



**El método del coeficiente de jardín.
Estimación de las
necesidades hídricas
de las plantas de jardín**

Organización del riego: determinar la cantidad de agua de riego necesaria y tener en cuenta el agua que las plantas pierden por evapotranspiración.

Determinar las necesidades hídricas de las plantas de un jardín resulta básico en la organización del riego: la cantidad necesaria de agua de riego dependerá de la cantidad de agua que las plantas pierden por evapotranspiración (ET). Conociendo las características de humedad del suelo local, la eficiencia del riego y la ET estimada para la plantación, un profesional de la jardinería o del riego puede desarrollar un plan efectivo de riego. El problema principal es sin embargo, cómo determinar la ET para las plantas de jardín.

Las tasas de evapotranspiración han sido establecidas para céspedes y ciertos cultivos agrícolas. La rela-

En el jardín se pueden observar tres especies (*pitosporum*, césped y *festucas*) con requerimientos hídricos completamente diferentes. (Foto superior)

***E*n jardinería es difícil establecer valores para la evapotranspiración mediante determinaciones convencionales. Así, los coeficientes de jardín deberán determinarse utilizando algún otro método.**

ción $ET_c = K_c \times ET_o$ se utiliza para calcular la tasa de ET de un cultivo específico (su ET_c) cuando dos factores, el coeficiente de cultivo (K_c) y la evapotranspiración de referencia (ET_o) son conocidas. Si no se conoce K_c , se puede calcular a partir de la ET_c y de la ET_o ($K_c = ET_c / ET_o$). ET_c se suele determinar a partir del balance de entradas y pérdidas de agua, los experimentos se desarrollan en parcelas de campo bien controladas. Los valores para la ET_o se suelen obtener a partir de tablas oficiales. Una vez se ha establecido la K_c para una planta en particular, se puede utilizar la ET_o para calcular su ET_c . Los coeficientes de cultivo para diversos cultivos agrícolas y céspedes se presentan en el cuadro 1.

Como los valores de la ET_c no han sido determinados para plantas de jardinería, no se han establecido coeficientes de cultivo. Además, en jardinería es difícil establecer valores para la ET mediante determinaciones convencionales. Así, los coeficientes de jardín deberán determinarse utilizando algún otro método. Existen tres razones principales para ello:

1. A diferencia de un cultivo agrícola o un césped, un jardín esta formado por numerosas especies y una mezcla de tipos de vegetación (p.e.

**Cuadro 1:
Coeficientes de cultivo**

	Valores de Kc	
	Bajo	Alto
Arboles de hoja caduca (manzanos, cerezos y nogal)	0,5	0,97
Arboles de hoja caduca con cubierta vegetal (cuando la cubierta vegetal está activa, Kc puede aumentar entre un 25 y un 80%)	0,98	1,27
Viña	0,06	0,80
Olivo	0,58	0,80
Pistacho	0,04	1,12
Cítricos	0,65	0,65
Césped: especies de estación fría	0,8	0,8
Césped: especies de estación cálida	0,6	0,6

Los valores bajos son para árboles tempranos (marzo/abril) y los valores altos son de media estación (mayo/junio); los coeficientes de cultivo para céspedes son valores medios para especies de estación cálida y de estación fría

árboles, arbustos, tapizantes, etc.). Resulta prácticamente imposible medir la ETc y establecer la Kc para cada especie utilizada en el jardín por haber demasiadas especies. Además, la mayor parte de las zonas ajardinadas incluyen varias especies distintas regadas simultáneamente dentro de una misma zona de riego. Un jardín regado típicamente incluye un número de subáreas (zonas de riego) que reciben agua a través de un sistema común de aspersores conectados a una misma válvula. La válvula, ya sea operada electrónicamente o manualmente, puede ser puesta en marcha o apagada durante períodos

Los jardines con elevada densidad de plantación suelen tener mayores pérdidas hídricas por transpiración que las zonas con baja densidad de plantación. Un jardín con árboles, arbustos y plantas tapizantes necesita más agua que un jardín similar con sólo plantas tapizantes.



Jardín con alta densidad de especies vegetales (Foto publicada en el libro «Xerojardinería» de Silvia Burés).

de tiempo preestablecidos. La persona que organiza el riego puede distribuir cantidades distintas de agua en cada zona de riego planificando los tiempos adecuados de puesta en marcha. La mayoría de los sistemas de riego están diseñados de modo que aportan a todas las plantas que están dentro de una misma zona la misma cantidad de agua.

Teniendo en cuenta que la mayoría de las zonas de riego en el jardín incluyen un amplio número de especies, asignar un solo Kc no sería correcto. Sería más adecuado asignar un coeficiente global para todas las especies en la zona. El encargado del riego podría utilizar este valor para estimar la ET de todas las plantas en la zona regada. A pesar de que esta aproximación global puede ser más adecuada que determinar las Kc para cada especie en particular, no deja de ser poco práctica. De hecho, determinar los coeficientes de cultivo resulta mucho más complicado que determinar el Kc de todas las especies de un jardín. Considerando el número de especies posible y el ilimitado número de combinaciones de especies que pueden existir en un jardín, no resulta sencillo poder llegar a establecer Kc para un jardín basándose en determinaciones de campo.

2. Los jardines cambian considerablemente en cuanto a su densidad de plantación. Un jardín recién implantado tiene mucha menos área foliar que una plantación madura. Los jardines con elevada densidad de plantación suelen tener mayores pérdidas hídricas por transpiración que las zonas con baja densidad de plantación. Un jardín con árboles, arbustos y plantas tapizantes necesita más agua que un jardín similar con solo plantas tapizantes. Una plantación de árboles de hoja caduca pierde entre un 25 y un 80% más de agua con cubierta vegetal que sin ella, al aumentar el área foliar evaporante en la plantación también aumentarán su coeficiente de cultivo y ET. En los jardines ocurren situaciones similares. Tener en cuenta las variaciones en la densidad de plantación de un jardín representaría evaluar las diferencias entre las zonas de elevada, media y baja densidad.

3. Muchos jardines incluyen una variación de microclimas: lugares más

frescos, sombreados y protegidos y otras zonas más cálidas, soleadas y aireadas. Estas variaciones influyen de modo significativo en la ET. Los coeficientes de jardín tienen que tener en cuenta las diferencias en la ET resultantes de los efectos microclimáticos. Los valores de la evapotranspiración de referencia son indicativos de las pérdidas en zonas amplias, pero la ETo no tiene en cuenta los aumentos debidos a la presencia de superficies reflexivas y calor generado por el pavimento o los descensos de la ET en las zonas sombreadas. Así, los coeficientes de jardín deberán incluir un factor para la variación microclimática, y será difícil que estos valores puedan determinarse mediante ensayos de campo.

Por estas y otras razones, no resulta práctico determinar las necesidades hídricas para un jardín a base de medir la ETc y calcular la Kc. Parece más razonable estimar los coeficientes de jardín (KL) para plantaciones individuales basándose en una evaluación de campo de las especies plantadas, la densidad de vegetación, y el microclima del lugar. Asignando los valores numéricos adecuados a cada uno de estos factores, podríamos calcular un valor para el KL. Esta aproximación tendría en cuenta las variaciones que afectan al uso del agua, y los planes de riego podrían de este modo adaptarse a las condiciones de cada zona de riego.

El método del coeficiente de Jardín (KL)

La cantidad de agua perdida por un jardín a causa de la ET varía en función de la especie plantada, la densidad de la vegetación y las condiciones microclimáticas. Evaluando cada factor y asignándole un valor numérico, podemos estimar cuanta agua puede perderse en relación a la evaporación de referencia. La relación siguiente:

$$KL = ks \times kd \times kmc$$

donde:

KL = coeficiente de jardín

ks = factor especie

kd = factor densidad

kmc = factor microclima

Emplea los tres factores para producir un único valor KL. KL se utiliza para aproximar las pérdidas por ET de un jardín (ETL) relativas a ETo en base a la relación $ETL = KL \times ETo$.



Parterre de geranios en el Passeig de Gràcia de Barcelona. Esta distribución de la planta permite optimizar el riego.

Por diferentes razones, no resulta práctico determinar las necesidades hídricas para un jardín a base de medir la evapotranspiración de un cultivo específico y calcular el coeficiente de cultivo. Parece más razonable estimar los coeficientes de jardín para plantaciones individuales basándose en una evaluación de campo de las especies plantadas, la densidad de vegetación, y el microclima del lugar.

Estos tres factores, ks, kd y kmc pueden variar considerablemente entre distintos jardines e incluso dentro de un mismo jardín. Los valores propuestos para cada factor para diversos tipos de vegetación de jardín están expuestos en el cuadro 2. Las secciones siguientes explican como se han asignado valores a cada factor.

A pesar de que KL se utiliza como un coeficiente de cultivo (Kc), no es técnicamente un coeficiente de cultivo. Mientras que las Kc se calculan a partir de mediciones de campo de ETc, no es así en el caso de KL. Los coeficientes de cultivo no tienen en cuenta la variación en especies, densidad vegetativa y microclima. Mientras Kc se aproxima a partir de cultivos bajo buenas condiciones de riego, KL es una aproximación de la cantidad de agua necesaria para mantener una cierta estética en un jardín. Más que representar una medida de



Campo de Experimentación para calcular las estimaciones hídricas de árboles ornamentales.

cuanta agua puede perderse en un jardín, KL es una estimación de cuanta agua se necesita para mantener una cierta calidad paisajística.

Factores necesarios para determinar KL

- Factor especie (ks)

Las especies vegetales varían considerablemente en cuanto a sus tasas de pérdida de agua por transpiración. Algunas especies transpiran grandes cantidades de agua, mientras que otras transpiran mucho menos. Además, la mayoría de las plantas transpiran más cuando el agua es fácilmente disponible, y transpiran menos cuando se reduce la cantidad de agua disponible. En los jardines establecidos, algunas plantas requerirán grandes cantidades de agua para mantener su valor estético (p.e. cerezo, abedul, aliso, hortensia, rododendro), mientras otras requerirán muy

La plantación y el mantenimiento simultáneo de plantas con muy distintas necesidades de agua resultará que algunas plantas reciban más agua de la necesaria. Este uso ineficiente del agua puede ser evitado plantando juntas las especies con necesidades de agua similares, con lo cual será más sencillo satisfacer de un modo efectivo las necesidades de todas las especies dentro de una misma zona de riego o hidrozona.

poca agua (p.e. olivo, adelfa, enebro). Numerosos manuales incluyen listas de plantas resistentes a la sequía.

Teniendo en cuenta los amplios márgenes de requerimientos hídricos de las plantas de jardín, el cuadro 2 incluye tres categorías de uso de agua según la especie: elevado, medio y bajo. Los responsables del riego deberán basarse en su propia experiencia, en observaciones y en manuales para determinar la categoría de una especie determinada.

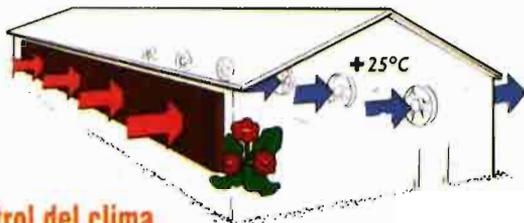
Los valores para el factor especie del cuadro 2 están basados en varias fuentes de información. Los valores para los árboles son aproximaciones de coeficientes de cultivo de árboles en campo, que varían entre 0,56 y 1,19 durante los meses de verano. Teniendo en cuenta que los coeficientes de los cultivos de frutales asumen un mayor contenido de agua en el suelo, hemos ajustado estos valores disminuyéndolos. Asumimos que los árboles de jardín pueden perder menos que su ET potencial máxima y permanecer de una forma estéticamente aceptable. Insistimos en que no estamos interesados en cuanta agua puede perder un árbol en un jardín bajo condiciones óptimas de agua, sino en cuanta agua se deberá aportar para mantener un árbol de apariencia aceptable.

Los valores del factor especie para plantas tapizantes están basados en experimentos de campo preliminares en los que se midió el uso de agua de seis especies de tapizantes. Cuando se regaron con fracciones de ETo entre 20 y 100%, la mayoría de especies se mantuvieron en condiciones aceptables al 50% de ETo, por lo que utilizamos un valor medio de 0,5 para las plantas tapizantes. Es verdad que algunas especies de tapizantes requerirán más, o menos del 50% de la ETo, por lo que incluimos también los valores alto (0,7) y bajo (0,2).

Los valores de factor especie para los arbustos son aproximaciones basadas en las cifras para plantas tapizantes, puesto que los arbustos son más parecidos en su forma y tamaño a éstas que a los árboles. Hasta que no tengamos suficientes datos de campo para especies de arbustos, consideramos válida esta aproximación.

Un clima óptimo en el invernadero
Munters CELdek®
paneles de enfriamiento

+40°C



**Control del clima
para obtener la máxima rentabilidad**

Munters le resuelve el problema del control climático con los paneles enfriantes CELdek, los más eficientes y seguros sistemas de enfriamiento disponibles.

Con los paneles CELdek instalados adecuadamente, usted aprovechará su tiempo en el cuidado de sus cultivos y se olvidará de los sistemas de enfriamiento.

Si lo compara con otros medios o métodos alternativos, Munters CELdek le ofrece también estas ventajas:

- No hay que limpiar pulverizadores.
- No se necesitan bombas de presión.
- Es auto-limpiante, sin obturaciones.
- No moja la planta: las hojas y flores no sufren daños ni se ensucian por las sales.



Box 434,
S-191 24 SOLLENTUNA (Suecia)
Tel: +46-8-626 63 00
Fax: +46-8-754 56 66

Oficina local en España:
C/Almansa, 62
28039 MADRID
Tel: +34-(9)1-534 07 38
Fax: +34-(9)1-534 33 91

Plásticos ODENA
División Horticultura

**ESPECIALIDAD EN MACETAS
Y CONTENEDORES DE PLÁSTICO**

Polígono Industrial Torrent d'en Ramassa - nau 21
Tel: (93) 849 67 05 / 849 68 55 - Fax (93) 849 68 11
P.O. Box: 131 (08400 Granollers)
08520 LES FRANQUESES DEL VALLES (Barcelona)

ANAK K2 & KCP

CONTROL DE RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN FUNCION DE LA CONDUCTIVIDAD y pH.

CONTROL DE FERTILIZACIÓN POR:

TIEMPO, PROPORCIONAL AL CAUDAL
DEL AGUA, CONDUCTIVIDAD O
CONDUCTIVIDAD DIFERENCIAL.

CORRECCIÓN INMEDIATA DE LA C.E. y pH.

MODULAR: 8 a 64 SECTORES.
MULTI TANQUE: Hasta 4 fertilizantes distintos +
ácido y basín.
REGO: Por Volumen y Tiempo
BOMBEO: 4 Bombas de agua + 1 Master.

INDICADO PARA SISTEMAS DE
INYECCIÓN DIRECTA O CON
TANQUE DE MEZCLAS
(en bypass o circuito cerrado)

ANAK K2



KCP

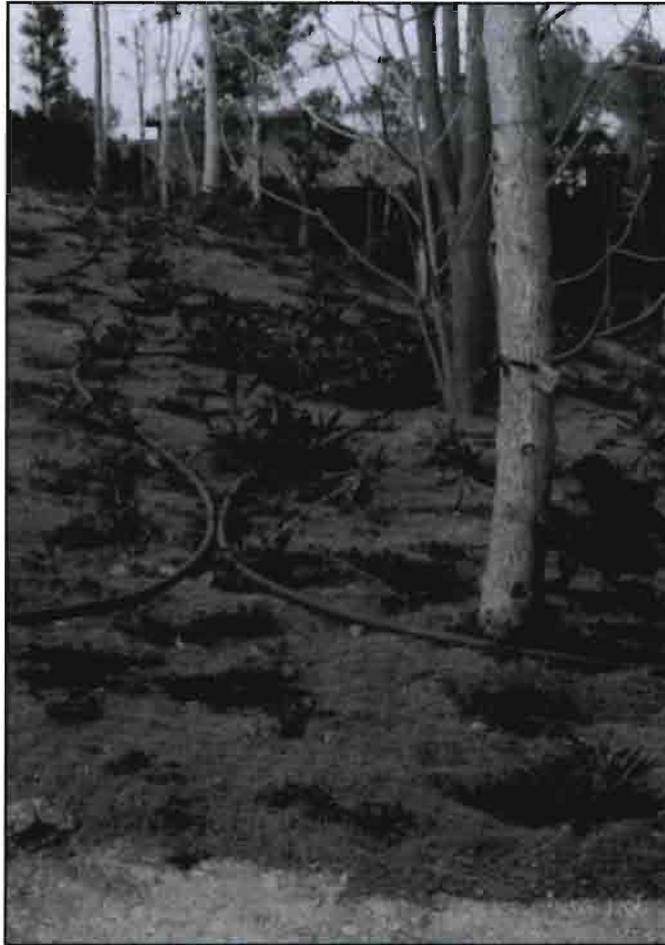


UNIDAD DE LECTURA Y CONTROL DE
pH Y CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.
Con salida a 0-20 mA.

- Lectura de sondas de pH y CE
- Visualización de los valores leídos en dos pantallas luminosas individuales.
- Selección de pH y CE objetivo de forma digital.
- Salida de 0-20 mA para control del caudal de inyección.
- Alarmas de máxima y mínima de pH y CE.
- Transmisión de las lecturas a los controladores ANAK K2.
- Corrección de forma autónoma a través del ANAK K2.



Cada GOTA cuenta, ninguna GOTA sin SU DOSIS



Jardín recientemente plantado. La baja densidad de vegetación hace necesario localizar el riego de cada planta.

Las plantaciones mixtas deberían tener un margen de uso de agua similar al de los árboles, arbustos y plantas tapizantes. Los márgenes presentados en el cuadro 2 (0,2 a 0,9) representan los márgenes considerados para especies individuales.

Es importante tener en cuenta que algunos árboles, arbustos y tapizantes pueden sobrevivir sin riego durante los meses de verano una vez se han establecido en el terreno. Si no hace falta regar, tampoco es necesario saber el coeficiente de jardín.

Finalmente, el método del coeficiente de jardín da énfasis al concepto de hidrozona: las especies con necesidades similares de riego deberían agruparse en zonas de riego comunes. La plantación y el mantenimiento simultáneo de plantas con muy distintas necesidades de agua resultará en que algunas plantas reciban más agua de la necesaria. Este uso ineficiente del agua puede ser evitado plantando juntas las especies con necesidades de agua similares, con lo cual será más sencillo satisfacer de un modo efectivo las necesidades

de todas las especies dentro de una misma zona de riego.

- Factores de densidad y microclimático (kd y kmc)

Los jardines difieren considerablemente en cuanto a sus densidades de vegetación y microclimas. Ambos factores influyen en la pérdida global de agua del jardín. Las plantaciones de baja densidad y som-

La densidad de la vegetación en un jardín varía considerablemente. Los jardines recién instalados o los jardines con plantas espaciadas poseen generalmente una menor superficie foliar que los jardines maduros o densos, perdiendo, por lo tanto, menos agua.

breadas utilizarán menos agua que plantaciones de alta densidad y a pleno sol. La organización del riego debe poder permitir estas diferencias. Para hacerlo posible, los factores de densidad y de microclima se dan en forma de porcentajes multiplicativos del factor especie. El valor medio para cada factor es 1,0, así, los incrementos en el factor especies a causa de los factores densidad y microclima se obtienen al aumentar estos valores (hasta 1,4), y los decrementos se obtienen disminuyendo estos valores (hasta 0,5). Por ejemplo, utilizando un valor 1,3 para el kd o el kmc ajustaría hacia arriba el factor especie en un 30%. De modo similar, el factor especie se puede disminuir en un 50% utilizando 0,5 para kd o kmc. Estos ajustes generan una KL que es específica para las condiciones de cada zona de riego.

Factor densidad. La densidad de la vegetación en un jardín varía considerablemente. Los jardines recién instalados o los jardines con plantas espaciadas poseen generalmente una menor superficie foliar que los jardines maduros o densos, perdiendo, por lo tanto, menos agua. Aún a pesar de que las plantas individuales en un jardín de plantación espaciada puede perder más agua para una superficie foliar determinada, la pérdida total de agua de una plantación densa será en general mayor. Considerando estas diferencias en pérdida de agua, se ha asignado un valor entre 0,5 y 1,3 para el factor densidad.

Determinar un valor para la densidad es función del tipo de vegetación, siendo los árboles quizás los más difíciles de evaluar. Las densidades de árboles elevadas, medias o bajas dependen de la cubierta vegetal total del conjunto de árboles y del índice de área foliar de cada árbol individual. Los ensayos de campo muestran que la pérdida de agua no es menor en una plantación de árboles con una cubierta vegetal del 60% que en una plantación con una cubierta del 100%. Así, los árboles con una cubierta vegetal entre el 60 y el 100% representarían una condición «media» (kd = 1,0). La cubierta vegetal se define como porcentaje de suelo sombreado. Un 50% de cubierta vegetal representa una sombra que cubre el 50% del suelo bajo los árbo-

Cuadro 2:
Valores estimados para los factores especie, densidad y microclima,
utilizados para determinar el coeficiente de jardín (KL)
para algunos tipos de vegetación

Tipo de vegetación	factor especie (K _s)			factor densidad (k _d)			factor microclima (k _{mc})		
	a	m	b	a	m	b	a	m	b
Arboles	0,9	0,5	0,2	1,3	1,0	0,5	1,4	1,0	0,5
Arbustos	0,7	0,5	0,2	1,1	1,0	0,5	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	0,7	0,5	0,2	1,1	1,0	0,5	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	0,9	0,5	0,2	1,1	1,1	0,6	1,4	1,0	0,5
Césped	0,8	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	1,0	0,8

El factor especie para los árboles se basa en valores para cultivos de árboles con valor agrícola, mientras las estimaciones para plantas tapizantes son estimaciones basadas en investigaciones preliminares desarrolladas en California (a = alto, m = medio, b = bajo).

Los valores para árboles, arbustos y plantas tapizantes son adecuados para jardines que contienen solamente o predominantemente uno de estos tipos de vegetación. Las plantaciones mixtas están formadas por dos o tres tipos distintos de vegetación (árboles, arbustos y plantas tapizantes) sin ninguno de ellos predominante sobre los otros. Para los céspedes, el valor bajo de k_s, 0,6, se asignará a los céspedes de estación cálida, y el valor alto (0,8) a los céspedes de estación fría. Los valores para el césped se incluyen para proporcionar la tabla completa de coeficientes. Con esta tabla se asume que no existe superficie descubierta en el jardín, si no es así, k_d se debería aumentar en un 10-20%, especialmente para árboles y arbustos, debido a la evaporación de la superficie del suelo.

les. Donde la cubierta es menor del 60%, se aconseja una reducción en el k_d. Los árboles con una cubierta vegetal del 25% o menos producen una reducción del 50% en la ET (k_d = 0,5).

Cuando los árboles representan el tipo de vegetación predominante pero también hay arbustos y plantas tapizantes, se aconseja un ajuste del k_d hacia arriba. En esencia, las plantas tapizantes o los arbustos representan otra capa de vegetación, y la pérdida de agua será mayor que si esta capa estuviera ausente. Este concepto de «capa» se discutirá con mayor detalle más adelante.

Finalmente, debemos notar que k_d no tiene en cuenta la pérdida de agua por evaporación del suelo cuando el sombreado del suelo es menor del 100%. Cuando la cubierta vegetal de los árboles es discontinua, las pérdidas de humedad de la superficie húmeda aumentarán. Resulta difícil tener en cuenta las pérdidas por evaporación del suelo en este modelo. En la mayoría de los casos dependen de la humedad de la superficie del suelo, pero también cabe tener en cuenta otros factores, como la textura del suelo, su estructura y su densidad. Una manera de minimizar las pérdidas por evaporación del suelo es mediante la utilización de mulching. Con una capa suficiente de mulching, la superficie del suelo no será

una fuente de pérdidas de agua.

Los arbustos y plantas tapizantes se consideran casi equivalentes en el valor del k_d. Una cubierta completa, o casi completa (90%) del suelo con arbustos o plantas tapizantes representa una condición «media» para estos tipos de vegetación (k_d = 1,0). Valores de densidad más altos se pueden obtener cuando la plantación está basada en plantas tapizantes o arbustos dentro de otro tipo de vegetación. Por ejemplo, cuando se plantan arbustos o árboles sobre plantas tapizantes aumentaría la densidad de vegetación hasta un valor del k_d mayor que el de la planta tapizante sola. Del mismo modo, cuando los arbustos y las plantas tapizantes no cubren completamente la superficie del suelo en la zona de riego, se debe esperar una reducción en la pérdida de agua. Una zona recién plantada

con tapizantes no consumirá tanta agua como una zona plantada desde hace tiempo. Para considerar esta menor densidad de vegetación, se deberá escoger un k_d entre 1,0 y 0,5.

Los jardines más comunes son los de plantación mixta (por ejemplo, árboles, arbustos y plantas tapizantes en una misma zona de riego). Este es el tipo de plantación en el que se obtienen las mayores densidades de plantación. Una plantación de frutales con cubierta vegetal puede tener una ET entre un 25 y un 80% mayor que una plantación desnuda. Generalmente a mayor superficie foliar, mayor será la ET. En los jardines, las plantas tapizantes se suelen plantar bajo los árboles, también de modo similar arbustos y tapizantes a la vez suelen plantarse conjuntamente bajo los árboles. A causa del modo crecimiento propio de cada tipo de vegetación, se obtienen "capas" de vegetación (fig. 1). Este efecto de capas aumentará la pérdida total de agua de la plantación.

El área foliar total transpirante será probablemente mayor en una plantación de tres capas que en una plantación de dos o una capa. En principio, al añadir arbustos en una plantación de árboles y tapizantes se incrementará la pérdida de agua total. Por lo tanto, los valores de k_d para plantaciones de elevada densidad son más altos que para los otros tipos tipos

Cuando los arbustos y las plantas tapizantes no cubren completamente la superficie del suelo en la zona de riego, se debe esperar una reducción en la pérdida de agua.

«Xerojardinería»

En los últimos años el uso de la vegetación autóctona en las actuaciones paisajísticas ha aumentado considerablemente puesto que en la Península Ibérica hay muchas especies que pueden utilizarse en jardinería y paisajismo.

Gran parte del territorio español sufre graves problemas de escasez de agua, lo cual pone de manifiesto la importancia de la correcta elección de la vegetación. Se ha comprobado que el uso de especies adaptadas a una determinada climatología reduce el consumo de agua y evita los problemas que suponen dejar de regar los jardines.

En 1991, en un artículo publicado en la revista *Horticultura*, Silvia Burés, Doctor en Horticultura por la Universidad de Georgia (Estados Unidos), introdujo el concepto de «xeriscape» y explicó las nuevas tendencias en el diseño de jardines con bajo consumo de agua en Estados Unidos. Posteriormente, amplió todas estas ideas en el libro «Xerojardinería».

La obra, basada en el estudio y la investigación, resulta muy interesante para los profesionales del sector ya que presenta de forma fácil y amena el proceso a seguir en el diseño de un jardín de bajo consumo de agua. Empieza especificando los principios en que se basa la Xerojardinería y sigue con ejemplos prácticos de diseño o rediseño de jardines ya existentes, como complemento a la teoría expuesta anteriormente.

Así pues, dando a conocer las características ecofisiológicas y paisajistas de la vegetación y la correcta aplicación de las técnicas de jardinería y paisajismo, «Xerojardinería» sirve para concienciar a todas las partes implicadas, de la importancia de aplicar un adecuado programa de establecimiento y posterior mantenimiento para llegar a conseguir el paisaje concebido en el proceso de realización del diseño.

de vegetación solos. Una plantación de elevada densidad con todos los tipos de vegetación a la vez tendría asignado el valor máximo de kd 1,3.

También podemos encontrar plantaciones mixtas de baja densidad; para estos jardines sería adecuado reducir el kd. Estos valores más bajos se asignarán a jardines recién plantados o espaciados.

La densidad de vegetación media es función de lo que consideremos alta y baja densidad. Debido al hecho de que en un jardín se pueden encontrar a la vez distintas densidades de plantación, establecer si un jardín es de elevada o de baja densidad es subjetivo. El valor medio de kd en caso de duda será de 1,1.

Las estructuras o pavimentación típicas de los jardines urbanos pueden influir considerablemente en las temperaturas foliares y del aire, el viento y la humedad. Los microclimas existen en cualquier tipo de jardín y se deben tener en cuenta para estimar las necesidades de agua.

Factor microclimático. Las condiciones ambientales pueden variar considerablemente en un jardín. Las estructuras o pavimentación típicas de los jardines urbanos pueden influir considerablemente en las temperaturas foliares y del aire, el viento y la humedad. Por ejemplo, los árboles de las zonas de aparcamiento están sometidos a mayor temperatura y menor humedad que los árboles de los parques.

Las zonas con distintas condiciones ambientales dentro de una misma zona climática se denominan microclimas. Los microclimas existen en cualquier tipo de jardín y se deben tener en cuenta para estimar las necesidades de agua. El factor microclimático (kmc) se utilizará para tener en cuenta estas diferencias en la estimación de KL.

El factor microclimático es relativamente fácil de definir. Una condición microclimática media es aquella en la que los edificios, estructuras, pavimentos, pendientes, y superficies reflectivas no influyen en el microclima del lugar. En esencia, estas condiciones serán similares a las condiciones de medición de ETo. La kmc media será de 1,0.

En una condición microclimática "alta", las características del lugar aumentarán las condiciones evapóranes en la zona de riego. Las zonas ajardinadas rodeadas de superficies que absorben el calor, las superficies reflectivas o las que están expuestas al viento deberán tener asignados valores elevados de kmc (por ejemplo medianas, aparcamientos, zona oeste de las edificaciones, zonas oeste y sur de las pendientes, túneles de viento, etc.). Estas zonas tendrán valores de kmc entre 1,0 y 1,4.

Las condiciones microclimáticas "bajas" son tan frecuentes como las altas. Los jardines que están sombreados durante una parte o la mayor parte del día o están protegidos de los vientos característicos de la zona deberían tener asignados valores bajos de kmc. Estas zonas incluyen las partes norte de los edificios (la amplitud de la zona afectada dependerá del tamaño del edificio), patios, zonas bajo balcones, y las pendientes orientadas hacia el norte. Estas situaciones tienen valores de kmc entre 0,5 y 1,0.

Ejemplos utilizando la fórmula de KL

Los siguientes ejemplos de jardines muestran como la fórmula de KL se puede aplicar a una amplia variedad de especies, densidades y condiciones microclimáticas. Los valores de las especies se basan en la experiencia y en las observaciones de los autores.

1. Plantación mixta de Magnolia grandiflora, Alnus incana, Hydrangea, Camellia, Vinca y Trachelospermum jasminoides. La plantación es plena y madura, sombreada por la tarde y protegida del viento. (Ver cuadro)

2. Plantación mixta de Baccharis pilularis, Dodonaea viscosa "Purpurea", Juniperus chinensis "Pfitzeriana", olivo y adelfas. La plantación es plena y madura y está expuesta al sol todo el día con vientos por la tarde. (Ver cuadro)

BACTERMICRON

La solución bacteriana contra las Plagas y Enfermedades de sus Cultivos por Fertilización



FACTORIA SAN MIGUEL, C.B.

Avda. Diputación, s/n - 46810 ENGUERA (Valencia-España)
Tel.: (96) 222 41 77 - Fax: (96) 222 51 08



Estos abejorros de alta calidad, serán suministrados profesionalmente por:

Agrupa-Pulpí, S.A.

Ctra. Pulpí-Terreros, km 0,7
04640 Pulpí (Almería)
Teléf: (968) 48 01 54
Fax: (968) 48 03 87

Salinas y garcía, S.A.

Ctra. Málaga, 402
04700 El Ejido (Almería)
Teléf: (950) 48 00 58
Fax: (950) 48 11 04

ATB - 6 S.L.

Poligono Ind. "La Redonda"
Calle 11 - Nave 55
04710 El Ejido (Almería)
Teléf: (950) 58 17 50
Fax: (950) 58 17 50

Indalo Agrícola, S.A.

Avda. Castilla, 88
Ctra. Nacional, Km 425,7
04738 La Gangosa Vicar (Almería)
Teléf: (950) 34 04 58
Fax: (950) 34 27 49

BioPol

Nuevo en España:

Los abejorros de BioPol para la polinización natural.

BioPol



ABONE MEJOR DE FORMA NATURAL Y AL MEJOR PRECIO

ABONO ORGANICO

- ◆ Materia orgánica, abono orgánico (humus) y el abono organo-mineral.
- ◆ Sustratos especiales para las hidrosembras.
- ◆ Todo tipo de sustratos para la creación y mantenimiento de espacios verdes y jardinería.
- ◆ Tierras vegetales y recibos.

FERVOSA



FERVOSA

FERTILIZACIÓN ORGANICA

NUEVA DIRECCION

Cap del Pont
08519 LA GLEVA (Barcelona)

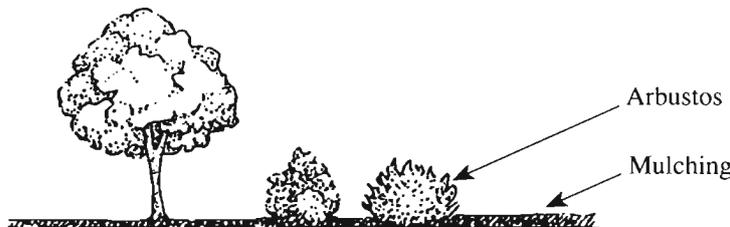
Tel.: (93) 850 27 20 - Fax.: (93) 850 25 95

Figura 1:
Ejemplos de plantaciones mixtas de elevada y baja densidad. Los jardines con árboles, arbustos y plantas tapizantes próximos entre ellos se consideran de elevada densidad. Los árboles y arbustos espaciados representarían un jardín de baja densidad.

Jardín de elevada densidad con capas de vegetación, Kd= 1,3



Jardín mixto de baja densidad, Kd=0,6



3. Plantación media de Juniperus y Arctostaphylos, bien establecida y sombreada durante la tarde por un edificio adyacente. (Ver cuadro)

4. Jardín establecido de cerezos de flor próximos a un edificio que refleja la luz y el calor durante la tarde. (Ver cuadro)

5. Tapiz de Hypericum en una pendiente de un parque, a pleno sol y sin viento. (Ver cuadro)

6. Juniperus chinensis "Pfitzeriana", Cotoneaster horizontalis y Trachelospermum jasminoides en plan-

tación mixta, a pleno sol y con poco viento. (Ver cuadro)

(Tener en cuenta que a pesar de que el Juniperus y el Cotoneaster podrían mantenerse con un ks de 0,2, las mayores necesidades de agua del Trachelospermum jasminoides da a la plantación un ks de 0,5. Obviamente esta no es una zona de riego efectiva).

KL, ETL y el manejo del riego

Los valores generados para KL se usan para calcular ETL a partir de la fórmula $ETL = KL \times ET_0$. Las estimaciones de la pérdida de agua por

evapotranspiración para un jardín, ETL, pueden ser utilizadas para determinar cuanta agua se requerirá semanalmente o mensualmente. Combinando KL con información sobre la eficiencia del riego y la tasa de aplicación, capacidad de retención de agua del suelo, profundidad del aparato radicular y tasa de infiltración, será fácil establecer los ciclos y tiempos de riego.

Los valores de KL generados por estos métodos son sólo estimaciones, puntos de partida sobre los cuales determinar esquemas de riego eficientes. Se recomienda a los encargados de riego que controlen sus jardines tras el establecimiento de los nuevos esquemas, y que estén preparados para cortar o añadir agua cuando sea necesario.

Consideraciones especiales

Eficiencia del riego

La fórmula de la KL estima los requerimientos hídricos de las plantas en un jardín. Debido a que los sistemas de riego suelen ser hasta cierto punto ineficientes, el jardín requerirá un exceso de agua respecto a la estimada mediante la KL. Cada sistema de riego distinto pierde una cierta cantidad de agua debido a la escorrentía, percolación o evaporación, y esta agua no estará a disposición de las plantas. Un sistema de riego con un 70% de eficiencia aporta solamente 7 litros de agua a la planta por cada 10 litros aplicados. La persona responsable del riego deberá evaluar la eficiencia del sistema de riego antes de determinar las necesidades totales de agua.

Nuevas plantaciones

Un jardín recién plantado con riego por aspersión necesitará más agua con respecto a los cálculos de la ET. La mayoría de las raíces de una planta nueva están confinadas a su cepellón, así, el agua disponible será sólo la que esté contenida dentro del cepellón y en algunos casos en el suelo adyacente. Los aspersores aportan agua a toda la zona plantada, no solamente los cepellones con lo cual gran parte del agua proporcionada cae fuera de la zona útil. Por ejemplo, un jardín recién plantado y con riego por aspersión que necesita un valor estimado de 2.000 litros de agua por semana para satisfacer las

KL = ks x kd x kmc

ks = 0,8 kd = 1,2 kmc = 0,6 1 $KL = 0,8 \times 1,2 \times 0,6 = 0,58$	ks = 0,2 kd = 1,1 kmc = 1,3 2 $KL = 0,2 \times 1,1 \times 1,3 = 0,29$	ks = 0,2 kd = 1,0 kmc = 0,6 3 $KL = 0,2 \times 1,0 \times 0,6 = 0,12$
ks = 0,8 kd = 1,0 kmc = 1,4 4 $KL = 0,8 \times 1,0 \times 1,4 = 1,12$	ks = 0,5 kd = 1,0 kmc = 1,0 5 $KL = 0,5 \times 1,0 \times 1,0 = 0,5$	ks = 0,5 kd = 1,0 kmc = 1,0 6 $KL = 0,5 \times 1,0 \times 1,0 = 0,5$

ks=factor especie; kd=factor densidad; kmc=factor microclima

KL=coeficiente de jardín

pérdidas por ET, podría requerir un aporte de agua total de dos veces este volumen, 4.000 litros, solamente con la finalidad de hacer llegar 2.000 litros a la zona radicular.

Obviamente, esta no es una manera eficiente de aportar agua a una plantación nueva, por lo que se debería considerar la instalación de un sistema de riego más eficiente, como el riego por goteo o el riego manual. A pesar de ello, si todavía preferimos utilizar el riego por aspersión en los nuevos jardines, deberemos considerar aportar más agua de la calculada por ET. Podemos empezar con el método de la KL para estimar las pérdidas por ET, y después añadir más agua para mantener la humedad necesaria en la zona radicular. Esto probablemente representará observar detenidamente los ciclos de mojado y secado de los cepellones y suelo circundante. Basándonos en las observaciones, podremos ajustar el esquema de riego de un modo adecuado.

Puesto que el riego por goteo aporta agua directamente al cepellón en el nuevo jardín, la cantidad total de agua aportada debería ser igual a la calculada mediante la ET. Sin embargo, como los jardines contienen raramente plantas del mismo tamaño (distintos tamaños de cepellón o maceta), las plantas mayores requerirán al principio más agua que las plantas menores. A medida que el jardín madura y las raíces se desarrollan a través del jardín, estas diferencias deberían desaparecer. Para un jardín de nueva instalación regado mediante riego por goteo, podemos utilizar la fórmula de KL para estimar las pérdidas totales de ET del jardín, y después aportar cantidades variables a cada planta individual en función de su tamaño de cepellón. Según el tamaño de la planta se necesitará un número distinto de emisores de riego. Añadimos de nuevo que es muy importante observar cómo se mojan o secan los cepellones para ajustar el riego cuando sea necesario.

Valores del factor especie

Un componente clave del método del KL es asignar los valores del factor especie (ks). No existe todavía una lista normalizada de valores de ks con lo cual los profesionales de la jardinería deberán muchas veces recurrir a su propio criterio para esta-

blecer los valores adecuados. Dado que cada persona juzga según sus experiencias particulares, podemos esperar diferencias de opiniones respecto a los requerimientos de algunas especies. La mayoría de las especies, sin embargo, se deberían poder incluir dentro de una categoría general de uso de agua alto, medio o bajo. Es importante tener en cuenta que ningún valor adjudicado es absoluto, que sólo servirá para tener una guía que nos permita estimar los requerimientos hídricos. Recomendamos que se consulte a otros expertos antes de adjudicar valores de ks.

Conclusión

El método de la KL proporciona a los responsables de la jardinería y del riego una estimación de la cantidad de agua necesaria para mantener un jardín de calidad aceptable. Este método puede resultar también útil en la estimación previa de costes de los arquitectos

paisajistas, diseñadores y organizadores. A medida que obtengamos más información sobre el uso del agua por las plantas de jardín, la influencia del microclima y de la densidad, podremos ajustar y refinar el método del KL. Por el momento, este método sirve como punto de referencia práctico para desarrollar sistemas de riego efectivos y eficientes.



**LAURENCE R. COSTELLO,
NELDA P. MAYHENY**

y JAMES R. CLARK

Traducción: SILVIA BURES

Traducido de: «Estimating water requirements of landscape plantings. The landscape coefficient method». Cooperative Extension University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Hoja 21493. Año 1991.

Referencias

Clark, J.R., and R.K. Kjelgren. 1989. Conceptual and management considerations for the development of urban tree plantings. *J. Arboriculture* 15(10): 229-36.

Doorenbos, J., and W.O. Pruitt. 1977. *Crop Water Requirements*. 2d ed., Irrigation and Drainage Paper No. 24, FAO, Rome. 144 pp.

Ferreres, E., (ed.). 1981. *Drip Irrigation Management*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21259.

Gibeault, V.A., and S.T. Cockerham. 1985. *Turfgrass Water Conservation*. UC Agric. Nat. Resour. Publ. 21405. 155 pp.

Goldhamer, D.A. 1989. *Drought Irrigations Strategies for Deciduous Orchards*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21453. 15 pp.

Harris, R.W. 1983. *Arboriculture: Care of Trees, Shrubs, and Vines in the Landscape*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ. 688 pp.

Pruitt, W.O., E. Ferreres, K. Kaita, and R.L. Snyder. 1987. *Reference Evapotranspiration (ET₀) for California*. UC Agric. Nat. Resour. Bull. 1922. 14 pp.

Renquist, R., 1987. *Evapotranspiration calculations for young peach trees and growth responses to irrigation amount and frequency*. *HortScience* 22(2):221-23.

Snyder, R.L., A. Harivandi, and B.J. Lanini. 1991. *Turfgrass Evapotranspiration Map: Central Coast of California*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21491. 8pp. plus map.

Snyder, R.L., B.J. Lanini, D.A. Shaw, and W.O. Pruitt. 1987a. *Using Reference Evapotranspiration (ET_c) for Trees and Vines*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21428. 8 pp.

----, 1987b. *Using Reference ET₀ and Crop Coefficients to Estimate Crop ET₀ for Agronomic Crops, Grasses, and Vegetable Crops*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21427. 12 pp.

Snyder, R.L., W.O. Pruitt, and D.A. Shaw. 1987. *Determining Daily Reference Evapotranspiration (ET₀)*. UC Agric. Nat. Resour. Leaf. 21426. 12pp.

Vrecenak, A.J., and L.P. Herrington. 1984. *Estimation of water use of landscape trees*. *J. Arboriculture* 10(12):313-19.