

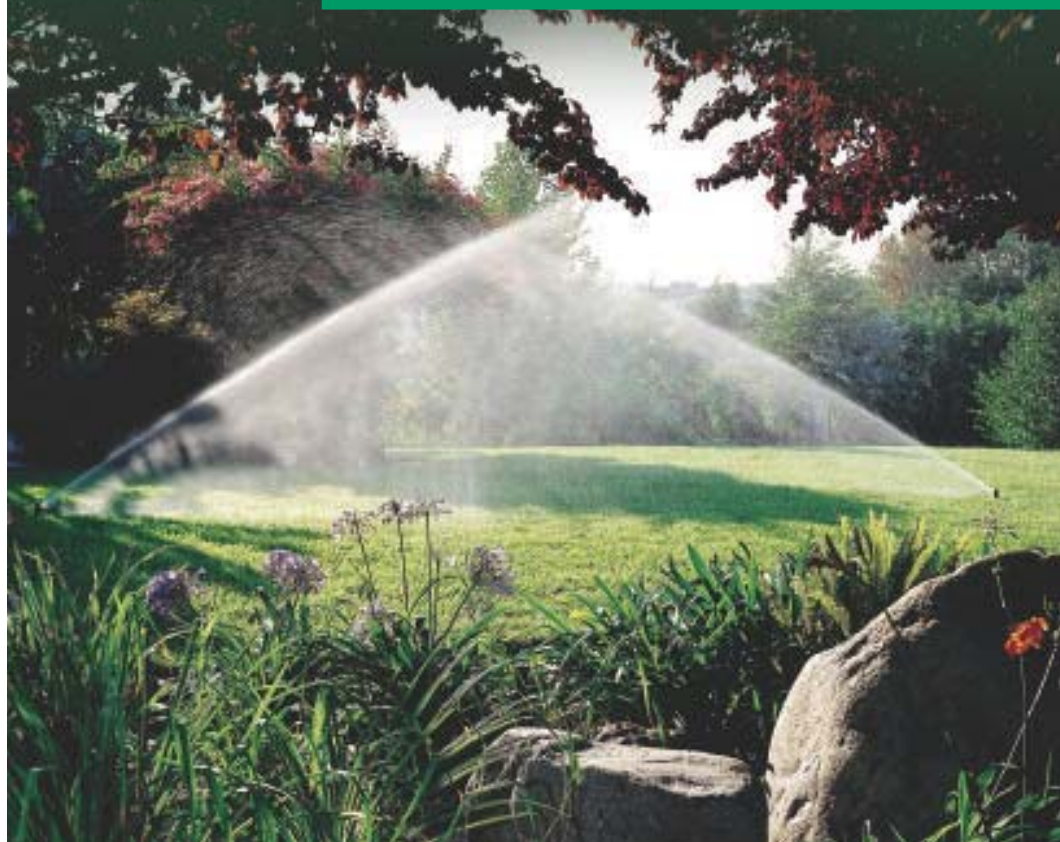
***RAIN***  ***BIRD***®

The  
Intelligent  
Use of Water™



\* El Uso Inteligente  
del Agua™

## La Guía de Diseño de Jardines de bajo consumo para particulares



**RAIN  BIRD®**



Desde los comienzos de Rain Bird, en 1933, nos hemos dedicado al desarrollo de productos y tecnologías que utilizan el agua de la forma más eficiente posible. En Rain Bird, consideramos que es nuestra responsabilidad tomar la iniciativa en la conservación del agua promocionándolo a través de no sólo una gestión eficaz del riego, sino también mediante la educación, formación y servicios para nuestra industria y nuestras comunidades. Es lo que conocemos como The Intelligent Use of Water™ (El Uso Inteligente del Agua™).

Participamos en una gran variedad de iniciativas que tienen como objetivo educar al público en la conservación del agua. Hemos desarrollado planes de educación medioambiental junto con la Universidad Politécnica de California, Pomona, con la finalidad de ayudar a los profesores y a los estudiantes a entender mejor la función esencial que desempeña el agua en los diversos tipos de ecosistemas. A través de nuestra participación anual en la Tournament of Roses® Parade, hemos usado nuestras carrozas para llamar la atención sobre las especies animales y los hábitats naturales sobre los que se ha ejercido una influencia negativa por la falta de agua. Además, hemos redactado el informe *Irrigation for a Growing World* (Riego para un mundo en crecimiento), que trata sobre las causas y las soluciones potenciales para la creciente crisis mundial de agua.

*La Guía de Diseño de Jardines de bajo consumo para particulares continua* el debate sobre los asuntos más importantes reflejados en nuestro primer informe, que se centra en la función que pueden desempeñar los usuarios en la conservación del recurso más preciado mediante un riego eficaz.

La necesidad de conservar el agua nunca ha sido mayor. Nosotros queremos llegar más lejos y, juntos, podemos.

Anthony La Fetra

*Presidente*

**Rain Bird Corporation**

970 West Sierra Madre Avenue • Azusa, CA 91702 USA • (626) 812-3400 • Fax (626) 812-3411  
[www.rainbird.com](http://www.rainbird.com)



## Índice

<b><i>Introducción</i></b>	<b><i>1</i></b>
<hr/>	
Introducción: La crisis mundial del agua	
Conservación del agua residencial: parte de la solución	
<b><i>Capítulo uno: Diseño de jardines para la conservación del agua</i></b>	<b><i>3</i></b>
<hr/>	
Una historia breve	
Beneficios del diseño de jardines para la conservación del agua	
Análisis del diseño	
Planificación del diseño	
Xerojardinería™	
Presión del agua	
<b><i>Capítulo dos: Sistemas de riego eficaces</i></b>	<b><i>7</i></b>
<hr/>	
Sistemas de riego automático	
Programadores	
Electroválvulas	
Aspersores	
Difusores	
Riego Localizado	
<b><i>Capítulo tres: Avances en el ahorro de agua</i></b>	<b><i>12</i></b>
<hr/>	
Tendencia hacia un mayor ahorro de agua	
Herramientas de medición	
Reutilización de las aguas residuales domésticas y recogida del agua de lluvia	
<b><i>Capítulo cuatro: Mantenimiento y recursos adicionales</i></b>	<b><i>15</i></b>
<hr/>	
Gestión	
Tareas de mantenimiento	
Instaladores de jardines y jardineros	
Vendedores locales	
Empresas suministradoras de agua locales	
<b><i>Bibliografía y notas finales</i></b>	<b><i>17</i></b>
<hr/>	



## Introducción

### INTRODUCCIÓN: LA CRISIS MUNDIAL DEL AGUA

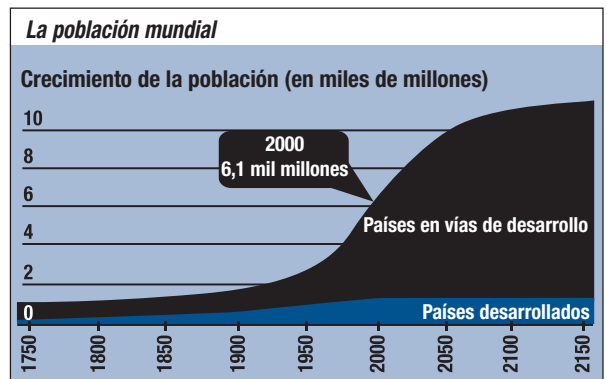
A primera vista, el agua parece ser el recurso más abundante de la Tierra. Sin embargo, la realidad es que el 99% de todo el agua es salada, nieve y hielo, dejando tan solo el 1% disponible para consumo humano.<sup>1</sup> Y, mientras que el suministro es fijo, la demanda de agua dulce aumenta a medida que aumenta la población en la Tierra y aumentan, por lo tanto, las tasas de consumo.

Pero el problema no se limita a los países en desarrollo. Incluso en las zonas menos pobladas de Estados Unidos, las presiones están aumentando, en parte debido a la demanda generada por el estilo de vida norteamericano.

Desde 1900, la población de los Estados Unidos se ha duplicado, pero el uso del agua “per capita” ha aumentado ocho veces, a medida que las mejoras en la tecnología y en el estilo de vida han provocado que el consumo del agua se duplique cada 20 años.<sup>2</sup>

En la actualidad, los norteamericanos consumen un promedio de 382 litros de agua diarios, lo que excede con mucho las estimaciones de 78 litros diarios mínimos necesarios para mantener la vida, las condiciones higiénicas y la producción de alimentos.<sup>3</sup>

Como se ha señalado en el informe *Riego para un mundo en crecimiento* de Rain Bird, las opciones como la desalinización, aumento del precio del agua, el reciclado del agua y las mejoras en las infraestructuras y sistemas de suministro de agua requieren la movilización de los gobiernos y las organizaciones internacionales. En muchos casos, estas tecnologías aún no están completamente desarrolladas y por tanto



Fuente: Population Reference Bureau (PRB), disponible en [www.prb.org](http://www.prb.org)

no se puede hacer un uso efectivo en la actualidad de las mismas. Si embargo, la conservación del medio gracias a un riego eficaz es una solución práctica y rentable que se puede implantar hoy para ayudar a dirigir esta creciente crisis mundial.

#### Consumo de agua por persona y día

Lugar	Agua (litros/galones)
Las Vegas, NV, EE.UU.	307 g/1.162 l
Estados Unidos - Promedio	101/382
Bangkok, Tailandia	55/208
Reino Unido – Todos los usuarios urbanos	40/151
El Cairo, Egipto	35/132
Necesidades Mínimas Estimadas	20,5/77

Fuente: Vickers, Handbook of Water Use and Conservation, WaterPlow Press, junio de 2002.

## **CONSERVACIÓN DEL AGUA RESIDENCIAL: PARTE DE LA SOLUCIÓN**

Al principio, las iniciativas para el ahorro del agua residencial se centraban en prácticas de ahorro de agua en el hogar, como el rediseño de los cuartos de baño de los 60, cuando una serie de estudios revelaron que en los cuartos de baño se consumía un 50% del presupuesto del agua familiar.<sup>4</sup> Una década después, la dispersión urbana en toda la nación y los correspondientes cortes de agua promovieron una mayor conservación del agua en interiores así como campañas masivas de educación por parte de las autoridades.<sup>5</sup>

No fue hasta hace poco que el público se dio cuenta de la necesidad de conservar el agua en los exteriores y las empresas suministradoras de agua implantó campañas de advertencia de ahorro del agua en exteriores. Incluso ahora, la mayoría de los propietarios de viviendas están más familiarizados con las prácticas más adecuadas para reducir el uso de agua dentro del hogar - utilizando retretes de bajo consumo, duchas de bajo caudal, lavadoras y lavavajillas que permiten ahorrar agua - que son las más eficaces en el uso del agua en exteriores.

Considerando que las necesidades de los jardines pueden suponer entre un 20 y un 50%<sup>6</sup> de los 7 359.614 litros de agua consumidos cada año por la familia media norteamericana, la conservación del agua utilizada en jardines es una parte importante de la solución general al problema de la escasez de agua.

Es decir, los propietarios de viviendas actuales a menudo luchan para lograr el delicado equilibrio entre la conservación del agua y disfrutar de las muchas ventajas que proporciona un jardín bonito. Para la mayoría, un jardín con un uso eficaz del agua suscita imágenes de patios con piedras, arena y cactus, o incluso hormigón. Aunque la vista minimalista del paisajismo es, sin ninguna duda, el resumen de un diseño de jardines eficaz en el uso del agua, no es una opción práctica para la mayoría de los propietarios de viviendas debido al clima o a preferencias personales.

*Riego para un mundo en crecimiento: La Guía para particulares de diseño de jardines con un uso eficiente del agua* proporciona a los usuarios una información práctica sobre cómo conservar el agua mediante el uso eficiente del riego. Al dirigir cada aspecto del diseño de jardines con un uso eficaz del agua, desde los mejores momentos y cantidades de agua de riego eficaces, está claro que los métodos de riego que economizan agua pueden reducir de manera significativa la cantidad de agua utilizada en aplicaciones de diseño de jardines sin necesidad de sacrificar ninguna de las ventajas.

## Capítulo uno: Diseño de jardines para la conservación del agua

### UNA BREVE HISTORIA

Los métodos antiguos de riego, como los utilizados durante siglos en la cuenca del río Nilo en Egipto, se limitaban a seguir los ciclos del río. Los campesinos plantaban los cultivos y esperaban a las inundaciones del río. Excavaban canales y usaban la gravedad para transportar el agua del río a donde más se necesitase. El suelo se saturaba y se dejaba secar hasta que las plantas casi se marchitaban y, después, se volvían a empapar.

En 1933, Orton Englehart, un cultivador de cítricos del sur de California, inventó el aspersor de impacto, conduciendo así a una nueva era en el riego mundial. Su nuevo dispositivo de riego, descrito como

“aspersor de impacto de brazo horizontal activado por un muelle” era duradero y distribuía el agua más lejos, de forma más equitativa y de forma más eficaz que los aspersores existentes hasta la fecha. Clem y Mary La Fetra, vecinos del inventor, reconocieron el potencial del aparato de Englehart e iniciaron su comercialización. Posteriormente, los La Fetra construyeron una fábrica en el establo familiar, que evolucionó hasta lo que hoy es Rain Bird Corporation.<sup>8</sup>

Siete décadas más tarde, la función de los aspersores actuales sigue siendo más o menos la misma, pero su funcionamiento y eficacia han cambiado drásticamente. Los avances en la tecnología y la ingeniería han provocado el desarrollo de los mecanismos de riego, que suministran agua de forma más precisa y uniforme, en cualquier espacio, independientemente de la forma. Van desde un riego localizado de bajo volumen y micropulverización para pequeños aspersores emergentes utilizados en un jardín típico hasta aspersores giratorios para aplicaciones comerciales de gran tamaño.

Quizás el avance más importante en paisajismo residencial sean los sistemas de riego que permiten a los usuarios ahorrar tiempo y regar de forma más eficaz, más precisa y equitativa basándose en las necesidades específicas de las plantas.

### VENTAJAS DEL PAISAJISMO QUE AHORRA AGUA

Más allá de ahorrar agua, un jardín correctamente diseñado, bien mantenido, con un uso eficaz del agua, es un bien en cualquier vecindario y aporta al propietario de una vivienda muchas ventajas:

- **Un mayor valor inmobiliario** – El valor de una vivienda puede aumentar hasta en un 20% y el tiempo necesario para venderla puede reducirse hasta en seis semanas.<sup>9</sup>



*Aspersor de impacto original de Orton Englehart. ©2006 Rain Bird*

- **Menores costes energéticos para el hogar** – Los costes del aire acondicionado se pueden reducir hasta en un 50% cuando los árboles y la vegetación proporcionan una sombra refrescante. Durante el invierno, el impacto de los vientos fríos se puede reducir de forma significativa cuando las plantas que actúan como pantallas.<sup>10</sup>
- **Entorno exterior más placentero** – Los árboles y la vegetación circundante pueden reducir la temperatura externa hasta 10 grados y actuar como barreras del sonido ante los ruidos de la calle.<sup>11</sup>
- **Seguridad contra incendios** – Una pantalla vegetal de 3,5 m de altura que incorpora tapizantes de bajo porte, plantas crasas y un segado regular del césped pueden evitar que el fuego de la maleza alcance la vivienda.<sup>12</sup>
- **Control de la erosión** – Los jardines saludables son menos propensos al gasto excesivo de agua, lo que ayuda a prevenir daños del lugar y de su estructura.<sup>13</sup>
- **Contribuciones medioambientales** – Los árboles y las plantas absorben el dióxido de carbono del aire y lo devuelven al medio ambiente en forma de oxígeno.<sup>14</sup>
- **Numerosos beneficios emocionales:**
  - Belleza y relajación
  - Orgullo en el hogar
  - Seguridad, áreas de juego y deporte de alta calidad

Un sistema de riego bien pensado y correctamente diseñado permitirá a los propietarios de las viviendas disfrutar de las ventajas de un paisajismo saludable y, a la vez, consumir menos agua. Los sistemas de riego más eficaces comienzan con un diseño que tiene en cuenta el clima, la selección de plantas y los principios fundamentales del diseño de jardines para la conservación del agua.

## **ANÁLISIS DEL DISEÑO**

Un diseño adecuado depende en gran medida de un análisis correcto de las distintas áreas del diseño. Los sistemas de riego más eficaces dividen el diseño en zonas de riego diferentes para acomodar las distintas necesidades de riego de las plantas. Por ejemplo, muchos jardines incluyen césped, flores, arbustos, árboles e incluso plantas en macetas. Cada uno de estos tipos de plantas tiene distintas necesidades de riego y deben tratarse como zonas diferentes. Además, las distintas exposiciones al sol que se producen en un jardín (zonas de sol frente a zonas de sombra) también afectan al riego.

Las plantas y tapizantes más necesitadas de agua tales como el césped, necesitan normalmente más agua que los arbustos para estar saludables. Dividiendo el jardín en zonas de riego, el programa de riego no estará dictado por las necesidades de las zonas de césped, lo que evitará que arbustos y árboles tengan un exceso de agua y reducirá el consumo general de agua del jardín.

Muchos propietarios de viviendas pasan por alto las características naturales existentes en el diseño, como las zonas con un drenaje pobre, con suelo de arcilla, arenoso o rocoso y pendientes naturales. Teniendo en cuenta la tasa de absorción y la forma como el agua fluye de forma natural por un jardín, las zonas de riego se pueden diseñar de forma que se compensen con las zonas de peor drenaje.



También es importante tomar nota del efecto del viento sobre el jardín. Los vientos fuertes aumentan la velocidad de evaporación y pueden hacer que se desvíe la pulverización. En las zonas más propensas a condiciones de viento, como los cañones o llanuras abiertas, el sistema de riego debe diseñarse de modo que compense las mayores velocidades de evaporación y desvío. Los efectos del viento también se pueden corregir con una presión de agua adecuada, como veremos más adelante.

Por último, los propietarios de viviendas deben tener en cuenta el desgaste y las roturas provocadas en los jardines con un elevado tráfico. El riego se puede adaptar para regar las zonas propensas al desgaste y a estrés hídrico.

### **PLANIFICACIÓN DEL DISEÑO**

La información obtenida de un análisis detallado del jardín permite el desarrollo de un plan de diseño que se adapte mejor a los tipos de plantas con más probabilidad de prosperar en las condiciones dadas y, a la larga, proporciona una base para un sistema de riego con un uso del agua más eficaz.

Un componente importante de cualquier plan de paisajismo es la creación de un mapa a escala de toda la zona de jardines. Los mapas detallados deben incluir el césped, las aceras, las calzadas y los pasos peatonales, así como el exterior de la casa y todas las mediciones correspondientes. Como anteproyecto de un sistema de riego con un uso eficaz del agua, el mapa permite dividir fácilmente el jardín en zonas de riego que agrupen tipos de plantas similares, como arbustos y plantas tapizantes, para asegurar que se cumplen las necesidades de riego específicas.

No es necesario renovar un jardín entero de una vez. Muchos propietarios de viviendas solucionan los problemas de zonas específicas sustituyendo plantas ó céspedes que necesitan mucha agua por plantas nativas resistentes a la sequía, o eliminando zonas propensas a la escorrentía y a la erosión mediante la plantación de tapizantes, plantas trepadoras o parterres de plantas.

**Selección de plantas:** Las plantas deben seleccionarse de acuerdo con las zonas de agua. El uso de plantas autóctonas resistentes a la sequía y que ahorren en consumo de agua aumentará el rendimiento de un sistema de riego. Una separación de las plantas suficiente que tenga en cuenta el tamaño en los niveles plenos de maduración contribuirá a optimizar la eficacia en el empleo del agua.

En esta era del "hágalo usted mismo", hay muchos recursos profesionales como libros, consultas on line y profesionales de viveros para ayudar a los propietarios de viviendas en la creación de planos de diseño de jardines detallados. Los profesionales del paisajismo actuales normalmente también diseñan "elementos sólidos", como patios, pasos peatonales, vallas y otras estructuras, además de trabajar con plantas. Su trabajo de diseño puede incluir explanación, drenaje, control de la erosión, sistemas de riego, alumbrado y otras características.

Los arquitectos y diseñadores de jardines supervisan la ejecución de sus proyectos realizados por las empresas de construcción de jardines y jardineros. Como cualquier profesional, cada uno tendrá distintas habilidades y experiencias.

No todos están de acuerdo en incorporar principios de economía del agua, por lo que puede que haya que perseguir todos esos requisitos de forma activa.

*Dividiendo el jardín en zonas de riego, el programa de riego no estaría condicionado a las necesidades del césped.*

## DISEÑO DE XEROJARDINES™

La práctica de reemplazar céspedes con necesidades de agua elevadas y otras plantas exóticas no autóctonas por céspedes de bajo consumo de agua, flores silvestres y plantas autóctonas locales está ganando popularidad en muchos sistemas de agua de distritos en Estados Unidos. En algunas zonas, la Xerojardinería ha producido una reducción del consumo de agua en exteriores de hasta el 60%.<sup>15</sup>

Para que la Xerojardinería reduzca realmente el consumo de agua de los jardines, el diseño debe incorporar sólo plantas autóctonas o que tengan pocas necesidades de agua y debe agrupar las plantas que tengan necesidades de riego similares de modo que se puedan crear distintas zonas a las que aportar diferentes cantidades de agua. Una vez reducidas las necesidades generales de agua de un jardín, la incorporación de un sistema de riego de bajo volumen o riego localizado, bien mediante la instalación de sistemas de riego localizado o adaptando un sistema de riego existente para incluir componentes de riego localizado, puede producir unos ahorros de agua importantes.

## PRESIÓN DEL AGUA

El funcionamiento eficaz de los sistemas de riego automático depende mucho de la presión del agua. Esta presión debe ser lo suficientemente alta como para compensar la pérdida de presión que se produce en los recorridos del agua a través del sistema. Sólo tiene que tener en cuenta que los emisores en el extremo más alejado del sistema requieren la misma presión para funcionar que los que están al principio. Si la presión del agua disminuye considerablemente antes de que el agua circule por la instalación, la eficacia de dicha instalación puede verse seriamente afectada.

Comprobación de la presión del agua: La forma más fácil de medir la presión es instalar un manómetro en el grifo más próximo al contador. Compruebe que no hay agua circulando en el interior o exterior de su casa. Abra el grifo con el manómetro instalado. Este aparato mostrará la presión del agua en bares o en libras por pulgada cuadrada (PSI). También puede ponerse en contacto con la compañía local de suministro de agua para preguntar el dato.

Una presión adecuada puede incluso minimizar los efectos del viento. Una presión excesiva puede producir neblinas, lo que desperdicia el agua por la evaporación y los efectos de desviación del viento. En esos casos, debe reducirse la presión del agua para ayudar a crear gotas de agua más grandes con el fin de reducir al mínimo la desviación y la evaporación y permitir una distribución eficaz y precisa del agua.

Aunque la mayoría de los hogares disponen de una presión del agua adecuada para hacer funcionar un sistema de riego, es aconsejable que los propietarios de viviendas comprueben la presión del agua existente antes de instalar un sistema de riego.

### Caso práctico<sup>16</sup>

*RECONOCIENDO LA NECESIDAD* de unos cálculos de ahorros de agua más precisos (y localmente aplicables), Southern Nevada Water Authority (SNWA) realizó un estudio de la transformación a la Xerojardinería en 2001 para determinar el verdadero ahorro de agua que se obtenía. El estudio experimental reclutó cientos de participantes que deseaban convertir su jardín actual en un Xerojardín e instaló medidores para recopilar datos de la aplicación por unidad de área. Los resultados revelaron que la Xerojardinería podría aprovechar las reducidas necesidades de agua de algunas plantas para justificar el cambio a un sistema de riego de bajo volumen, ahorrando así grandes cantidades de agua en residencias unifamiliares. En general, los hogares de este estudio ahorraron una media del 30% del consumo total anual.

Xeriscape™ es una marca registrada de Denver Water, Denver, CO y se usa en este documento con la debida autorización.

## Capítulo dos: Sistemas de riego eficaces

### SISTEMAS DE RIEGO AUTOMÁTICO

Los sistemas de riego automático son una herramienta cómoda para los propietarios de viviendas en el sentido en que, si están instalados correctamente, aportan la cantidad de agua adecuada al lugar correspondiente con un esfuerzo mínimo por parte del propietario. La mayoría de los sistemas automáticos utilizan varios tipos de métodos para el suministro de agua, siendo dos de los más comunes los aspersores emergentes que se introducen en el terreno cuando se termina el ciclo de riego, y el riego localizado, que utiliza microcomponentes para suministrar agua a menor velocidad, precisamente en donde las plantas más lo necesitan, en el terreno por encima del sistema radicular.

Aunque muchos propietarios de viviendas siguen regando manualmente con manguera, el riego manual no permite una

#### Caso práctico<sup>17</sup>

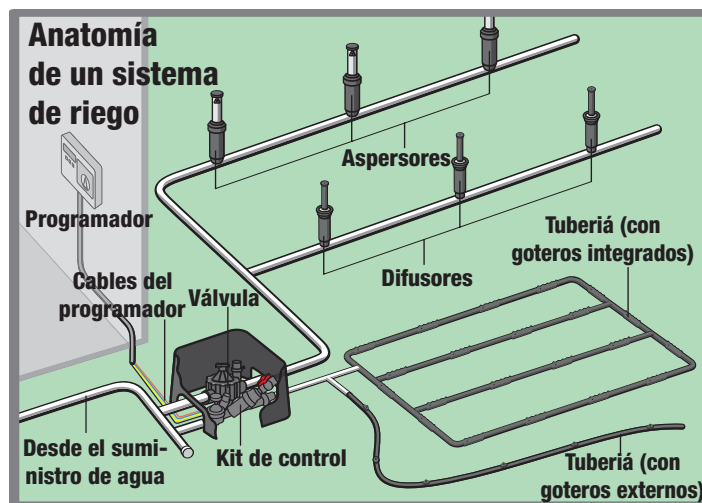
EN DALLAS, TEXAS, EN UNA FINCA se pasó de tener una jardinería predominantemente de césped a un jardín estilo rural inglés de casi 2 Has, con una gran variedad de árboles, helechos, flores, plantas tropicales, exóticas y tapizantes, alternando con zonas de plantas autóctonas. La amplia variedad y cantidad de vegetación representaba un reto para el sistema de riego, y el riego manual hubiese producido un gran desperdicio de agua y unas plantas poco saludables. Puesto que el jardín era una mezcla de plantas autóctonas recién plantadas y zonas ya desarrolladas, el reto era separar las zonas de riego. Para regar con precisión cada especie del jardín se emplearon dos programadores automáticos, cada uno con cuatro programas independientes y ocho tiempos de arranque. Los programadores proporcionaron a todo el sistema la gestión necesaria para regar con precisión la amplia variedad de plantas.

### GUÍA GENERAL PARA EL RIEGO

	Riego más frecuente	Riego menos frecuente
<b>Clima</b>		
Temperatura	Calor	Frío
Humedad	Baja	Alta
Estación	Verano	Invierno
Viento	Ventoso	Calma
<b>Tipo/madurez de las plantas</b>		
Madurez	Recién plantadas	Establecidas
Velocidad de crecimiento	Rápida	Lenta
Hojas	Grandes	Pequeñas, estrechas, resinosas, rizada, carnosa o coriácea
<b>Terreno</b>		
Textura	Arenosa	Arcilla
Mantillo	Desnudo	Cubierto

Fuente: Universidad de Arizona, Arizona Cooperative Extension, College of Agriculture.

medición precisa de la cantidad de agua a aportar basándose en la capacidad del suelo para absorberla. Cuando utilizan mangueras, muchos usuarios aumentan demasiado el volumen de agua y acaban desperdiciando una gran cantidad. El exceso, que no se absorbe, se pierde y pasa a las canalizaciones y desagües pluviales. Regar manualmente con manguera producirá probablemente un exceso de agua en la zona ajardinada, desperdiciando agua que se evapora o se va a las canalizaciones, o simplemente utilizando más agua de la necesaria para mantener la salud de las plantas.



©2006 Rain Bird Corp.

Una de las mayores ventajas de un sistema de riego automático es la capacidad para aportar distintas cantidades de agua a diferentes plantas a una velocidad que pueda absorberla. Los sistemas más eficaces pueden incluir tanto componentes subterráneos como de riego localizado, lo que es especialmente aplicable a los sistemas con varias zonas. Por ejemplo, los macizos de flores deberían estar en una zona que reciba menos agua que un césped y podría, por tanto, estar mejor atendida por una línea de goteo del jardín con emisores de bajo caudal, mientras que las zonas de césped podrían estar mejor si se riegan con difusores o aspersores.

De todas formas, no importa lo eficaz que sea el diseño de un sistema de riego, la cantidad de ahorro de agua que se consiga depende mucho de la propia instalación y del manejo de un sistema de riego eficaz. Se estima que los sistemas de riego ineficaces y programas de riego incorrectos desperdician alrededor de un 30% del agua que se aplica a plantas y césped.<sup>18</sup>

Un sistema de riego automático eficaz, ya sea subterráneo, localizado o una combinación, asegurará que se aplique la cantidad de agua adecuada a cada zona de un jardín. Un sistema de riego automático eficaz está formado por diversos componentes.

## PROGRAMADORES

El cerebro de un sistema de riego automático, un programador automático, se programa para controlar de forma exacta la frecuencia y el tiempo con los que se riega un jardín. Los programadores funcionan enviando una señal eléctrica a cada electroválvula de un sistema, activándolo y desactivándolo de acuerdo con un programa predeterminado. Con la capacidad de controlar varias zonas, los programadores son capaces de proporcionar cantidades exactas de agua a cada una de las zonas.

Los avances tecnológicos siguen ofreciendo funciones nuevas de programación que dan al usuario una flexibilidad adicional y ventajas en el ahorro de agua. Para combatir una de las mayores fuentes de desperdicio de agua – riego excesivo – muchos programadores incorporan dispositivos de corte automáticos que desconectan el programador y, por lo tanto, el sistema completo, cuando está lloviendo, hay mucho viento o suficiente humedad en el terreno. La siguiente sección tratará algunas de estas innovaciones con más detalle.



*Programación de un programador de riego.*  
©2006 Rain Bird Corp.



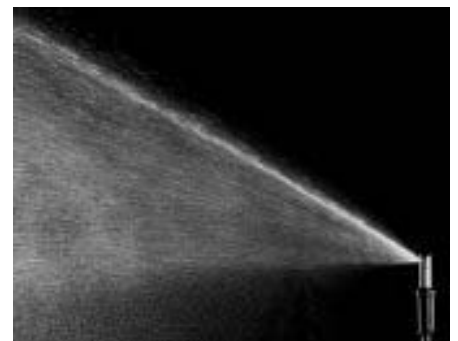
*Dos válvulas en una arqueta.*  
©2006 Rain Bird Corp.

## ELECTROVÁLVULAS

Las electroválvulas de riego permiten que el agua entre en un sistema de riego automático y circule hasta los emisores (difusores, aspersores, componentes de riego localizado). Aunque las electroválvulas pueden ser manuales o eléctricas, las de un sistema de riego automático se abren y cierran eléctricamente. Cuando un programador automático envía una señal eléctrica a la electroválvula, se abre para permitir que el agua circule por la instalación. Cuando el programador cierra el flujo de la corriente eléctrica a la electroválvula, se cierra y corta el caudal de agua. Cada zona de un sistema de riego necesita tener una electroválvula.

Algunas de ellas proporcionan funciones y ventajas adicionales en el ahorro de agua. Por ejemplo, ciertas electroválvulas se cierran automáticamente cuando se

produce un problema, como una fuga en la membrana, lo que ayuda a impedir inundaciones, desperdicio de agua y daños en el jardín. También hay válvulas diseñadas específicamente para aplicaciones de bajo caudal como riego por goteo y electroválvulas creadas para usarlas con agua reciclada. Además, los dispositivos de regulación de presión pueden ayudar a mantener una presión del agua óptima constante para evitar la nebulización y evaporación del agua que puede producirse gracias a las presiones altas. En aquellos casos en que hay una presión excesiva, una reducción de 0,35 bares de la presión puede reducir el desperdicio de agua entre un 6 y un 8%.



*Toberas de Uniformidad Rain Curtain.™*  
©2006 Rain Bird Corp.

## ASPERSORES

Los aspersores lanzan un chorro de agua único desde una tobera giratoria. Aunque algunos aspersores usados en campos de deportes y de golf pueden lanzar agua a más de 30,5 metros, los aspersores más usados normalmente en aplicaciones residenciales tienen un radio de entre 6-15 metros.

Los aspersores se utilizan casi exclusivamente en zonas de césped. Muchos de ellos tienen funciones de ahorro de agua como sectores y alcances de riego ajustables para mantener el chorro de agua donde debe estar, y lejos de las aceras y edificios. Algunos aspersores tienen ventajas adicionales, como pluviometrías proporcionales a la superficie, lo que permite asegurar que se aplica la misma cantidad de agua independientemente de la tobera utilizada, reduciendo el desperdicio de agua si aseguramos una distribución uniforme en una gran zona. Los aspersores con pluviometrías bajas pueden ayudar a evitar que el agua se desperdicie por escorrentía aplicando dicha agua a una velocidad menor y, de esta forma, permitiendo que penetre en el terreno. Por último, unas toberas especiales que crean gotas más grandes, como las Toberas de Uniformidad Rain Curtain™, aseguran que el chorro de los aspersores no se salga de su trayectoria, evitando mayores pérdidas de agua.

## DIFUSORES

Los difusores emergentes se elevan entre 5-15 cm por encima del terreno para regar zonas de césped y hasta 30 cm para regar zonas con plantas más altas. Al igual que los aspersores, los difusores están disponibles con distintos patrones de riego (círculo completo o sectorial) para asegurar que el agua se suministra en donde se necesita. Entre las funciones adicionales de ahorro de agua se pueden incluir la regulación de la presión para evitar la nebulización, la neblina tiene más posibilidades de desaparecer que las gotas de agua de mayor tamaño. Algunos difusores tienen dispositivos internos, como juntas de estanqueidad y válvulas antidrenaje, que impiden que se drene el agua y salga del emisor más bajo del sistema, eliminando así encharcamientos, erosión y escorrentías. Las toberas de la Serie U™, evitan pérdidas de agua potenciales asegurando una distribución uniforme del agua y eliminando el exceso de pulverización, reduciendo el uso del agua en hasta un 30%.<sup>19</sup> Y como ocurre con los aspersores, los difusores con bajas pluviometrías aplican menos cantidad de agua por tiempo, lo que permite una mejor penetración en el terreno.

También hay disponibles microdifusores de bajo volumen emergentes. Instalados en la misma línea como difusores normales, estos difusores pueden estar equipados con dispositivos de riego por goteo para proporcionar las ventajas del riego localizado en una zona de arbustos o en espacios estrechos con la instalación de una línea de riego por goteo distinta.

### Caso práctico<sup>21</sup>

LA RESIDENCIA HRUBY & VACCARELLA de Naples, Florida, evitó la típica expansión enorme de césped muy común en fincas de lujo y en su lugar optaron por un paisajismo decorativo con plantas tropicales. Los propietarios sabían que los jardines densamente poblados con flora tropical de todas las formas, tamaños y necesidades de agua necesitarían un plan de riego bien concebido, con la capacidad de suministrar distintas cantidades de agua a cada zona de plantas diferenciada. El uso de un programador de múltiples zonas permitido para una amplia selección de emisores con distintos caudales para proporcionar una cobertura uniforme para las grandes y densas plantaciones, y la precisión necesaria para los siete microclimas y los cinco tipos de terreno de la finca, sin realizar una pulverización excesiva ni desperdiciar agua. Y, permitiendo que plantas con distintas necesidades de agua permanezcan unas al lado de las otras, la creatividad en el diseño de jardines no se vio obstaculizada por una flexibilidad limitada en el riego. La residencia espera recuperar la inversión mediante el ahorro de agua en 5 a 10 años.



Los difusores tienen varias alturas de emergencia para regar distintos tipos de plantas. ©2006 Rain Bird Corp.

## **RIEGO LOCALIZADO**

El riego localizado, también llamado micro riego o Xeroriego, utiliza tuberías y emisores que aplican un goteo lento y continuo de agua directamente al terreno por encima del sistema radicular de las plantas. Mediante la gravedad y la acción capilar, el agua se reparte lentamente hacia las raíces de las plantas, reduciendo la pérdida de agua por la evaporación superficial.

El riego localizado a menudo puede ser una forma más eficaz para regar árboles, arbustos, macizos de flores, tapizantes o parterres. Un sistema de riego localizado puede ser entre un 30 y un 50% más eficaz que los sistemas de riego por aspersión tradicionales en jardines para los que es adecuado el goteo.<sup>20</sup> Además, el riego localizado puede reducir el exceso de escorrentías y las enfermedades de las plantas que puede producir el exceso de agua.



*Tubería con goteros integrados.*

©2006 Rain Bird Corp.

### ***Caso práctico<sup>22</sup>***

*EN UN ESFUERZO PARA ANIMAR* a los usuarios particulares a instalar un sistema de riego localizado en aplicaciones de jardinería adecuadas, las ciudades han empezado a ofrecer incentivos para la conversión a riego localizado. La ciudad de Albuquerque, Nuevo Méjico, paga hasta 250 \$, ofrece seminarios, manuales y vídeos formativos a los propietarios de viviendas que instalen riego localizado. Boulder, Colorado, ofrece un 50% de devolución del coste de los materiales para la instalación de riego por goteo. Mientras, otras zonas como Clark County, Nevada y Las Vegas obligan al riego por goteo para toda la vegetación que no sea césped.

## Capítulo tres: Avances en ahorro de agua

### TENDENCIA HACIA UN MAYOR AHORRO DE AGUA

En la última década, los significativos avances tecnológicos han hecho que los sistemas de riego economicen aún más agua. Aunque la percepción del público pueda haber sido alguna vez que los sistemas automáticos utilizaban más agua que los tradicionales sistemas manuales de riego, los sistemas modernos se pueden configurar para usar la mínima cantidad necesaria para mantener la salud de las plantas.

Muchas innovaciones recientes son el resultado de una creciente demanda de productos de riego que ahorran agua tanto en jardinería privada como municipal. Un creciente número de ciudades ofrecen incentivos, como descuentos a los propietarios de viviendas que instalen productos para ahorrar agua como parte de sus sistemas de riego automáticos. Y, como se ha mencionado en la sección anterior, algunas ciudades fomentan a los propietarios de viviendas a sustituir las plantas que requieren una gran cantidad de agua por especies autóctonas que necesitan menos agua.

A continuación se indican algunas innovaciones que pueden aumentar la eficacia de un sistema de riego automático.

- **Sensores de lluvia** – Estos sensores detectan un determinado nivel de lluvia para desconectar el sistema durante una tormenta y continuar cuando el sensor se seque, indicando una deficiente humedad del terreno. Los sensores de lluvia deben instalarse lejos de las zonas ajardinadas, en un punto que reciba la lluvia sin posibles obstrucciones, como el tejado de la casa. No los coloque debajo de un árbol o en puntos predominantemente soleados o sombríos.
- **Sensores de humedad** – Estos dispositivos se colocan en el jardín para medir la humedad del terreno y suspender el riego hasta que el nivel de humedad de la tierra sea lo suficientemente bajo como para requerir más agua. Existen dos tipos: tensiómetros, un tubo hermético lleno de agua con una punta porosa de cerámica; y bloques de yeso. Ambos miden la resistencia eléctrica que aumenta a medida que se seca el terreno.
- **Sensores de viento y de heladas** – Los sensores de heladas se utilizan para desactivar los sistemas de riego en climas donde las estaciones no están bien definidas pero las temperaturas caen hasta niveles de congelación e inferiores. Los sensores de congelación impiden que el agua circule por las tuberías congeladas, una situación que podría provocar roturas en dichas tuberías y, por tanto, la pérdida de agua. Los sensores de viento detienen el riego cuando hay vientos de alta velocidad y lo continúan cuando baja la velocidad del mismo. Se usan en climas ventosos donde el chorro de un aspersor se distorsionaría.

#### *Caso práctico*<sup>23, 25</sup>

*UN ESTUDIO DE 1992 EN GAINESVILLE, FLORIDA*, examinó y determinó que si hubiesen estado instalados sensores de lluvia de 1977 a 1991, se habría detenido hasta un 25% de todos los riegos automáticos de la zona de Gainesville.

Cada día un mayor número de ayuntamientos en todo el país tienen órdenes y programas de ahorro para el uso de sensores, especialmente de lluvia, en los proyectos residenciales nuevos y existentes, así como en los comerciales. Actualmente, hay obligación de utilizar sensores de lluvia a nivel estatal o en varios ayuntamientos de New Jersey, North y South Carolina, Florida, Texas, Georgia, Minnesota y Connecticut.

En Albuquerque, Nuevo Méjico, la amenaza de multas por utilizar excesos de agua han provocado un aumento de la instalación de válvulas reguladoras de presión y de programadores digitales de múltiples ciclos de riego. Además, la Water Conservation Office de Albuquerque ha implantado un programa WaterWatch que proporciona partes de riego diarios mediante un sistema de símbolos codificados por colores que se ven como parte de la previsión meteorológica diaria en todas las emisoras de noticias locales entre el 1 de abril y el 30 de septiembre.

## HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN

Para ayudar a los usuarios particulares a medir mejor la cantidad de agua que debe aplicarse a determinadas plantas en momentos concretos y climas específicos, existen varias herramientas de medición que calculan las deficiencias de humedad del terreno. Su uso puede convertir en un de por sí un sistema de riego eficaz en un sistema perfecto para el ahorro de agua.

- **Dosis de riego /Control del Aporte de Agua** – La dosis de riego es la cantidad de agua necesaria para regar una zona ajardinada basándose en la estación más seca, en el tamaño, y el tipo de vegetación y el terreno. Los programadores se configuran para aplicar una cantidad de agua adecuada, y con la función de Control del aporte del agua, se puede ajustar en un porcentaje (aumentándolo o disminuyéndolo), en función de las estaciones y de la lluvia real. Algunas empresas de suministro de agua, como la Metropolitan Water District of Southern California, publican en Internet un índice de riego que indica el valor del porcentaje basándose en los datos de las estaciones meteorológicas.<sup>24</sup>
- **Tasas de ET** – La evapotranspiración, pérdida de agua de las plantas a causa de la evaporación y la transpiración, se combina con la precipitación, temperatura, humedad, y velocidad y dirección del viento para determinar el déficit total de humedad del suelo. Estas cantidades, tomadas en diversos lugares, se publican con frecuencia en Internet (como los sitios Web de los proveedores locales de agua o de los gobiernos municipales) para un período de tiempo determinado, de modo que los usuarios particulares puedan configurar sus programadores. Algunos programadores se pueden configurar para recibir estos datos e interrumpir automáticamente los programas de riego si fuese necesario.



Fuente: "The Zoo Fence, A Commentary on Life y Living," en [www.zoofence.org](http://www.zoofence.org)

### Caso práctico<sup>29</sup>

UN ANÁLISIS DE 1992 A 1998 del uso del agua residencial de Salt Lake City reveló que los sistemas de riego automático tenían un promedio de eficacia de tan sólo el 54%, lo que significa que casi la mitad del agua aplicada a los jardines se desperdiciaba debido a que estos sistemas no estaban apropiadamente mantenidos o ajustados para utilizar las cantidades de agua adecuadas. La conclusión del análisis fue que si los residentes de Salt Lake hubiesen regado de acuerdo con sus necesidades, se hubiese ahorrado un 18%, o 94.635 litros de agua por hogar cada año.

- **Pluviómetros** – Debido a que la cantidad de lluvia que recibe un jardín puede ser distinta de la que informan las estaciones meteorológicas del país, un simple pluviómetro en el jardín puede proporcionar una lectura local más precisa y ayudar a la gestión del agua.

## REUTILIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS Y RECOGIDA DE AGUA DE LLUVIA

Algunos propietarios de viviendas ahorran aún más agua incorporando aguas residuales domésticas y agua de lluvia a sus opciones de riego.

Las aguas residuales domésticas proceden de baños, duchas, lavadoras, fregaderos y lavavajillas. Los métodos para recuperarlas van desde drenar el agua directamente sobre la vegetación exterior hasta instalar un complejo sistema de cisternas, filtros, bombas y tuberías, con unos costes de entre 1200 y 2400 euros. Las aguas residuales domésticas contienen bacterias y residuos orgánicos, por lo que puede que algunos departamentos locales de salud regulen su utilización.<sup>26</sup>

La recogida de agua de lluvia es menos polémica pero también pueden existir restricciones, por lo que los particulares deben comprobarlo antes de instalar un sistema de este tipo. El agua de los canalones de los tejados, pasajes peatonales u otras superficies y de la evaporación del aire acondicionado se puede canalizar a un bidón y, de ahí, al jardín.



*Sistema de recogida de agua con zona de captación en el tejado, canales, canalones, almacenamiento y sistema de distribución por goteo.*

*Fuente: Arizona Departamento de Recursos del Agua. ©1998*

## LEED<sup>28</sup>

LEED (Leadership in Energy y Environmental Design) es un programa desarrollado por el U.S. Green Building Council para promover el diseño y la construcción sostenibles de edificios comerciales nuevos y existentes. Actualmente se está expandiendo a través de un nuevo programa piloto: LEED Homes. Esta iniciativa voluntaria promueve a transformación de la industria de la construcción de viviendas hacia prácticas más sostenibles otorgando la certificación LEED a aquellas viviendas que cumplan un determinado número de criterios entre una serie de categorías. La categoría de eficacia en el uso del agua del programa, por ejemplo, tiene un componente de riego que fomenta la separación por zonas de las plantas con distintas necesidades de agua, el uso de riego localizado, la instalación de sensores de lluvia y el uso del agua de lluvia y aguas residuales domésticas para riego.

## Caso práctico<sup>27</sup>

Existe una tradición ampliamente establecida de recogida del agua de lluvia en algunas partes de Alaska y Hawaii. La ciudad de Austin, Texas, ofrece descuentos por utilizar agua de lluvia para algunos usos domésticos. En algunas zonas del Caribe, las nuevas viviendas deben disponer de sistemas de captura del agua de lluvia. Este agua ofrece ventajas en calidad tanto para el riego como para el uso doméstico. Al contrario que el agua de pozo, la de lluvia casi no contiene minerales o sales disueltas, no tiene componentes de tratamientos químicos y es relativamente una fuente de agua fiable para el uso doméstico.

## Capítulo cuatro: **Mantenimiento y recursos adicionales**

### **GESTIÓN**

Con la instalación de un sistema de riego de bajo consumo, se aumenta el ahorro de agua y se simplifica el mantenimiento del jardín. Pero estos sistemas no son de tipo “instalar y olvidar”. Desgraciadamente, es muy común ver difusores rotos perdiendo agua, sistemas que están funcionando durante un chaparrón o difusores y aspersores regando aceras y calles. Una gestión deficiente de los sistemas de riego automáticos puede provocar diversos problemas en los jardines, incluyendo enfermedades de hongos, zonas marrones y otros signos de estrés en las plantas.

El mantenimiento continuo es un componente importante de El Uso Inteligente del Agua™ en zonas ajardinadas de bajo consumo.

### **TAREAS DE MANTENIMIENTO**

Además de usar programadores automáticos, sensores y herramientas de medición para regular el riego, deben realizarse tareas de mantenimiento rutinarias. Como cualquier equipo, los sistemas de riego se desgastan y necesitan sustitución. Además, a medida que crecen las plantas y los árboles, requieren una serie de cuidados de forma regular. A continuación se incluyen las tareas de mantenimiento más aconsejables.

<b>CONSEJOS PARA EL MANTENIMIENTO DE PLANTAS Y RIEGO</b>	<b>TAREAS DE MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO</b>
Regar antes de las 10 de la mañana, cuando hay menos viento, menores temperaturas y menos luz solar reduce la pérdida de agua por evaporación.	Examine su sistema cuando está en funcionamiento. Busque encharcamientos, hojas marchitas o caídas, difusores con fugas y emisores atascados.
Riegue con la suficiente profundidad como para alcanzar la zona de las raíces y riegue menos frecuentemente para fomentar el crecimiento de las raíces profundas.	Ajuste el programa de riego mensualmente o, como mínimo, cuando cambie la estación.
Siegue con cierta regularidad pero mantenga el césped largo (hasta 7,6 cm o 3 pulgadas) para dar más sombra al terreno y conservar el agua.	Limpie las acumulaciones de sal de la zona radicular dos veces al año regando con mayor profundidad, si la lluvia no ha hecho este trabajo por usted.
Compruebe regularmente los niveles de humedad. Asegúrese de que las zonas radiculares están saturadas: Normalmente entre 15 y 30 cm de profundidad para el césped, flores y vegetales; 60 cm para arbustos y tapizantes; 90 cm para árboles. La saturación por debajo de la zona radicular no es efectiva.	Limpie el filtro dos veces al año en sistemas de riego localizado.
Oxigene el terreno, especialmente el terreno arcilloso, una vez al año para reducir la compactación de la superficie y permitir una mejor penetración del agua.	Retire las tapas finales y limpie los sistemas de goteo dos veces al año.
Las plantas tapizantes, arbustos y árboles retienen la humedad del terreno, evitan la aparición de malas hierbas, proporcionan nutrientes y evitan la compactación del terreno.	Añada, suprima o mueva los emisores de goteo anualmente para acomodarlos al nuevo crecimiento.
Fertilice dos veces al año, una en primavera con un fertilizante nitrogenado de liberación lenta y en el otoño con uno de liberación rápida.	Siga los programas de riego y las restricciones impuestas por su proveedor de agua o por las autoridades locales.

*Fuente: Asociación Americana de Estudios del Agua; T. E. Bilderback y M. A. Powell, Riego Eficiente; Universidad de Montana, Water-Conserving Landscaping Involves More Than Plant Selection; Alianza para la Conservación del Agua en el Suroeste de Arizona (Water CASA), Water Saving Tips, RIEGO LOCALIZADO: Now That You Have It, What Do You Do With It; Douglas F. Welsh, William C. Welch y Richard L. Duble, Landscape Water Conservation . . . Xeriscape.™*

El uso de programadores y herramientas de medición, junto a la realización de un mantenimiento rutinario, puede ayudar a asegurar que los sistemas de riego funcionen a pleno rendimiento, manteniendo los jardines en forma con el menor consumo de agua posible.

En un clima propenso a las heladas, los usuarios particulares deben, además, preparar sus sistemas de aspersión para el invierno y así evitar daños. Debe prestarse una especial atención a sacar el agua de las tuberías, electroválvulas y aspersores antes de que se produzcan las heladas. Esto puede realizarse mediante tres técnicas: con una válvula de drenaje manual, con una válvula de drenaje automático o mediante la técnica de inyectar aire. Una preparación para el invierno incorrecta puede producir daños en el sistema de riego y, por tanto, se aconseja a los usuarios que consulten a un experto antes de empezar el proceso.

### **INSTALADORES DE JARDINES Y JARDINEROS**

Aunque los jardines que economizan agua y los sistemas de riego sufren un aumento de la demanda, no todos los profesionales de la jardinería son expertos en diseño, instalación y mantenimiento de un sistema de riego que economice el agua. Puede que los usuarios tengan que buscar a expertos en este tipo de sistemas con jardinería autóctona y plantas resistentes a la sequía, jardines basados en el ecosistema o prácticas sostenibles en paisajismo. Los directorios de profesionales, y las sociedades de plantas autóctonas locales y jardinería, así como las escuelas y universidades y sus ofertas constituyen buenos recursos.

La Asociación de Riego (Irrigation Association) así como algunos fabricantes ponen a disposición de los profesionales de la jardinería programas de formación y certificación; también lo hacen muchas ciudades y estados de Estados Unidos que requieren que los contratistas tengan la licencia adecuada. Los propietarios de viviendas deben preguntar a los contratistas y jardineros si tienen el correspondiente certificado o la licencia correspondiente.

### **VENEDORES LOCALES**

Los trabajadores de tiendas distribuidoras de material de jardinería pueden servir de ayuda a los usuarios particulares interesados en instalar sistemas de riego eficaces, pero no dominan las técnicas y herramientas sobre un riego que permita ahorrar agua. Los usuarios particulares pueden formarse a sí mismos, en primer lugar, y después acudir a los vendedores. Algunos fabricantes de sistemas de riego proporcionan una amplia información en Internet sobre los sistemas de conservación de agua, además de una detallada información e instrucciones sobre productos que pueden servir como manuales.

### **EMPRESAS LOCALES SUMINISTRADORAS DE AGUA**

La mayoría de las agencias y empresas de suministro de agua están absolutamente comprometidas con el ahorro de agua. Muchas de ellas disponen de sitios Web y de documentación con información básica y listas de profesionales a los que recurrir.

## RECURSOS EN INTERNET

La información que aparece en Internet es mucha y se actualiza constantemente. Se pueden encontrar sitios en Internet con las herramientas de búsqueda habituales. A continuación se indican algunos sitios recomendados:

[www.rainbird.com](http://www.rainbird.com) – Rain Bird Corporation

[www.h2ouse.org](http://www.h2ouse.org) – California Urban Water Conservation Council (CUWCC)

[www.usgbc.org](http://www.usgbc.org) – US Green Building Council

[www.irrigation.org](http://www.irrigation.org) – The Irrigation Association

[www.awwa.org](http://www.awwa.org) – American Water Works Association

[www.diynetwork.com](http://www.diynetwork.com) – Tutorial en televisión de DIY Network.

<http://bewaterwise.com/index.html> – The Family of Southern California Water Agencies.

[www.epa.gov/greenacres/](http://www.epa.gov/greenacres/) – Green Landscaping Resources, U.S. EPA

<http://aggiehorticulture.tamu.edu/extension/landscape.html> – Hortextension, Texas A&M and Texas Cooperative Extension

<http://igin.com/Irrigation> – Irrigation & Green Industry Network, Publicación Oficial de la Asociación de Riego (Irrigation Association).

[www.drought.unl.edu/](http://www.drought.unl.edu/) – National Drought Mitigation Center, Universidad de Nebraska-Lincoln.

[www.epa.gov/owm/water-efficiency/index.htm](http://www.epa.gov/owm/water-efficiency/index.htm) – Agencia Estatal de Protección del Medio Ambiente (EPA).

[www.xeriscape.org/](http://www.xeriscape.org/) – Xeriscape™ Colorado!, Inc.

## NOTAS FINALES

1 Dr. Paul Simon, *Escrito por: The Coming World Crisis in Water and What We Can Do About It*, New York, Welcome Rain Publishers, 1998.

2 Ciudad de Norman, Oklahoma, Water Trivia Facts, disponible en Finance Dept., en [www.ci.norman.ok.us/finance/trivia.htm](http://www.ci.norman.ok.us/finance/trivia.htm).

Maude Barlow, Water Incorporated; *The Commodification Of The World's Water*, Earth Island Journal, Vol. 17, 22 de marzo de 2002

3 Vickers, *Handbook of Water Use and Conservation*, Amherst, Mass., WaterPlow Press, June 2002.

4 R. Bruce Martin, *The History of Water Conservation in American Toilets*, Environmental Design+ Construction, 9 de marzo de 2004 disponible en <http://www.edcmag.com/CDA/ArticleInformation/características>.

5 Eve Hou, *Nine Dragons, One River: The Role of Institutions in Developing Water Pricing Policy in Beijing*, PRC; 2001 The University of British Columbia, disponible en <http://www.chs.ubc.ca/china>.

6 United States Environmental Protection Agency, Office of Water, *Water Efficient Landscaping: Preventing Pollution y Using Resources Wisely*, septiembre de 2002 disponible en [http://www.epa.gov/owm/agua-efficiency/final\\_final.pdf](http://www.epa.gov/owm/agua-efficiency/final_final.pdf).

7 American Water Works Association, Consumer Water Center, Conservation Resources, *Landscaping and Xeriscape*, disponible en [www.awwa.org/advocacy/learn/conserves/RESOURCES/LANDSCAPING](http://www.awwa.org/advocacy/learn/conserves/RESOURCES/LANDSCAPING).

8 Rain Bird Corporation.

9 PLANET – Professional Landcare Network, Press, Facts/Research, *Why Are Plants So Important?* disponible en <http://www.alca.org>.

10 PLANET – Professional Landcare Network, *Why Are Plants So Important?*

11 PLANET – Professional Landcare Network, Press, Facts/Research, *Economic Benefits of Landscape*, disponible en [www.alca.org](http://www.alca.org).

12 Jack Cohen, *Thoughts on the Wildland-Urban Interface Fire Problem*, junio de 2003. Plumas Fire Safe Council, Press Releases, disponible en [www.plumasfiresafe.org](http://www.plumasfiresafe.org).

F.C. Dennis, Fire-Resistant Landscaping, Colorado State University Cooperative Extension, Natural Resources Online Fact Sheets, [informe en internet] disponible en <http://www.ext.colostate.edu/pubs/natres/06305.html>.

13 PLANET – Professional Landcare Network, *Why Are Plants So Important?*

14 PLANET – Professional Landcare Network, *Why Are Plants So Important?*

15 Xeriscape™ Colorado!, Inc. disponible en <http://www.xeriscape.org>. Xeriscape™ es una marca comercial de Denver Water.

- 16 The Southern Nevada Water Authority (SNWA), Xeriscape Conversion Study, disponible en [http://www.snwa.com/assets/pdf/xeri\\_study\\_final.pdf](http://www.snwa.com/assets/pdf/xeri_study_final.pdf)
  - 17 Rain Bird Corporation.
  - 18 Irrigation Association, *Are You A WaterWise Landscape Professional? How Do You Add Up?* Irrigation Business & Technology, Online Editions, Junio 2002, disponible en <http://www.irrigation.org>.
  - 19 Rain Bird Corporation.
  - 20 T. E. Bilderback y M. A. Powell, *Efficient Irrigation, Water Quality and Waste Management Initiative*, North Carolina State University y North Carolina Cooperative Extension Service, Revised 1996, disponible en <http://www5.bae.ncsu.edu>.
  - 21 Cuadro – Fuente del caso práctico: Rain Bird, Drip Irrigation/ Xerigation, *Xerigation® Sets Trends in High-Performance Irrigation*, disponible en [http://www.rainbird.com/drip/site\\_reports/hruby.htm](http://www.rainbird.com/drip/site_reports/hruby.htm).
  - 22 Box – Regulations & Incentives Sources: Doug Bennett, *Albuquerque Reduces Water Consumption by 24 Percent*.
  - 23 Box – Case Study Source: James D. Leary, *Energy Efficiency & Environmental News: Residential Irrigation Systems Controllers and Sensors*.
  - 24 Metropolitan Water District of Southern California, Conservation, *The New Watering Index*, disponible en <http://www.mwdh2o.com>.
  - 25 Box – Regulations & Incentives Sources: Doug Bennett, *Albuquerque Reduces Water Consumption by 24 Percent*.  
Riego e Industrias Ecologicas, Programadores, Sensores de Trabajo, disponible en <http://www.igin.com/Irrigation/0903sensors.html>  
La Asociación de Riego, E Times™, The Electronic Newsletter Of The Irrigation Association®, IA Alberta Chapter Proactive with City of Calgary Water Officials, marzo de 2004, disponible en <http://www.irrigation.org>
  - 26 M R. Waskom, *Graywater Reuse and Rainwater Harvesting*, Colorado State University Cooperative Extension, Natural Resources, disponible en <http://www.ext.colostate.edu>.
  - 27 Cuadro – Fuentes de regulaciones e Incentivos: Md. Khalequzzaman, *¿Podría ser el almacenamiento de agua de lluvia una solución para el problema del consumo de agua en Bangladesh?* EB2000: Expatriate Bangladeshi 2000, Short Notes, disponible en <http://www.eb2000.org>.
  - 28 Leadership in Energy and Environmental Design, <http://www.usgbc.org>.
  - 29 Fuente del caso práctico: Utah Department of Natural Resources, Division of Water Resources, Salt Lake City, Utah, Identifying Residential Water Use, revisado el 25 de julio de 2005, disponible en <http://www.water.utah.gov>.
- The Intelligent Use of Water™, Toberas de Uniformidad Rain Curtain™, Serie U™ y Xerirrigación (Xerigation)™ son marcas comerciales de Rain Bird Corporation.



