

A vueltas con las lombrices

Un subproducto del árbol del té podría suponer una solución ecológica al viejo e incómodo problema que encaran los greenkeepers de los campos de golf

DANIEL A. POTTER, PhD;
CARL T. REDMOND, PhD;
DAVID W. WILLIAMS, PhD

Traducción del artículo "The worm turns: earthworm cast reduction on golf courses" publicado en la revista GCM de la GCSAA en septiembre de 2.011.
www.gcsaa.org

Los excrementos de lombrices (pequeñas cantidades de suelo ricas en materia fecal) son un problema mundial en campos de golf y otras instalaciones deportivas cuando afectan a la jugabilidad, estética y mantenimiento de la superficie (8, 13).

En Gran Bretaña, se estima que la cantidad de excrementos de lombrices depositados en superficie varía entre 40 y 50 toneladas por hectárea en campos de céspedes deportivos; y llega a pesar más de 2 toneladas al año en un push up green de 465 metros cuadrados (8).

Los excrementos afectan negativamente a la rodada de la bola y ensucian y recubren la hoja cuando son compactadas por ruedas o tráfico de jugadores; de forma que los golfistas se encuentran en ocasiones jugando en superficies que se asemejan más a barro que a césped.

Una vez compactados, los excrementos de las lombrices reducen la infiltración de agua y ofrecen unas condiciones ideales como lecho de siembra para el establecimiento de malas hierbas. Los excrementos también desafilan las cuchillas de las segadoras, ya que pueden llegar a ser tan numerosos que los greens no pueden ser segados sin que los excrementos sean antes dispersados.

Los excrementos de las lombrices en la superficie de greens y tees

podrían también afectar a la percepción del jugador sobre la calidad del campo de golf.

Las lombrices juegan un papel vital en suelos naturales y en praderas donde, literalmente, labran el suelo al enterrarse en él. Los túneles de las lombrices reducen la compactación del suelo y actúan como pasajes a través de los cuales el aire y el agua pueden percolar, fomentando la penetración y el crecimiento de las raíces de las plantas.

La actividad de las lombrices generada al alimentarse estimula la descomposición de los clippings y del colchón y acelera el reciclaje de nutrientes (12). Un acre de césped puede almacenar más de un cuarto de millón de lombrices, las cuales se comen colectivamente 4 toneladas de clippings y otros restos vegetales, volteando alrededor de 15 toneladas de suelo.

Un nivel moderado de actividad de las lombrices es, por tanto, beneficioso – incluso en fairways.

Sin embargo, las poblaciones de lombrices excesivas pueden causar serios problemas más allá del golf y

del césped deportivo. El bosque de Hardwood en Norteamérica y otras partes del mundo están amenazadas por especies invasoras de lombrices que consumen una parte excesiva de la alfombra de hojas en el suelo del bosque, robando una fuente de nutrientes para las semillas de los nuevos árboles que germinan y afectando así a la regeneración del bosque y a otros procesos (16).

De la misma forma, las poblaciones excesivas de lombrices junto a las pistas de los aeropuertos atraen numerosas bandadas de pájaros buscando alimentarse, lo que supone un riesgo significativo para los vuelos al despegar, aterrizar y maniobrar (13).

BIOLOGÍA DE LAS LOMBRICES 101

Solo algunas especies de lombrices producen excrementos superficiales.

Todos los problemas en los campos de golf en Estados Unidos y Canadá parecen estar causados por un grupo pequeño de especies invasoras con origen Europeo, especialmente las especies Aporectodea, lombrices de tamaño medio (entre 5,1 y 7,6

SABÍAS QUE...?

Una sola lombriz puede producir su propio peso en excrementos en 24 horas.



Detalle de las mucosidades en la piel de las lombrices



Excrementos de lombrices sobre un green de agrostis stolonifera

cm) que excavan túneles horizontales en el suelo; y la *Lumbricus terrestris*, mayor en tamaño (1 o 2 metros) y que excava túneles verticales, saliendo de noche para alimentarse de restos vegetales frescos que han sido depositados en su túnel (13). Las especies *Apporetodea* parecen predominar en los fairways y greens en el este de Estados Unidos mientras que las *Lumbricus* son relativamente más problemáticas en el noroeste Pacífico.

Sin embargo, ambos tipos de lombrices producen excrementos en campos de golf a lo largo de las zonas de transición y de especies cool season (1,13).

Los excrementos de las lombrices tienden altamente a ser estacio-

nales, concentrándose la gran parte de su actividad en los periodos fríos y húmedos de otoño y primavera. A finales de otoño, cuando el suelo empieza a helarse, o cuando las condiciones son secas y cálidas en verano, las lombrices cavan más profundo sus galerías y entran en un estado de dormancia (7).

Durante la dormancia, las lombrices se curvan como un nudo y se vuelven de color rosáceo. Las lombrices producen anticongelante natural en su propia sangre durante el invierno. Respiran a través de su piel y requieren un ambiente húmedo que les permita ventilarse, pero un exceso de agua (por ejemplo después de una intensa lluvia) desplaza el oxígeno disuelto en el suelo, lo que las empuja a la superficie donde podrían morir rápidamente por exposición a la luz solar.

REPRODUCCIÓN

Las lombrices son hermafroditas, es decir, que cada una presenta órganos reproductores masculinos y femeninos (7); y la mayoría de lombrices requieren aparearse con otra lombriz de su especie para reproducirse. Después de aparearse, cada lombriz deposita una o más cápsulas en las que se encuentran los huevos fertilizados. Una o dos diminutas lombrices completamente formadas emergerán de cada cápsula. Aunque cada lombriz podría aparearse y poner huevos varias veces al año, una sola lombriz podría tener solamente 10 ó 15 descendientes anualmente. El tiempo

Las lombrices son hermafroditas, es decir, que cada una presenta órganos reproductores masculinos y femeninos

necesario para que los jóvenes alcancen el tamaño completo y la madurez sexual varía desde un mes hasta un año, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales.

CONTROL DE LAS LOMBRICES

El cultivo de las lombrices se originó en la Gran Bretaña más lluviosa, donde las lombrices son muy abundantes y, por lo tanto, su control y el de sus galerías ha sido una preocupación para greenkeepers de campos de golf y otros céspedes deportivos.

Pasar el rulo era la práctica principal para su control hasta 1.890, pero tenía efectos negativos en términos de compactación del suelo. Los otros 2 grandes métodos surgieron: uno basado en el control cultural y el otro basado en el control químico mediante pesticidas (8).

CONTROL CULTURAL

El control cultural incluye la acidificación del suelo mediante fertilizantes ácidos (la gran mayoría de lombrices no toleran los suelos ácidos), la retirada de clippings para retirar la gran fuente de alimento para las lombrices; o el recebo con arenas angulares o agregados abrasivos que reducirá en ocasiones los excrementos (1,2,17). Sin embargo, estos métodos rara vez son lo suficientemente efectivos para que los greenkeepers confíen en ellos. De hecho, un extenso estudio hecho en los fairways de un campo de golf en el estado de Washington (1) indicó que “ni la retirada de clippings, ni la acidificación del suelo ni el recebo tienen efectos consistentes en los excrementos depositados sobre la superficie cespitosa por las lombrices *Lumbricus terrestris*”.

CONSULTA

“El green del 12 está infestado con miles y miles de lombrices.

Sus excrementos son tan numerosos que es inevitable dispersarlas al segar... el césped presentaba un sistema radicular tan débil que el 60% del *agrostis* del green había muerto. Que pueden hacer los clubs con un número excesivo de excrementos de lombrices para superar este problema?”.
E-mail de un veterano agrónomo de la USGA Green Section a D. Potter

EL DATO
En 2.009, el Sports Turf Research Institute (STRI) recibió más preguntas sobre excrementos de lombrices que de cualquier otro problema de Mantenimiento de césped.



Peter Lees aplicando el irritador de lombrices



Recogiendo las lombrices muertas

Las lombrices sobreviven en las condiciones bajo las que se mantiene el césped sano, y son tan adaptables que las manipulaciones culturales por sí solas no parecen resolver el problema de los excrementos. La retirada física de los excrementos mediante el cepillado, la pala o la rastra es muy laborioso y sólo produce beneficios temporales (8).

CONTROL QUÍMICO

Durante los últimos 20 años, el problema de la interferencia de los excrementos de las lombrices con el juego en campos de golf, pistas deportivas y otros eventos recreativos sobre césped se ha vuelto más serio y conocido.

¿Por qué? Porque los pesticidas que históricamente se han empleado para controlar las lombrices incluyen mercurio clorhídrico, arsenato con plomo e incluso cianuro sódico y fueron prohibidos hace mucho tiempo por ser altamente venenosos (8). Durante las décadas de 1.950 y 1.960, una sola aplicación de chordane (en aquella época era la pócima para controlar gusano blanco) hubiera matado suficientes lombrices como para eliminar el problema de los excrementos durante 7 años. Pero el EPA cancelo el chordane para uso en césped deportivo en 1.983 debido a su acumulación en el medio ambiente, al daño a la fauna y flora y al riesgo para la salud del hombre. Muchos de los pesticidas para céspedes empleados desde 1.970 hasta mediados de los 90 fueron aplicados para controlar gu-

sanos pero eran también muy tóxicos para las lombrices (14). La mayoría de viejos pesticidas tóxicos para lombrices no pueden ser usado en césped a día de hoy, y actualmente no hay ningún pesticida autorizado para control de lombrices en los Estados Unidos.

EL INVENTO DE PETER LEES

Un acercamiento a la supresión de lombrices y sus excrementos ampliamente usado desde inicios del siglo 20 hasta alrededor de 1.960 incluía el uso de expelentes químicos que eran aplicados al suelo para irritar a las lombrices, provocando que subieran a la superficie donde eran barridas o rastrilladas (8). El método, cuyo pionero fue el greenkeeper británico Peter W. Lees durante la década de 1.890, era tan efectivo que se había convertido en la pócima mágica para la supresión de lombrices en los campos de golf europeos y americanos alrededor de 1.920 (3,4,9,10,11).

(Nota del autor: Lees da cuenta de manera fascinante de su experimento con este método en las páginas 37 a 43 de su libro de seminarios "Care of the Green," disponible online en <http://archive.lib.msu.edu/DMC/turfgrass/PDF/careofthegreen.pdf>).

El método de Lees incluía aplicar harina de mahua o maduca en polvo (hecha de semillas de Bassia latifolia (el árbol de la manteca en India) después de que el aceite de edible haya sido excluido) y un riego posterior.

Los componentes naturales en la harina de mahua irritaban a las lombrices, causándoles salir a la superficie donde eran rastrilladas y apiladas. Luego eran recogidas a palas y retiradas con una carretilla manual.

El método de Lees está considerado como una de las mayores innovaciones históricas en el mantenimiento del césped, en parte porque permitía la expansión de los campos de golf británicos a suelos más altos y otras áreas que anteriormente no habrían podido albergar un campo de golf debido a que hubieran dejado putting greens injugables (4).

Los boletines de la USGA describían la harina de mahua como un "tratamiento sobresalientemente eficaz" y un "muy efectivo erradicador de lombrices" si se aplicaba a una dosis de 15 libras / 1000 pies² de green y regado generosamente a continuación (10,11).

Acto seguido, al menos una docena de casas comerciales presentaron fertilizantes y otros productos conteniendo harina de mahua como productos para el control de lombrices en campos de golf (11).

El uso de este método descendió a finales de 1.940 y 1.950 con el desarrollo del chordane y otros pesticidas sintéticos tóxicos para las lombrices. La harina de mahua es rica en saponinas, jabones naturales o surfactantes encontrados en las hojas y semillas de avena, espinacas, alfalfa, guisantes, soja, gingseng, té y cientos de otras plantas (6, 15).

Las saponinas tienen actividad anti fúngica y anti bacteriana y forman parte de las defensas naturales de la planta contra enfermedades. Las saponinas de las plantas son empleadas en la industria de jabones naturales y champús, cosméticos e incluso como componentes de la cabeza espumosa de la cerveza.

Aunque las saponinas nunca fueron confirmadas como el ingrediente activo de la harina de mahua que controlaba a las lombrices, es muy probable que la irritación de las mucosas de las membranas de las lombrices que producen (similar a la de un detergente) fuera la base de su efectividad.

La harina de mahua ya no está etiquetada para control de lombrices, pero ¿hay otras fuentes de saponinas vegetales que pueden ser desarrolladas para este propósito?

De vuelta al futuro en 2.007, el primer autor de este artículo atendió a una conferencia de Beijing, China, donde conoció una sustancia usada en ese país para controlar caracoles y babosas en campos y huertos; y para suprimir excrementos de lombrices en céspedes deportivos. El método consistían en aplicar un subproducto del aceite de té.

El aceite de semilla de té es prensado a partir de semillas de la planta china de aceite de té, *Camellia oleifera*, y es usada para cocinar y en jabones y champús, margarinas y otros productos. Las semillas, frutos y aceites del té son ricos en antioxidantes y son usados en la medicina tradicional china. Después de que las semillas son partidas para extraer su aceite, el residuo es convertido en harina o transformado en pellets. La harina de semilla de té es usada como componente de piensos animales, como fertilizante orgánico y para otros propósitos.

Las páginas web de muchas industrias de aceite de té chino (por ejemplo, www.camellia-oil.com) claman que la harina de semilla de té puede ser empleada para controlar lombrices en céspedes deportivos y praderas. Un estudio en 2.007 de toda la literatura mundial científica, sin embargo, no reveló referencias ni datos apoyando dicho clamor. Tampoco reveló ninguna información sobre dosis, frecuencias, efectividad ni sobre cualquier otro aspecto sobre uso de harina de semilla de té para controlar lombrices y excrementos.

Pero al igual que la harina de mahua, la harina de semilla de té tiene un alto contenido en saponinas naturales (5, 13) y por lo tanto valía la pena evaluarla como una posible sustituta del remedio histórico para reducción de excrementos de Peter Lees.

PROBANDO LA SUPRESIÓN DE EXCREMENTOS EN 2007 Y 2008

Comenzamos a investigar la harina de semilla de té el otoño de 2.007 para determinar si podría ser utilizada para reducir las galerías de lombrices en superficies deportivas. La mayoría de ensayos fueron realizados en un push up green de agrostis estolonífera var. Pencross en la Universidad de Kentucky, concretamente en el Centro de Investigación de Césped A.J. Powell Jr. cercano a Lexington. Allí había un alto número de lombrices activas excavando galerías (>95% de la especie *Apporectodea*).

Otros ensayos fueron llevados a cabo en un fairway de agrostis estolonífera segado a altura de calle y en un fairway de ryegrass perenne. Un amplio resumen de los experi-

mentos fue publicado en la revisión de una revista científica internacional (13).

Nuestros experimentos iniciales fueron con pellets (3,2 mm de diámetro y 5-8 mm de largo) y polvo de harina de semillas de té crudas obtenidas en China. El polvo resultó muy difícil de aplicar, por lo que el trabajo posterior se realizó con los pellets.

La aplicación de los pellets a una dosis de 2,93 a 5,86 kilos por cada 100 metros cuadrados seguidos de un riego consiguió expulsar rápidamente casi 200 lombrices por metro cuadrado en el push up green. La mayoría de las lombrices expulsadas se secaron y murieron en superficie; en otros experimentos se observó que algunas lombrices se enterraron de nuevo y sobrevivieron. Las lombrices expulsadas aparecieron flácidas y se secaron rápidamente, evidenciando que su cubierta mucosa había sido afectada.

Una sola aplicación de harina de semilla de té a comienzos de abril en 2.008 redujo los excrementos en las repeticiones de las parcelas del push up green en más de un 95% durante al menos 5 semanas (figura 1).

En otro ensayo en el push up green, la aplicación de la semilla de té a comienzos de octubre redujo los excrementos en un 98% después de 2 días y en un 83% después de 30 días (figura 2).

Finalmente, una secuencia de ensayos de laboratorio llamada fraccionamiento de ensayo bioguiado confirmó que la base química de la actividad de la harina de semilla de té sobre las lombrices son las saponinas triterpenos que se encuentran en las semillas del té.

Probamos 2 métodos para sacar las lombrices expulsadas que quedaban encima de la superficie del putting green (13). La localización de cada lombriz era marcada con un punto de pintura naranja para césped. La mañana siguiente, un pase simple con una segadora de greens sacó alrededor del 66% de las

PRECURSOR
Lees da cuenta de manera fascinante de su experimento con este método en las páginas 37 a 43 de su libro de seminarios "Care of the Green," disponible online

La mayoría de viejos pesticidas tóxicos para lombrices no pueden ser usados en césped a día de hoy

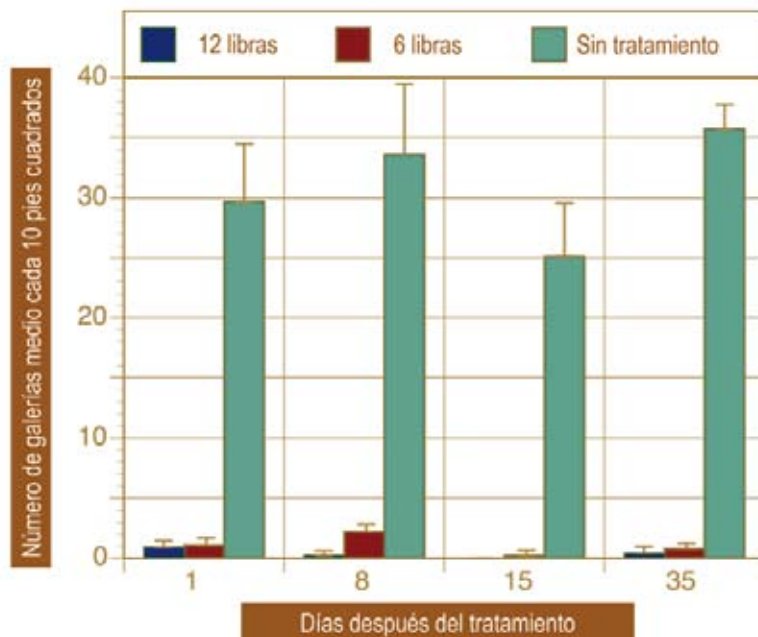


Figura 1

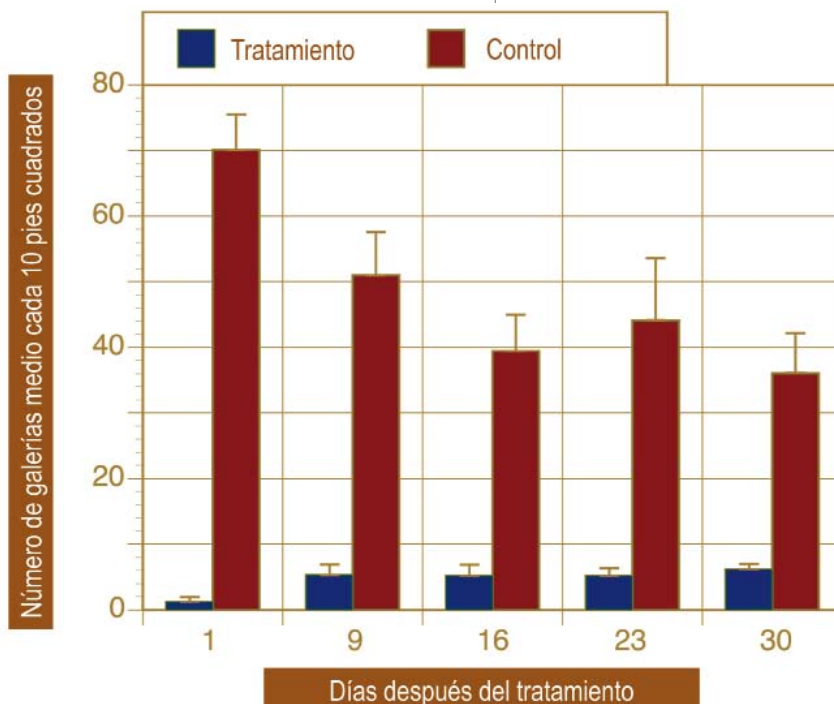


Figura 2

lombrices y un pase con una barredora sacó el 40% de los cadáveres.

En otros ensayos, los pellets de harina de semilla de té no mostraron ningún control sobre gusanos blancos o agrotis en las parcelas (13). Al contrario que las lombrices y sus pieles cubiertas de mucosas, los insectos tienen un exoesqueleto que parece protegerlos de ser secados cuando son expuestos a la acción de las saponinas. Aún más, los pellets tampoco dañaron los diminutos insectos y ácaros que habitan en el suelo y que ayudan en la descomposición del colchón y de los clippings.

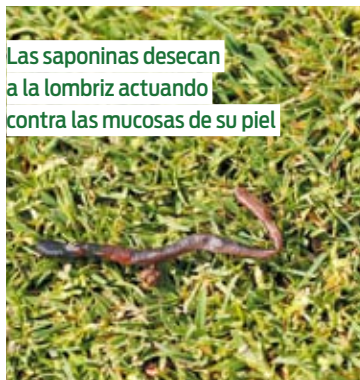
ESPECIES INVASORAS O NO NATIVAS DE LOMBRICES

El primer y el segundo autor comenzaron un estudio sobre lombrices en campos de golf de Kentucky en primavera de 2.011 para aclarar qué especies estaban asociadas a la aparición de excrementos en la superficie. Varios miles de lombrices fueron recogidas en un total de 18 fairways de 6 campos de golf diferentes. También se recogieron los gusanos que salieron de los push up greens. Casi todos los culpables de generar excrementos parecían ser especies invasoras, no nativas. Al menos 7 especies fueron identificadas, siendo la más común con diferencia la especie *Apporectodea*. Los estudios sobre esta lombriz en Kentucky continuarán al menos un año más. Las lombrices nocturnas, los cuales son también invasores, parecen ser los responsables de la mayoría de problemas con excrementos en el Suroeste Pacífico de Estados Unidos (1).

UN FERTILIZANTE ORGÁNICO NATURAL

Después de saber de uno de nuestros seminarios educativos sobre

Los boletines de la USGA describían la harina de mahua como un “tratamiento sobresalientemente eficaz” y un “muy efectivo erradicador de lombrices”



investigación en lombrices, los representantes de una empresa de desarrollo y manufactura de fertilizantes naturales y de materiales bio racionales para césped, horticultura ornamental y especialmente agricultura (Ocean Organics Corp., Ann Arbor, Mich./Waldoboro, Maine) mostraron interés en desarrollar un fertilizante orgánico basado en harina de semilla de té. Ellos formularon el material crudo y lo transformaron en una mezcla más fina de harina de semilla de té, extracto de algas y gallinaza, llamada Early Bird 3-0-1 Natural Organic Fertilizer, apto para uso en campos de golf.

ADVERTENCIAS Y LIMITACIONES

El objetivo de esta investigación era facilitar el desarrollo de un producto natural que pudiera ser empleado en aliviar el problema de el exceso de excrementos de lombrices en campos de golf y otras superficies deportivas.

El Early Bird no está etiquetado para control de lombrices, aunque se está trabajando para registrarlo como pesticida biológico.

Dado que la harina de semilla de té es un producto natural, está sujeto a variaciones en el contenido en saponinas en relación al genoti-

RETIRADA
Los greenkeepers que han probado el Early Bird han retirado las lombrices muertas con siega, sopladoras, aspiradoras, mangueras o combinaciones de estas prácticas.

po de las plantas de partida, a la localización de la zona de crecimiento y al método de procesamiento, transporte y almacenamiento del material crudo (5).

Early Bird es, por lo que conocemos, el único fertilizante para césped con saponinas de semillas de té que ha seguido controles de calidad. Las saponinas son distribuidas para diferentes especies de plantas incluyendo cultivos consumidos por los humanos (6,15).

Las saponinas en la harina de semilla de té tienen muy baja toxicidad oral y dermatológica para los vertebrados, incluidos mamíferos y pájaros (15). Son rápidamente biodegradables, en 3 ó 5 días en el campo.

La alta concentración de saponinas es tóxica para los peces, pero la harina de semilla de té es considerablemente menos tóxica para los peces que otros productos (como por ejemplo insecticidas piretroides) usados regularmente en campos de golf (13).

Con algunas medidas sensibles (por ejemplo, zonas buffer o tampón alrededor de estanques y corrientes de agua, o no tratar suelos saturados de agua donde pueden ocurrir escorrentías) podría ser posible utilizar un producto basado en la harina de

semilla de té sin que los organismos acuáticos resulten dañados.

Una cuestión con los repelentes de lombrices como la harina de semilla de té o la harina de mahua es el olor temporal y apenas imperceptible producido cuando un número elevado de lombrices muere en la superficie. En nuestra experiencia, las lombrices expulsadas de la galería se secan relativamente rápido y la mayoría son retiradas por la siega.

Las lombrices secas se ven menos en fairways que en greens. Los greenkeepers que han probado el Early Bird han retirado las lombrices muertas con siega, sopladoras, aspiradoras, mangueras o combinaciones de estas prácticas.

El remedio ideal deberá proporcionar una supresión a largo plazo económica que suprima los excrementos pero no mate a las lombrices, pero ese producto no ha sido aún encontrado.

CONCLUSIONES

Esta investigación ha mostrado que la harina de semilla de té, un subproducto natural derivado del proceso de obtención del aceite de semilla de té, contiene unos surfactantes llamados saponinas que son efectivos en repeler lombrices y en suprimir excrementos en superficies deportivas. El modo de acción es similar a la harina de mahua, un pienso empleado en controlar lombrices en campos de golf hace más de un siglo.

La harina de semilla de té ha sido formulada por Ocean Organics Corp como fertilizante orgánico (Early Bird 3-0-1) y su uso es apto para fairways de campos de golf y putting greens. Early Bird está disponible desde 2010.

La mayoría de problemas con excrementos de lombrices en los campos de golf de Norteamérica son causados por especies invasoras, no nativas, de lombrices.

Los productos ricos en saponinas como la harina de semilla de té prometen ser una alternativa al uso

La mayoría de problemas de lombrices en Norteamérica son causados por especies invasoras, no nativas

de pesticidas sintéticos para aliviar los problemas causados por los excesivos excrementos de las lombrices en superficies deportivas segadas a baja altura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a A.J. Bixby-Brosi, C. Brady, J. Condra, C.P. Keathley, R. King, K. Meepagala, A.J. Powell, L. Williams y S. Vanek por la asistencia técnica; T. Bowyer y E. Lees por las muestras de TSP brutas usadas en los test preliminares; y W. Middleton y G. Seaver (Ocean Organics) por aportar formulaciones refinadas de TSP y al fertilizante EarlyBird por los ensayos posteriores.

LA INVESTIGACIÓN DICE

■ Los excrementos de las lombrices crean serios problemas al mantenimiento del césped en campos de golf y pistas deportivas, particularmente bajo condiciones ambientales húmedas y frías.

■ Los métodos culturales no controlan ni a las lombrices ni a sus excrementos adecuadamente, y no hay químicos aprobados actualmente en los Estados Unidos para control de lombrices.

■ En la década de 1.890, el greenkeeper británico Peter Lees descubrió que cuando la harina de mahua (elaborada a partir de semillas del árbol de la manteca en la India) se aplicaba al césped y se regaba, actuaba como repelente, forzando a las lombrices a salir a la superficie donde eran rastrilladas y retiradas.

■ Recientemente, pellets de harina de semilla de té chino hechos de las semillas del árbol del té, han mostrado ser efectivos en repeler lombrices y en suprimir excrementos en superficies deportivas de césped. Al igual que en la harina de mahua, los pellets son fabricados a partir de una planta rica en saponinas, las que podrían irritar la piel de las lombrices. La harina de semilla de té está ahora disponible en los

BIBLIOGRAFÍA

- **Backman, P.A., E.D. Miltner, G.K. Stahnke and T.W. Cook. 2001.** Effects of cultural practices on earthworm casting on golf course fairways. *International Turfgrass Society Research Journal* 9:3-7.
- **Baker, S.W., S.J. Firth and D.J. Binns. 2000.** The effect of mowing regime and the use of acidifying fertilizer on earthworm casting on golf fairways. *Journal of Turfgrass Science* 76:2-11.
- **Beale, R. 1908.** *The Practical Greenkeeper*, 1st ed. J. Carter and Co., London.
- **Beard, J.B. 2002.** The art and invention era in the early evolution of turfs 1830-1952. *International Turfgrass Bulletin*, Sports Turf Research Institute 217:32-43.
- **Chaicharoenpong, C., and A. Petsom. 2009.** Quantitative thin layer chromatographic analysis of the saponins in tea seed meal. *Phytochemical Analysis* 20:253-255.
- **Cherian, K.M., V.M. Gandhi and M.J. Mulky. 1996.** Toxicological evaluation of mowrah (*Madhuca latifolia* Macbride) seed meal. *Indian Journal of Experimental Biology* 34:61-65.
- **Edwards, C.A., and P.J. Bohlen. 1996.** *Biology and Ecology of Earthworms*, 3rd ed. Chapman & Hall, London.
8. Kirby, E.C., and S.W. Baker. 1995. Earthworm populations, casting and control in sports turf areas: A review. *Journal of the Sports Turf Research Institute* 71:84-98.
- **Lees, P.W. 1918.** *Care of the Green*. Wilcox, New York. Online. <http://archive.lib.msu.edu/DMC/turfgrass/PDF/careofthegreen.pdf> (verified July 26, 2011).
- **Oakley, R.A. 1924.** Earthworms. *Bulletin of the Green Section Green of the USGA* 4:115-116. <http://turf.lib.msu.edu/gsr/1920s/1924/2405115.pdf> (verified July 26, 2011).
- **Piper, C.V., and R.A. Oakley. 1921.** Earthworms. *Bulletin of the Green Section Green of the USGA* 1:75-82. <http://turf.lib.msu.edu/gsr/1920s/1921/210575.pdf>
- **Potter, D.A., A.J. Powell and M.S. Smith. 1990.** Degradation of turfgrass thatch by earthworms (*Oligochaeta: Lumbricidae*) and other soil invertebrates. *Journal of Economic Entomology* 83:203-211.
- **Potter, D.A., C.T. Redmond, K.M. Meepagala and D.W. Williams. 2010.** Managing earthworm casts (*Oligochaeta: Lumbricidae*) in turfgrass using a natural byproduct of tea oil (*Camellia* sp.) manufacture. *Pest Management Science* 66:439-446.
- **Potter, D.A., P.G. Spicer, C.T. Redmond and A.J. Powell. 1994.** Toxicity of pesticides to earthworms in Kentucky bluegrass turf. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 52:76-181.
- **Sparg, S.G., M.E. Light and J.V. Staden. 2004.** Biological activities and distribution of plant saponins. *Journal of Ethnopharmacology* 94:219-243.
- **Tennesen, M. 2009.** Invasive earthworms denude forests in U.S. Great Lakes region. *Scientific American Online*, www.scientificamerican.com/article.cfm?id=invasive-earthworms-denude-forests (verified July 26, 2011).
- **Williamson, R.C., and S.C. Hong. 2005.** Alternative, nonpesticide management of earthworm casts in golf course turf. *International Turfgrass Society Research Journal* 10:797-802. ■

Estados Unidos como un fertilizante orgánico para césped apropiado para aplicarlo en fairways y putting greens.

GCM

Daniel A. Potter (dapotter@uky.

edu) es un profesor de entomología, Carl T. Redmond es un especialista en investigación en entomología, y David W. Williams es un profesor asociado de ciencia de plantas y suelos en la Universidad de Kentucky, Lexington. ■

El invierno no es momento de descanso en el campo de golf

POR BUD WHITE Y TY MCCLELLAN

Agrónomos de la USGA Green Section.

Traducción del artículo publicado en la revista de la USGA Green Section Record en enero de 2009.



La pregunta es ¿tú qué haces durante el invierno? ¿A qué persona de la industria del golf no se le ha hecho esta pregunta innumerables veces?

Los greenkeepers que están altamente capacitados para la comunicación (y para la paciencia) ven esto como una gran oportunidad para educar a los socios de sus clubs, a los comités, vecinos, e incluso a amigos y familia. Aunque algunos greenkeepers pueden responder de una forma calculada y concisa, otros se ponen nerviosos e incluso

molestos en respuesta a esta pregunta frecuente e incluso algo irritante.

Esto lleva a otra pregunta: ¿Por qué no hay artículos o libros disponibles sobre el mantenimiento en invierno? Y ¿por qué nos ha tomado tanto tiempo

hacerlo? Buscando en la Turfgrass Information File, libros de texto e internet, es muy fácil darse cuenta de que hay una falta importante de recursos en cuanto a mantenimiento de invierno.

Como en muchos otros deportes, las grandes mejoras en el campo de golf se realizan fuera de la temporada alta. De forma necesaria y/o deseada, las mejoras en el campo suelen requerir de forma significa-

tiva inversión de tiempo, mano de obra y ocasionalmente maquinaria pesada, lo que suele ocasionar diferentes grados de daño en el campo. En estos casos, la gran ventaja se consigue cuando se dispone de horas de operario y el trabajo puede realizarse de forma más eficiente y sin causar interferencia en el juego. Durante la temporada alta, la ejecución del mantenimiento del campo está sometida al ritmo de juego diario y a los eventos especiales, dejando poco tiempo para hacer más cosas que ajustes menores del campo y pequeñas mejoras.

En regiones del norte donde el invierno elimina el juego por completo durante unos meses, o al menos causa restricciones en el mismo, la plantilla de mantenimiento suele incrementarse en Abril y alcanzar su pico ligeramente después. Este número de la plantilla se reduce antes de la navidad, quedándose entre 5 y 8 personas a tiempo completo, incluyendo al greenkeeper y el mecánico. Con el objetivo de obtener verdaderas ventajas de esto, los campos deberían pensar 2 veces sobre cuántos trabajadores a tiempo completo deben mantenerse durante estos meses de invierno. En cualquier caso, durante el invierno se necesita suficiente personal para acondi-

cionar el campo de la mejor forma posible y preparar la apertura al juego en primavera.

En campos del norte, el invierno es la época del año en la que se inspeccionan, revisan y aprueban los presupuestos de forma minuciosa. El número de operarios a tiempo completo que se necesitan durante el invierno es una pregunta típica que influye de forma importante en la elaboración del presupuesto. La respuesta a esa pregunta depende de muchas variables y es específica en cada caso.

La siguiente lista de actividades y proyectos no quiere decir que todas puedan completarse durante los meses de invierno. Este artículo pretende servir de ayuda para que los comités, juntas directivas y otros cargos aprecien y entiendan mejor lo que comprende el mantenimiento de invierno en el campo y de esta forma estar mejor educados en la determinación de la cantidad de personal necesario para el invierno.

TRABAJOS GENERALES

◉ **Retirada de nieve de carreteras y parkings.** Muchos campos del norte tienen al menos algunas respon-

EL INVIERNO

es la época del año donde los campos del norte se inspeccionan, revisan y aprueban los presupuestos de forma minuciosa.



sabilidades en la retirada de nieve durante el invierno. Dependiendo del tamaño del campo y la cantidad de nieve anual, la retirada de está será mucho más extensiva en unos campos que en otros. Dada la poca predictibilidad de eventos invernales, generalmente se necesita al menos 1 persona para limpiar la nieve durante estos eventos. Mantenimiento de nieve incluye carreteras de acceso, parkings, caminos peatonales, y aplicar agentes para descongelar zonas heladas.

◉ **Trabajos de set-up de juego en invierno.** Aunque de forma general no se recomienda en la zona norte de los Estados Unidos, suele producirse algo de juego durante el invierno y los jugadores todavía tienen algunas expectativas respecto a las condiciones del campo. Debe tenerse en cuenta también que si se permite el juego durante el invierno, no sólo será necesario más personal para gestionarlo, sino que también se necesitarán más horas para reparar los daños ocasionados.

◉ **Limpieza del paisaje.** La nieve, el hielo, el viento y la lluvia hacen



Daños por falta de oxígeno debido a una cubierta de hielo muy prolongada.



Retirada de cubiertas sintéticas de protección en un green

necesaria la limpieza de restos vegetales en todo el campo, independientemente de si se permite el juego durante el invierno o no. Esto incluye ramas dobladas o partidas, acumulación de hojas, reparación de escorrentías, etc. Reacondicionar las zonas de paisajismo y centros florales es otro gran proyecto de invierno.

◉ **Cubrir greens.** Para los campos que anualmente sufren daño invernal en sus greens, cubrirlos con mantas, telas o cubiertas sintéticas, y un recebo pesado, solo por nombrar unos cuantos, pueden ser esenciales para evitar pérdidas de

plantas en ciertas zonas. Se requieren muchas horas para cubrir y proteger los greens, particularmente si estas cubiertas han de ser quitadas y puestas diversas veces durante el invierno.

◉ **Monitorizar el hielo en greens.** Si a mediados de Febrero o principios de Marzo todavía existe una cubierta de hielo continuada, puede que se necesite quitarla o romperla para permitir intercambio gaseoso y así evitar daños por falta de oxígeno. Aunque los daños invernales no suelen entenderse de forma clara, el límite para *Poa annua* se asume en

Durante el invierno se necesita suficiente personal para acondicionar el campo de la mejor forma posible

En las regiones del norte, se realizan diferentes aplicaciones secuenciales para el control del Pink snow mold y Microdochium patch



Retirada de nieve de los greens con medios manuales

torno a los 50 días, mientras que el *Agrostis stolonifera* puede tolerar una cubierta de hielo durante mucho más tiempo.

◻ **Retirar nieve de los greens.** La nieve es bienvenida durante el invierno, ya que aísla al césped de los vientos desecantes invernales y de las temperaturas extremas, pero muchas veces es necesario retirarla para acelerar el deshielo, aumentar la velocidad de descongelación de la superficie durante la primavera o para evitar que se descongele y se dirija a zonas donde no queremos que se congele de nuevo. La retirada de nieve de los greens se hace siempre de forma manual, para así evitar daños mecánicos en el moldeo del green.

◻ **Monitorizar condiciones del campo.** Además de revisar las condiciones del campo de forma normal, muchos greenkeepers realizan revisiones mediante la extracción de tapones para así comprobar el estado del césped y posibles daños. Esto se realiza extrayendo el tapón y poniéndolo en interior, cerca de ventanas donde se calienten con la luz solar. Hacer esto es una buena for-

ma para anticipar si va a existir daño invernal, y de esta forma se pueden iniciar planes de comunicación y reparación.

◻ **Aplicaciones invernales de fungicida.** En las regiones del norte, se realizan diferentes aplicaciones secuenciales para el control del Pink snow mold y *Microdochium patch* (*Microdochium nivale*), y Gray snow mold (*Typhula* spp) comunes en las especies de clima frío.

◻ **Control de malas hierbas de invierno.** Para campos de la zona de transición, donde la bermuda y la zoysia entran en latencia total, controlar malas hierbas de invierno que tienen crecimiento activo como *Poa annua*, con pre y postemergentes es una obligación.

◻ **Anticipar pedidos de fertilizantes, pesticidas y otros químicos.** Hacer pedidos grandes durante el invierno puede producir ahorros significativos como resultados de descuentos, pero hacerlo de forma correcta requiere de buena capacidad de previsión, realización de presupuestos y planificación, todo

ello requiere tiempo. Aunque esto es aplicable a todas las instalaciones, es especialmente importante en aquellas gestionadas por empresas y/o agencias que demandan un mínimo de 3 presupuestos para cada material. Dependiendo de la situación, elaborar especificaciones detalladas para obtener ofertas acordes y específicas puede consumir mucho tiempo.

◻ **Compras e Inversiones.** La maquinaria de mantenimiento y otras inversiones importantes, requieren normalmente también de un proceso de recepción de ofertas, que requiere un gasto previo del greenkeeper en redactar y decidir las especificaciones de dicha inversión.

◻ **Formación continua.** Ya sea el Golf Industry Show, reuniones locales de greenkeepers, charlas comerciales, etc., es necesario estar en continua formación para estar al día de lo último en químicos, tecnologías, productos y técnicas. La formación continua se requiere no solo en ciertas instancias como el caso del aplicador de fitosanitarios, es algo integral para el éxito de la instalación.

MAQUINAS

Mantener la maquinaria limpia y operativa no significa un campo en mejores condiciones, pero incrementa la longevidad de la maquinaria y su valor de mercado

TRABAJOS TÍPICOS DE INVIERNO

◻ **Mantenimiento anual de los equipos y máquinas.** Una parte de los equipos funcionan 7 días a la semana durante la época de crecimiento, y otros de 2 a 3 días a la semana de media. Las piezas se deterioran y necesitan reemplazarse, los accesorios se aflojan, los rodamientos y juntas se desgastan, los motores requieren ajustes y el cableado requiere una revisión. El mantenimiento preventivo en invierno es crucial para la fiabilidad de la maquinaria durante la temporada alta, y para reducir el coste de averías. Mientras que las averías durante el verano no se pueden eliminar, la prevención durante el invierno y el mantenimiento pueden ser de gran ayuda con la durabilidad de la maquinaria.

Mantener la maquinaria limpia y operativa no significa un campo en mejores condiciones, pero incrementa la longevidad de la maquinaria y su valor de mercado. El pintado de la maquinaria también es necesario.

☉ **Afilado de cuchillas y rectificado de molinetes.** Con docenas de molinetes y cuchillas en múltiples segadoras de calle, tee, green y rough, un afilado y rectificado diligente de las unidades de corte “en casa” nos tomará semanas para completarlo. Algunos campos contratan esto como servicio externo, pero puede ser bastante caro. Por el contrario, invertir en afilados y rectificados realizando este trabajo internamente puede producir ahorros importantes.

☉ **Mantenimiento del arbolado.** Anualmente es necesaria una retirada selectiva de árboles y podas de mantenimiento, para mejorar las condiciones de crecimiento incrementando la exposición a la luz solar y el flujo de aire. Los árboles o ramas que interfieren con el juego o con el diseño inicial deben eliminarse. El mantenimiento anual de invierno en árboles también incluye aclarar en zonas de mucha densidad de árboles, elevar la altura de la copa para mejorar el flujo de aire y reparar ramas dañadas de tormentas.

☉ **Drenaje.** El juego limitado o inexistente del invierno es muy favorable para mejorar deficiencias de drenaje. Esto incluye reparar líneas de drenaje existentes que por deterioro no funcionan correctamente, o añadir drenaje nuevo en áreas que drenan de forma deficiente. Para mejorar las zonas que drenan mal o pequeñas bolsas de agua, también puede ser necesario renivelar el terreno.

☉ **Sistema de riego.** Todas las facetas de un sistema de riego requieren atención anual. Esto incluye servicios rutinarios de las estaciones de



La reparación de drenajes o ampliación de zonas nuevas es un buen proyecto de invierno

GREENS
El invierno es un muy buen momento para mejorar las condiciones de los collares, esto incluye nivelación, redefinir anchuras, expansión y relocalización

bombeo, renovar componentes deteriorados, nivelación de aspersores y elaboración de mapas de nuevas líneas y aspersores.

☉ **Mantenimiento y nivelación del collar de green.** Los collares son áreas del campo que normalmente se pasan por alto, pero que pueden beneficiarse del mantenimiento rutinario. El invierno es un muy buen momento para mejorar las condiciones de los collares, esto incluye nivelación, redefinir anchuras, expansión y relocalización.

☉ **Nivelación, reconstrucción y expansión de tees.** El juego intenso y la creación de chuletas en la zona central de las plataformas de tee, pueden producir falta de uniformidad en la superficie ocasionando zonas húmedas que impiden la salida del agua del tee conforme a su diseño original. Lo contrario también puede ser cierto. Si se realizan programas intensos de reparación de chuletas, puede aportarse material en exceso, causando una su-

bida de nivel en esta zona central. También, durante la temporada de juego puede resultar obvio que un tee ha sido simplemente infra-dimensionado para la cantidad de juego que recibe, que suele ocurrir en los hoyos 1 y 10, donde se realizan swings de práctica adicionales. En cualquiera de los casos, los meses de invierno son una gran oportunidad para nivelar, reconstruir, o aumentar la superficie de tees para la temporada alta de juego.

☉ **Bunkers.** La vida media de una arena de bunkers según la industria general del golf es de 5 a 7 años antes de que necesite ser reemplazada. Esto suele ocurrir porque los limos y arcillas deterioran la capacidad de drenaje del bunker y ocasionan malas condiciones de juego. Los meses de invierno son un buen momento para reemplazar arena de bunkers, si es necesario, o añadir más arena si hiciera falta. Para mantener los bunkers drenando apropiadamente, también es necesario inspeccionar las líneas de drenaje de forma que puedan ser limpiadas o cambiadas.



La reposición de arena de los bunkers es una tarea apropiada para el invierno



Los accesorios del campo deben restaurarse durante el invierno

◻ **Reparación de caminos de buggies.** Los caminos de los buggies requieren reparaciones al igual que las calles o las autopistas. Los meses de invierno, cuando las temperaturas y las condiciones lo permiten, son el momento apropiado para hacer las reparaciones necesarias o para instalar bordillos.

◻ **Mejoras en la nave de mantenimiento.** Una nave organizada, limpia y operativa no ocurre por sí sola, y dirigir algo de atención a este tema ocasiona una subida de moral en el personal, mayor productividad y eficiencia, y atrae y retiene a empleados de calidad.

◻ **Cuarto de bombas y otras pequeñas edificaciones.** No hay regla que indique que estas estructuras han de ser un engendro. Por el contrario, cuando se pintan y mantienen ruti-

nariamente, incluso estas estructuras pueden ser estéticamente agradables.

◻ **Accesorios del campo de golf.** Se incluyen marcas de tee, papeletas, lavabolas, bancos, rastrillos de bunker, etc., y como todos son pequeños accesorios de exterior que sufren las inclemencias del tiempo, todos requieren restauración permanentemente. Todos los accesorios deben ser limpiados, pintados, o reconstruidos cuando sea necesario.

◻ **Análisis de suelos.** Aunque no sea muy práctico tomar muestras de suelo durante el invierno, es una buena oportunidad para revisar los resultados de análisis anteriores. Esta revisión debe servir para satisfacer las necesidades nutricionales, así como para anticipar posibles cambios para la siguiente estación.

◻ **Análisis de agua.** El invierno es un buen momento para establecer los números de referencia en la pureza del agua, ya que el agua debe estar en su estado más puro durante este tiempo. Realizando un análisis de agua en invierno y nuevamente a mediados de verano, pueden obtenerse los intervalos relativos de la calidad del agua que usamos para regar nuestro campo.

◻ **Misceláneo.** Otros proyectos que pueden llevarse a cabo durante el invierno incluyen reformar zonas de la casa club, instalación o reformas en pozos, reparación de fuentes, restaurar o acondicionar la zona de entrada al club y cosas de este tipo. El invierno también es un buen momento para desarrollar estándares de mantenimiento, así como para revisar aspectos de seguridad y salud.

Hay mucho que hacer durante los meses de invierno, y la plantilla de invierno puede llevar a cabo muchas mejoras en el campo a lo largo de los años. La continuidad de la plantilla a lo largo del año es extremadamente importante para desarrollar un equipo experimentado, responsable y eficiente. De forma similar, la continuidad durante el invierno reduce la inversión de tiempo en formación y entrenamiento de nuevos empleados, minimizando errores de novatos que puede resultar muy costosos.

El número exacto de empleados que deben trabajar durante el invierno dependen de las necesidades específicas de cada instalación. Tened presente que el acondicionamiento del campo y la preparación para la temporada alta empieza en invierno, así que pensad bien todas las opciones antes de considerar reducciones de plantilla durante el invierno. Cuando lleguen momentos de torneos de socios o cualquier evento significativo en vuestro club, os alegraréis de haberlo hecho. ■

MODELOS
La continuidad de la plantilla a lo largo del año es muy importante para desarrollar un equipo cualificado, responsable y eficiente

Gestionando la Resistencia a Herbicidas en céspedes

POR PATRICK MCCULLOUGH, PH.D.
Extension Specialist, University of Georgia.

Las estrategias de control de malas hierbas con herbicidas pre y post emergentes están a menudo limitadas por el coste económico que suponen o por la tolerancia de los céspedes a sus materias activas. Sin embargo, el uso repetido de un herbicida de la misma familia química durante años puede llevar a problemas con la aparición de malas hierbas resistentes a herbicidas.

El control de las malas hierbas es un componente crítico en el manejo exitoso de los céspedes. Su presencia podría reducir la estética y la calidad del césped, por lo que controlarlas químicamente está a menudo justificado.

Las poblaciones de malas hierbas resistentes a herbicidas pueden suponer retos a largo plazo en el mantenimiento de los céspedes. Con el fin de prevenir o de gestionar dicha resistencia, los greenkeepers deben entender el modo de acción de cada herbicida y la influencia potencial en la dinámica de la población de las malas hierbas.

COMO SURGE LA RESISTENCIA

Antes del desarrollo de la resistencia, las poblaciones de malas hierbas iniciales son susceptibles al herbicida y son controlables por las dosis recomendadas en las etiquetas de los productos siempre y cuando sean aplicadas apropiadamente. La susceptibilidad a los herbicidas es una respuesta natural al efecto tóxico de la materia activa, que a su vez influencia el potencial para un control de las malas hierbas exitoso.

Las malas hierbas susceptibles pueden ser controladas por algunas familias químicas debido a su incapacidad para “desintoxicarse” o soportar los efectos del herbicida aplicado. Por ejemplo, el diente de león (*Taraxacum officinale*) es generalmente controlado con 2,4-D. Los céspedes no se ven afectados ya que son capaces de desactivar o metabolizar el herbicida antes del que el efecto tóxico tenga lugar en las células. Por ello, el diente de león sí es susceptible al 2,4-D y los greenkeepers podrán controlar selectivamente esta especie en la gran mayoría de los céspedes.

Generalmente, los greenkeepers están preocupados por si la especie deseada es o no tolerante a un determinado herbicida del césped deseado.

Por ejemplo, la mayoría de céspedes son tolerantes a los herbicidas que controlan selectivamente malas hierbas de hoja ancha como 2,4-D o dicamba. Las malas hierbas de hoja ancha, como el diente de león, pueden ser por su parte tolerante a herbicidas que controlan selectivamente hierbas de hoja estrecha, como el fenoxaprop. Una especie de hoja ancha que fue una vez controlada por 2,4-D pero que ahora es tolerante, nos estará diciendo que una resistencia está surgiendo dentro de una población.

La resistencia es una habilidad heredada de un biotipo de mala hierba que permite sobrevivir a aplicaciones de un herbicida al que la población original era susceptible.

Las malas hierbas resistentes podrán sobrevivir a la aplicación del herbicida, reproducirse y convertirse en el biotipo dominante presente en la población. Como los biotipos susceptibles si son controlados por el herbicida, las plantas resistentes sobrevivirán a los tratamientos en los años siguientes y comenzarán a dominar la población mediante la reproducción y el establecimiento.

PLANIFICANDO UN PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA RESISTENCIA

La gestión de la resistencia a los herbicidas comienza mediante la

Si se puede descartar que la dosis, las técnicas de aplicación y los efectos ambientales no han tenido nada que ver para un mal control de las malas hierbas, entonces podríamos afirmar que hay biotipos resistentes al herbicida en el campo



Comparación de euphorbia resistente a sulfonilurea tras 8 tratamientos de metsulfuron (izquierda) y un inhibidor de la fotosíntesis, amicarbazona (derecha). Nótese que el cambio en el modo de acción del herbicida ayuda a controlar la euphorbia resistente a sulfonilurea.



Comparación de euphorbia resistente a sulfonilurea tras un tratamiento de metsulfuron (izquierda) y trifloxisulfurón (derecha). Nótese que las plantas no son controladas si se cambia de herbicida con el mismo modo de acción.

investigación de los parámetros potenciales de la aplicación o tratamiento; que resultan en un fallo en el control de las malas hierbas por parte del herbicida.

Un ejemplo de fallo serían herbicidas preemergentes aplicados a bajas dosis, o cuando la semilla ya ha germinado. En este caso, los herbicidas podrían no ser tan efectivos controlando las especies anuales como indican las recomendaciones de las etiquetas.

Por su parte, la eficacia de muchos herbicidas postemergentes podría reducirse en malas hierbas anuales maduras en comparación con las recién germinadas. Por ejemplo, la materia activa setoxidim es altamente eficaz en digitaria antes del ahija-

REPETICIÓN

La resistencia se ve favorecida cuando el mismo herbicida o herbicidas con un mismo modo de acción son aplicados durante años para controlar una especie de mala hierba

do; pero 2 aplicaciones serán necesarias si dicho ahijado ha tenido lugar.

Los efectos ambientales sobre el crecimiento de la planta, como la lluvia, la sequía o la humedad podrían también influenciar la absorción del herbicida y la actividad global para el control de la mala hierba, lo cual no está

relacionado con la resistencia al herbicida.

En el caso de aparición de resistencia, rotar familias químicas podría ser necesario. Sin embargo, aplicar otro herbicida con el mismo modo de acción que el primero no será efectivo para controlar los biotipos resistentes.

Por ejemplo, diclofop es un herbicida postemergente popular para el control de goosegrass (*Eleusine indica*) sobre Bermuda (*Cynodon dactylon*). El diclofop es normalmente muy eficaz para el control postemergente selectivo de eleusine pero su uso repetido con los años podría generar la aparición de biotipos resistentes que ocupen la mayor parte de la población en determinadas áreas. Cambiando a un herbicida cuyo modo de acción sea de inhibición de la síntesis de la cadena de aminoácidos como foramsulfuron, o a un inhibidor de la síntesis de clorofila como la sulfentrazona, ayudaremos a controlar al biotipo resistente de eleusine a diclofop en bermuda.

RESISTENCIA CRUZADA Y RESISTENCIA MÚLTIPLE

Las poblaciones de malas hierbas podrían presentar resistencia a un herbicida o a su modo de acción, pero el potencial de que se presente una resistencia cruzada es a menudo significativo.

Resistencia cruzada:

Un ejemplo de resistencia cruzada sería una poa annual que fuera resistente a aplicaciones de atrazina y simazina. Estos dos herbicidas son

Las poblaciones de malas hierbas tendrían resistencia cruzada cuando el biotipo es resistente a más de un herbicida con el mismo modo de acción

Si hay resistencia, los greenkeepers deberán entonces evaluar la aplicación de otros productos que controlen a esa mala hierba potencialmente resistente y evaluar el modo de acción del ingrediente activo.



Las malas hierbas se desarrollan mejor en huecos donde no compiten por luz, agua y nutrientes con el césped

triazinas inhibidoras de la fotosíntesis, de manera que esa población de poa annua tiene resistencia cruzada a las triazinas. Otro ejemplo sería una población de poa annua que fuese tolerante a los herbicidas preemergentes procloroxipir y ditiofopir. Aunque ambos herbicidas son de diferentes familias, ambos son inhibidores de la mitosis (mismo modo de acción). Por tanto, reemplazar uno por otro no sería una opción efectiva de control.

Paralelamente, los programas de rotación de herbicidas

podrían ser complicados por la presencia de biotipos resistentes a múltiples modos de acción. Por ejemplo, habría resistencia múltiple en biotipos resistentes a triazinas que son además resistentes a sulfonilureas.

Resistencia múltiple:

Los biotipos de malas hierbas que muestran resistencia múltiple toleran más de un herbicida con diferente modo de acción.

Seleccionar un herbicida seguro y efectivo con un modo de acción

diferente podría ser complicado y los greenkeepers necesitarán incorporar nuevas técnicas culturales o planes de mantenimiento para combatir los biotipos con resistencia múltiple a diferentes modos de acción.

CONCLUSIONES

La resistencia a herbicidas en plantas anuales es principalmente debida al potencial de los biotipos a sobrevivir a la aplicación de un herbicida y a su posterior dispersión por semillas en el campo. En Georgia, la resistencia a herbicidas se ha investigado en poblaciones de digitaria, eleusine, poa annua y otras especies anuales tanto en campos agrícolas como en campos de césped deportivo. Estas especies anuales son prolíficas en lo que a producción de semillas se refiere, y pueden por tanto dispersarse rápidamente en una determinada zona.

La tabla 1 muestra las malas hierbas anuales que han mostrado resistencias a herbicidas potenciales y químicas alternativas para su uso en programas de mantenimiento de césped. Los greenkeepers deben considerar la rotación de herbicidas como una tarea importante y fundamental para prevenir la aparición de malas hierbas resistentes a herbicidas. Las tablas 2 y 3 enumeran el modo de acción y la familia química de los herbicidas registrados para su uso en césped en USA. La selección y la rotación de herbicidas con diferente modo de acción podrían ayudar a controlar las poblaciones de malas hierbas resistentes y promover un mantenimiento sostenible y a largo plazo. ■

Tabla 1. Ejemplos de Resistencia de Malas Hierbas investigados en Georgia con opciones de herbicida potenciales para controlar biotipos tolerantes

Ejemplos de Resistencia a herbicidas			Herbicidas potenciales para usar
Mala hierba	Césped	Resistencia investigada	Herbicidas con diferentes modos de acción para usar
Poa Annua	Bermuda	Triazinas	foramsulfuron, trifloxisulfuron
Digitaria	Centipedegrass	Setoxidina	mesotriona
Eleusine	Bermuda	Dinitroanilinas	indaziflam, oxadiazon
Spotted Spurge	Zoysia	Metsulfuron	simazina, sulfentrazona

Tabla 2. Herbicidas preemergentes usados en césped agrupados según modo de acción y familia química

Modo de Acción	Familia Química	Ejemplos de Herbicidas
Inhibición de la síntesis de celulosa	Alkalizina	indaziflam
Inhibición de la síntesis de clorofila Inhibición de la protoporphyrinogen oxidasa	aryl triazolinona Oxadiazol	sulfentrazona oxadiazon
Inhibición de la síntesis de lípidos Inhibición de la mitosis	Acetanilido Dinitroanilina	S-metolaclo benefin orizalina pendimetalina prodiamina trifluralina
Inhibición de la mitosis y de a síntesis de la pared celular	Piridina Sulfonamide Acetamida	dithiopic bensulida isoxaben pronamida
Inhibición de la fotosíntesis	Urea sustituida Triazina	siduron atrazina simazina

Tabla 3. Herbicidas Postemergentes

Modo de Acción	Familia Química	Ejemplos de Herbicidas
Inhibición de la síntesis de la cadena de aminoácidos	imidazolinona sulfonilurea	imazaquin flazasulfuron foramsulfuron halosulfuron metsulfuron rimsulfuron sulfosulfuron trifloxisulfuron
Inhibición de la síntesis de carotenos Inhibición de la síntesis de clorofila	triketona aryl triazolinone benzothiadiazole	mesotriona carfentrazona sulfentrazona bentazona
Inhibición de la síntesis de lípidos	aryloxyphenoxy- propionate	fenoxaprop fluazifop
Inhibición de la mitosis	acetamida carbamato	pronamida Asulam
Inhibición de la fotosíntesis	triazina	atrazina metribuzina simazina
Auxina sintética / regulación del crecimiento	Ácido benzoico phenoxy ácido picolínico (piridine) Ácido pirimidin carboxílico Ácido quinolinecarboxílico	dicamba 2,4-D 2,4-DB 2,4-DP MCPA MCPP clopiralida triclopir aminociclopiraclor quinclorac