

## Capítulo 7.

# Análisis económico del uso de agua de atrapanieblas

### **Pedro Hernández P.**

Ingeniero Agrónomo, M.B.A.  
e-mail: phernandezperez@gmail.com

### **Francisco Tapia C.**

Ingeniero Agrónomo, M.Sc.  
e-mail: fatapiac@inia.cl

La disponibilidad actual de agua de riego que masivamente utilizan los pequeños olivicultores de Taltal, corresponde al agua que provee la empresa sanitaria, quién es la encargada de distribuir el agua potable para el sector urbano de la comuna. La competencia entre el uso humano y agrícola se refleja en el costo que ella tiene tanto para adquirirla, como para el traslado en camiones aljibe hasta los sectores donde se encuentran los huertos de olivo y de la oportunidad de uso.

La nueva fuente de agua que se genera al poner en funcionamiento un sistema de atrapanieblas con conducción directa hacia el lugar de uso, permitirá por una parte, utilizar el agua exclusivamente para riego agrícola y por otro lado, la disponibilidad que puede ser manejada en los períodos críticos de mayor demanda hídrica, donde el aporte del agua genera un incremento sustancial en la producción de olivas.

Ambas fuentes de agua serán consideradas para el cálculo de costos de uso de agua de riego, por un lado, la fuente tradicional utilizada y por otro la suma de ésta más el aporte del agua de riego proveniente del atrapanieblas, mediante la propuesta de gestión del uso de este recurso como fuente complementaria para satisfacer parte de las demandas hídricas del cultivo en la zona.

La evaluación económica se presenta mediante dos tipos de análisis, el primero es en base a comparar costos del agua de riego obtenida a través del atrapanieblas versus las sanitarias y el segundo en base a la productividad del agua.

## 7.1. Análisis comparativos del agua de riego para olivos en Taltal

La competitividad del valor económico del agua de niebla, en un lugar en particular, está determinado por el precio de mercado de otras alternativas disponibles en ese sitio. Metodológicamente, para comparar alternativas entre distintas opciones económicas, es utilizado el análisis de costo efectivo, el cual permite comparar alternativas mutuamente excluyentes en términos de una razón entre sus costos y una medida simple de efectividad. Sin embargo, la aplicación de esta metodología requiere una serie de supuestos, dentro de ellos es determinar la escala, ya que el precio de una determinada opción varía de acuerdo al tamaño del proyecto, es decir, a mayor escala de una iniciativa, disminuyen los costos unitarios de ésta. En particular en este caso en que existe una estructura piloto, correspondiente a un atrapanieblas, se obvia el tema escala y se asume que la evaluación corresponde sólo a un atrapanieblas de 150 m<sup>2</sup> de malla, con una capacidad de captura de agua de 94.806 litros por temporada.

Respecto a otras fuentes que pueden acceder los productores, con similares características de calidad del agua de niebla, es la que procede de la planta desalinizadora de agua de Taltal, a cargo de Aguas Antofagasta. De acuerdo, a los antecedentes del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) de la Ilustre Municipalidad de Taltal, indica que el agua procedente de esta fuente tiene un costo de siete pesos el litro.

Una segunda alternativa de obtención de agua dulce para uso agrícola presente en Taltal, es la existencia de una planta desalinizadora de agua, que se surte de vertientes salobres existentes en la zona y beneficiaría al sector El Hueso. En la actualidad esta alternativa no es viable, pues la planta aludida no se encuentra en operación.

Dado lo anterior se evalúan dos fuentes de agua mutuamente excluyentes:

- Fuente 1: Atrapanieblas con producción anual de agua de 94.806 litros.
- Fuente 2: Compra de agua a sanitaria local equivalente a 94.806 litros.

Para la selección de la fuente de agua, se ha tomado el enfoque "**costo-eficiencia**"; el objetivo de este enfoque es identificar aquella alternativa de solución, que presente el mínimo costo, para los mismos beneficios. Por lo tanto, para la evaluación no se valoran los beneficios, si no sólo sus costos involucrados.

El indicador utilizado bajo un enfoque costo eficiencia, resume todos los costos del proyecto, tanto de inversión, como de operación, mantención y conservación. Este indicador es el denominado **valor actual de costos, VAC** y se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$VAC = I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

donde:

- $I_0$  : Inversión inicial
- $C_t$  : costos incurridos durante el periodo t
- n : horizonte de evaluación
- r : tasa social de descuento (6%).

Es necesario indicar que esta evaluación es estrictamente económica, pero no hay que olvidar que una recomendación adecuada, no sólo involucra el cálculo de los indicadores económicos, sino además aspectos cualitativos, así como amenazas y oportunidades, entre otros; que van más allá de la presente evaluación.

### Alternativa 1. Agua de riego generada por Atrapanieblas

La determinación del ciclo de captura de agua durante un año, se realizó utilizando medidores denominados Neblinómetros, los cuales presentan una estructura de malla que permite capturar un 25% menos que lo que actualmente captura el atrapanieblas instalado en el Cerro Perales, que es objeto de esta determinación, por lo tanto, se define para esto un volumen de captura anual de 94.806 litros de agua en una superficie de 150 m<sup>2</sup>.

La conformación de la estructura de atrapanieblas y su instalación representa los mayores costos del agua que genera este sistema, los cuales se presentan en el **Cuadro 7.1.**

**Cuadro 7.1.** Costos por ítem de conformación y puesta en operación de un atrapanieblas de 150 m<sup>2</sup> de superficie (moneda a octubre de 2018).

Items	Costo (\$)
Materiales y estructuras	3.272.000
Transporte de materiales y equipos	450.000
Arriendo de equipos de construcción	200.000
Montaje y puesta en operación	1.700.000
<b>Total</b>	<b>5.722.000</b>

La operación y mantención del atrapanieblas representa montos variables, dependiendo de las contingencias climáticas y de los recambios de malla, para este caso se consideran cada siete años, con una vida útil de 15 años.

El costo económico de la instalación proyectado a 15 años y de su operación se presenta en el **Cuadro 7.2**.

**Cuadro 7.2.** Flujo de fondos de la inversión y operación de un atrapanieblas de 150 m<sup>2</sup>. (m\$).

Ítem	Años								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8 a 15
Valor Inversión y costos	-5.722		-100		-100		-100	-400	-700

## Alternativa 2. Agua de riego obtenida desde las sanitarias

Esta alternativa asume que se adquiere el agua en la misma cantidad que produce un atrapanieblas (96.806 L/anuales), cuyo costo de adquisición es de siete pesos por litro, valor con el cual se construye el flujo para un período similar de 15 años, presentado en el **Cuadro 7.3**.

**Cuadro 7.3.** Flujo de fondos atribuidos a la compra de agua de las sanitarias locales (m\$)

Alternativa	0	1	2	3	4	5	6	7	8 a 15
Adquisición agua camión aljibe		-664	-664	-664	-664	-664	-664	-664	-5.309

## Selección de alternativas de acuerdo a los costos involucrados

El VAC de la alternativa 1 (Atrapanieblas) es de -\$6.768 pesos y de la alternativa 2 (Compra de agua) de -\$6.446 pesos, lo que indica que el costo del litro de agua proveniente de atrapanieblas es \$0,35 pesos superior por litro (\$7,35), a

lo que el agricultor compra en sanitaria local, siendo esta última opción la más recomendable desde el punto de vista económico. Sin embargo, para los volúmenes de agua empleados, las diferencias de costos son despreciables, por lo cual el análisis de este primer enfoque es marginal como criterio de selección.

## 7.2. Productividad del agua

A diferencia del análisis anterior, la siguiente evaluación económica tiene por objeto evaluar los **beneficios económicos** de las alternativas de fuentes que posee el productor y la combinación de éstas, considerando la productividad del agua en el cultivo de olivo.

La estrategia de riego comparativa que se utiliza para definir la productividad del agua, se basa en el aporte suplementario del abastecimiento de agua de riego en base a un manejo hídrico en permanente situación deficitaria. Para esto se han definido dos alternativas de uso de agua, las que se indican a continuación:

**Manejo de riego tradicional.** Evaluación de los beneficios económicos con la disponibilidad actual de agua proveniente de la sanitaria, que cubre el 20% de las necesidades del olivo.

**Estrategia de riego suplementaria.** Evaluación de los beneficios económicos con la disponibilidad actual de agua proveniente de la sanitaria local, suplementada con agua de atrapanieblas aportada en el período de mayor impacto en la producción de olivas (Tradicional + suplementario).

Es necesario establecer previo a este análisis, que los beneficios de la disponibilidad de agua de bajo contenido salino (inferior a 2 dS/m), se reflejan en los rendimientos de la producción de olivas. Esto significa que al suplir el 100% de la demanda de agua que presente el cultivo, la producción potencial alcanza al 100% si los factores productivos restantes no son limitantes.

En el área de estudio se presentan dos fuentes de agua, una de condiciones altamente salobres, cuya C.E. supera los 12 dS/m y la otra, de uso masivo que corresponde a agua adquirida a la empresa sanitaria, cuya calidad cumple con lo requerido para el riego de olivos.

El aporte de agua proveniente de la sanitaria, en promedio cumple el 20% de la demanda evapotranspirativa del olivo cultivado en estas condiciones, siendo particularmente crítica en verano, donde la oferta es la misma, pero la demanda atmosférica se incrementa, aumentando el déficit hídrico del cultivo, afectando la producción de olivas, la que en promedio no supera los 1,5 kg por árbol bajo estas condiciones.

La utilización combinada de la fuente de agua proveniente de atrapanieblas, la que se produce durante gran parte del año, y es almacenada para suplementar el abastecimiento en períodos críticos, es decir, para los meses de diciembre a abril, significa aumentar el aporte de agua de riego para satisfacer las demandas del cultivo cubriendo el 100% de la demanda evapotranspirativa en dicho período, mejorando con ello la producción de olivas la que en promedio alcanzan 6 kilogramos por árbol. La estrategia de riego, en la que se utiliza suplementariamente el agua de atrapanieblas, se presenta en el **Cuadro 7.4**.

**Cuadro 7.4.** Volumen de riego del olivo (L/árbol) obtenida por dos orígenes diferentes en dos períodos del año.

Alternativa	Origen del agua	Fuente	Agosto a noviembre	Diciembre a abril	Total período de riego
Tradicional	Servicios sanitarios	Permanente	244	302	546
Tradicional + suplemento	Servicios sanitarios	Permanente	244	302	546
	Atrapanieblas	Suplementaria	0	1.602	1.602
	Total agua		488	2.206	2.694

El riego suplementario tiene un efecto directo sobre la producción, siendo más notorio cuando los niveles de déficit son tan extremos como los que se presenta en las condiciones actuales de los huertos existentes en Taltal, que solo cubren el 20% de la demanda. En el **Cuadro 7.5**, se presenta la producción promedio encontrada en el ensayo de riego, poniendo las situaciones extremas que servirán para el cálculo de la productividad del agua utilizada en forma separada y total, definiendo los costos en función de los kilogramos de olivas producidos.

**Cuadro 7.5.** Producción de olivas según estrategia de riego suplementario propuesta para las condiciones de déficit hídrico de Taltal.

Estrategia de riego	Origen del agua	Volumen aplicado	Producción de olivas	Producción de aceite
		(L/árbol)	(L/árbol/año)	(kg/árbol)
Tradicional	Adquirido en SS	546	1,28	0,29
Tradicional + Suplemento	Adquirido en SS + Suplemento atrapanieblas	2.148	6,26	1,38

Los resultados de producción, tanto de olivas como de aceite, reflejan un incremento de cinco veces en la producción de olivas y de más de cuatro veces en aceite, en la situación donde se aplica riego suplementario con agua proveniente de la acumulación de la captura de atrapanieblas.

Desde el punto de vista de análisis económico, los beneficios atribuidos a la aplicación de agua, se presentan en el **Cuadro 7.6**.

**Cuadro 7.6.** Ingresos del uso del agua de riego en la producción de olivas y aceite de oliva (\$/L de aceite).

Estrategia de riego	Producción		Precio venta aceite (\$/L)	Ingresos producidos (\$)	Volumen de agua utilizado (L/árbol)	Beneficio por litro de agua utilizado	Productividad del agua (m <sup>3</sup> /kg olivas)
	olivas (kg/árbol)	aceite (L/árbol)					
Tradicional	1,28	0,29	20.000	5.888	546	10,8	427
Tradicional + suplemento atrapanieblas	6,26	1,38	20.000	27.544	2.148	12,8	343

El beneficio incremental al regar suplementariamente con agua proveniente de atrapanieblas es de \$21.656 por cada árbol en producción.

De ambos análisis se concluye finalmente una valoración económica positiva del uso del agua de atrapanieblas, principalmente por el aumento de la productividad que obtiene el productor de oliva y de aceite de oliva.

Un punto importante a considerar es lo referente a la creación de valor que puede tener para el consumidor el hecho que el productor utilice agua de riego obtenida a través del atrapaniebla en su sistema de producción, ya que genera una variable diferenciadora en la comercialización de su producto con respecto a su competencia.