

Uso de modelos para la programación del riego

Acciones específicas:

- ✓ Piense detenidamente qué es lo que puede medir en la parcela.
- ✓ Solicite asesoramiento a la empresa que suministra el modelo.
- ✓ Determine qué modelo se adapta mejor a las condiciones del cultivo.

INTRODUCCIÓN

Una manera de proceder con la programación del riego consiste en estimar el balance hídrico del suelo, práctica aceptada en todo el mundo. Siguiendo este método, los agricultores pueden obtener recomendaciones sobre el volumen y la frecuencia del riego que debe utilizarse para un cultivo para un clima y un suelo determinado. El método calcula las variaciones diarias del contenido de agua del suelo **SWC** (*Soil Water Content*, por sus siglas en inglés) en la zona radicular como la diferencia entre las ganancias y las pérdidas de agua. El objetivo es mantener el **SWC** por encima de un valor umbral; por debajo de dicho umbral, las plantas experimentan estrés hídrico. En el cálculo del balance hídrico del suelo, la lluvia y el riego añaden agua a la zona de las raíces, mientras que la evapotranspiración de los cultivos (**ETc**) elimina el agua de la zona radicular. El balance hídrico diario, expresado como el déficit de agua en el suelo respecto a la capacidad de campo en la zona explorada por las raíces, al final del día (**i**), es:

$$D_i = D_{i-1} + ET_c - N_r - P_e$$

D_i y **D_{i-1}**: déficit de agua al final del día **i** e **i-1**, respectivamente.

ET_c: Evapotranspiración del cultivo en el día **i**.

N_r: Necesidad de riego.

P_e: Precipitación efectiva en el día **i**.

La **ET_c** puede ser estimada con datos climáticos (evapotranspiración de referencia - **ET_o**) y del cultivo (coeficiente del cultivo - **K_c**). **P_e** es la cantidad de lluvia que permanece en la zona de las raíces después de restar el agua perdida por percolación a través del suelo y la escorrentía. Existen procedimientos simplificados para estimar **P_e** a partir de datos de lluvia. Para comenzar a calcular el balance hídrico, el déficit de agua inicial puede estimarse como el cambio en el contenido de agua del suelo medido con un sensor.

Necesidad de agua del cultivo

En el cálculo de las necesidades de agua de los cultivos se incluye la cantidad total de agua utilizada en la evapotranspiración. **ET_c** es la evapotranspiración de cultivos libres de enfermedades y bien fertilizados, que crecen en grandes campos bajo condiciones óptimas de agua en el suelo y logran la plena producción bajo unas condiciones climáticas dadas.

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm/día)

K_c = Coeficiente del cultivo

Estimación de la ET_o

La **ET_o** puede calcularse a partir de datos meteorológicos. Los principales factores climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación solar, la temperatura del aire, la humedad del aire y la velocidad del viento. Se han desarrollado varios métodos empíricos y semiempíricos para estimar la evapotranspiración de referencia del cultivo a partir de variables climáticas. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) recomienda el modelo Penman-Monteith. Algunas estaciones meteorológicas automáticas también proporcionan cálculos de la **ET_o** diaria.



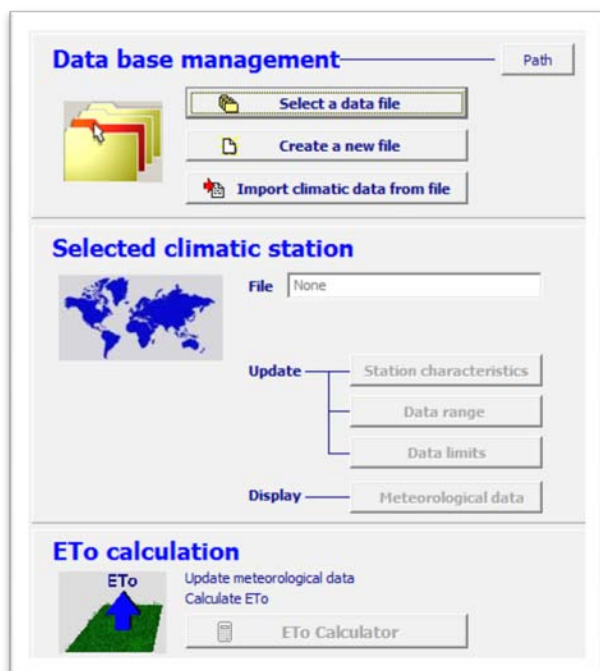
Estación meteorológica automática.



FICHA TÉCNICA

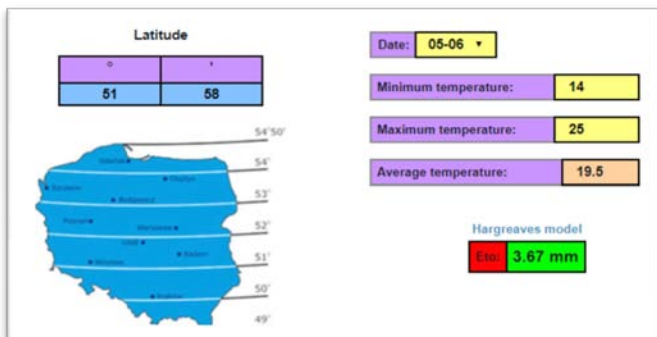
Uso de modelos para el riego

La ETo también puede calcularse utilizando varias aplicaciones que pueden encontrarse en Internet. Por ej., la División de Tierra y Agua de la FAO desarrolló la “Calculadora Eto”, con el que se puede calcular la ETo de acuerdo con las normas de la propia FAO. Puede descargarse en: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/eto-calculator/en>.



Menú principal de la calculadora Eto.

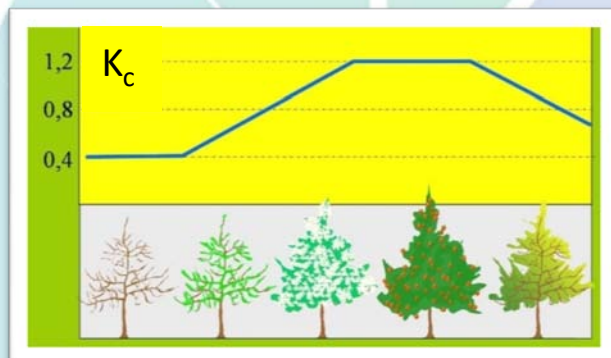
Los cálculos también se pueden llevar a cabo utilizando otras calculadoras en línea: <http://www.nawadnianie.inhort.pl/eto/30-eto-penman-monteih>. Y si no disponemos de datos meteorológicos completos, pueden utilizarse modelos simplificados, como, por ejemplo, la ecuación de Hargreaves: <http://www.nawadnianie.inhort.pl/eto/29-eto-hargreaves>



Menú principal de la calculadora del modelo Hargreaves.

Coeficiente del cultivo

El tipo de cultivo, la variedad y la fase de desarrollo afectan a la evapotranspiración. **Kc** es la relación entre **ETc** y **ETo** y expresa la diferencia de evapotranspiración entre la superficie cultivada y una superficie de hierba de referencia. Son muchos los factores que afectan al **Kc**; a saber, el tipo de cultivo, los cambios en las características del cultivo a lo largo del período vegetativo (fases de crecimiento) y, en menor medida, las condiciones climáticas predominantes. Las tendencias en los valores de **Kc** durante el período de crecimiento se representan en la curva de coeficiente de cultivo. Sólo se necesitan tres valores de **Kc** para describir y construir la curva del coeficiente de cultivo: los de la fase inicial, la fase de temporada media y la fase final. Los valores de los coeficientes de **Kc** para varias especies de plantas se incluyen en el documento 56 de la FAO : <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm>.



Ejemplo de curva de coeficiente de cultivo para manzanos.

Déficit de humedad de campo

El contenido de agua del suelo se expresa generalmente como un déficit de agua en comparación con la capacidad de campo (en milímetros de agua). El déficit admisible (respecto de la capacidad de campo), también se conoce como “déficit permitido” en la zona radicular. Generalmente, suele iniciarse el balance hídrico después de fuertes lluvias o tras el primer riego, y asumen que el campo está a plena capacidad de retención de agua con un déficit inicial de 0 mm.

FICHA TÉCNICA

Uso de modelos para el riego

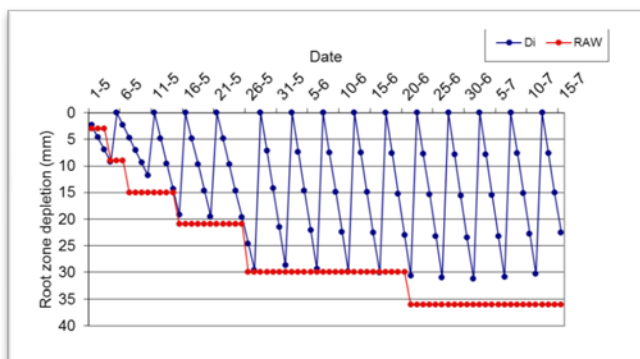
Profundidad efectiva de la zona radicular

La profundidad de la zona radicular es la que, dentro del perfil del suelo, permite a las raíces extraer eficazmente agua y nutrientes para el crecimiento de la planta. Si el sistema radicular es poco profundo, no se puede almacenar mucha agua en la zona radicular, con lo que se necesitan pequeñas aplicaciones de riego, pero frecuentes. Los cultivos de raíces profundas pueden absorber más agua, de manera que ésta se puede aplicar en más cantidad y con menos frecuencia. Las plantas jóvenes tienen raíces poco profundas en comparación con las plantas adultas; por lo tanto, justo después de plantar o sembrar, el cultivo necesita aplicaciones de agua de poco volumen pero más frecuentes que cuando está más desarrollado.

Programación del riego

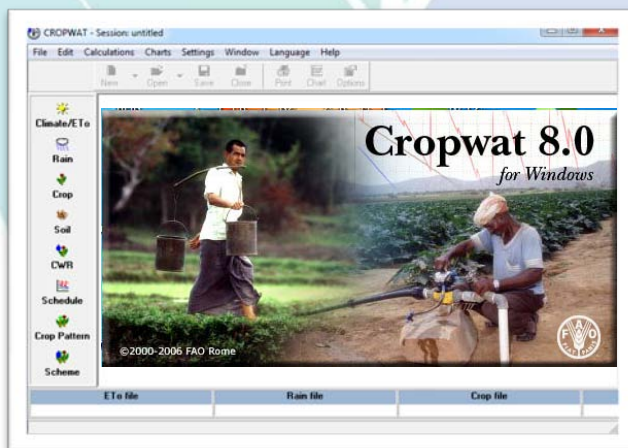
Cada riego debe aplicarse poco antes de que se agote el agua fácilmente disponible en el suelo ($Di \leq RAW$). El RAW (de sus siglas en inglés, *Readily Available Water*), o AFD en español, es el umbral de agua en el suelo por debajo del cual el cultivo comienza a experimentar estrés hídrico. El día en que el déficit de agua acumulada (en mm) es casi tan alta como el de la RAW, el riego debe programarse con un volumen igual al de la RAW para que el suelo recupere su capacidad de campo y, en consecuencia, el déficit de agua vuelva a cero.

Cuando se utilizan sistemas de riego de alta frecuencia, como el riego por goteo, es posible simplificar el balance hídrico ignorando el suelo como componente y asumiendo que el mismo está constantemente cerca de la capacidad de campo. Con frecuencia, el volumen aplicado en un solo riego es equivalente al ETc acumulativo (o el ETc dividido por la eficiencia de la aplicación) para el período entre riegos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que una sola dosis de agua no debería humedecer el suelo por debajo de la profundidad efectiva de la zona radicular.



Ejemplo del balance hídrico para determinar el programa de riego de un cultivo de tomate cultivado en suelo. Di es el déficit de agua del suelo (en relación con la capacidad de campo) en el día i, y RAW es la cantidad de agua fácilmente disponible en la zona de las raíces a la profundidad de enraizamiento esperada. La profundidad de enraizamiento esperada aumenta a medida que el cultivo crece.

Otro programa informático que utiliza el cálculo del balance hídrico del suelo es el CROPWAT de la FAO. Con él, el estado de humedad del suelo se determina diariamente a partir de la evapotranspiración calculada y de los aportes de lluvia y riego.



Menú principal del programa CROPWAT
<http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/en>

Para más información, consulte el Compendio sobre Fertirrigación de la página 10-17 a la 10-21 en <https://www.fertinnowa.com/the-fertigation-bible/>

Aviso legal:

Esta ficha técnica tiene carácter meramente informativo. FERTINNOWA ha hecho esfuerzos razonables para asegurar que la información contenida sea correcta en el momento de su publicación, pero no será responsable de ninguna decisión tomada en base a la misma. Este documento refleja únicamente las opiniones de los autores. La Comisión Europea no se responsabiliza del uso que pueda hacerse de la información contenida. Los términos y condiciones completos se pueden encontrar en <https://www.fertinnowa.com/about-our-website/>
© Diciembre de 2018, FERTINNOWA