

Por qué un rulado ligero reduce el dollar spot

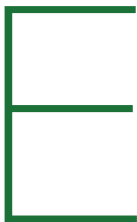
PAUL R. GIORDANO
 JOSEPH M. VARGAS JR., PH.D.
 THOMAS A. NIKOLAI, PH.D.
 RAY HAMMERSCHMIDT, PH.D.

Artículo publicado en la revista GCM Feb 2012 con el título original: "Why lightweight rolling decreases dollar spot". Pág 138-142



Los rulos ligeros se utilizan principalmente para mejorar la velocidad del green a la vez que se sanea la superficie.

Foto cortesía de Dan Cruse



El rulado diario puede reducir de forma significativa el dollar spot, independientemente de la hora a la que se realice.

El dollar spot, causado por el patógeno *Sclerotinia homoeocarpa*, es la enfermedad de mayor impacto económico para los campos de golf (13). El dollar spot se ha controlado principalmente con medios químicos, pero actualmente se están explorando nuevas vías de control de la enfermedad, debido a la preocupación por la resistencia del patógeno y a las restricciones gubernamentales sobre el uso de pesticidas.

DOLLAR SPOT
 Causado por el patógeno *Sclerotinia homoeocarpa*, es la enfermedad de mayor impacto económico para los campos de golf.

Los científicos han evaluado la eficacia de muchas prácticas culturales que reducen el dollar spot (2, 4, 8, 11). El rulado, método usado por los greenkeepers para aumentar la velocidad de los greens y para mejorar su superficie, se pensaba que aumentaba la incidencia de la enfermedad. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que realizar varios rulos a la semana contribuye a reducir enfermedades como el dollar spot o la antracnosis (2, 4, 7, 8, 11). Estos proyectos de investigación, entre otros, han arrojado luz sobre algunos de los beneficios de realizar un rulado ligero para el control de enfermedades en céspedes con un mantenimiento alto. La

menor incidencia de la enfermedad mediante el rulado ha alentado las hipótesis sobre posibles mecanismos de supresión de la enfermedad (10). Según una de las hipótesis, el rulado, que se realiza normalmente después de la siega de la mañana, retira el exceso de rocío y exudado de gutación de las plantas. La eliminación del rocío y otras prácticas relacionadas que reducen la humedad de la hoja son técnicas ampliamente aceptadas que se utilizan para disminuir la incidencia de la enfermedad sobre el césped. Muchos estudios han demostrado los beneficios de una siega a primera hora de la mañana, eliminación del rocío mediante jeringa y otros métodos para disminuir la du-





El estudio del rulado ligero se realizó en el Hancock Turfgrass Research Center en el campus de la Michigan State University en East Lansing.

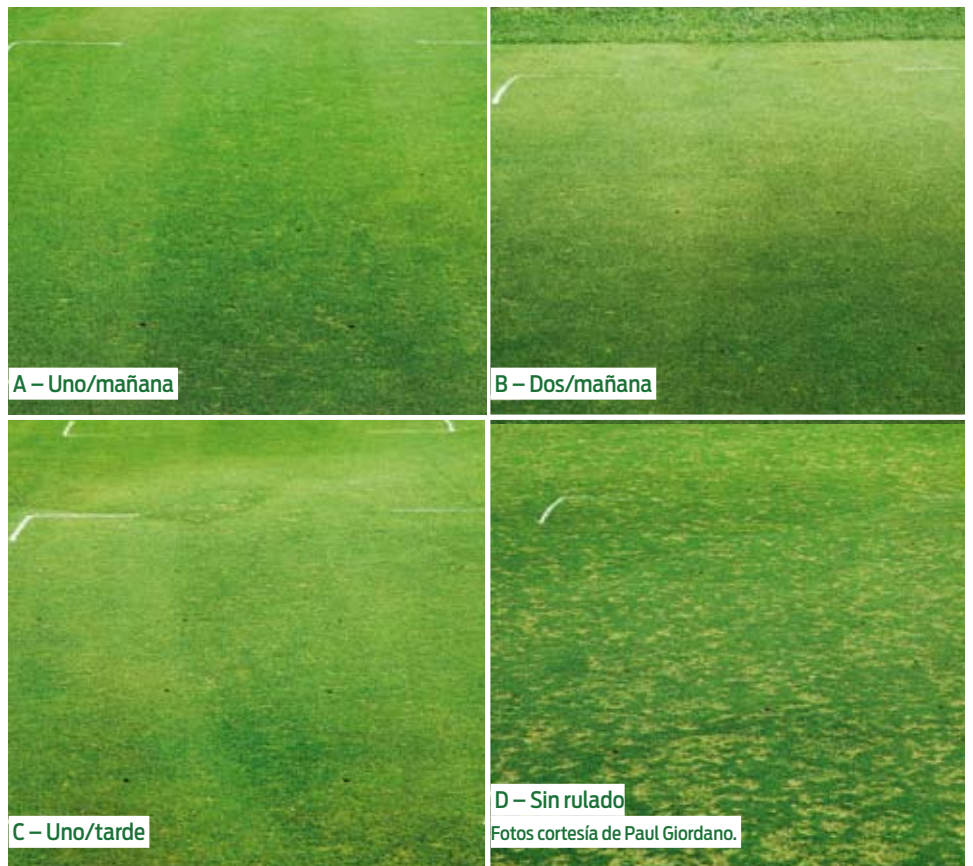
Foto cortesía de Paul Giordano.

ración de la humedad en la hoja (4, 12), reduciendo finalmente la incidencia o gravedad de la enfermedad. Aunque la duración de la humedad en la hoja juega un papel importante en el control de la enfermedad, el mecanismo por el que el rulado disminuye el dollar spot sigue siendo incierto.

Los objetivos de este estudio de campo fueron evaluar la importancia de la eliminación del rocío y la gutación con respecto al rulado diario y la incidencia del dollar spot. También se investigaron los posibles efectos acumulativos de un rulado diario repetido, para determinar si existía potencial para una reducción acelerada de la enfermedad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de tres años (2008-2010) en un putting green experimental en el Hancock Turfgrass Research Center en la Universidad de Michigan, campus de East Lansing. El green de *Agrostis* (*Agrostis palustris* L.; cultivar, Independence) y *Poa* (*Poa annua* L.) se construyó siguiendo las recomendaciones de USGA en



A – Uno/mañana

B – Dos/mañana

C – Uno/tarde

D – Sin rulado

Fotos cortesía de Paul Giordano.

Cuando el *Agrostis* mantenido como putting green se rulaba dos veces inmediatamente después de la siega durante cinco días consecutivos a la semana a lo largo de toda la temporada de crecimiento (superior derecha), la incidencia de la enfermedad Dólar spot era significativamente más baja y el césped de mejor calidad.

Nº de zonas infectada por dollar spot, 2010

Tratamiento [†]	Junio 7 [†]	Junio 22	Julio 7	Julio 13	Agos. 2	Agos. 9	Agos. 24	Sep. 10	Sep. 27	Oct. 4	Tempord.
Sin rulado (control)	52.00a	113.00a	61.33a	218.00a	177.33a	279.33a	502.67a	510.33a	554.67a	496.33a	296.50a
Uno/mañana	28.00bc	51.33ab	21.67b	69.00b	45.33b	64.33bc	135.33b	131.00b	159.67b	130.00 b	83.57bc
Uno/tarde	33.00ab	68.00ab	33.00ab	113.67ab	58.33b	96.33b	137.00b	139.00 b	163.00b	127.00b	96.83b
Dos/mañana	9.33c	18.00b	6.00b	27.33b	9.00c	21.67c	42.67b	46.67b	58.00b	38.00b	27.67c

Gravedad de la enfermedad Dollar spot entre los tratamientos de rulado en césped *Agrostis* em East Lansing, Mich., 2010.

[†]Las medias seguidas por la misma letra en una columna no son significativamente diferentes.

relación con la base arenosa del subsuelo. Se aplicó Nitrógeno a un índice de 2,44gr /m2 al mes desde abril a septiembre cada año. Se realizó un control preventivo de plagas como insectos y malezas según fue necesario y se llevaron a cabo ligeros y frecuentes (7 a 14 días) recebos con arena. Se programó el riego para mantener el césped sano y sin síntomas de marchitez. Las parcelas se segarón a

una altura de 3,96mm seis días a la semana con una segadora de greens Toro 1000. No se aplicaron fungicidas durante el estudio para favorecer el desarrollo de la enfermedad.

Preparación del campo y tratamientos de rulado

Todas las parcelas se segarón entre las 6 y las 8 de la mañana antes de realizar los tratamientos de rulado.

Los rulados se realizaron cinco días a la semana, de lunes a viernes, como sigue:

- Control (sin rulado).
- Un rulado por la mañana tras la siega.
- Un rulado por la tarde cuando el césped se ha secado o cuando el rocío o el agua de gutación se ha disipado.
- Dos rulados por la mañana tras la siega.

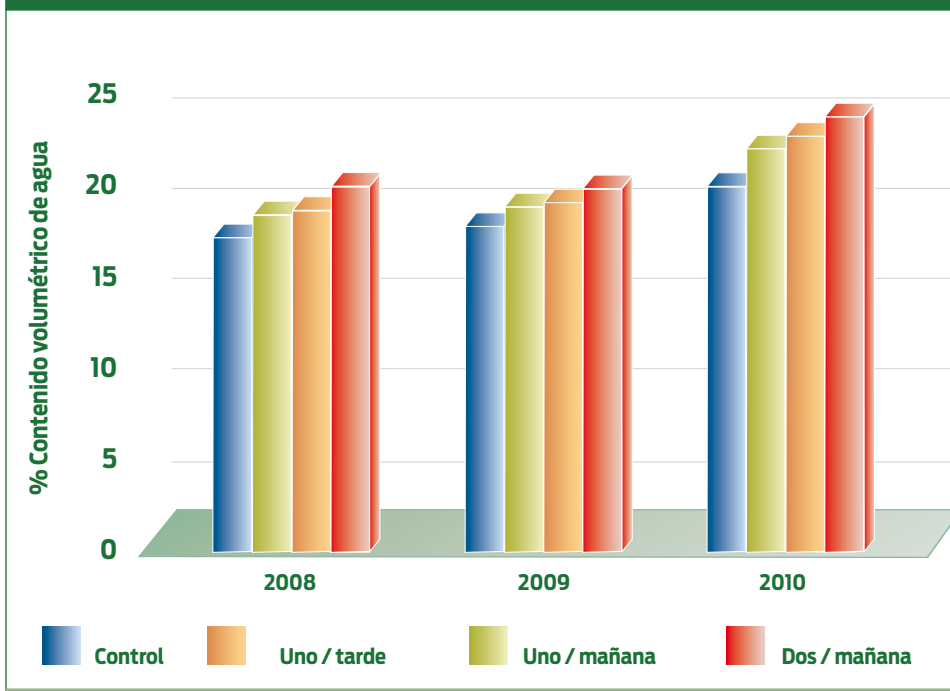
Primo Maxx – un césped tan bueno que todos quieren jugar

Mejore la calidad del campo creando un césped más fuerte, más sano, de raíces profundas y mejor tolerancia a la sequía.



Por qué un rulado ligero reduce el dollar spot

Tabla contenido volumétrico de agua



Medias de porcentaje estacional de contenido volumétrico de agua (%VWC) para tratamientos de rulado en parcelas de Agrostis en East Lansing, Mich., en 2008, 2009 y 2010. La media de los tratamientos se obtuvieron utilizando un reflectómetro de dominio de tiempo que sondea a una profundidad de 3,81cm. Las medias de %VWC de los tratamientos son la media de seis diferentes fechas de medida en 2008, cuatro en 2009 y siete en 2010. Las medias de tratamiento con la misma letra no son estadísticamente diferentes. Las barras verticales representan el error estándar de la media.

Los tratamientos de rulado matutinos se realizaron entre las 7 y las 9 de la mañana y los vespertinos entre las 13:00h y las 14:00h. Se utilizó un rulo para greens Tru-Turf R52 11-T que tiene un rulo de 1 metro y pesa 255kg. Un tratamiento único de rulado consistía en rular la parcela mediante múltiples pasadas en direcciones opuestas para asegurar una completa cobertura de la parcela con el mínimo solapamiento. **Sigue** →



 **PrimoMaxx**

syngenta.

La eliminación del rocío y otras prácticas relacionadas que reducen la humedad de la hoja son técnicas ampliamente aceptadas que se utilizan para disminuir la incidencia de la enfermedad sobre el césped

Sigue → Una vez realizada una pasada de rulado, el proceso se repitió inmediatamente en las parcelas ruladas dos veces al día. El resto de prácticas culturales y químicas se mantuvieron constantes entre los tratamientos a lo largo de todo el estudio.

Enfermedad y medidas de contenido volumétrico de agua.

Se evaluó la enfermedad dollar spot cuando la incidencia de la enfermedad era evidente de forma periódica durante los tres años de estudio. Se contaron las manchas individuales de dollar spot en cada parcela y se realizó un análisis estadístico.

Se midió el porcentaje de contenido volumétrico de agua (%VWC) utilizando un metro de humedad del suelo FieldScout TDR 300 con varillas de sondas de una profundidad de 3,8cm. Se tomaron 20 mediciones en puntos aleatorios en cada parcela y se realizó la media para obtener un %VWC representativo para cada parcela en todos los días de medición. Todas las medidas de contenido volumétrico de agua se tomaron durante un día completo (24h) después de llover para asegurar índices consistentes de %VWC.

RESULTADOS.

La incidencia de la enfermedad fue mayor en 2010, y el efecto del tratamiento sobre la gravedad del dollar spot similar durante los tres años del estudio, por tanto, se presentan sólo los datos de 2010, que son representativos de los tres años (Tabla 1).

Rulado matutino y vespertino

En 2010, varios brotes graves de dollar

spot provocaron diferencias significativas entre tratamientos con rulado y sin rulado. Todas las mediciones mostraron una diferencia significativa entre el tratamiento control y el tratamiento de doble rulado diario (Tabla 1). Al progresar la gravedad de la enfermedad, y continuar el rulado, se observó una diferencia significativa entre el rulado diario por la mañana o por la tarde en comparación con el control (Tabla 1). Realizar el rulado dos veces al día provocó una reducción considerable del dollar spot con respecto a los demás tratamientos y mostró una diferencia estadística respecto a un solo rulado al día por la mañana o por la tarde en tres fechas (7 de junio, 2 de agosto y 9 de agosto) (Tabla 1). Las medias de dollar spot estacional mostraron una diferencia significativa entre el control y todos los tratamientos de rulado, y las parcelas que se rularon dos veces al día tuvieron niveles sustancialmente más bajos de la enfermedad que el resto de tratamientos. Para las parcelas ruladas una vez al día, el rulado matutino o vespertino no produjo niveles de enfermedad estadísticamente diferentes. Rular una vez por la mañana no fue diferente estadísticamente que rular dos veces por la mañana, aunque la tasa media de enfermedad para el rulado una vez por la mañana fue más de tres veces la tasa del rulado dos veces por la mañana (Tabla 1).

Contenido volumétrico de agua (VWC)

En 2010, las medidas del contenido volumétrico de agua mostraron una tendencia similar a años anteriores

del estudio, siendo el rulado doble diario el único tratamiento que provocó una diferencia significativa en el %VWC con respecto al control en cuatro fechas individuales (datos no mostrados). Las medias de %VWC estacional se obtuvieron y detallaron (Fig. 1). Todos los tratamientos de rulado mostraron %VWC significativamente más altos en comparación con el control no rulado.

El rulado cinco días a la semana, independientemente del momento del día, provocó sistemáticamente una menor incidencia de la enfermedad, así como unos índices superiores de calidad del césped, durante los tres años del estudio. El hecho de que el rulado de tarde limitara la incidencia de la enfermedad indica que existen más mecanismos implicados aparte de la retirada o dispersión del rocío y la gutación.

Se implantó el tratamiento matutino doble diario para investigar si el rulado tenía efectos acumulativos sobre la reducción del dollar spot. Este tratamiento provocó una mayor reducción sistemática de los centros de infección de dollar spot a la vez que aumentó los índices de calidad del césped, en comparación con los tratamientos de rulado una vez al día en 2009 y 2010 (cuando la incidencia de la enfermedad era mayor). Estas diferencias fueron significativas en 2009 y 2010 con respecto a la zona por debajo de la curva de progreso de la enfermedad. La calidad del césped fue significativamente mejor en el tratamiento doble matutino durante los tres años del estudio (2008-2010).

INFORMES

Los informes indican que el rulado no aumenta la compactación de los greens construidos con un alto contenido arenoso en la zona radicular.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Una mayor reducción en el cómputo de dollar spot, una calidad del césped significativamente mejor y unos efectos significativamente mayores en las parcelas ruladas dos veces al día, especialmente al final del segundo y tercer año, demuestran el efecto acumulativo del rulado sobre la supresión de la enfermedad y el estado del césped. Estos resultados son coherentes

tes con las investigaciones anteriores (11), en las que las parcelas ruladas y no ruladas mostraron diferencias significativamente mayores en la incidencia de la enfermedad al progresar el estudio durante varios años.

El %VWC medio fue significativamente mayor en el tratamiento de rulado doble diario por la mañana durante todos los años del estudio en comparación con el control. Además, ambos tratamientos de un solo rulado diario mostraron una tendencia hacia un mayor %VWC en comparación con el control. Estas observaciones no sólo sugieren que el rulado podría contribuir a una mayor capacidad de retención de agua en la zona superior de la raíz de la capa de césped, sino que también apoya las observaciones previas en las que una mayor humedad del suelo provocó una reducción del desarrollo e incidencia de dollar spot (2,9).

Los informes indican que el rulado no aumenta la compactación de los greens construidos con un alto contenido arenoso en la zona radicular (3, 5, 6). Aunque esta afirmación puede ser cierta, el rulado podría estar contribuyendo a un descenso en el tamaño del poro en la parte superior (3,8cm) de la zona radicular. Los poros más pequeños suponen una mayor fuerza de atracción que puede contener el agua. Además, el contenido volumétrico de agua puede definirse como el volumen de agua dividido por el volumen total asociado al suelo (es decir, volumen del suelo + volumen de agua + espacio vacío). Si el tamaño del poro disminuye por una ligera compresión en la parte superior de la zona radicular (3,8cm), se produce una reducción del espacio vacío, disminuyendo por tanto el volumen total asociado al suelo. Esta puede ser la causa del aumento de las medidas del contenido volumétrico de agua total en los tratamientos de rulado.

Anteriormente se ha propuesto (1) que el rulado rutinario puede producir una capa de césped más decaída y limitar la elevación gradual de las

coronas de las plantas en el thatch durante la época de crecimiento, y otros investigadores (7) han sugerido que estos efectos pueden reducir la cantidad de limbo y tejido de la vaina eliminado o dañado por un corte a baja altura. Estas observaciones, aunque no se examinan de manera específica en el objetivo de este estudio, parecen sugerir explicaciones adicionales para la reducción de la enfermedad en los putting greens rulados.

Los resultados del presente estudio y otros indican que la reducción de dollar spot en putting greens parece estar relacionada con un complejo de moderaciones con múltiples face-

% VWC MEDIO
Fue significativamente mayor en el tratamiento de rulado doble diario por la mañana.

tas que son resultado directo de las prácticas culturales de rulado diario.

FINANCIACIÓN

Este estudio ha sido financiado por la Michigan Turfgrass Foundation y la Michigan State University AgBio-Research. Tru-Turf donó las ruladoras de greens.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Mark Collins y Frank Roggenbuck su ayuda en el mantenimiento y conservación del estudio y a Ron Detweiler, Nancy Dykema y Yan Lie Wei por sus consejos y apoyo con el proyecto.s. ■

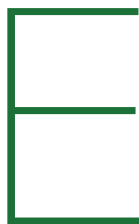
BIBLIOGRAFÍA

- 1 ■ **Beard, J.B. 2002.** Turf management for golf courses. 2nd. ed. Ann Arbor Press, Chelsea, Mich.
- 2 ■ **Couch, H.B., and J.R. Bloom. 1960.** Influence of environment on diseases of turf grasses. II. Effect of nutrition, pH and soil moisture on Sclerotinia dollar spot. *Phytopathology* 50:761-763.
- 3 ■ **Danneberger, K. 1989.** No speed limit. *Landscape Management* 29:66-70
- 4 ■ **Ellram, A., B. Horgan and B. Hulke. 2007.** Mowing strategies and dew removal to minimize dollar spot on creeping bentgrass. *Crop Science* 47:2129-2137.
- 5 ■ **Hamilton, G.W. Jr., D.W. Livingston and A.E. Grover. 1994.** The effects of lightweight rolling on putting greens. Pages 425-430. In: Alastair J. Cochran and Martin Farrally, eds. *Science and Golf II: Proceedings of the World Scientific Congress of Golf*, E & FN Spon, London.
- 6 ■ **Hartwiger, C.E., C.H. Peacock and J.M. DiPaola. 2001.** Impact of lightweight rolling on putting green performance. *Crop Science* 41:1179-1184.
- 7 ■ **Inguagiato, J.C., J.A. Murphy and B.B. Clarke. 2009.** Anthracnose disease and annual bluegrass putting green performance affected by mowing practices and lightweight rolling. *Crop Science* 49:1454-1462.
- 8 ■ **Landschoot, P.J., and A.S. McNitt. 1997.** Effect of nitrogen fertilizers on suppression of dollar spot disease of *Agrostis stolonifera* L. *International Turfgrass Society Research Journal* 8:905-907.
- 9 ■ **Liu, L.X., T. Hsiang, K. Carey and J.L. Eggens. 1995.** Microbial populations and suppression of dollar spot disease in creeping bentgrass with inorganic and organic amendments. *Plant Disease* 79:144-147.
- 10 ■ **Nikolai, T.A. 2005.** The superintendent's guide to controlling putting green speed. John Wiley & Sons. Hoboken, N.J.
- 11 ■ **Nikolai, T.A., P.E. Rieke, J.N. Rogers III and J.M. Vargas Jr. 2001.** Turfgrass and soil responses to lightweight rolling on putting green root zone mixes. *International Turfgrass Society Research Journal* 9:604-609.
- 12 ■ **Williams, D.W., and A.J. Powell. 1995.** Dew removal and dollar spot on creeping bentgrass. *Golf Course Management* 63:49-52.
- 13 ■ **Vargas, J.M., Jr. 2005.** Fungal diseases of turfgrass I: Diseases primarily occurring on golf course turfs. Pages 15-32. In: J.M. Vargas Jr. *Management of Turfgrass Diseases*, 3rd ed. CRC Press, Boca Raton, Fla.

Predecir los requerimientos nutricionales y el crecimiento del césped

MICAH WOODS, PH.D.

Chief Scientist | Asian Turfgrass Center



El pasado mes de noviembre, di una conferencia en el marco del Congreso de la Asociación Española de Greenkeepers titulada **Requerimientos Nutricionales para greens en España**. En ella hablé sobre el potencial de crecimiento basado en la temperatura y cómo podemos predecir el del césped en determinados momentos del año y a partir de esa información estimar cuáles serán los requerimientos nutricionales.

AGROSTIS
Para las variedades de clima cálido como el Agrostis, las temperaturas óptimas para la fotosíntesis y el crecimiento rondan los 16 y 24 °C.

Todo greenkeeper sabe que en el caso de las variedades de césped de clima frío, como el Agrostis, la hierba no crece con una temperatura media de 0°C. Irá creciendo conforme aumente la temperatura. Pero si intentamos cultivar Agrostis en Dubai en verano, por ejemplo, cuando la temperatura media es superior a 34°C, el crecimiento del Agrostis sería muy lento y podría morir finalmente. Se considera temperatura media la media a lo largo de 24 horas.

La tasa de potencial de crecimiento del césped (PC) la desarrollaron el Dr. Larry Stowell y la Dra. Wendy Gelernter en PACE Turf. Se describe en el artículo publicado en la revista GCM en 2005: *Improved Overseeding Programs. The Role of Weather*, y posteriormente en el

artículo publicado en el n° 34 de la revista Greenkeepers, *El Factor Clima en Los Programas de Resiembra*, realizado por Javier Gutiérrez basándose en el anterior. Este método de potencial de crecimiento utiliza las temperaturas óptimas para la fotosíntesis en las especies de clima frío y cálido. Simplemente es una manera de utilizar una fórmula para estimar la realidad, y lo que esta estimación nos dice es que cuando la temperatura se acerca al nivel óptimo para la fotosíntesis, el césped crecerá al ritmo más rápido. Conforme la temperatura se aleja del nivel óptimo, el ritmo de crecimiento desciende.

La ecuación de la tasa de potencial de crecimiento (Fig.1) produce un valor entre 0 y 1

- GP= Tasa de potencial de crecimiento, en una escala de 0 a 1
- e= 2,71828, una constante matemática
- t= temperatura media para un lugar, en °C
- to = temperatura óptima, 20°C para las especies de clima frío, 31°C para las especies de clima cálido
- var= ajusta el cambio del PC al alejarse la temperatura de la to ; se estableció en 5,5 para variedades de clima frío y en 8,5 para las de clima cálido.

$$GP = e^{-0.5\left(\frac{t-t_o}{var}\right)^2}$$

Figura 1

Si el PC es 0, entonces la temperatura está lejos de la óptima de crecimiento, y se espera que el césped no crezca nada. Si el PC es 1, la temperatura está en el nivel óptimo de crecimiento y el césped alcanzará el nivel máximo de crecimiento.



Para las variedades de clima cálido como el Agrostis, las temperaturas óptimas para la fotosíntesis y el crecimiento rondan los 16 a 24°C. Podemos establecer la temperatura óptima en la mitad del rango, 20°C, y utilizando la ecuación de la Fig.1 obtendremos una curva de PC a lo largo de la escala de temperaturas. La ecuación para calcular el PC puede parecer complicada, pero en una hoja de cálculo es fácil realizar las operaciones. Un modelo de hoja de cálculo que incluye las ecuaciones de PC es "Climate Appraisal Form" que se puede descargar en el siguiente enlace: http://www.paceturf.org/index.php/public/ipm_planning_tools.

He calculado el PC en variedades de clima frío en varias ciudades españolas (ver gráficos). Podemos observar que en general el potencial de crecimiento es bajo en invierno, cuando las temperaturas son frías y



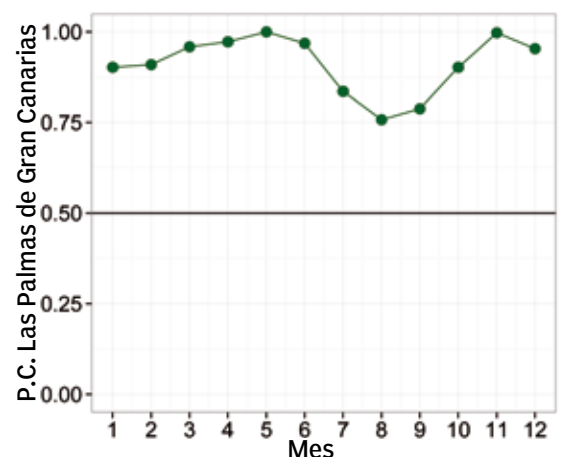
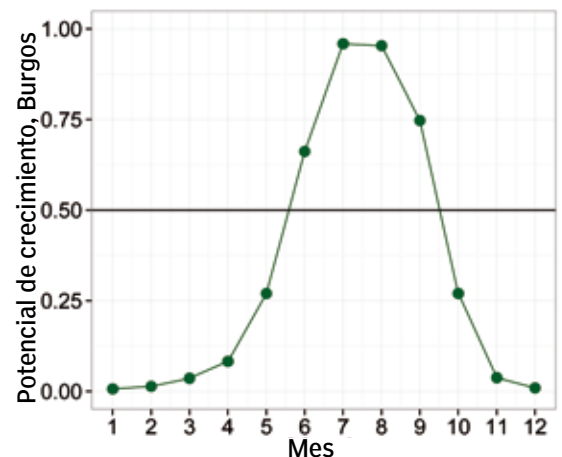
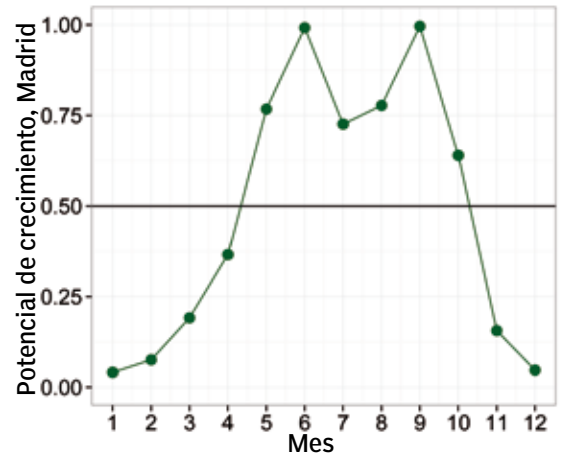
mayor en primavera, verano y otoño, cuando las temperaturas son más cálidas. Si consideramos específicamente los datos de Madrid y otras ciudades con un verano caluroso, observamos un descenso de crecimiento durante los meses más calurosos del verano, porque la temperatura media es más alta que la óptima para el crecimiento de las especies de clima frío. Si consideramos los datos de Burgos, donde las temperaturas medias son más frescas, el periodo con el PC más alto se da durante los meses más calurosos del verano.

Son interesantes los datos obtenidos en Las Palmas de Gran Canaria, donde las temperaturas son relativamente suaves durante todo el año, al igual que el PC. Pero en Las Palmas suelen cultivarse variedades de césped de clima cálido, no frío. Una situación similar a la que se da

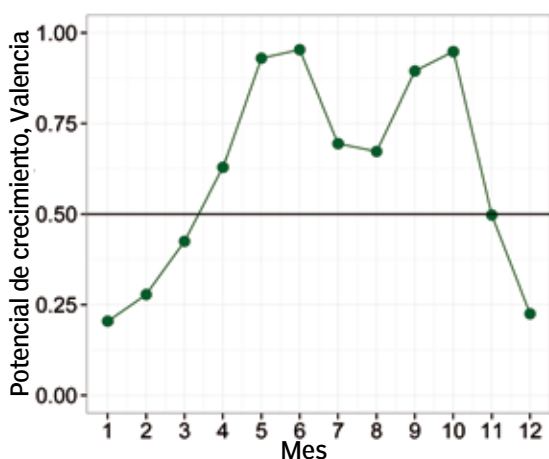
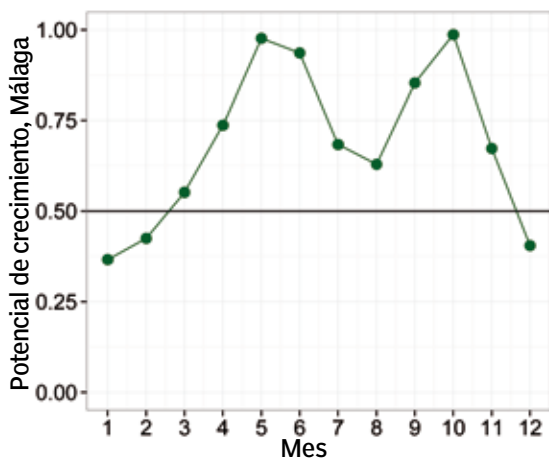
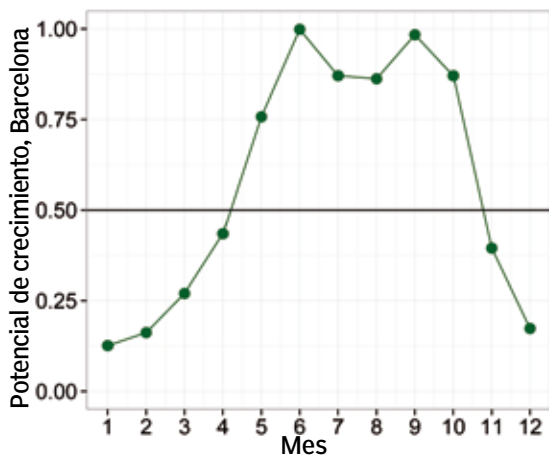
en San Diego, California. Las temperaturas son suaves y apropiadas para cespitosas de clima frío, pero también hace el calor suficiente para que puedan crecer las de clima cálido. Tanto en Gran Canaria como en San Diego, las precipitaciones son relativamente escasas y el agua de riego disponible suele presentar un contenido en sales moderado o alto. Con esta situación, las cespitosas de clima cálido siempre superarán a las de clima frío, ya que la eficiencia de uso de agua en las de clima cálido es mayor que en las de clima frío, y también por su mayor tolerancia a la salinidad.

Quiero destacar que el PC no refleja, en sí misma, el crecimiento real del césped. El PC es una forma de predecir cómo crecería el césped en un lugar determinado. En muchos lugares del mundo, he aplicado la ecuación de el PC tal como aparece en la Fig. 1 y el resultado se corresponde bastante bien con el crecimiento real del césped. Pero no podemos fiarnos por completo del PC, sólo la necesitamos para tener una estimación lo más aproximada posible a la realidad, siendo esta el crecimiento real del césped en el campo de golf. Por tanto, si estamos cultivando *Poa annua*, podríamos decidir que la temperatura óptima es 18°C en lugar de 20°C y recalcular, en base a este dato, para obtener una estimación más precisa del PC para esa especie en nuestro campo. También podemos cambiar la variable var en la ecuación del PC, lo que ajustará el valor del PC al movernos por encima o por debajo de la temperatura óptima.

La razón por la que es importante el valor del PC en este método de estimación de los requerimientos nutricionales es simple. Cuando el césped crece más, requiere más nutrientes y se eliminan más recortes cuando se siega. En los putting greens, casi siempre



recogemos los recortes y los eliminamos del green, así que podemos considerar que la siega es como cosechar nutrientes del green. Durante el invierno, si la temperatura es fría y el césped crece despacio, sólo



recogeremos una pequeña cantidad de nutrientes en la siega. Pero cuando la temperatura está en un nivel óptimo y la hierba crece relativamente rápido es cuando más nutrientes se recogen.

También podemos estimar qué cantidad de cada elemento hay

en las hojas de césped recolectadas. Para el Agrostis, mantenido como superficie de putting green, el contenido de nitrógeno (N) de las hojas de césped es al menos el 4% de la materia seca. Es decir, por cada 1kg de hojas de césped seco que se recolecta, habrá al menos 40g de nitrógeno. De potasio (K), el 2% aprox., de fósforo (P) el 0,5% aprox., de calcio (Ca), el 0,4% aprox., de magnesio (Mg), el 0,2% aprox. Estas cantidades de nutrientes del césped permanecen constantes, sin grandes variaciones a lo largo del año. Por tanto, aunque el PC cambie y en consecuencia la tasa de potencial de crecimiento y la cantidad de recortes, el porcentaje de elementos en las hojas no varía demasiado.

Esta es toda la información que necesitamos para empezar a hacer estimaciones de los requerimientos nutricionales. Basándonos en los estudios sobre el comportamiento del Agrostis y observando la forma en que se mantienen los greens de Agrostis en esta zona, la dosis máxima de aplicación de nitrógeno al mes, para un green establecido, cuando el PC es 1, es aproximadamente de 3,5g de N/m²/mes. Para la finalidad de estos cálculos, utilizaré una dosis de aplicación mensual máxima de 3g N/m²/mes. He establecido el máximo en 3g porque me gusta ser conservador en el manejo del césped, una vez aplicado el fertilizante no hay vuelta atrás. Pero si observamos que nos hemos quedado cortos con el nitrógeno, sólo tenemos que aplicar un poco más. Por tanto para realizar un modelo de la cantidad de nitrógeno que debe utilizar el césped, prefiero subestimar ligeramente el uso de nitrógeno antes que sobreestimarlo. En el caso de la bermuda (Cynodon) suelo establecer el máximo en 4g N/m²/mes, y para Paspalum empiezo con 3g N/m²/mes.

Para obtener la estimación del uso mensual de nitrógeno, sólo te-

nemos que multiplicar el PC del mes por la dosis mensual máxima de N que hemos establecido. Intuitivamente, esto tendrá sentido. Si, debido a las bajas temperaturas, el PC es 0, esperamos que la hierba no crezca, y por tanto no necesite nitrógeno. Por tanto un PC 0 multiplicada por un índice mensual máximo de N de 3g N/m²/mes nos da un uso de nitrógeno 0. Si el PC es 0,5, deducimos que las temperaturas hacen que el potencial de crecimiento del césped sea del 50% del índice máximo, y por tanto obtendremos una estimación de uso mensual de nitrógeno de 1,5g N/m², al multiplicar el PC de 0,5 por el índice mensual máximo de N de 3g N/m².

Podemos sumar todas las estimaciones mensuales de uso de N para obtener una estimación anual. Al hacerlo, utilizo mi opción de máximo mensual de N de 3g N/m² y obtengo 12,1 g N/m²/año para Burgos, 17,3g para Madrid, 20,7g para Barcelona, 22g para Valencia, 24,7g para Málaga, y 32,8g para Las Palmas de Gran Canaria. El greenkeeper puede cambiar en gran medida la estimación de N. En un campo con mucho movimiento, será necesario que el césped crezca más rápido porque habrá más chuletas y lesiones por pisoteo, y más marcas en los greens, para reparar todo esto es necesario que el césped crezca, por lo que yo establecería el máximo mensual de N en 3,5 o 4 g N/m². En un campo muy privado y exclusivo, con pocas salidas, no será necesario un índice de crecimiento tan rápido, por lo que establecería el máximo mensual de N entre 2 y 2,5 g N/m².

También hago ajustes según la estación. Durante el invierno, es posible mantener un césped de color más verde y un crecimiento ligeramente mayor si se aumenta la dosis de nitrógeno, por lo que ajustaría la dosis de N en un 25% más en otoño e invierno. Me preocuparía que con el calor del verano el

césped pudiera crecer demasiado rápido, y quizá utilizar demasiada agua, por lo que ajustaría la dosis de N a un 15% menos. Así como la tasa de crecimiento no es real sino un modelo de la realidad, el nitrógeno estimado no debe decidirse mediante una fórmula en el ordenador de la oficina, sino que debe establecerlo el greenkeeper tras una cuidadosa valoración de las condiciones reales del césped.

Considero que el PC es de gran utilidad, al igual que estimar el uso de N relacionándolo con el PC. Cuando pienso cómo se han elegido normalmente las dosis de fertilizantes de nitrógeno, creo que históricamente se ha basado en la experiencia del greenkeeper, en el color del césped y en el índice de crecimiento. Estas formas de decidir la cantidad de fertilizante de N pueden complementarse ahora

ESTIMACION
Para obtener la estimación del uso mensual de nitrógeno, sólo tenemos que multiplicar la PC del mes por la dosis mensual máxima de N que hemos establecido.

con una pieza más de información, el potencial de crecimiento y la predicción de uso de N, lo que permitiría al greenkeeper una mayor precisión al elegir la dosis óptima de N.

Hemos hablado del nitrógeno, pero esta técnica puede aplicarse también a otros nutrientes. Es conveniente recordar que las hojas suelen contener un 4% de nitrógeno, un 2% de K, y un 0,5% de P. Esto supone un ratio N:P:K de 8:1:4. Por lo que para cualquier cantidad de N que decidamos establecer como máximo mensual, podemos calcular la mitad de la cantidad para el uso estimado de K y 1/8 para P, pues sabemos que la cantidad de P y K en las hojas permanecerá relativamente constante en relación con el nitrógeno.

Si aplicamos el P y K en proporción a la cantidad de N utilizada, no es relevante la cantidad de P y K pre-

sente en el suelo, porque estamos suministrando a la planta todo el P y K que necesita. Queremos asegurarnos de que el pH del suelo está dentro del margen de mínimo 5,5 a máximo 8,3, si lo conseguimos, aplicamos la cantidad justa de N y nos aseguramos de tener suficiente cantidad de P y K en el suelo para cubrir las necesidades de la planta, o, en su defecto, aplicamos P y K en proporción a la cantidad de N aplicada, entonces los requerimientos nutricionales del césped quedarán cubiertos.

Espero que esta técnica os resulte tan interesante y útil como a mí. He escrito en profundidad sobre ella en mi página web www.bolg.asianturfgrass.com. Podéis contactar conmigo directamente para cualquier consulta sobre la aplicación de este método en vuestro campo o con una variedad concreta de césped, estaré encantado de ampliar información. ■

Rimesa

INSTALACIONES Y MANTENIMIENTO



SIEMENS

RAIN BIRD

Lama

AQUATROLS

Masport

CTX

TORO

Tel. 95 281 49 44

Fax. 95 281 18 41

HONDA

Saenger

PLASSON



Control de legionella en campos de golf

PEDRO LÓPEZ ROSAGRO

Jefe de producto "Bioseguridad en instalaciones".

Aqualogy. Labaqua.

GINÉS ORTIZ AMORÓS

Jefe de laboratorio de Murcia. Aqualogy. Labaqua.

ANTONIO ESCAMILLA DE AMO

Director de Golf. Aqualogy. Labaqua.

El 5 de abril del 2008 el señor Wames comenzó a sufrir fiebre y fuertes dolores en todo el cuerpo: él sufría legionelosis y su mujer, una enfermedad más leve producida también por la Legionella llamada fiebre de Pontiac. El 11 de abril el señor Wames falleció. Ese día, técnicos de salud pública tomaron muestras de distintas instalaciones de agua del resort de golf visitado por ambos; se detectó Legionella en la red de agua caliente. El 25 de marzo del 2011 se dictó sentencia en la que se indicaba que la muerte del señor Wames se habría evitado si el mantenimiento de las instalaciones de agua del resort hubiera sido adecuado. La sanción impuesta fue de 140.583 euros.

El caso descrito ilustra la importancia de llevar a cabo un correcto mantenimiento en instalaciones de agua de los campos de golf susceptibles de transmitir la bacteria Legionella. Mantener en condiciones higiénicamente correctas las instalaciones protege la vida de sus usuarios y evita daños económicos y de imagen irreversibles.

Es necesario tomar conciencia de los riesgos que se presentan en el uso del agua. Debe asegurarse una garantía de confianza biológica en

las instalaciones hídricas del campo de golf, dado que como titulares de estas existen responsabilidades legales que emanan de una serie de normativas que se describirán en el presente artículo.

No haremos incidencia en los procedimientos de control de la Administración, las infracciones y las posibles sanciones que se podrían aplicar, pues el objetivo de este artículo es dar a conocer la problemática y cuáles son las actuaciones fundamentales a realizar para minimizar el impacto de dicho control por parte de las autoridades sanitarias.

LA LEGIONELLA

La Legionella es una bacteria que habita ecosistemas acuáticos no salinos: ríos, lagos y cualquier sistema artificial que contenga agua. Es muy resistente a biocidas, como el cloro, y a altas temperaturas: se requieren temperaturas de 70 °C para matar a la bacteria. Esto ha permitido a la Legionella colonizar los sistemas de distribución de agua, torres de refrigeración y, en general, todas las instalaciones de agua creadas por el hombre.

Aunque su hábitat natural es el medio acuático, la Legionella puede infectar a humanos. Solamente produce infección en el pulmón, por lo que la transmisión es exclusivamente aérea. La inhalación de aerosoles contaminados con la bacteria permiten a esta llegar a los pulmones, donde puede proliferar y generar dos tipos de infecciones: la fiebre de Pontiac, enfermedad leve similar a un constipado, o la enfermedad del legionario o legionelosis, una neumonía grave que puede producir la muerte.

Como la bacteria ha demostrado una extraordinaria resistencia y



habilidad para aprovechar cualquier espacio para multiplicarse, e incluso puede llegar a puntos desde los que se emiten aerosoles, es necesario mantener los sistemas del campo de golf alejados de este riesgo. Esto se consigue cumpliendo los mínimos que establece la legislación en todas y cada una de las zonas de las distintas instalaciones de los campos de golf.

La reducción del riesgo implica medidas preventivas en el diseño, la instalación y el mantenimiento de las instalaciones de agua en contacto con las personas y susceptibles de emitir aerosoles.

NORMATIVA APLICABLE

El actual Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, obliga a un control y mantenimiento óptimo de las instalaciones con riesgo de crecimiento y diseminación de Legionella. Posteriormente, la guía de interpretación del Real Decreto 865/2003, de prevención y control de la legionelosis, ha constituido una clara ampliación de los contenidos de los anexos del real decreto.

LEGIONE-LLA

Es una bacteria que habita en ecosistemas acuáticos no salinos: ríos, lagos y cualquier sistema artificial que contenga agua.



Esta normativa reglamenta los autocontroles y la revisión de instalaciones mediante una planificación preventiva, recogidos en un registro de mantenimiento, así como los procedimientos administrativos relacionados con inspecciones, infracciones y sanciones (las cuales pueden culminar en la clausura de las instalaciones) que realizarán las autoridades sanitarias, además de las acciones correctivas sobre nuestras instalaciones.

Debido a que, cada vez más, se utiliza el agua residual depurada para distintos fines, se ha elaborado una legislación que especifica los controles que deben realizarse a estas aguas, que se han denominado regeneradas. El Real Decreto 1620/2007 establece los criterios de calidad para las aguas regeneradas según el uso que se les vaya a dar.

INSTALACIONES DE RIESGO

Dentro de los campos de golf podemos encontrar los siguientes elementos:

- Depósitos y redes de agua fría.
- Sistemas de agua caliente sanitaria: acumuladores, terminales, etc.
- Fuentes ornamentales.

- Sistemas de riego.
- Piscinas climatizadas, jacuzzis, spas y sistemas similares.
- Sistemas de enfriamiento evaporativo.
- Torres de refrigeración y condensadores.

Depósitos y redes de agua fría

Las instalaciones de agua fría de consumo humano son esenciales en la vida actual. Están constituidas por varios elementos como depósitos, tuberías, accesorios, etc. que deben estar en perfectas condiciones para garantizar que en su interior no se produzca un desarrollo microbiano. Estas instalaciones están contempladas en el Real Decreto 865/2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis; concretamente, están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”.

Se puede considerar que las instalaciones de agua fría de consumo humano que no dispongan de elementos que emitan aerosoles están fuera del ámbito de aplicación del real decreto, e incluso esta exclusión se podría aplicar si únicamen-

Las instalaciones de agua caliente sanitaria pueden convertirse en focos amplificadores de la bacteria Legionella, causante de la legionelosis

te disponen de grifos. Sin embargo, por ser instalaciones susceptibles de crear hábitats adecuados para el desarrollo de la Legionella, es recomendable, al menos, realizar un análisis anual de estas instalaciones para controlar la presencia de Legionella y, en caso de detectarse en alguna de ellas la bacteria, llevar a cabo una limpieza y desinfección de la instalación según los protocolos del anexo 3 del Real Decreto 865/2003.

Sistemas de agua caliente sanitaria

Las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS), si no están convenientemente diseñadas y son adecuadamente mantenidas, pueden convertirse en focos amplificadores de la bacteria Legionella, causante de la legionelosis.

El Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, incluye a las instalaciones de agua caliente sanitaria en su ámbito de aplicación. Las instalaciones más sencillas han sido clasificadas como “instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”; las instalaciones con acumulador y circuito de retorno están clasificadas como “instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”.

La presencia de un circuito de retorno en un sistema de ACS presenta ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas cabe destacar, por ejemplo, que ayuda a mantener la temperatura del agua circulante más caliente, al volver al depósito en cada ciclo; mejora el confort de los usuarios, ya

EXCLUIDO
Las instalaciones de agua fría de consumo humano que no dispongan de elementos que emitan aerosoles están fuera del ámbito de aplicación del real decreto.

que disponen más rápidamente de agua, y supone un ahorro energético y de consumo de agua importante, ya que evita desechar agua que había sido previamente calentada.

Los aerosoles generados en una instalación de ACS no son emitidos al ambiente exterior, por lo que la población expuesta al riesgo se limita a los usuarios de dicha instalación.

Las instalaciones dedicadas a lugares públicos o con multitud de usuarios, tales como hoteles, vestuarios de instalaciones deportivas y zonas de spa, presentan un especial riesgo por el elevado nivel de población que las utiliza.

Para estas instalaciones deberíamos tener en cuenta las siguientes recomendaciones, establecidas en la Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones, descrito en las tablas 1 y 2.

Fuentes ornamentales y cascadas de agua

En las instalaciones destinadas a la práctica de golf, es frecuente encontrar fuentes ornamentales o cascadas de agua donde es posible encontrar agua pulverizada.

Estas instalaciones están contempladas en el Real Decreto 865/2003 y, concretamente, están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”.

Los requisitos indicados en la Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones nos indican, para este caso, lo descrito en las tablas 3 y 4.

Riego

El desarrollo y mantenimiento de zonas verdes en los campos de golf conlleva la necesidad de disponer de un sistema de riego eficaz. La evolución de los sistemas de riego manuales ha conducido a la aplicación de sistemas de riego por aspersión, muy frecuentemente utilizados.

En este tipo de riego el agua se pulveriza; por este motivo, estas instalaciones están contempladas en

Tabla 1. Revisiones. Agua caliente sanitaria

Actuación	Periodicidad
Funcionamiento de la instalación. Debe realizarse una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos; deben repararse o sustituirse los elementos que lo requieran. Limpieza y desinfección de la instalación.	Anual
Estado de conservación y limpieza de los depósitos y acumuladores. Debe comprobarse, mediante inspección visual, que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones.	Trimestral
Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (grifos y duchas). Debe comprobarse, mediante inspección visual, que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones. Se llevará a cabo en un número representativo de puntos, de forma rotatoria a lo largo del año, de modo que a finales de año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	Trimestral
Purga de válvulas de drenaje de las tuberías.	Mensual
Purga del fondo de los acumuladores.	Semanal
Apertura de grifos y duchas de instalaciones no utilizadas; debe dejarse correr el agua unos minutos.	Semanal
Control de temperatura en depósitos acumuladores y en una muestra representativa de grifos “centinela”.	Diaria
Equipos de tratamiento de agua.	Mensual

Tabla 2. Control analítico. Agua caliente sanitaria

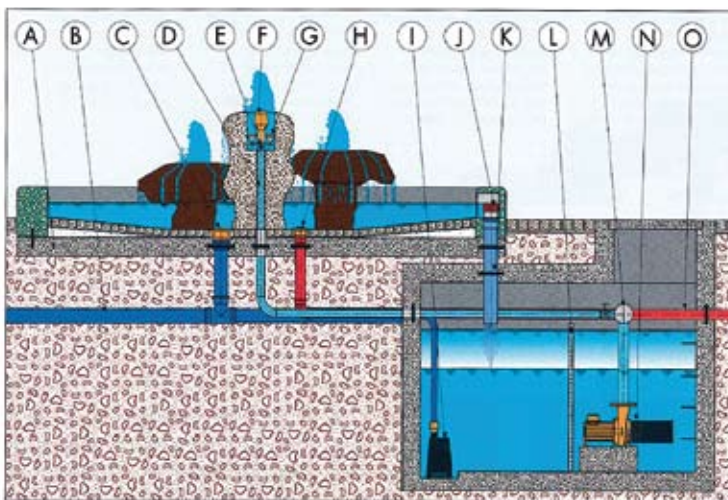
Actuación	Periodicidad
Control de temperatura de elementos terminales (grifos y duchas).	Mensual
Control de temperatura en depósitos y acumuladores.	Diaria
Legionella sp.	Anual

Tabla 3. Revisiones. Fuentes ornamentales

Actuación	Periodicidad
Limpieza y desinfección de la instalación.	Anual
Fuente. Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.	Trimestral
Elementos de la instalación. Bombas, boquillas, etc.	Semestral
Equipos de tratamiento de agua.	Mensual

Tabla 4. Control analítico. Fuentes ornamentales

Actuación	Periodicidad
Recuento de aerobios.	Semestral
Legionella sp.	Anual



- | | | |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|
| A.- Base de la fuente | F.- Boquilla | K.- Tubo de rebosadero |
| B.- Drenaje de la fuente | G.- Focos sumergidos | L.- Pantalla colector |
| C.- Tapón de vaciado | H.- Pasacables | M.- Llave de llenado |
| D.- Tubo de reparto | I.- Bomba de desagüe | N.- Bomba centrífuga |
| E.- Aporte de agua | J.- Rebosadero | O.- Acometida eléctrica |

JACUZZIS
Una característica de estas instalaciones es la temperatura del agua a la que funcionan, generalmente entre 28 y 45 °C.

el Real Decreto 865/2003. Concretamente, están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”.

Los requisitos indicados en la Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones nos indican, para este caso, lo descrito en las tablas 5 y 6.

Piscinas climatizadas con agitación de agua, jacuzzis y spas

Son instalaciones de uso público destinadas al ocio y al relax que están diseñadas para dirigir hacia el cuerpo humano agua mezclada con aire o agua a presión. Una característica de estas instalaciones es la temperatura del agua a la que funcionan, que generalmente se encuentra entre 28 y 45 °C. Además, presentan una constante agitación del agua a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire.

Estas instalaciones pueden ser con o sin recirculación, de uso individual o colectivo, y pueden estar ubicadas en el interior o en el exterior de edificios. Las de uso individual generalmente son sin recirculación y las de uso colectivo, con recirculación.

De acuerdo con el Real Decreto 865/2003, todas estas instalaciones se consideran de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella. Sin embargo, las instalaciones de uso individual presentan un riesgo notablemente inferior, ya que se destinan a una o dos personas y, terminado el servicio, se vacía el vaso y se procede a una limpieza a fondo de este; por lo tanto, se consideran instalaciones de uso interrumpido. Presentan el fenómeno de pulverización en función de la simultánea entrada de agua y aire a presión. El agua de aporte a estos sistemas procede normalmente del sistema de ACS, por lo que, además de cumplir los requisitos del anexo 5 del Real Decreto 865/2003, debe cumplir todos los requisitos exigidos al ACS.

Por el contrario, las instalaciones con recirculación de uso

Tabla 5. Revisiones. Riego

Actuación	Periodicidad
Circuito de riego. Debe controlarse regularmente el correcto funcionamiento del sistema y la ausencia de fugas en el circuito.	Semestral
Limpieza y desinfección de la instalación.	Anual
Elementos de la instalación. Bombas, boquillas, etc.	Semestral
Equipos de tratamiento de agua.	Anual

Tabla 6. Control analítico. Riego

Actuación	Periodicidad
Recuento de aerobios.	Trimestral
Legionella sp.	Anual

colectivo suelen ser de uso ininterrumpido y presentan un mayor riesgo que las individuales sin recirculación.

Es frecuente encontrar este tipo de instalaciones en spas y clubes polideportivos, hoteles, etc.

Torres de refrigeración y condensadores evaporativos

Las torres de refrigeración son sistemas mecánicos destinados a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor. Están catalogados como de mayor riesgo.

El principio de enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación. El equipo produce una nube

de gotas de agua —ya sea por pulverización o por caída libre— que se pone en contacto con una corriente de aire. La evaporación superficial de una pequeña parte del agua inducida por el contacto con el aire da lugar al enfriamiento del resto del agua, que cae en la balsa a una temperatura inferior a la de pulverización.

El uso más habitual de estos equipos está asociado a los sistemas de refrigeración, tanto en aire acondicionado como en producción de frío (hostelería, alimentación, laboratorios, etc.).

La Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones nos indica, para este

CONTROL
En el caso del riego de campos de golf con agua regenerada, el real decreto indica que se debe verificar que el agua presenta unos niveles inferiores a 100 UFC/l de *Legionella* spp.

caso, las siguientes recomendaciones descrito en las tablas 9 y 10.

Aguas regeneradas

Existen campos de golf que se riegan con aguas regeneradas. En estos casos es de aplicación el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, que determina unos criterios de calidad de las aguas reutilizadas a partir de una serie de controles analíticos. Según el uso previsto del agua se fijan unos valores máximos, principalmente de cuatro parámetros: nematodos intestinales, *Escherichia coli*, sólidos en suspensión y turbidez. Las tablas 11 y 12 resumen los valores máximos permitidos y las frecuencias de muestreo cuando se rieguen campos de golf.

Debe vigilarse la cantidad de *Legionella* spp. presente. En el caso del riego de campos de golf, el real decreto indica que se debe verificar que el agua presenta unos niveles inferiores a 100 UFC/l de *Legionella* spp. En este caso será la autoridad competente (organismo de cuenca o consejería de sanidad) la que valore la frecuencia de análisis que debe realizarse.

Además, se deberán cumplir los valores máximos permitidos en la autorización de vertido del agua depurada siguiendo la frecuencia de análisis establecida

APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA PREVENCIÓN, EL CONTROL Y LA DESINFECCIÓN DE LA LEGIONELOSIS

El espíritu de la norma se centra en la prevención y en la planificación de actividades preventivas para evitar la aparición de la *Legionella* en las instalaciones, ya mencionadas anteriormente.

No obstante, el Real Decreto 835/2003, de 27 de junio, por el que se regula la cooperación económica del Estado a las inversiones de las entidades locales,

Tabla 7. Revisiones. Jacuzzis y spas

Actuación	Periodicidad
Revisión general de la instalación , especialmente del estado de los distintos elementos, tales como tuberías, grifos, duchas, filtros, boquillas de impulsión, etc. Sustitución de aquellos elementos que hayan podido deteriorarse.	Semestral
Estado de conservación y limpieza de los depósitos auxiliares. Debe comprobarse, mediante inspección visual, que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones.	Mensual
Filtros y otros equipos de tratamiento del agua. Debe comprobarse su correcto funcionamiento.	Diaria
Abrir los grifos y duchas de instalaciones asociadas no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.	Semanal
Estado de conservación y limpieza del vaso. Debe comprobarse, mediante inspección visual, que no presenta suciedad general, desperfectos o incrustaciones.	Diaria
Equipos de desinfección del agua. Debe comprobarse su correcto funcionamiento.	Diaria

Tabla 8. Control analítico. Jacuzzis y spas

Actuación	Periodicidad
Nivel de cloro o bromo residual libre, o de otro biocida autorizado.	Dos veces al día
pH	Dos veces al día
Temperatura	Dos veces al día
Transparencia	Dos veces al día
Turbidez	Semanal
<i>Legionella</i> sp.	Semestral

Tabla 9. Revisiones. Torres de refrigeración

Actuación	Periodicidad
Bandeja. Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.	Mensual
Relleno. Debe verificarse la ausencia de restos de suciedad, algas, lodos, etc. Asimismo, debe comprobarse su integridad.	Semestral
Tuberías y condensador. Para facilitar la inspección conviene disponer de algún punto desmontable que permita revisar las superficies interiores al menos en un punto, como representación del conjunto de las tuberías.	Semestral
Separador de gotas. No debe presentar restos de suciedad, algas o lodos; asimismo, debe estar correctamente colocado sobre el marco de soporte. Dada su importancia, se asegurará su correcta instalación e integridad después de cada limpieza y desinfección.	Anual
Limpieza y desinfección del sistema	Semestral

Tabla 10. Control analítico. Torres de refrigeración

Actuación	Periodicidad
Nivel de cloro o biocida utilizado	Diaria
Temperatura	Mensual
pH	Mensual
Conductividad	Mensual
Hierro total	Mensual
Recuento de aerobios en la balsa de la torre	Mensual
Legionella sp.	Trimestral

Tabla 11. Valores máximos admisibles en aguas regeneradas

Riego	Nematodos	E. coli	Sólidos en suspensión	Turbidez
Goteo o microaspersión	1 huevo / 10 l	10.000 UFC / 100 ml	35 mg/l	-
Aspersión	1 huevo / 10 l	200 UFC / 100 ml	20 mg/l	10 UNT

Tabla 12. Frecuencias de muestreo en aguas regeneradas

Riego	Nematodos	E. coli	Sólidos en suspensión	Turbidez
Goteo o microaspersión	Quincenal	Semanal	Semanal	-
Aspersión	Quincenal	Dos veces por semana	Semanal	Dos veces por semana

dispone que en estas instalaciones se mantendrá un registro de mantenimiento, donde se deberá indicar lo siguiente:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas, incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultados de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberán ajustarse en su totalidad al Real Decreto 835/2003. En este sentido, los certificados de limpieza y desinfección de empresa autorizada sirven como registro de estas actividades y constituyen el método más fiable y económico para dar cumplimiento a la legislación vigente, acompañado de la obligación del personal de haber realizado los cursos autorizados para llevar a cabo las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis según la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero.

El Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, reconoce las acciones que se deben realizar en nuestras instalaciones, que están expresamente recogidas y definidas específicamente en los anexos de dicha normativa. En el presente documento hacemos un resumen práctico de las mismas aplicado a las redes de riego, si bien para otras instalaciones la normativa es mucho más estricta, por lo que se recomienda consultar los anexos mencionados para observar exhaustivamente su cumplimiento.

Se consideran básicamente tres acciones:

- Limpieza y programa de mantenimiento.

- Limpieza y desinfección de choque.
- Limpieza y desinfección en caso de brote.

Limpieza y programa de mantenimiento

El objetivo fundamental es garantizar la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación, en especial, evitar la presencia y proliferación de la Legionella. El caso concreto de los campos de golf se incluye en el grupo de las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella, por lo que deberán cumplirse los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 del Real Decreto 865/2003.

La normativa obliga a la desinfección de aspersores y difusores, como mínimo anualmente. Programar las actividades y encargar la limpieza a empresas acreditadas es, en este caso, la medida más eficaz para garantizar el cumplimiento normativo y la seguridad ante las inspecciones de la autoridad sanitaria correspondiente.

Limpieza y desinfección de choque

No obstante, y sin ser contradictorio con lo mencionado anteriormente, es posible realizar limpiezas de choque, aunque lo más recomendado sea hacer las limpiezas periódicamente y de forma rotatoria.

Las limpiezas de choque se realizan desmontando todos los mecanismos internos de aspersores y difusores. Estos se desinfectan sumergiéndolos en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos y aclarándolos posteriormente con agua fría. Pueden utilizarse también biocidas alternativos autorizados, siempre siguiendo las especificaciones del fabricante.

Sin embargo, puede ser más sencillo desinfectar mediante in-

troducción en la red, siempre y cuando podamos permitirnoslo (dependerá de la tipología de la instalación, los tiempos de parada por mantenimiento, la pérdida de agua, etc.). La metodología consiste en introducir una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida alternativo autorizado) a muy baja presión (para que no exista pulverización) y dejarla actuar durante 30 minutos, tras los cuales debe purgarse esta solución.

Limpieza y desinfección en caso de brote

Cuando las autoridades sanitarias determinen que existe brote (y en ese caso pueden clausurar temporal o totalmente las instalaciones) se debe detener el funcionamiento del sistema de riego.

Estas autoridades determinarán las actividades a realizar, pero habitualmente el procedimiento consiste en llenar todo el circuito con agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos manteniendo el pH entre 7 y 8. Si fuese necesario, se exigiría añadir biocidas capaces de actuar sobre el biofilm soporte de la contaminación microbiológica.

Realizada esta desinfección, la solución desinfectante se neutraliza y se trata el agua adecuadamente para después purgarla. Es importante proceder a un aclarado posterior del sistema mediante la introducción de agua limpia y dejarla fluir libremente al menos durante 5 minutos.

Con posterioridad se deberán repetir los controles analíticos hasta que las autoridades sanitarias estimen extinguido el brote.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que la disposición final segunda, "Facultad de adecuación normativa", del Real Decreto 865/2003, facultaba al entonces ministro de Sanidad y Consumo para que, en el ámbito de sus competencias, procediera al desarrollo de lo dispuesto

DESINFECCIÓN

Las limpiezas de choque se realizan desmontando todos los mecanismos internos de aspersores y difusores, y sumergiéndolos en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos y aclarándolo posteriormente con agua fría.

BIBLIOGRAFÍA

- **Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.** Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones.
- **Shropshire Council:** Health and Safety Guidance Notes: Golf Courses.
- **<http://business.highbeam.com/410171/article-1G1-257557510/resort-guest-died-legionnaires-disease>**
- **Safety and Health Practitioner.** "Golf-resort guest died from Legionnaires' Disease"
- **Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.**
- **Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.**

en el real decreto, así como para que dictara las normas necesarias para la actualización de los anexos técnicos que contiene y la elaboración de guías técnicas al respecto.

En cumplimiento de esta disposición, se ha desarrollado la guía técnica de todas las instalaciones contempladas en el ámbito de aplicación del real decreto (artículo 2), lo que constituye una clara ampliación del contenido de sus anexos.

MÁS INFORMACIÓN

Para más información se recomienda visitar las siguientes páginas web: <http://www.labaqua.com/es> <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm>

En esta última página se pueden consultar y descargar en formato pdf todos los capítulos de la Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones. ■