

Las necesidades de agua en jardinería. Cálculo por el método del coeficiente de jardín

Manuel Muncharaz Pou
Ingeniero Agrónomo
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción
Universidad Jaime I de Castellón
e-mail: munchara@emc.uji.es

1.- Necesidad del cálculo de la demanda de agua

En el número 146 de esta revista, en el artículo sobre “uso eficiente del agua en jardinería” se ponía en evidencia la necesidad de realizar una jardinería respetuosa con los consumos de agua, a la vista de la escasez de este recurso. Se apuntaban en el artículo algunas ideas que pueden ayudar a conseguir estos objetivos. Además del seguimiento de determinadas prácticas, los técnicos que intervienen en la proyectación de las áreas verdes, deben utilizar adecuadamente las metodologías existentes para determinar cuales son los consumos de agua adecuados, lo que a su vez nos determinará los caudales de agua que se necesitan para el riego.

Un buen cálculo de las necesidades de agua, es la base para el diseño del sistema de riego y a su vez para dar una respuesta adecuada a las necesidades hídricas de las plantas, lo que se reflejará finalmente en las propiedades visuales que exhibirá la zona afectada.

En el presente artículo se da cuenta del método de cálculo denominado del **coeficiente de jardín (CJ)**, utilizado para determinar las necesidades de agua en jardinería. La metodología se puso a punto por Costello y su equipo en 1991, por medio de la difusión de su trabajo en una publicación de la Universidad de California.

El método se utiliza para calcular las necesidades de agua en jardinería de una forma más precisa de lo que se hacía con anterioridad, al objeto de optimizar las dosis de riego, lo cual es muy importante desde tres puntos de vista:

- Ahorro de un bien escaso como el agua.
- Optimización del coste de aplicación que también es paralelo al ahorro de agua.
- Mejora de la calidad paisajística, al aplicar las cantidades adecuadas de agua, sin exceso ni defecto, pues tanto en un sentido como en otro podemos perjudicar el crecimiento del material vegetal.

Con anterioridad a la existencia de este método, y aún ahora, los cálculos de requerimientos de agua se realizaban por métodos generales puestos a punto para otras finalidades, concretamente para determinar las necesidades de los cultivos agrícolas y de las praderas (asimilables a césped). Esto se realizaba aplicando la fórmula que determina la evapotranspiración del cultivo:

$$ET_c = K_c \times ET_o \quad (1) \quad \text{Siendo:}$$

ET_c = Evapotranspiración del cultivo.

K_c = Coeficiente específico para cada cultivo.

ET_o = Evapotranspiración de un cultivo de referencia, calculado para cada zona con una cubeta de evaporación clase A.

Así pues, la evapotranspiración de un cultivo (ET_c) se determina aplicando un coeficiente corrector (K_c) a la evapotranspiración conocida de un cultivo (ET_o) que utilizamos como referencia. La evapotranspiración de un cultivo, es la cantidad de agua que este pierde por evaporación del suelo y transpiración de la planta. A efectos de cálculo con estos sistemas, es la cantidad de agua que se debe reponer, despreciando otros factores que intervienen en el balance hídrico. Si la cantidad de agua necesaria no se cubre con las aportaciones de lluvia, es preciso recurrir al riego.

2.- Modificaciones introducidas en el método del Coeficiente de Jardín

El fundamento para determinar los cálculos de agua en el método del CJ, es el mismo que el del sistema expuesto con anterioridad, pero incluye unas modificaciones que recogen con mayor precisión las pérdidas que se producen en las áreas ajardinadas. Así, en lugar de utilizar el coeficiente de cultivo, se emplea el denominado coeficiente de jardín (K_j), siendo las pérdidas del jardín las de la evapotranspiración que se produce en el mismo (ET_j) y que se pueden determinar con la fórmula:

$$ET_j = K_j \times ET_o \quad (2)$$

Con el coeficiente de cultivo no es posible realizar los cálculos correctamente, ya que en un jardín se dan unas condiciones diferentes a las existentes en un campo de cultivo. Las principales diferencias se deben a los siguientes condicionantes:

- Los jardines siempre están compuestos por más de una especie, cada una con sus necesidades específicas de riego. Es preciso calcular las necesidades de riego de manera que las plantas reciban las cantidades adecuadas, sin excesos ni defectos.
- La densidad de vegetación no es igual en todos los lugares del jardín. A mayor densidad de vegetación hay más transpiración foliar y por tanto mayores pérdidas de agua.
- Dentro del jardín existen diferentes microclimas originados por la exposición, sombreadamiento, situación respecto a los edificios, áreas pavimentadas, etc.

En base a todo ello, parece razonable introducir unos factores de corrección para cada uno de los condicionantes comentados. De esta forma surgen los coeficientes de especie (Ks), densidad (Kd) y microclima (Km), de manera que el coeficiente de jardín es:

$$K_j = K_s K_d K_m \quad (3)$$

Hay que considerar que el coeficiente de jardín utilizado debe proporcionarnos la evapotranspiración del jardín (ETj), que a su vez nos servirá para el cálculo de las necesidades de agua, y en este caso no serán las necesidades totales sino las necesidades para que las plantas tengan una apariencia y un crecimiento adecuado, siempre inferiores a las anteriores.

En agricultura, el agua se aplica tratando de obtener la máxima productividad del cultivo, generalmente producido con una mayor cantidad y tamaño de frutos, lo que se consigue por medio del aumento de las dosis de riego y fertilización. Este no es el objetivo en jardinería, donde solo pretendemos un crecimiento adecuado y una apariencia saludable de las plantas, lo que se puede conseguir con cantidades de agua inferiores a las aplicadas para riego de cultivos.

3.- Determinación de los Coeficientes de Jardín

Coeficiente de especie (Ks). Este coeficiente se utiliza para el cálculo del agua según necesidades particulares de cada especie botánica. Se emplean valores entre 0,1 y 0,9 de conformidad con la descripción del cuadro 1.

Cuadro 1

Coeficiente de especie

Tipo	Valor
Muy bajo	< 0,1
Bajo	0,1 – 0,3
Moderado	0,4 – 0,6
Alto	0,7 – 0,9

El problema de la utilización de este coeficiente, es que necesita una evaluación de las necesidades de agua de las plantas en base a observaciones de campo. El equipo de Costello realizó en 1.999 una relación de 1800 especies, que fue publicada en el III manual WUCOLS (Water Use Classification of Landscape Species). La relación de **plantas WUCOLS** con referencia a las zonas climáticas de California no solo debe extenderse, sino que debe comprobarse su validez y buscarse una correspondencia entre un lugar de aplicación y las distintas zonas de California donde estos coeficientes sean conocidos.

Se debe tener en cuenta que el coeficiente Ks es diferente según la región climática en donde se aplique, lo que quiere decir que una especie puede tener necesidades moderadas en un lugar y bajas o altas en otro. Por lo general, como ocurre con *Laurus nobilis*, mientras más frío es el clima se necesita menos cantidad de agua, o lo que es lo mismo, a más calidez de clima, más necesidad de agua. Sin embargo, el caso contrario también se puede producir aunque con menor asiduidad, es decir, mientras más calida sea la zona, menos agua necesaria. Eso es lo que la experiencia dice que ocurre con *Gleditsia triacanthos*.

Una vez obtenidos los coeficientes en la región en que nos encontremos deberemos calcular un coeficiente único, y este será el que apliquemos en los cálculos. Las situaciones que nos podemos encontrar para determinar el coeficiente Ks, son:

- Zonas con especies agrupadas, todas con coeficiente Ks < 0,1. Es una situación ideal para xerojardinería ya que estas zonas no requieren riego.

- En zonas con una única especie, se aplica el coeficiente Ks correspondiente a la especie.
- Zonas con varias especies de similares necesidades de agua (hidrozonas). Debe ser la situación normal de diseño. Es una situación semejante a la anterior ya que el Ks de todas las especies será el mismo o muy similar.
- Zonas con varias especies y diferentes necesidades de agua. Es una situación a evitar, pero si se necesita por alguna circunstancia se debería proceder así: Se aplicará el valor del Ks mayor, pero la cantidad de agua resultante puede ser dañina para las especies con menores necesidades. Por ello es mejor utilizar un valor ligeramente inferior al Ks más elevado, circunstancia que tendrá en cuenta la cantidad de plantas dentro de cada categoría y que el hecho de bajar el valor del Ks no suponga una merma en el crecimiento o la apariencia de la especie con mayores necesidades.

Coeficiente de densidad (Kd). Se utiliza para introducir el factor de intensidad de agrupamiento de plantación, en el cálculo de las necesidades de agua. Una mayor densidad de masa vegetal proporciona una mayor tasa de evaporación. El coeficiente varía de 0,5 a 1,3 de conformidad con los valores del cuadro 2.

Cuadro 2
Coeficiente de densidad

Descripción	Valor
Bajo	0,5 – 0,9
Medio	1,0
Alto	1,1 – 1,3

Para fijar el valor del coeficiente de densidad se tendrán en consideración dos factores: el área sombreada y los niveles de vegetación.

El área sombreada se considera como aquella que está cubierta por plantas, que en caso de los árboles se estima es la superficie que cubre la sombra proyectada de la copa.

En cuanto a los niveles de vegetación, es evidente que a más niveles de vegetación hay una mayor tasa de evaporación. Se considera que hay tres niveles de vegetación: Arbóreo, arbustivo y herbáceo.

En base a estas consideraciones se pueden adoptar los siguientes valores para el Kd:

Bajo: Un solo nivel de árboles con cobertura inferior al 70%.

Un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura inferior al 90%.

Jardín con más de un nivel con muy baja densidad.

Medio: Un solo nivel de árboles con cobertura entre el 70% y 100%.

Un solo nivel de arbustos o tapizantes con cobertura del 90% al 100%.

Plantaciones de varios niveles de densidad media.

Alto: Plantaciones de varios niveles con densidad alta (cobertura completa en algún nivel).

Coeficiente de microclima (Km). El microclima afecta a las pérdidas de agua y debe considerarse en los cálculos. Su valor oscila entre 0,5 y 1,4 de conformidad con los datos del cuadro 3.

Cuadro 3
Coeficiente de microclima

Descripción	Valor
Bajo	0,5 – 0,9
Medio	1,0
Alto	1,1 – 1,4

Para determinar el valor del coeficiente de microclima se considerarán los siguientes rangos:

Medio: Se da en condiciones de campo abierto sin que esté sometido a vientos mayores de lo habitual, ni focos de calor externos. Puede producirse en grandes jardines con una pequeña porción de pavimentos.

Alto: Se considera en esta categoría cuando la zona está influida por fuentes externas de calor o está sometida al aumento de la evaporación. Las fuentes de calor pueden proceder de vehículos, edificios, estructuras o uso masivo de pavimentos.

También se deben considerar las superficies que reflejen la luz hacia las zonas ajardinadas tal como ventanas, vehículos y similares, que aumentan el calor recibido. Se deben incluir en esta categoría las medianas de autopistas, las alineaciones en ambiente urbano, pequeñas plantaciones en aparcamientos, jardines de solana con bastante pavimento, etc.

Bajo: En esta categoría se incluirán los jardines en umbría (ya sea por exposición o por protección), y aquellos que están fuertemente protegidos de los vientos dominantes.

4.- Procedimiento de cálculo del agua de riego.

Las necesidades de agua de riego de un sistema, se pueden determinar por el método del balance hídrico propuesto por la FAO. El balance hídrico considera las pérdidas y ganancias de agua que hay en un sistema (un cultivo, o en nuestro caso, un jardín). El método se simplifica considerando despreciables las pérdidas de agua en percolación profunda y escorrentía. Tampoco se consideran las posibles ganancias procedentes de aguas interiores. Con este esquema, para conseguir el equilibrio hídrico, se considera que las pérdidas del sistema están representadas por la evapotranspiración y que esta debe quedar compensada por el sumando entre la precipitación efectiva y el agua de riego.

Todos los cálculos que se detallan seguidamente se deben realizar a nivel mensual. En primer lugar se debe proceder a calcular el coeficiente de jardín aplicando la fórmula (3).

Seguidamente se calculará la evapotranspiración del jardín de conformidad con la fórmula (2). La cantidad resultante es la que teóricamente debemos reponer. Para determinar este cálculo necesitamos conocer la ETo del lugar. Este dato se puede obtener en diversas publicaciones y direcciones web, especialmente de organismos oficiales con competencia en agricultura.

Se debe considerar el agua de lluvia, y descontar esta cantidad a los cálculos que nos han proporcionado la ETj. No se debe considerar la precipitación total de cada mes, pues toda la lluvia que cae no es aprovechable por las plantas. Debemos considerar la lluvia efectiva (Pe). La introducción de la lluvia efectiva se debe a tres factores:

- Cuando las lluvias son muy fuertes, parte del agua se percola en profundidad y no queda almacenada a nivel del sistema radicular.
- En estas situaciones de lluvias intensas, otra parte de ellas no se infiltra y se pierde por escorrentía superficial.
- Por el contrario, precipitaciones de escaso caudal no son aprovechables, ya que no llegan a penetrar al nivel del sistema radicular y se evaporan a nivel de suelo. En ningún caso se deben considerar precipitaciones inferiores a 2 mm. en 24 horas, o inferiores a 10 mm. en un mes.

La determinación de la lluvia efectiva puede ser compleja ya que depende de múltiples variables tal como tipo de suelo, intensidad de las precipitaciones, cubierta del suelo, etc. Sin embargo se puede considerar a efectos de los cálculos de riego que puede ser de un 50% de la lluvia real, en clima mediterráneo con gran cantidad de agua en forma torrencial. En otras situaciones puede ser aceptable un 75%. La FAO recomienda utilizar las siguientes fórmulas en zonas en que la pendiente sea inferior al 5%:

Si la precipitación es mayor de 75 mm/mes:

$$Pe = 0,8 P - 25 \quad (4)$$

Si la precipitación es menor de 75 mm/mes:

$$Pe = 0,6 P - 10 \quad (5)$$

Considerando la lluvia efectiva (Pe), las necesidades netas (Nn) de agua en el jardín serán:

$$Nn = ETj - Pe \quad (6)$$

Esta sería la cantidad de agua a aplicar si el sistema de riego fuera de total eficiencia, pero es sabido que en las aplicaciones de agua al suelo hay una serie de pérdidas debidas fundamentalmente a la evaporación y también percolación profunda y escorrentía al igual que ocurre con la lluvia. Así pues, es preciso volver a introducir un factor corrector, como es la eficiencia en la aplicación (Ea), que nos proporcionará las cantidades totales o brutas (Nb) de riego.

$$Nb = Nn/Ea. \quad (7)$$

Como valores para la eficiencia en la aplicación se pueden considerar los siguientes, a nivel orientativo:

TIPO DE RIEGO	Ea
Riego localizado subterráneo	0,95
Riego localizado en superficie	0,9
Difusores y micro-aspersores	0,8
Aspersores	0,7 – 0,8
Superficie	0,5 – 0,65

La aplicación de las sucesivas fórmulas nos proporcionará finalmente las necesidades brutas de riego en mm. o lo que es lo mismo en l/m², en un mes. A partir de aquí se puede realizar un calendario de riego, para lo cual habrá que considerar otros factores tal como tipo de emisor y textura del suelo.

Se debe considerar que si las aguas de riego tienen cierta salinidad, las necesidades brutas son mayores ya que se debe introducir un factor de corrección denominado fracción de lavado. Esta fracción nos sugiere una sobredosis para evitar la acumulación de sal.

5.- Síntesis de acciones a realizar para efectuar el diseño de riego en un jardín.

Para realizar un adecuado diseño de riego en jardinería, deberemos efectuar un cálculo completo de las necesidades de riego del jardín, así como de todos los factores y elementos que intervienen en el riego, para lo cual deberemos realizar las siguientes acciones, cálculos y comprobaciones:

1. Realización de la toma de datos de campo.
2. Elaboración de un plano a escala adecuada (1/100 a 1/500).
3. Diseño del jardín (separación de elementos duros y blandos. En las zonas blandas distribuir las plantas por hidrozonas).
4. Determinar las necesidades de agua del jardín (por hidrozonas).
5. Distribuir los emisores según tipo de riego elegido.
6. Sectorizar por caudal disponible.
7. Diseño agronómico de riego (cálculo de los tiempos de riego).
8. Determinar el trazado de las tuberías y comprobar su funcionamiento (diámetro y pérdidas de carga).
9. Ubicación de automatismos, valvulería y cálculo del cableado.
10. Realización de los planos ejecutivos, es decir de los planos definitivos con indicación precisa de toda la instalación de riego incluyendo las secciones tipo de las zanjas, que pueda servir para efectuar la instalación de la misma de una forma certera.

6.- Para saber más.

- Brouwer C. y Heibloem M. (1986) Irrigation water management: Irrigation water needs. FAO.
- Contreras F. et al (2003) Clasificación preliminar de especies de jardín según sus requerimientos hídricos en la región de Murcia. Actas de Horticultura nº 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícola.
- Costello L. R. (1991) Estimating water requirements of landscape plants: The landscape coefficient method. University of California Cooperative Extension. Leaflet 21493.
- Costello L. R. y Jones K. S. (1994) Water use classification of landscape plants. A guide to the water needs of landscape plants. University of California Cooperative Extension.
- Costello L. R. et al (2000) A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California. Part 1: The landscape coefficient method. Part 2: WUCOLS III. University of California Cooperative Extension.
- Doorenbos J. y Pruitt W. O. (1976) Las necesidades de agua de los cultivos. FAO