

## **Los recursos hídricos,**

*Fernando Santibáñez*

*Profesor de agroclimatología*

*Departamento de Ingeniería y Suelos, Facultad de Ciencias Agronómicas*

*Universidad de Chile*

Las evidencias de que la humanidad enfrentará un cambio climático son cada vez más claras, a medida que ellas se van presentando ante nuestros sentidos. La presencia de los 7000 millones de personas que pueblan en la actualidad el planeta, consumiendo diariamente 90 millones de barriles de petróleo, 11.5 Km<sup>3</sup> de agua dulce y 6.8 millones de m<sup>3</sup> de madera, está llevando a la biosfera a una situación crítica cuya huella ya no parece borrarse por sí sola. Los océanos se han ido llenando de basura, las aguas continentales agotando y degradando en su calidad, y la atmósfera absorbiendo las casi 1000 toneladas por segundo de gases de efecto invernadero, lo que está provocando un calentamiento en torno de los 0.2°C cada 10 años. Junto con esto, los bosques del mundo, que son los grandes reguladores del clima, se siguen extinguiendo en las regiones tropicales, bajo la sierra y el fuego, a razón de 24 ha por minuto. Frente a toda esta desenfrenada acción humana, están surgiendo los signos inequívocos del estrés que está sufriendo el planeta. Toda esta actividad, pareciera estar dejando huellas indelebles sobre la faz de La Tierra siendo prácticamente imposible que una intervención de esta magnitud no tenga efectos en el comportamiento de la atmósfera, por lo que los cambios que sufrirá el escenario climático mundial serán uno de los grandes desafíos que enfrentará la humanidad en este siglo. Los cambios permanentes que podría sufrir el clima de las diferentes regiones del mundo, exigirán importantes acciones de adaptación para reducir los riesgos naturales, mantener la capacidad de producir alimentos, evitar la degradación de los ecosistemas, las extinciones de importantes especies, el agotamiento del agua dulce, la degradación de los suelos y un potencial desequilibrio biológico que afectaría a los ecosistemas naturales, agrícolas y a la salud humana.

Los recursos hídricos son uno de los elementos que deberán resistir a las mayores amenazas durante este siglo en Chile, debido al excesivo consumo y a la reducción de su disponibilidad debido a los cambios que está experimentando el régimen de lluvias. La fuerte reducción que ha venido experimentando la precipitación anual en las regiones costeras de Chile hasta ahora es un fenómeno más bien localizado en el litoral, no sabemos en qué medida, durante este siglo, las regiones interiores podrían comenzar a mostrar similar tendencia. Como sea lo que acontezca con las precipitaciones, la hidrología de los ríos podría sufrir importantes consecuencias debido a la subida de 300 a 500 metros de la isoterma 0°C, lo que reducirá los depósitos de nieve en la cordillera.

Adicionalmente a los factores naturales derivados del cambio climático, los recursos hídricos vienen dando señales de agotamiento hace ya varias décadas en la zona centro norte de Chile. El aumento desmedido de la demanda por la agricultura, la minería y la generación de energía, junto al deterioro de la calidad de las aguas por contaminación, está haciendo de este recurso un elemento crónicamente deficitario de Santiago al Norte y frecuentemente deficitario del Maule al norte.

De Santiago al norte la disponibilidad de agua por habitante está por debajo del límite de los 1000 m<sup>3</sup> considerado internacionalmente como adecuados para el desarrollo. Esto nos permite afirmar que el desarrollo de actividades económicas en el norte de Chile dependerá en el futuro fuertemente de las posibilidades de generar nuevas fuentes de agua.

Entre Atacama y Biobío precipitan, en un año normal, 168,84 Km<sup>3</sup> de agua. De esta cantidad, solo 38,55 Km<sup>3</sup> escurren desde la cordillera hacia los Valles (caudal afluente). De ese caudal, una cantidad muy baja llega al mar en las regiones del norte (Atacama y Coquimbo), no obstante en las regiones centrales llama poderosamente la atención constatar que más de un 50% del agua de los ríos llega al mar y de O'Higgins al sur se pierde al mar más del 100% del agua que provee la cordillera, esto último, debido a que los cauces principales reciben aportes de afluentes en la parte baja del valle, haciendo llegar más agua al mar, de lo que salió de la cordillera. Es así como entre Atacama y Biobío los ríos vierten al mar anualmente, una cifra del orden de los 50 Km<sup>3</sup> de agua dulce (50 veces el sistema Paloma-Recoleta-Cogoti completo).

El agua utilizada para actividades económicas y como bebida, es de 16.47 Km<sup>3</sup>. El riego entre Atacama y Biobío, demanda unos 7.39 Km<sup>3</sup> de agua cada año. Esta demanda no es satisfecha por igual según las regiones. Así por ejemplo en Atacama de una demanda de 120 millones de m<sup>3</sup> (0.12 Km<sup>3</sup>), solo habrían unos 50 millones de m<sup>3</sup> disponibles en superficie. La diferencia es probablemente satisfecha por la extracción de aguas subterráneas. En Coquimbo la situación no es mejor, de una demanda de 530 millones de m<sup>3</sup>, las aguas superficiales aportarían unos 430 millones de m<sup>3</sup>, siendo necesario completar los 100 millones de m<sup>3</sup> restantes con extracción de agua subterránea. La región de Valparaíso presenta la situación más crítica, con una demanda de 650 millones de m<sup>3</sup>, la cual solo es satisfecha en una cifra de 450 millones por las aguas superficiales, presentando un desabastecimiento de 190 millones de m<sup>3</sup>. La agricultura de la región Metropolitana tiene una demanda de 1030 millones de m<sup>3</sup>, de lo que aportarían las aguas superficiales uno 910 millones, los 120 millones faltantes serían aportados por las aguas subterráneas. Ya en la Región de O'Higgins la situación mejora un tanto, por cuanto, en años normales, la demanda puede ser enteramente aportada por las aguas superficiales, habiendo un excedente de 264 millones de m<sup>3</sup>. En Maule este excedente crece a 1400 millones de m<sup>3</sup> y en Biobío a 3587 millones de m<sup>3</sup>. Estas cifras muestran una situación muy desigual entre las regiones, habiendo un déficit crónico de agua desde la región Metropolitana al norte. Probablemente por esta razón, es que en los últimos años se ha observado una tendencia a la disminución de la superficie regada en estas regiones, lo que estaría indicando que se está produciendo un ajuste entre la oferta y la demanda, no sin costo para los agricultores que invirtieron importantes recursos en plantaciones y sistemas de riego.

Las cifras anteriores se refieren a promedios históricos. No podemos dejar de lado la fuerte variabilidad de las precipitaciones anuales, lo que, en años lluviosos, tiende a anular el déficit crónico, el cual reaparece inmediatamente cuando la precipitación vuelve a la normalidad o a valores por debajo de lo normal, donde estos déficit se agravan aún más.

Los sistemas de regulación hidrológica con que cuentan algunas regiones, pueden atenuar el déficit de años secos con el agua almacenada en años más lluviosos. No obstante eso, la capacidad de regulación es limitada, quedando fuertemente disminuida durante los ciclo de sequía que pueden durar varios años.

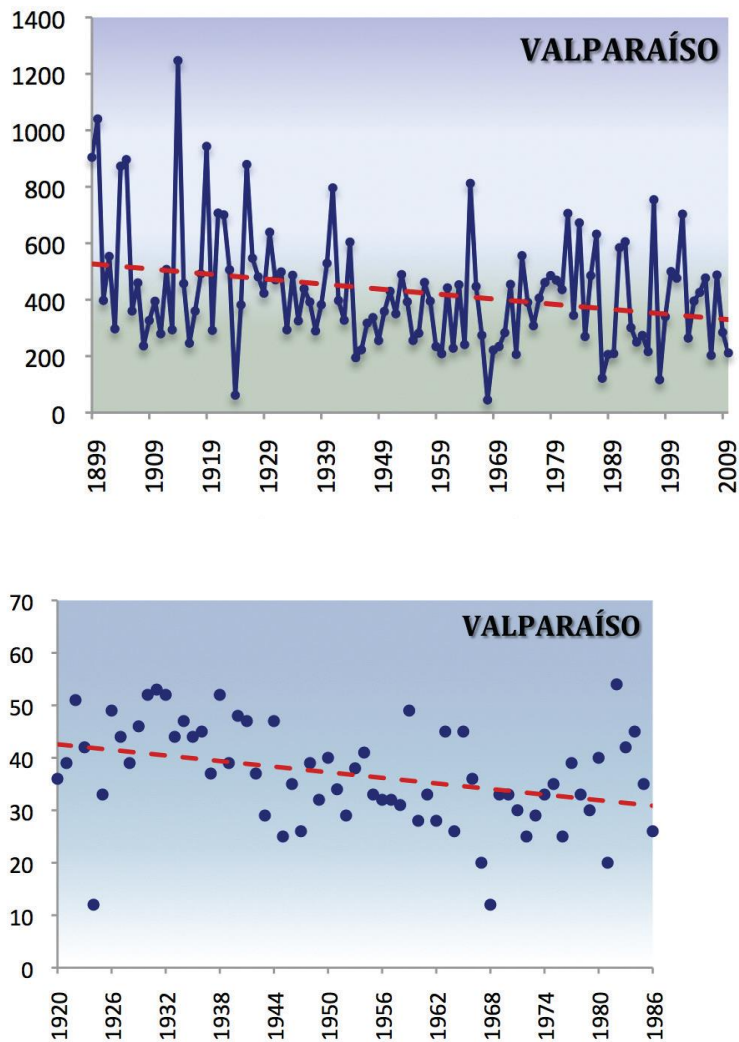


Figura 2.11. Serie histórica del número de días de lluvia de Valparaíso. Período 1920 – 1986

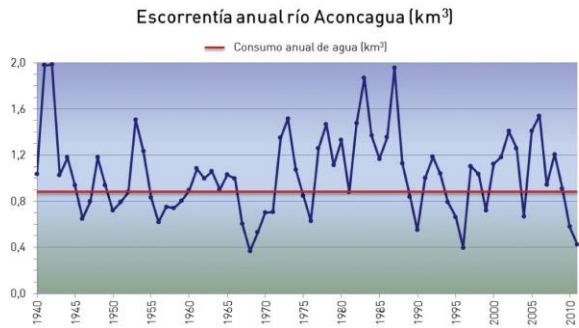
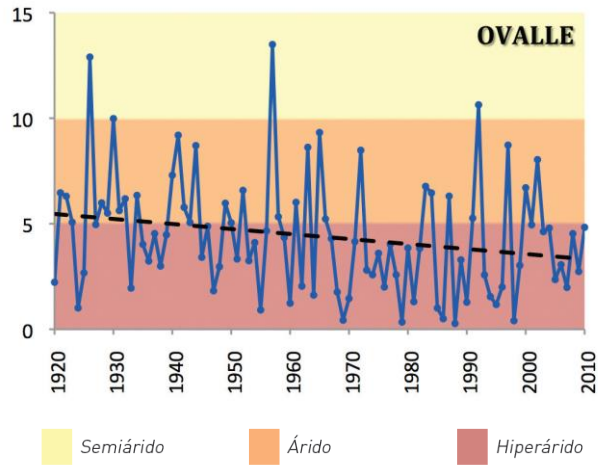
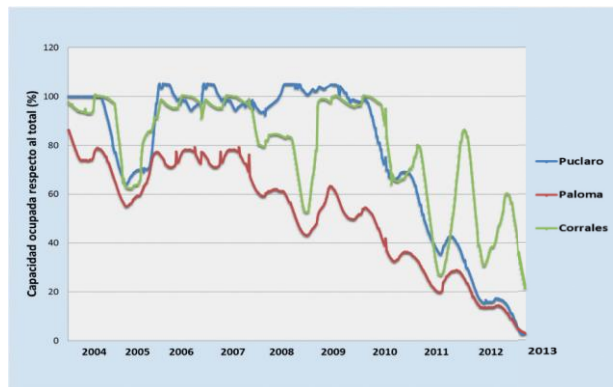
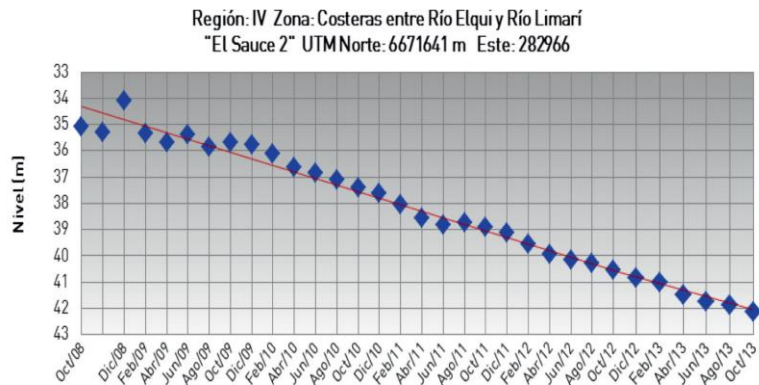


Figura 6.6. Escorrentía interanual del Río Aconcagua comparada con el consumo de agua en la cuenca Fuente: DGA, 2007b y DGA, 2013.



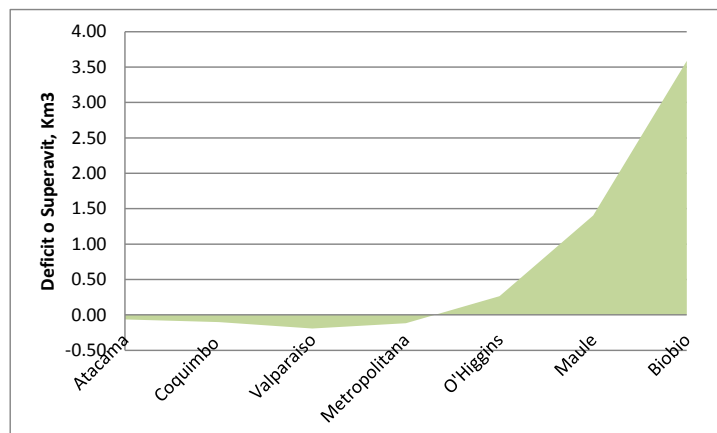


Son numerosos los factores naturales que se conjugan en la crisis del agua en Chile, a estos, se agregan factores legales derivados del estatus legal que el país adoptó para este recurso, que facilitó la concentración de la propiedad de los derechos de agua. Se agrega a esto, el alto uso del recurso en la generación eléctrica, la elevación de las isotermas que han reducido los depósitos de nieve, la sobreexplotación de los acuíferos, la contaminación de las aguas, la falta de una gestión de la cubierta vegetal en las partes altas de las cuencas, el cambio en el régimen de precipitaciones.

Region	PP	Qa	Qs	Qs/Qa
	Km3	Km3	Km3	
Atacama	6.46	0.19	0.05	0.26
Coquimbo	8.86	1.15	0.57	0.50
Valparaiso	6.65	1.20	0.60	0.50
Metropolitan	10.56	3.66	2.14	0.59
O'Higgins	16.02	4.10	4.66	1.14
Maule	42.48	8.10	15.25	1.88
Biobio	77.80	20.15	26.81	1.33
	<b>168.84</b>	<b>38.55</b>	<b>50.09</b>	

Region	Agua Utilizada	Demanda Riego	Disponible Uso Agrícola	Deficit o Superavit	Deficit2 o Superavit
	Km3	Km3	Km3	Km3	Mm3
Atacama	0.13	0.12	0.05	-0.06	-64.22
Coquimbo	0.48	0.53	0.43	-0.10	-101.42
Valparaiso	0.57	0.65	0.45	-0.19	-192.06
Metropolitano	1.14	1.03	0.91	-0.12	-117.43
O'Higgins	2.05	1.58	1.84	0.26	264.67
Maule	4.05	2.24	3.65	1.40	1403.87
Biobio	8.06	1.25	4.84	3.59	3587.06
	<b>16.47</b>	<b>7.39</b>	<b>12.17</b>		

Columna1	Columna2	Columna3	Columna4
	Superficie regada	Capacidad Embalse, Millones m3	Agua embalsada/demanda riesgo
	has		
Atacama	19533	201	1.72
Coquimbo	75713	1298	2.45
Valparaiso	86157	95	0.15
Metropolitana	136756	258	0.25
O'Higgins	210692	237	0.15
Maule	299102	1722	0.77
Biobio	166573	6868	5.50



Un programa de mejoramiento en la gestión de los recursos hídricos pasa necesariamente por el mejoramiento de la infraestructura hidrológica de las cuencas, con obras mayores como embalses, sistemas de infiltración y recarga de aguas subterráneas, mejoramiento de canales de distribución, sistemas computarizados de control de compuertas. Son inversiones para los próximos 20 años, lo importante es ir avanzando en esta dirección por cuanto de no hacerse, el gasto sería inabordable para el país en caso de que lleguemos a un estado crítico de escasez de agua antes de la mitad de este siglo. Lo interesante es que si se hacen las inversiones, el problema es solucionable al menos del Maipo al sur, pues estamos hablando de ríos que llegan con la mayor parte de su caudal al mar. Hacia Coquimbo y Atacama la situación es diferente, pues los caudales que llegan al mar se han reducido considerablemente en los últimos años, de modo que la escasez ya no parece solucionarse con más capacidad de embalse, sino con un aumento en la eficiencia de uso del agua, reduciendo pérdidas en los sistemas de riego y en los canales de distribución, así como con un mejor ajuste entre demandas y oferta que, por ahora, parece estar desbalanceada.

La agricultura es una actividad estratégica para cualquier país, cuyo impacto social es evidente por la mano de obra que genera, las cadenas productivas que moviliza y por los efectos reguladores de la demografía en la ocupación del territorio. A diferencia de la minería, es una actividad de baja concentración de capital, por lo que su capacidad de pago para abordar enormes inversiones es baja. No descarto que los privados puedan aportar con recursos, pero las inversiones iniciales debiera hacerlas el Estado, el cual recuperará la inversión en el largo plazo vía una mayor productividad agrícola y quizás algún sistema de gravamen por la plusvalía de la tierra al aumentar la seguridad de riego. Cualquiera sea el mecanismo, son inversiones que no pueden evaluarse solo por su flujo de caja pues el Estado recupera la inversión por la enorme cantidad de externalidades positivas que genera el desarrollo agrícola de una región (empleo, cadenas de distribuidores que pagan impuestos, retención de población rural, menor presiones urbanas)

Necesitamos como país reaccionar con la mayor velocidad posible, en las regiones del norte, por las urgencias que está generando la escasez de agua, en las regiones de Santiago al sur, porque se requiere aumentar las superficies regadas donde hay aguas sobrantes, particularmente del Maule al sur. Para lograr esto la estrategia nacional de agua propone mejoramientos en la institucionalidad, mejoramiento en la información, en la eficiencia de uso de los recursos. En la actualidad son muy buenas las señales con el nombramiento de un delegado presidencial para los recursos hídricos, lo que significa que se eleva el problema a la máxima importancia, con un mandato directo de la presidencia de la república.

Es probable que necesitemos programas de capacitación más intensivos. La población debe comprender la dimensión del problema que traería una modificación del clima, de modo de entender las reacciones del Estado en materia de regulaciones, prioridades, acciones de fomento, restricciones que implicara un proceso de adaptación a una nueva condición climática.

Poco a poco las personas van comprendiendo en todo el mundo, no solo en Chile, de que el cambio climático es una consecuencia de la acción humana, por la que estamos

comenzando a sufrir las consecuencias. Falta un poco más de acción educativa al respecto para que la población apoye las políticas públicas que será necesario implementar.

Es evidente que la agricultura de las regiones con mayor escasez de agua debiera ser mucho más cauta cuando se trazan planes de producción. El clima chileno es cíclico y pasamos por periodos de 10 a 15 años de bonanza, con Niños frecuentes que llenan los embalses, Entonces se hacen inversiones que luego, cuando viene el ciclo seco, quedan sin sustento. Importante es generar la información de largo plazo que permita más realismo en el crecimiento de la agricultura en zonas vulnerables al cambio climático. Se requiere mas y mejor información sobre las tendencias de los recursos hídricos, mas capacitación en gestión eficiente del agua, sistemas de riego de alta tecnología, sistemas de embalses de pequeña y mediana escala, sistemas de alerta temprana que vayan informando al agricultor con varios meses de anticipación el estado de los recursos hídricos y sus proyecciones a mediano plazo.

La siembra de nubes es útil donde existen embalses con capacidad de acumular la escorrentía que provocan las lluvias. Hay mucha experiencia en USA, China e Israel, donde se ha logrado aumentar la precipitación entre un 10 y 15%. Esto no parece mucho pero lo importante es que se generan lluvias intensas que provocan gran escurrimiento hacia los embalses, luego mejoran la recuperación de la escorrentía.

Por su naturaleza los cambios climáticos son más bien graduales, lo que permite ir implementando las opciones de adaptación a las tendencias observadas. Chile está enfrentado a un fenómeno de descenso de la precipitación que no sabemos bien como continuará, es preferible pensar que la tendencia decreciente continuará, por lo demás, es lo que dicen los modelos atmosféricos de que disponemos, los que indican que la precipitación de la zona central podría decrecer aun en 10 a 20%. De ser así, estaríamos transitando hacia un país algo más árido como ocurrirá en todas las regiones del mundo que están al borde de un desierto. No podemos olvidar que el desierto de Atacama avanzó hacia el sur a razón de 0.4 a 1 Km por año durante todo el siglo XX. Es probable que esta tendencia continúe por algunas décadas antes de alcanzar el equilibrio que la detenga. Esto nos lleva a redoblar el paso en materia de gestión hídrica. La escasez de agua es la mayor amenaza que nos trae el cambio climático, los demás problemas serán secundarios como el aumento de la variabilidad, de ciertos eventos extremos como lluvias intensas, vientos y granizo. Para estos últimos se requerirá adaptar las tecnologías de producción de modo de reducir los riesgos de pérdidas. Solo el problema de la escasez hídrica requiere de políticas de gestión que van más allá de lo predial, donde el Estado debe ejercer su función de garante del bien común, considerando que el agua es un bien esencial.

El análisis de la situación nos lleva a pensar que cualesquiera sean las tendencias climáticas, necesitamos una estrategia que ajuste rigurosamente las demandas y ofertas de agua propias de cada región. Al parecer, el desarrollo de las regiones de más al norte, se ha hecho sobre la base de un recurso hídrico que no existe, habiéndose excedido largamente la demanda de la línea de lo sostenible. No podemos repetir esto en las regiones de Santiago al sur, se requiere establecer para cada cuenca la real disponibilidad sustentable, agregando las tendencias del cambio climático. Esto requiere de un minucioso estudio de la



variabilidad y capacidad hidrológica de cada cuenca. Importante es decir que de Santiago al sur, en la medida que se hagan las inversiones, hay suficiente margen hidrológico para absorber una tendencia negativa en la precipitación. Haciendo bien la tarea Chile tiene una oportunidad única como exportador de alimentos, probablemente nunca llegue a ser un gran exportador si nos comparamos con países gigantes del vecindario, pero nuestra capacidad de exportar en relación al producto agrícola es sin igual, ya lo sabemos hacer, tenemos la experiencia y los conocimientos, solo necesitamos sortear el problema hídrico, mas algunos cambios tecnológicos para atenuar el aumento de otros riesgos asociados al cambio climático. Haciendo bien y a tiempo lo que tenemos que hacer, saldremos airosos y quizás, hasta fortalecidos de esta situación que, en la mayor parte del mundo, creará complicaciones bastante mayores que las que está creando en Chile. Con todo, el cambio climático no nos tratara tan mal, es solo una invitación a modernizar nuestra infraestructura productiva.