

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 *Apporectodea* 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

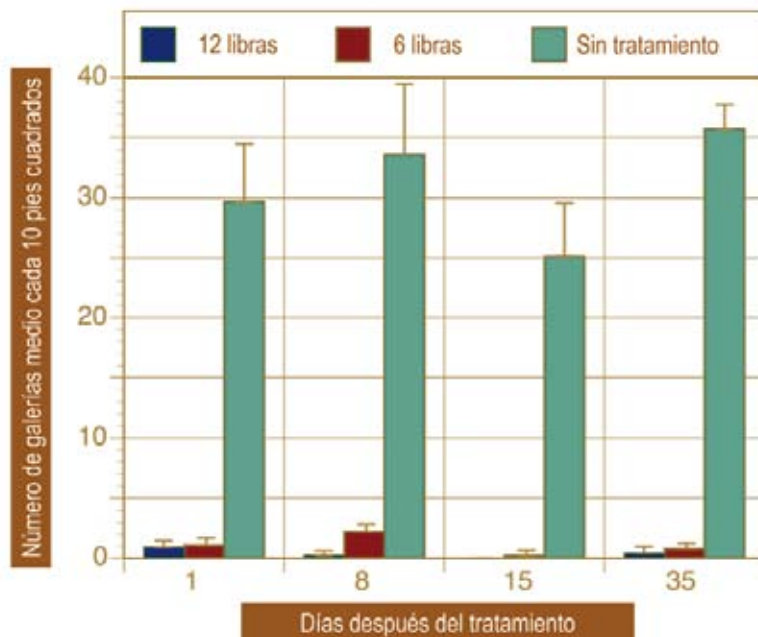


Figura 1

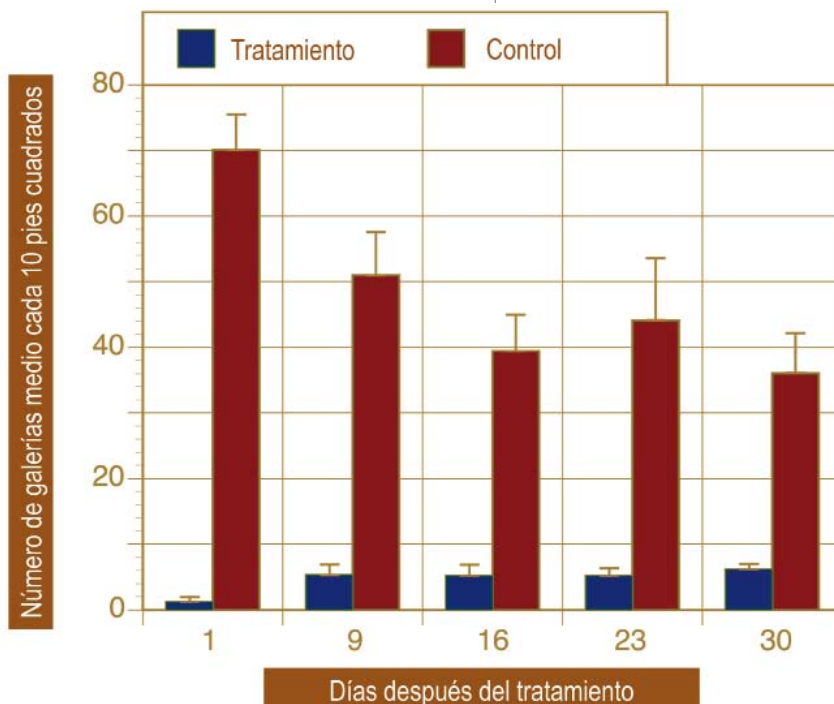


Figura 2

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.

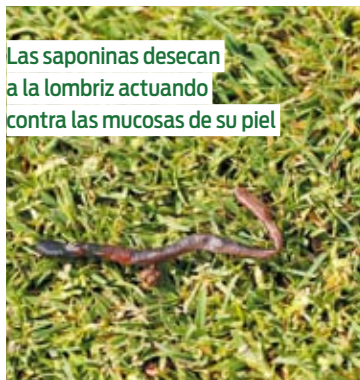
ESPECIES INVASORAS O NO NATIVAS DE LOMBRICES

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. ■