosa. En variedades aceiteras existe heterogeneidad en el endurecimiento de carozo, siendo más tardías las variedades que han tenido floración taría como arbequina.

Es importante realizar poda en verde, sobre todo en aquellos árboles que fueron podados intensamente en el invierno. Para ello, eliminar los brotes mal ubicados (centro de la copa, posición dobles, etc) desde la base, aprovechando el estado tierno de ellos, pudiéndose realizar rápidamente simplemente con la mano. Esto permitirá fortalecer y acelerar la inducción floral de ramillas definitivas que reemplazarán a las de mayor edad.

### **Valle Huasco > Hortalizas**

Durante el mes de enero, en los valles de Copiapó y Huasco se terminan las últimas cosechas de melones y sandías que fueron plantados entre agosto y septiembre al aire libre,

mientras que están en desarrollo aquellas plantadas entre octubre y noviembre destinadas a la cosecha de pleno verano.

Las plantas en activo crecimiento y con frutos en formación deben ser regadas abundantemente y con alta frecuencia, mientras que aquellas que se encuentran próximas a iniciar cosecha es preferible regarlas con algún grado de restricción para evitar partiduras y aumentar el dulzor.

En las zonas con suelos salinos hay menos tendencia a la partidura de frutos en estas plantas, pero aun así es conveniente restringir en alguna medida la cantidad de agua cuando los frutos están en sus últimas dos semanas antes de cosecha y no aplicar nitrógeno tardíamente.

Si se cuenta con riego por goteo es más fácil manejar las frecuencias de riego y las cantidades de agua (tiempo de riego). En caso de aplicar riego deficitario, éste debe hacerse a las horas de calor, que es cuando las plantas están menos turgentes. No obstante, no se debe someter a las plantas a marchitamientos fuertes o prolongados.

Las nuevas plantaciones de tomate a realizar durante enero para producción de otoño estarán expuestas a alta demanda hídrica en sus inicios, por lo cual es muy importante el uso de mulch de polietileno, donde debe privilegiarse los de tipo bicolor, que den un color claro hacia el exterior para evitar quemaduras de las plantitas por exceso de temperatura. De igual modo, los agujeros en el mulch deben ser grandes y la lámina debe ser asentada con tierra para evitar el "efecto tetera", que es la quemadura de los tallos por el aire caliente que sale por los hoyos.

En estos cultivos iniciados en verano, los requerimientos de agua de las plantas en los primeros meses son más altos que en plantaciones de tiempo frío.

Por otro lado, las especies repollo, coliflor y brócoli encuentran sus fechas más clásicas de establecimiento, como es la plantación de verano para producción en otoño. En este período, prácticamente todas las variedades tendrán buen comportamiento, pero de todas maneras es conveniente utilizar aquellas más recomendadas para la época. En el caso de lechugas, se recomienda no hacer plantaciones durante este período en zonas calurosas como Copiapó, a menos que exista una clara experiencia favorable a nivel local, ya que es común que ocurra "subida" (floración prematura) o problemas de calidad como el tipburn o el amargor excesivo.

En el caso de los invernaderos, se enfrenta el problema del exceso de calor, ya que resulta difícil reducir las temperaturas, aunque se ventile, especialmente en los invernaderos planos conocidos como casetas. Se debe considerar que, plantas como tomate y pimiento encuentran su temperatura ideal entre 20 a 25 °C, mientras que temperaturas elevadas, sobre los 30 °C suelen ser perjudiciales para la calidad de los frutos, en el caso del tomate, propiciando la aparición de coloraciones amarillas en vez de rojas, lo que deteriora su calidad comercial.

De igual modo, las grandes fluctuaciones de temperatura entre día y noche favorecen la aparición de deformaciones o partiduras de frutos (cracking).

Algunos agricultores de casetas planas retiran el plástico y lo guardan para un segundo uso,

pero si no es el caso, se recomienda para todo el período de verano, dejar los invernaderos abiertos permanentemente y los techos sin lavar para que hagan sombreamiento.

En el caso de riego por goteo, especialmente en suelos arenosos, es recomendable utilizar altas frecuencias de riego, ya que con esto se asegura mantener el suelo con niveles de humedad adecuados y sin fluctuaciones severas. Con esto se previenen numerosos problemas llamados desórdenes fisiológicos, tales como el cracking y la necrosis apical del fruto (blossom end rot) en los tomates y pimientos. Esta frecuencia debiera ser idealmente dos veces al día en los meses de verano, aplicando tiempos de riego más cortos.

La presión de las plagas en este período suele ser muy alta, aunque variable de un año a otro. En consecuencia, se recomienda monitorear las plagas principales, como la polilla del tomate, con feromonas, y la mosquita blanca con trampas amarillas pegajosas. Probablemente el monitoreo nos indicará realizar controles relativamente frecuentes.

## 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 0.1 mientras el año pasado había sido de 0.12. El valor promedio histórico para esta región, en este período del año es de 0.1.

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



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



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

Para el monitoreo del estado de la vegetación en la Región de Atacama 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 Atacama presentó un valor mediano de VCI de 45% para el período comprendido desde el 1 al 16 enero 2019. A igual período del año pasado presentaba un VCI de 100% (Fig. 1). De acuerdo a la tabla 1 la región, en términos globales presenta una condición favorable.

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 2001 al 2018 para la Región de Atacama.

A continuación se presenta el mapa con los valores medianos de VCI en la Región de Atacama. 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 Atacama de acuerdo al análisis del índice VCI.



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 Atacama.



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



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



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

Las comunas que presentan los valores más bajos del índice VCI en la Región de Atacama corresponden a Huasco, Caldera, Freirina, Vallenar y Copiapo con 35, 36, 42, 46 y 46% de VCI respectivamente.



Figura 3. Valores del índice VCI para las 5 comunas con valores más bajos del índice del 1 al 16 enero 2019.