

## **Riego – Uso Consuntivo**

Existen muchas definiciones de riego, una de ellas es que es una herramienta para producir alimentos.

La disponibilidad del agua para el ser humano siempre ha sido vital, porque además del sustento que obtenía al cultivar la tierra, creaba riqueza y con ella conseguía poder. El dominio del agua ha originado en la historia de la humanidad disputas y confrontaciones. Con el dominio de esta técnica, se inicia la agricultura de regadío.

El método principal de entrega de agua al suelo y que se utiliza en aproximadamente el 90 % de los proyectos en todo el mundo es el riego por gravedad, en Argentina representa el 95%.

Es importante responderse la siguiente pregunta:

***¿Por qué se riega y dónde se riega?***

En cualquier cultivo hay que considerar 3 factores fundamentales:

- Clima
- Suelo
- Economía o política

Con respecto al **clima** es poco lo que podemos hacer. Las características climáticas de la región como las temperaturas medias, extremas, la fecha en que comienzan las heladas etc., van a restringir el tipo de cultivo.

El **suelo** se origina a partir de la materia que tuvo su origen en los procesos químicos y mecánicos que transformaron las rocas de la superficie terrestre. A esta materia se agregan el agua, los gases, sobre todo el dióxido de carbono, el tiempo transcurrido, los animales y las plantas que descomponen y transforman el humus, dando por resultado una compleja mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos.

**Es decisivo al momento de determinar que se va a plantar y cuanto voy a producir.**

En la naturaleza, cada suelo tiene un conjunto de características dentro de determinados límites. El superior es la superficie de la tierra; el inferior, se ubica donde ya no actúan los procesos formadores de suelos y, los laterales, son los contactos con otros tipos de suelos. En consecuencia, existen en el mundo muchas clases individuales de suelos, aunque en el ambiente no se los encuentre como unidades separadas. Por eso es necesario establecer los límites dentro de los cuales deben ser estudiados. Las características de cada uno pueden conocerse a través de las observaciones e investigaciones de campo, gabinete y laboratorio. Su reconocimiento, clasificación y representación cartográfica es lo que se llama "Mapa de Suelos".

El suelo puede estudiarse desde 2 puntos de vista:

1) desde la **geotécnica** son los ingenieros geotécnicos y también los geólogos los que investigan el suelo y las rocas por debajo de la superficie para determinar sus propiedades para el diseño de estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, etc.

2) desde la **edafología** son los biólogos y los agrónomos los que estudian la composición y naturaleza del suelo en su relación con las plantas y el entorno que le rodea.

Cuando se estudia un suelo la **calicata** permiten la inspección directa del suelo que se desea estudiar y, por lo tanto, es el método de exploración que normalmente entrega la información más confiable y completa. Se recomienda efectuar una calicata cada 50 hectáreas aproximadamente.

En cada calicata se deberá realizar una descripción visual o registro del suelo. Es necesario registrar la ubicación y elevación de cada pozo, los que son numerados según la ubicación. Si un pozo programado no se ejecuta, es preferible mantener el número del pozo en el registro como "no realizado" en vez de volver a usar el número en otro lugar, para evitar confusiones. La profundidad está determinada por las exigencias de la investigación. La sección mínima recomendada es de 0,80 m por 1,00 m, a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes. El material excavado deberá depositarse en la superficie en forma ordenada separado de acuerdo a la profundidad y horizonte correspondiente.



<http://www.madrimasd.org>

Una vez que se realizó el estudio del suelo, el edafólogo me indica que cultivos son recomendables para ese lugar. Luego el factor climático ayudará a descartar de esa lista otros de los cultivos. Finalmente el ***economista*** desde su punto de vista elimina otros u otros por la facilidad de venta del lugar.

Una vez que decidí que plantar tengo que ver la forma de riego.  
Las unidades de riego son: litro/seg/hectárea.

## **Uso Consuntivo**

Es el uso del agua que no se devuelve en forma inmediata al ciclo del agua. Es la cantidad de agua que debe aplicarse a un cultivo para que sea rentable desde el punto de vista económico.

Engloba lo evapotranspirado y lo que la planta se queda para su crecimiento, que es proporcionalmente muy poco. Luego, cuantitativamente se utiliza la evapotranspiración.

¿qué cantidad de agua necesitan las plantas y cómo la calculo?

Se debe estudiar el suelo hasta donde llegan las raíces (profundidad de exploración). En general, se estudia hasta unos 2.5 m.

### **Definiciones útiles**

**Agua adsorbida:** es la que se queda pegada por tensión superficial y es muy difícil de extraer.

**Porosidad:** volumen de huecos / volumen total (es adimensional, puede expresarse como porcentaje).

**Porosidad efectiva:** volumen de agua drenada por gravedad / volumen total.

**Saturación:** es el contenido de agua del suelo cuando prácticamente todos los espacios están llenos de agua. En los suelos bien drenados es un estado temporal ya que el exceso de agua drena de los poros grandes por influencia de la gravedad para ser reemplazada por aire.

**Capacidad de campo:** es la cantidad relativamente constante de agua que contiene un suelo saturado después de 24 o 48 horas de drenaje. El drenaje ocurre por la transmisión del agua a través de los poros mayores de 0,05 mm de diámetro; sin embargo, la capacidad de campo puede corresponder a poros que varían entre 0,03 y 1 mm de diámetro. El concepto de Capacidad de Campo se aplica únicamente a suelos bien estructurados donde el drenaje del exceso de agua es relativamente rápido; si el drenaje ocurre en suelos pobremente estructurados, por lo general continuará durante varias semanas y este tipo de suelos de estructura tan pobre raramente tiene una Capacidad de Campo claramente definida. El suelo a capacidad de campo se siente muy húmedo en contacto con las manos.

**Punto de marchitez:** Cuando sólo queda agua en los pequeños poros, siendo retenida con tal fuerza por el suelo que no está disponible por las plantas. El punto de marchitez no es un valor constante para un suelo dado, sino que varía con el tipo de cultivo.

**Punto permanente de marchitez** - se refiere al contenido de agua de un suelo que ha perdido toda su agua a causa del cultivo y, por lo tanto, el agua que permanece en el suelo no está disponible para el mismo. Se conoce como tal al porcentaje o nivel de humedad del suelo al cual las plantas se marchitan en forma permanente. En esas

condiciones, el cultivo está permanentemente marchito y no puede revivir cuando se le coloca en un ambiente saturado de agua. Al contacto manual, el suelo se siente casi seco o muy ligeramente húmedo.

La **Capacidad de campo** y **Punto de marchitez** son los límites que definen la necesidad de agua de un cultivo para su óptimo desarrollo. El agua contenida en el suelo entre la capacidad de campo y el punto de marchitez es el agua capaz de absorber el cultivo, por lo que para el cálculo de las necesidades de agua es necesario tener en cuenta estos límites, que entre otros factores, varían en función del tipo de suelo.

## **Balance Hídrico**

Las ganancias o ingresos de agua se producen a través de las precipitaciones y las pérdidas o egresos ocurren debido a los procesos de evapotranspiración, que involucran a la evaporación directa de las superficies de agua y de la humedad del suelo y al agua que transpiran los vegetales a través de sus hojas luego de extraerla del suelo.

Cuando la pérdida mensual o anual de humedad excede a la precipitación, resulta un balance deficitario, con lo cual el suelo se seca; cuando la precipitación es mayor a las pérdidas resulta un excedente que permite recuperar la humedad del suelo. Cada región posee valores diferentes, tanto para la precipitación como para la evapotranspiración, ya que dependen de sus propias condiciones climáticas.

El conocimiento de la evapotranspiración potencial de un lugar del que se tienen registros de precipitación permite establecer un balance hídrico anual. Con estos datos es posible conocer la cantidad de agua que realmente evapora el suelo y transpiran las plantas en ese lugar, la cantidad de agua almacenada por el suelo y la que se pierde por derrame superficial y percolación profunda.

Como la evapotranspiración y la precipitación son dos elementos climáticos independientes su variación anual difícilmente coincidan en un mismo punto de la tierra, lo cual trae como consecuencia que, en algunos lugares existan periodos en los cuales la necesidad de agua está satisfecha por las lluvias y otros donde se carece de la cantidad de agua requerida.

De esta manera habrá meses con agua suficiente y meses con agua en exceso o deficiente. También pueden ocurrir casos extremos en que durante todo el año las precipitaciones sobrepasen las necesidades de agua o viceversa.

Si luego de un periodo de deficiencia de agua se producen precipitaciones que exceden ampliamente las pérdidas ocasionadas por la evapotranspiración, el agua sobrante no comienza a escurrirse hasta que el suelo ha alcanzado su saturación. Esta cantidad de agua que en el balance hídrico se designa como humedad de reposición del suelo, varía entre ciertos límites según la profundidad del suelo, su textura y la distribución y extensión del sistema radicular de las plantas que viven en él. Pero en términos generales puede aceptarse que corresponde aproximadamente a una lámina de 100 mm de espesor. Si la precipitación caída es mayor que esta cantidad, y a su vez no se elimina por evapotranspiración, se produce derrame superficial e infiltración a las capas inferiores del suelo, por lo cual se designa como exceso de agua.

Si luego de un periodo de lluvia excesiva sobreviene otro en el cual las precipitaciones resultan inferiores a la demanda de agua, o en otros términos a la evapotranspiración potencial, el suelo comienza a reducir su tenor de humedad por la acción de la evapotranspiración y el almacenaje de agua útil va reduciéndose hasta llegar al mínimo compatible con la vida de la planta, es decir, al punto de marchitez.

Esta humedad perdida por el suelo hasta este momento en el balance hídrico se llama humedad del suelo utilizada y corresponde como en el caso anterior a una lamina de 100 mm.

Para calcular el balance hídrico medio anual de una localidad de la cual se poseen datos mensuales de evapotranspiración y precipitación se procede de la siguiente forma:

Se elige, cuando es posible, un periodo con lluvia superior a la evapotranspiración potencial y se le asigna para este mes en almacenaje de agua útil 100. Si hubiera elegido un mes de deficiencia de agua bien definida le asignare a almacenaje de agua útil 0 mm. Para ir calculando los meses siguientes, sumamos la precipitación del mes considerado al dato de almacenaje de agua útil del mes anterior y a ese total que constituye el agua disponible se le resta la evapotranspiración potencial del mes, con lo que se obtiene el valor de almacenaje de agua útil.

Si el valor de agua útil fuera superior a los 100 mm se colocara para ese mes solo el valor de 100 ya que como vimos anteriormente ese es el máximo tenor de agua de reposición en el suelo. El excedente de los 100 mm será el exceso de agua del mes considerado.

Puede ocurrir que la suma del almacenaje de agua útil del mes anterior, con la precipitación del mes considerado, resulte inferior a la evapotranspiración potencial de ese mes, o sea, que las demandas sean superiores al agua disponible. En este caso habrá deficiencia de agua y en el rubro almacenaje de agua útil se deberá consignar 0 y la deficiencia de agua será la cantidad de milímetros que faltan para completar la cantidad evapotranspiración potencial.

Una vez que, en la forma descripta se hayan calculado todos los meses del año, podrá verificarse el cálculo del balance hídrico, si al sumar el valor de almacenaje de agua útil del undécimo mes con la precipitación del duodécimo mes nos da el valor de 100 mm o 0 mm previstos. Si así no fuera se deben continuar los cálculos con los valores que se obtengan, de manera que en el segundo ciclo de cálculos se vayan corrigiendo hasta que al cerrarse el segundo ciclo de los doce valores, coincida el último dato obtenido con el primero.

### **Método de Thornthwaite**

Este método es muy útil para la primera etapa de un proyecto debido a que utiliza pocos datos. El fin fue efectuar una clasificación climática, para la cual tomó datos de 140.000 parcelas y definió que el suelo es capaz de contener 100 mm, es decir que si se le agrega más agua se iría por percolación o por escorrentía.

Definió a la evapotranspiración (Ev) como el agua que el sol evapora del suelo y de las plantas. Luego la evapotranspiración está asociada a la latitud debido a las horas de sol recibidas.

La Ev puede ser real o potencial. La **real** es la que realmente evapora una planta, mientras que la **potencial** (e) es la que la planta evaporaría si dispusiera de toda el agua que necesita.

La fórmula de Thornthwaite se basa en la temperatura y en la latitud determinando que esta última constituye un buen índice de la energía en un lugar específico. Estima la

evapotranspiración potencial a partir de la media mensual de las temperaturas medias diarias del aire, con el que calcula un índice de calor anual, a partir de la expresión

$$i = (t/5)^{1,514}$$

que le permite obtener un valor para el índice de calor anual (**I**), siendo  $I = \sum i$ , siendo  $\sum i$  la suma de los doce índices mensuales del año considerado. Para meses teóricos de 30 días, con 12 horas diarias de sol, formula la siguiente expresión:

$$e = 16(10 t/I)^a$$

siendo:

e = evapotranspiración potencial media en mm/día

t = temperatura media mensual en °C

I = índice calórico anual ( $I = \sum i$ )

$$a = 675 \cdot 10^{-9} I^3 - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 1972 \cdot 10^{-5} I + 0,49239$$

Esta fórmula se resuelve primero sin corrección y luego se realiza la corrección en base a las horas de sol. Luego averiguo en que momento me sobra o me falta agua.

### Bibliografía:

Teóricas Ing. Ruiz.

Molina T., Jose Manuel; Luis A. Gurovich R. y Eduardo Varas C. (2003): Modelación y Análisis Probabilístico del Balance Hídrico Superficial de un Sistema de Riego en Chile Central. *Ingeniería del Agua* **10** (2): 135 –147.

Sánchez T., M.I. (1992): Métodos para el Estudio de la Evaporación y Evapotranspiración, Cuadernos Técnicos de la Sociedad Española de Geomorfología. Geoforma Ediciones. Logroño.

Thornthwaite, CW 1948. Un enfoque hacia una clasificación racional del clima. El examen geográfico 38:55-94.