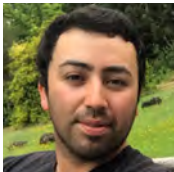


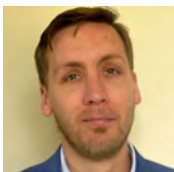
REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DE LA PAPA CONSUMO PARA LA ZONA SUR DE CHILE



► **Rafael López-Olivari**
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Investigador en Ciencias del Riego
INIA Carillanca
rafael.lopez@inia.cl



► **Rodrigo Mora Sanhueza**
Egresado de Agronomía, Tesista UCT
Facultad de Recursos Naturales, Escuela
de Agronomía
Universidad Católica de Temuco
rmora2014@alu.uct.cl



► **Sebastián Meier Romero**
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Investigador en Fertilidad de Suelos y
Nutrición Vegetal
INIA Carillanca
sebastian.meier@inia.cl



► **Patricio Méndez Leal**
Ingeniero Agrónomo, Lic.
Investigador – Transferencista en Papa
INIA Carillanca
pmendez@inia.cl

La zona sur de Chile (desde La Araucanía hasta Los Lagos) concentra la mayor cantidad de superficie cultivada con papa a nivel nacional, representando un 63 % (temporada agrícola 2021/2022). Durante las últimas cinco temporadas agrícolas se ha observado un pequeño incremento en el rendimiento promedio, llegando a un poco más de 28 t/ha (ODEPA, 2022). En tal sentido, los desafíos en el cultivo de papa es producir tubérculos (semilla, guarda o consumo) minimizando al máximo los costos totales, para ser cada vez más competitivos y mantener la rentabilidad del rubro en los diferentes objetivos de producción, procurando el óptimo uso del recurso hídrico. Además, existe una alta variabilidad en los suelos (textura, proporción de

materia orgánica, entre otras), así como también, en los niveles de humedad de suelo a lo largo de los diferentes estados fenológicos, debido a cambios en los patrones de las precipitaciones. Por lo mismo, es imperante incorporar tecnologías de riego y/o estrategias hídricas, en conjunto con la tecnología de datos que permitan maximizar el objetivo productivo, enfocado siempre a una producción sustentable y sostenible en el tiempo.

La gestión del agua de riego es un componente importante en los diferentes manejos agrícolas asociados al cultivo de papa. Así, la determinación de una programación de riego adecuada implicaría una mejora sustancial en la producción de tubérculos, donde es necesario incorporar información cuan-

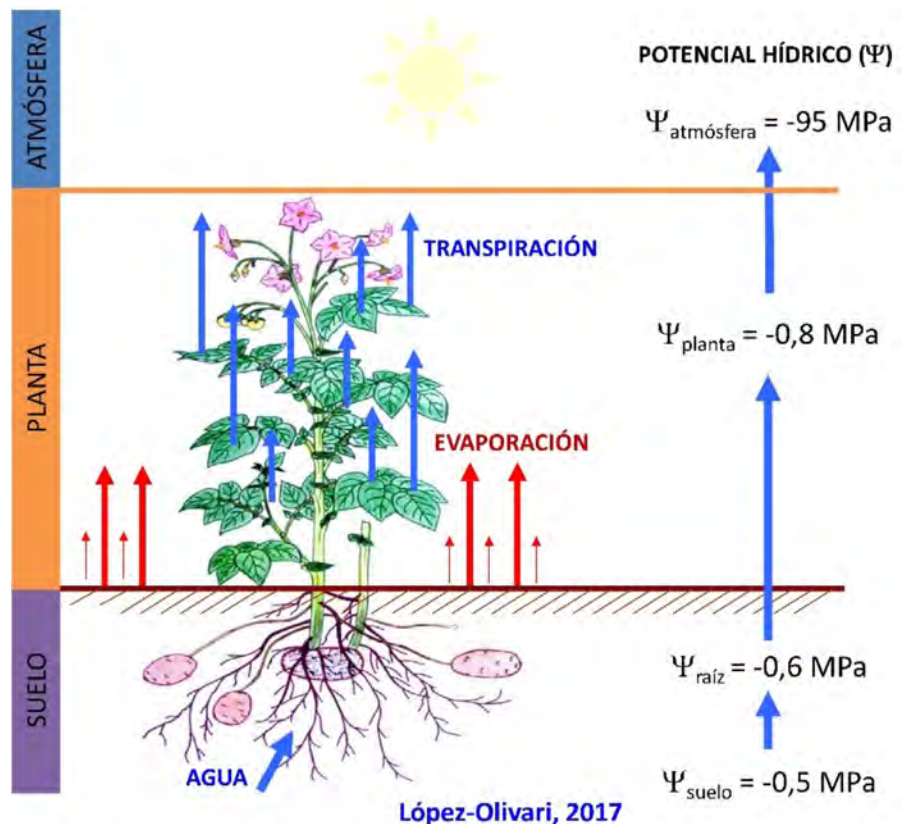


Figura 1. Diagrama general del proceso de evapotranspiración, considerando la interacción suelo-planta-atmósfera, y la movilidad del agua a través de gradientes de potencial hídrico representativos en un cultivo de papa.



titativa, dinámica y continua entre la interacción suelo-planta-atmósfera (Figura 1). En otras palabras, la capacidad que pueda tener un suelo de almacenar la humedad (características físicas del suelo), la evapotranspiración del cultivo (ETc) y la interacción entre la especie/variedad (planta: factor de cultivo, Kc), con las variables atmosféricas en un cultivo de referencia (ETo), deben estar determinados por las condiciones locales o territoriales. Por tanto, es necesario considerar lo siguiente:

Suelo: lo relevante en este punto es realizar un análisis de las características físicas del suelo (laboratorio de suelo especializado) a la profundidad efectiva de raíces (donde se concentra más del 80 % de las raíces activas) y las que potencialmente se encontrarán en las raíces. Además, si en el perfil de suelo se encuentra más de una estrata es necesario realizar un análisis de suelo en cada estrata por separado. La información de suelo que es útil para determinar el agua disponible total (ADT) y fácilmente aprovechable por las plantas (AFA) a profundidad de suelo se encuentra como ejemplo en el Cuadro 1.

D_a es la densidad aparente del suelo, W_{CC} es la humedad gravimétrica a capacidad de campo, W_{PMP} es la humedad gravimétrica a punto de marchitez permanente, θ_{CC} es la humedad volumétrica a capacidad de campo, y θ_{PMP} es la humedad volumétrica a punto de marchitez permanente. W_{CC} y W_{PMP} se determinaron

Cuadro 1. Características físico-hídricas necesarias para determinar el agua disponible total (ADT) y fácilmente aprovechable (AFA) por las plantas a una profundidad efectiva de 300 mm y un criterio de riego de 35 %.

Especie	Serie de suelo	Textura	D_a (g/cm ³)	W_{CC} (g/g)	W_{PMP} (g/g)	θ_{CC} (m ³ /m ³)	θ_{PMP} (m ³ /m ³)	ADT (mm)	AFA (mm)
Papa	Temuco	Franco limoso	0,79	0,65	0,34	0,51	0,27	72,0	25,2

multiplicando W_{CC} y W_{PMP} por la densidad aparente (D_a).

Planta: otro factor muy importante es conocer la variedad o material vegetal de papa que se va a utilizar en el territorio, con el fin de maximizar el objetivo de producción. En este sentido es preciso hacer el seguimiento del período de crecimiento y desarrollo del cultivo de papa (etapas fenológicas) y realizar los manejos agronómicos adecuados. En general, un cultivo creciendo en óptimas condiciones de manejo agronómico presenta una evapotranspiración máxima, lo que se traduce en óptima producción agrícola. En este sentido, el coeficiente o factor

de cultivo (Kc) es el que representa las características propias de la planta, las que pueden estar relacionadas con la resistencia que ejercen las raíces al flujo de agua, la resistencia que presentan los estomas de las hojas a la pérdida de agua, a la arquitectura de la planta (altura, rugosidad y área foliar), y la fracción de cubrimiento que tienen las plantas en el suelo. Así, el valor de Kc puede ser distinto y variable para cada especie y etapa fenológica a lo largo de la temporada agrícola (Cuadro 2). Es necesario realizar una calibración y validación del cultivo donde se producirá papa, sobre todo en variedades que no florecen o presentan aborto floral (por ejemplo, variedad Pehuenche-INIA).

Cuadro 2. Diferentes valores promedios de Kc (preliminares) desarrollados por período fenológico en el cultivo de papa variedad Puyehue-INIA (INIA Carillanca 2019-2021).

Etapas Fenológicas				
DH-IF	IF-DB	DB-MB	MB-S	S-C
0,77	0,95	0,89	0,61	0,54

DH: Desarrollo de hoja. IF: Inicio de floración. DB: Desarrollo de bayas. MB: Madurez de las bayas. S: Senescencia. C: Cosecha.



Atmósfera: este componente corresponde a las diferentes variables meteorológicas (radiación solar, temperatura del aire, humedad relativa del aire, velocidad del viento, precipitaciones) que inciden en el proceso de pérdida de agua, conocido como evapotranspiración. En este sentido, la metodología propuesta en el Manual FAO 56 (https://agris.fao.org/agris-search/search.do?request_locale=es&recordID

=ES2005002081) utiliza el concepto de evapotranspiración de un pasto creciendo en óptimas condiciones, que se usa como una referencia (ET₀). Así, esta información puede ser consultada en la página web de INIA: <https://agrometeorologia.cl/> para diferentes localidades a nivel nacional. Una vez que la ET₀ y K_c son determinados es posible obtener la evapotranspiración del cultivo de papa (ET_c = ET₀*K_c) (Gráfico 1).

REQUERIMIENTOS HÍDRICOS DEL CULTIVO DE PAPA CONSUMO

Las cantidades de agua que necesita el cultivo de papa no están bien definidas en el sur de Chile. Sin embargo, en este cultivo se hace necesario tener datos cuantificados de los requerimientos hídricos para una buena toma de decisiones. Así, la información presentada en esta sección puede servir potencialmente como una he-

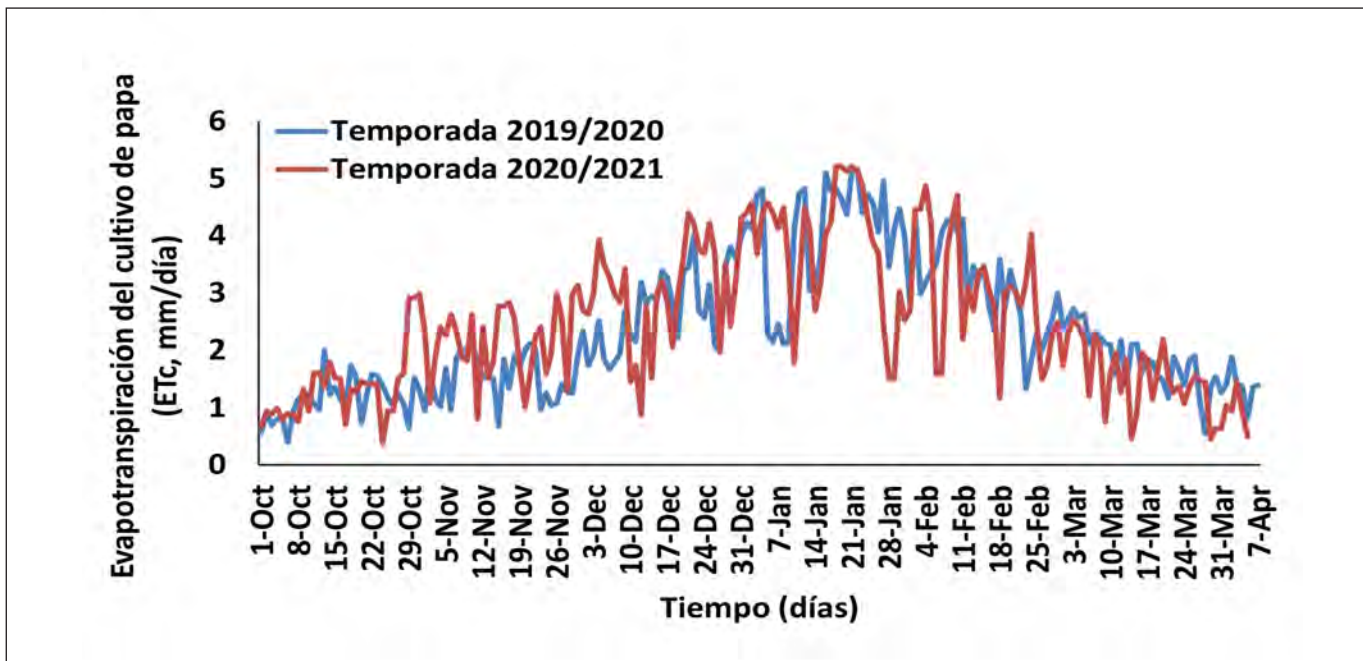


Gráfico 1. Dinámica de la evapotranspiración del cultivo de papa (ET_c) variedad Puyehue-INIA para la temporada 2019/2020 y 2020/2021, determinado en INIA Carillanca, comuna de Vilcún.

rramienta de apoyo para manejar y optimizar el agua de riego en este cultivo. En el Cuadro 3 se muestra la cantidad de agua que ha sido aplicada en los riegos, lluvia efectiva y necesidades de agua aplicada total por temporada.

En este caso, las cantidades totales de agua aplicada fluctuaron entre 3.700 a 3.900 m³/ha/temporada (370 a 390 mm/ha/temporada), en donde esta cantidad fue mucho menor cuando hubo aportes importantes de agua de lluvia efectiva durante el período de crecimiento y desarrollo del cultivo de papa consumo.

Sin embargo, hay que seguir investigando la determinación de las demandas hídricas en las diferentes variedades existente para la producción de papa y en varias localidades. Además, los coeficientes o factores de cultivo (Kc) generados es necesario validarlos para tubérculo de consumo, guarda y semilla, en las diferentes localidades donde se produce el tubérculo desde La Araucanía al sur. Finalmente, la incorporación de estrategias hídricas puede ser una buena alternativa para potenciar aún más el objetivo productivo y obtener información mucho más detallada para una mejor toma de decisiones.



Cuadro 3. Niveles hídricos totales de agua (riego + lluvia efectiva) y rendimiento tubérculo promedio por temporada, durante el período de crecimiento y desarrollo del cultivo de papa variedad Puyehue-INIA en INIA Carillanca, comuna de Vilcún.

Temporada	Agua aplicada por riego (m ³ /ha)	Agua aplicada por lluvia efectiva (m ³ /ha)	Nivel hídrico total (m ³ /ha)	Rdto de tubérculo (t/ha)*
2019/2020	3.719	163	3.882	62,8
2020/2021	3.287	491	3.778	60,0

* El rendimiento fue un poco mermado por algunas heladas que hubo en la temporada.

Cuadro 4. Número de riegos formales realizados durante el período de crecimiento y desarrollo del cultivo de papa variedad Puyehue-INIA en INIA Carillanca, comuna de Vilcún.

Temporada	Períodos de crecimiento y desarrollo (etapas fenológicas)				
	DH-IF	IF-DB	DB-MB	MB-S	S-C
2019/2020	4	4	3	3	-
2020/2021	3	5	4	1	-
Rango*	3 – 4	4 – 5	3 – 4	1 – 3	-
Agua de riego aplicada (mm)	106,7 – 79,7	106,7 – 133,1	79,3 – 89,3	79,3 – 26,6	-

*Estos rangos son el número de riegos formales por período fenológico que pueden variar según la cantidad de lluvia efectiva caída. DH: Desarrollo de hoja. IF: Inicio de floración. DB: Desarrollo de bayas. MB: Madurez de las bayas. S: Senescencia. C: Cosecha.