

## CONCEPTOS DE INTERACCIÓN SUELO-PLANTA-CLIMA PARA EL MANEJO DEL AGUA DE RIEGO

Mauricio Zúñiga S., Ing. Agr., Mg. INIA Carillanca; Rafael López-Olivari, Ing. Agr., Mg, Dr. INIA Carillanca

La creciente y sostenida disminución del nivel de precipitaciones, atribuida en gran parte a los efectos del Calentamiento Global y Cambio Climático, ha provocado una baja considerable del agua disponible para la agricultura en gran parte del país (desde las regiones de Coquimbo a La Araucanía).

Para enfrentar este problema es necesario aumentar la incorporación de sistemas de riego presurizado (de baja y alta presión) que reemplacen los métodos gravitacionales de surco y/o tendido (excesivo uso de agua), y la aplicación de metodologías que permitan hacer un uso eficiente y racional del recurso hídrico dentro de la producción agropecuaria.

Sin embargo, la incorporación de sistemas de riego de mayor eficiencia de aplicación (ejemplo: riego por goteo) no soluciona el problema si no existe una “Programación de Riego” ajustada a las necesidades reales de cada cultivo y huerto. La correcta determinación del tiempo de riego (¿Cuánto regar?) y frecuencia de riego (¿Cuándo regar?), se determina de acuerdo a las condiciones de cada predio y las interacciones suelo-planta-clima (Figura 1), que se dan a través de la temporada de crecimiento y desarrollo de los cultivos.

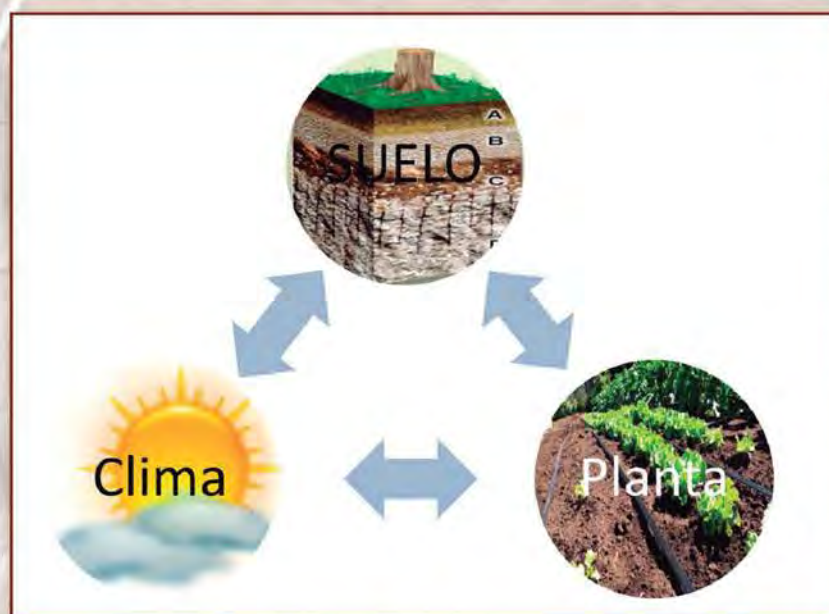


Figura 1. Esquema de interacción entre suelo-planta-clima para un manejo óptimo del agua de riego.



## Componentes de la interacción

**Suelo:** para una correcta programación de riego es importante conocer el tipo de suelo donde se desarrolla el cultivo o frutal. Muchas veces es posible identificar diferentes tipos de suelo en pequeñas extensiones y el no considerar un estudio previo a la instalación de cualquier sistema de riego, puede generar problemas posteriores en el manejo del agua en los distintos sectores.

## Aspectos relevantes a considerar

**Características físico-hídricas:** la textura, estructura y densidad aparente del suelo son parámetros claves para hacer una correcta programación de riego. Mediante estos indicadores es posible determinar la capacidad de almacenamiento de agua del suelo a profundidad efectiva de raíces. Así, se pueden definir tres niveles de humedad en el suelo: "Saturación", "Capacidad de Campo (CC)" y "Punto de Marchitez Permanente (PMP)". La diferencia entre CC y PMP definen lo que se conoce como "Humedad Aprovechable (HA) o útil del suelo", la que es mayor en suelos con clase textural arcillosa que en los de clase textural arenosa.

**Profundidad de suelo y presencia de capas límite:** la profundidad permite conocer el máximo potencial hasta donde podrían crecer las raíces (dependiendo del cultivo). Del mismo modo, es importante determinar si existe presencia de capas limitantes ya sea por presencia de piedras o rocas, toscas, compactaciones o excesos de agua debido a napas freáticas.

La cantidad de agua de riego que se debe aplicar y la frecuencia de esos riegos es diferente si tenemos distintos tipos de suelo. Además, en los cultivos anuales la profundidad de raíces va cambiando desde emergencia a cosecha, por lo que regar

adecuadamente requiere saber la profundidad efectiva de raíces a lo largo del período de crecimiento y desarrollo del cultivo, así como de las capas limitantes potenciales presentes en el terreno que se va a regar.

La manera tradicional para inspeccionar el tipo de suelo es a través del uso de calicatas (Figura 2). Estas excavaciones deben ser de al menos 1,5 m de profundidad por 1 m de ancho, permiten la observación directa de los distintos horizontes (capas de suelo), presencia de capas límite, profundidad de raíces, los cuales influyen directamente en la determinación de la programación de riego.

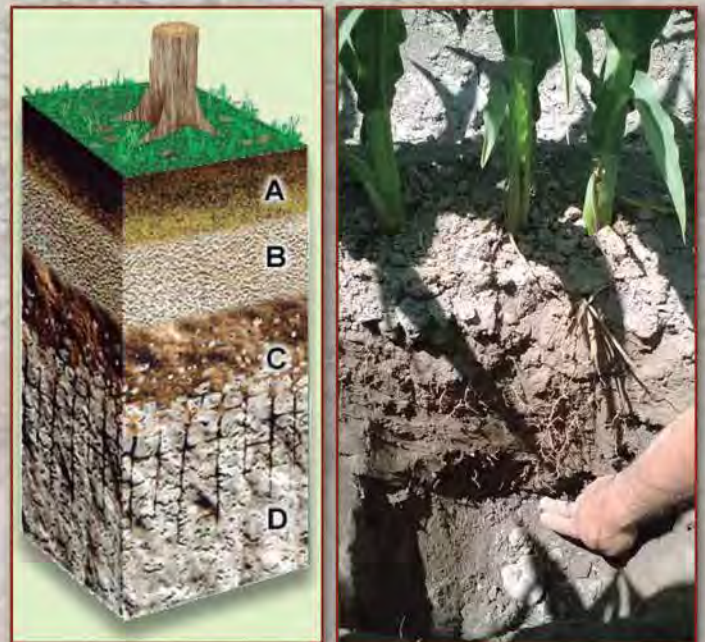


Figura 2. Esquema representativo de horizontes de suelo: A, B, C y D (izquierda) y observación de crecimiento de raíces en cultivo de maíz (derecha).

Una vez que se conoce el tipo del suelo del potrero, es posible ir ajustando la programación de riego a través de observaciones periódicas de la humedad en el suelo con la ayuda de barrenos. Esta metodología permite observar y cuantificar de manera subjetiva el nivel de humedad en el suelo a la profundidad máxima de raíces (Foto 1).





Foto 1. Observación de la humedad de suelo a través del uso de barreno.

**Planta:** para un correcto manejo del riego es fundamental conocer el funcionamiento fisiológico del cultivo y los requerimientos de agua que éste necesita, durante las diferentes fases de crecimiento y desarrollo a lo largo de la temporada.

**Aspectos relevantes a considerar**

**Periodo fenológico:** las necesidades de agua de cada especie varían dependiendo de las distintas etapas de desarrollo (Ejemplo frutal: brotación, floración,

cuaja, maduración y cosecha o cereales: siembra, crecimiento de hojas, antesis, llenado de grano y cosecha). Dichas diferencias en el consumo de agua están asociadas a los diferentes procesos que ocurren en cada etapa fenológica del cultivo así como a la diferencia del área foliar activa y del tamaño y densidad de raíces (Figura 3). Al tener información de la fenología del cultivo y los períodos críticos del mismo, es posible optimizar los riegos.

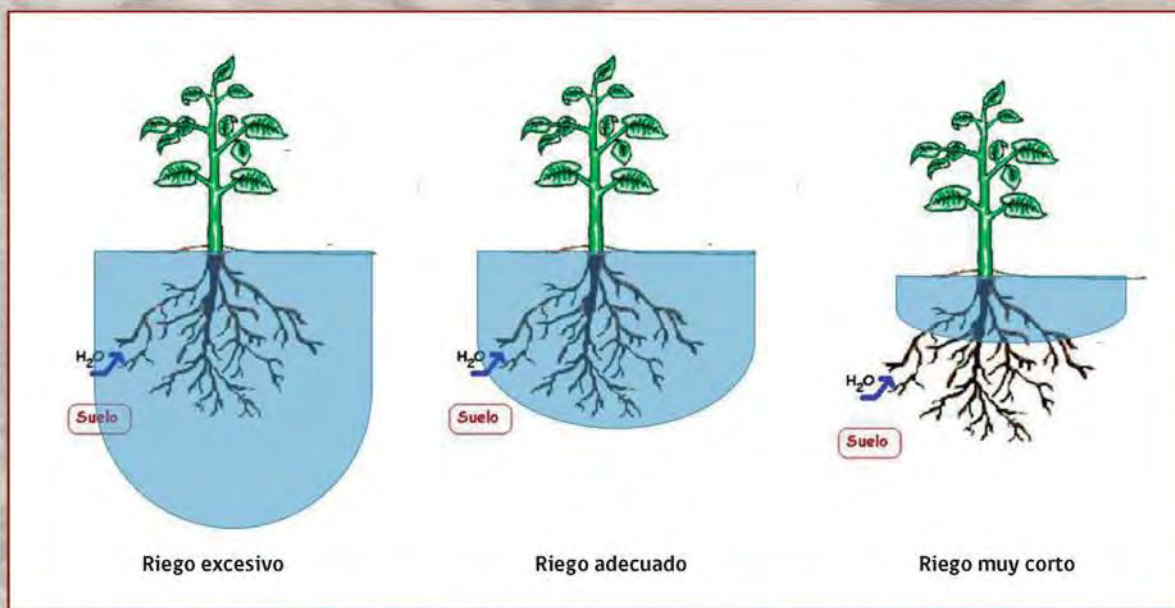


Figura 3. Representación gráfica del movimiento del agua en la zona de raíces dependiendo de la intensidad del riego (Tiempo de riego).



Así, la arquitectura y el estado de crecimiento y desarrollo (fenología), son principalmente los puntos claves a considerar en el componente planta. Los cultivos y frutales presentan características propias y pueden estar relacionadas con la resistencia que ejercen las raíces al flujo de agua, la resistencia que presentan los estomas de las hojas (poros de la hoja) a la pérdida de agua, a la arquitectura del cultivo (principalmente la altura y área foliar), y la fracción de cubrimiento que tienen las plantas en el suelo. Todos estos factores los engloba el "Coeficiente de Cultivo" ( $K_c$ ), lo cual lo hace distinto y variable para cada especie e incluso variedad, durante el ciclo de vida del mismo, por lo que los valores deben ser calibrados y validados localmente.

**Clima:** los sistemas agrícolas pierden agua a través de un proceso denominado "Evapotranspiración de Cultivo" (ETc) (Figura 4). La ETc es un proceso combinado y que ocurre de manera simultánea, donde el agua presente en el sistema (cultivo) es traspasada a la atmósfera mediante la evaporación directa desde el suelo húmedo y la transpiración de la planta a través de sus estomas.

La cantidad de agua utilizada en este proceso dependerá principalmente de variables climáticas como: radiación solar, precipitaciones, temperatura, humedad relativa y velocidad del viento.

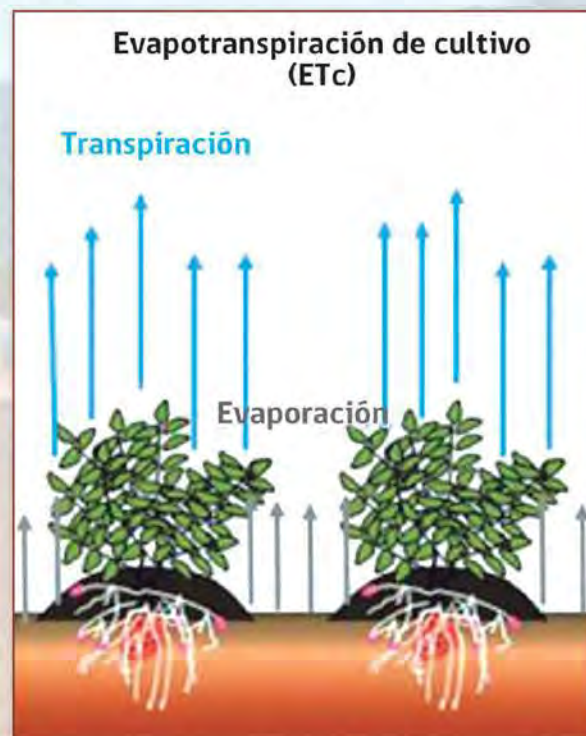


Figura 4. Esquema del proceso de evapotranspiración (Evaporación + Transpiración) ocurrido en los sistemas agrícolas.

### Consideraciones finales

Debido a la importancia de la escasez hídrica que enfrenta la zona sur de Chile, es relevante entender de manera integral el movimiento del agua desde el suelo hasta la atmósfera resumido en el concepto de evapotranspiración. Lo anterior da pie a determinar las necesidades de agua de los diferentes sistemas productivos. Estas variables nos entregan la información necesaria para realizar un óptimo manejo del riego a través del cálculo preciso del tiempo y frecuencia del riego para maximizar los niveles de producción. Así, el déficit y exceso de agua de riego provocan graves daños a la planta entre floración y cosecha, ocasionando pérdidas en rendimiento y en algunos casos la calidad. Además puede inducir potencialmente la incidencia de enfermedades por anegamiento (la cantidad de agua aplicada es mayor a lo que el suelo puede infiltrar).

Por otro lado, si no se tiene información detallada para realizar una adecuada programación del riego (¿Cuándo y Cuánto regar?) se puede utilizar un barreno o una pala para verificar o monitorear la humedad del suelo, a medida que se aplica el agua de riego hasta profundidad efectiva de raíces y controlar empíricamente los riegos.