

Estrés por excesivo uso o desgaste en el césped

Este problema tan común es inherente a los campos de golf debido al gran impacto ocasionado por el tráfico humano y vehicular.

El desgaste es uno de los dos tipos principales de estrés causado por el tránsito en áreas de césped recreativas (7, 8); el otro corresponde a la compactación. El estrés por desgaste consiste en el daño inmediato ocasionado

a los tejidos del césped por presión, desgarro, abrasión y/o rasgado como resultado del tránsito vehicular y humano. La compactación del suelo sobreviene a largo plazo por condiciones adversas en el suelo tales como alta presión, insuficiente oxígeno y baja infiltración de agua. (Cuadro 1).

La naturaleza e intensidad del tráfico determinan el tipo de daños ocasionados por el desgaste. El tránsito intensivo puede ocasionar el arranque inmediato del pan de césped, severos daños por presión y abrasión con rápida pérdida de tejidos de los brotes, y pérdida de clorofila. El tráfico moderado puede ocasionar decoloración y leve raleo del césped después de algunos días.

Los daños por presión y abrasión a los tejidos pueden tardar uno o dos días en manifestarse. Inicialmente, el pasto exhibe una apariencia dañada (verde oscuro) y húmeda, luego se vuelve de un azul-verdoso, y se marchita a medida que los tejidos pierden agua. Entre las 24 a 48 horas posteriores pierde el color

Cuadro 1. Mecanismos de tolerancia del césped al estrés por tráfico

Desgaste: El desgaste es el *daño físico* ocasionado a los tejidos. Los componentes de la planta que pueden incrementar la tolerancia al desgaste son aquellos que contribuyen al fortalecimiento de los tejidos, que resisten la presión en los tejidos, o proveen mayor cantidad de tejidos (por ej., amortiguación).

Compactación del suelo: La compactación daña la planta debido a un endurecimiento del suelo, y/o menor cantidad de oxígeno en el mismo. Por lo tanto, la compactación del suelo es en realidad la combinación de dos tipos de estrés. Ambos afectan de modo adverso el desarrollo de la raíz y su viabilidad. Los mecanismos de tolerancia de la planta a la compactación del suelo son complejos, pero abarcan características fisiológicas, anatómicas y morfológicas que permiten que la planta supere la deficiencia de oxígeno y el elevado endurecimiento del suelo.

verde. Si se lo inspecciona detenidamente, se pueden observar hojas rasgadas y/ o desprendidas del tallo. Después de varios días, el stand puede declinar en su densidad, a medida que los tejidos dañados mueren.

El desgaste del césped se ve favorecido por ciertas condiciones del suelo, tipos de tráfico y aspectos fisiológicos y morfológicos de la planta (7, 8). Es importante comprender los factores que intensifican el estrés por uso excesivo, ya que los programas culturales para reducir el desgaste requieren la supresión de estos factores que predisponen el estrés (1, 7, 8, 18).

Factores del suelo

Mientras que el desgaste y la compactación del suelo pueden ocurrir al mismo tiempo en un mismo lugar, por lo general uno de ellos será el factor de estrés dominante. Las condiciones del suelo son muy importantes a la hora de determinar el estrés que predominará a lo largo del tiempo. Las condiciones que pueden favorecer el desgaste son:

- *Suelos arenosos con buen drenaje.* A menudo estos toleran la compactación y la superficie del suelo tiende a secarse rápidamente, lo que aumenta el potencial de desgaste.
- *Condiciones de sequía en el suelo.* La superficie del suelo por lo general está más seca que la capacidad de campo (el contenido de agua normal de un suelo después de drenar).
- *Suelos compactados.* El crecimiento más lento del césped y la tendencia a presentar condiciones superficiales de extrema sequía o humedad son ocasionados por la compactación, lo que deriva en un mayor desgaste.
- *Suelo parcialmente congelado.* El suelo helado a una profundidad de fi a 1 pulgada por debajo de la superficie puede ocasionar daños por presión a las coronas y estolones expuestos al tráfico.

Condiciones de tráfico

Las lesiones por uso excesivo o desgaste están directamente relacionadas con el tipo e intensidad de tráfico vehicular y humano (6). Las condiciones de tráfico que aumentan las lesiones por desgaste son:

- *Tráfico reiterado y concentrado.* La presión ocasionada por el paso de un carro de golf puede ser mínima, pero al reiterarse 50 veces al día, el daño por desgaste aumenta.
- *Alta presión por unidad de área.* Cuando la presión es localizada y se intensifica, como por neumáticos estriados o una protuberancia en un tapón de un zapato de golf, el desgaste se intensifica.
- *Giros, curvas o patinamiento.* Un carro de golf tomando una curva, aunque no sea pronunciada, ocasiona más daño que uno que se desplaza en línea recta.

Estado del césped

Las características fisiológicas y morfológicas del césped en el momento en que ocasiona desgaste, tienen una gran influencia en el grado de las lesiones (15, 16, 17). Las características importantes de las plantas son:

- *Especies de césped/cultivares.* Existen diferencias genéticas en los mecanismos de tolerancia al desgaste entre diferentes especies y dentro de una misma especie. Algunos ejemplos pueden ser: diferencias inherentes en densidad de brotes, contenido total de la pared celular, componentes celulares totales (es decir, contenido de solución y carbohidratos) y contenido de lignina de las paredes celulares. Aunque estos aspectos se encuentran bajo control genético, las prácticas de manejo también afectan estos factores dentro de los límites genéticos.
- *Índice de crecimiento.* Los pastos que son genéticamente lentos en el crecimiento son más susceptibles al desgaste y tardan más tiempo en recuperarse de las lesiones. De hecho, las buenas prácticas de manejo pueden tener influencia sobre el índice de crecimiento dentro de ciertos límites. El tráfico invernal es particularmente dañino en céspedes en estado latente (como ser cero índice de crecimiento).
- *Densidad de brotes.* La densidad de los brotes corresponde al peso total de los tejidos o lo cosechado desde la superficie del suelo hasta la altura de corte. Una gran densidad de brotes incrementará la toleran-

Cuadro 2. Tolerancia al desgaste y compactación de los céspedes

Especie	Tolerancia al desgaste	Tolerancia a la compactación del suelo
Pastos de estación fría		
Poa annua	muy mala	excelente
Chewings fescue	media	mala
Colonial bentgrass	mala	mala
Creeping red fescue	media	mala
Creeping bentgrass	media/ mala	media/ mala
Hard fescue	media	media /mala
Kentucky bluegrass	buna	buna
Ryegrass perenne	excelente	excelente/ buna
Poa trivialis	muy mala	muy mala
Festuca alta	excelente/ buna	buna/ media
Pastos de estación cálida		
Bahiagrass	excelente/ buna	buna
Bermuda común	excelente/ buna	excelente/ buna
Bermuda híbrida	excelente	excelente
Buffalograss	buna	excelente
Carpetgrass	buna	media
Centipedegrass	media/ mala	media
Kikuyograss	excelente	buna
Seashore paspalum	excelente	excelente
San Agustín	media	media
Zoysiagrass	superior/ excelente	excelente/buna

cia al desgaste. Ambas se ven influenciadas por factores genéticos y de manejo. Una de las prácticas de manejo que más afecta la densidad de brotes es el corte demasiado bajo, ya sea por un raspado severo o corte por debajo del límite mínimo durante un largo período. El thatch también afecta la tolerancia al desgaste. Un thatch moderado (1/4 de pulgada) puede incrementar la tolerancia al desgaste por su efecto amortiguador. Sin embargo, un thatch excesivo (mayor de 1/2 pulgada) intensifica la tolerancia al desgaste, especialmente por la acción de desgarre.

- **Turgencia/ estado de humedad de los tejidos de la planta.** Las células en los tejidos de los brotes pueden tolerar los daños por desgaste si se mantiene la presión de turgencia (presión del agua dentro de la célula contra las paredes de la misma), lo que es equivalente al agua dentro de un globo que ejerce presión en las paredes del mismo. A través de un elevado contenido de solutos dentro de la célula se obtiene una adecuada presión de turgencia, lo que ayuda a mantener el flujo de agua hacia la célula, y a formar paredes celulares robustas al contar con adecuados carbohidratos, y así tolerar leves estrés periódicos por falta de humedad. El agua de las células también se liga a los elementos de las paredes de la célula. Los solutos incluyen sales inorgánicas (especialmente K+), carbohidratos (azúcares) y aminoácidos.

Las prácticas de manejo desempeñan un papel principal en la presión de turgencia de los pastos en cualquier momento. Por ejemplo, las condiciones de excesiva humedad

dan como resultado células suculentas con un elevado contenido de agua, bajo contenido de solutos y paredes celulares más débiles. Las condiciones de excesiva sequía derivan en una pérdida de agua de las células y en una concentración de sales en el suelo que inhiben la absorción de agua. Otro aspecto del estado de humedad de las células del césped es el césped helado. El desgaste en césped helado se puede presentar como consecuencia de los daños ocasionados por los cristales a las células al ejercerse presión y por deshidratación ocasionada por el hielo; de este modo los tejidos se tornan más susceptibles a las lesiones.

Medidas preventivas

Las lesiones por desgaste pueden minimizarse tomando en cuenta una serie de prácticas de manejo. Sin embargo, ninguna práctica independiente es la solución. Al considerarse diferentes opciones culturales, verá cómo cada práctica se relaciona con uno o más factores del suelo, condiciones de tráfico o características del césped que favorecen las lesiones por desgaste (1, 7, 8, 18).

Selección de especies resistentes al desgaste

Dado que los céspedes varían en cuanto a la tolerancia en niveles interespecíficos (entre especies) e intraespecíficos (dentro de una misma especie), se puede utilizar la tolerancia al desgaste como criterio para la selección del pasto. Existe bastante bibliografía en cuanto al rendimiento de los pastos bajo tráfico (es decir, desgaste y compactación de suelo) utilizando una versión del simulador de Canaway (4, 5, 6, 10, 11). Estos estudios proveen una idea general acerca del rendimiento de las especies y cultivares bajo tránsito, pero en la mayoría de los casos la compactación del suelo constituyó el factor de estrés dominante por el uso de roles pesados con púas y por varias repeticiones durante períodos prolongados. Sin embargo, si el estudio se lleva a cabo en un suelo arenoso y durante un período más corto para minimizar la compactación, el desgaste puede resultar ser el factor de estrés dominante en el estudio.

Al revisar los resultados de las investigaciones de desgaste, advierta cómo está definido este término. En la bibliografía europea, "desgaste" casi siempre significa "tráfico." En los Estados Unidos, "desgaste" se refiere sólo al desgaste físico, y "tráfico" se refiere a la presencia tanto de estrés por desgaste, como por compactación.

En el cuadro 2 se presentan los índices de tolerancia generales de cada especie tanto para desgaste como para compactación. Un pasto con buena tolerancia para un factor de estrés puede no serlo para el otro (ej., Poa annua, festucas altas, centipedegrass). También se pueden presentar diferencias substanciales en cuanto a los cultivares dentro de una misma especie.

Cuadro 3. Medidas de control del tráfico en campos de golf

- Planifique las dimensiones de los tees y greens de modo tal que los marcadores de tees de salida y posiciones de bandera puedan rotarse, en especial en canchas de gran afluencia de tráfico.
- Planifique un programa de rotación sistemático de marcadores de tees de salida y posiciones de bandera.
- Diseñe los tees suficientemente anchos como para permitir que los marcadores de tee de salida puedan desplazarse en diferentes configuraciones dentro de la superficie del tee.
- Planifique con cuidado la ubicación de los caminos para carros, especialmente donde se concentra el tráfico.
- Construya cordones en los caminos para carros.
- Construya los extremos de los caminos para carros con un sistema tal que el tráfico se conduzca en diferentes direcciones.
- Establezca pautas por escrito para limitar el tráfico sobre el suelo en condiciones de excesiva sequía o humedad.
- Intente que los operadores de los carros de golf no efectúen giros cerrados o puestas en marcha y detenimientos abruptos.
- Establezca normas por escrito a fin de que los carros de golf sólo transiten por los caminos.
- En el caso de cortadoras de greens autopropulsados, evite el desgaste de la vuelta de repaso utilizando cortadoras manuales y/o el cambio de reels para variar las huellas de las cubiertas.

A medida que una mayor cantidad de estudios específicos identifiquen cuáles son las características de las plantas que tienen impacto en la tolerancia por desgaste en una especie, los fitogenetistas podrán seleccionar teniendo en cuenta estos atributos. Para identificar estas características se requerirán estudios que distingan entre desgaste y compactación.

Control del tráfico

Las medidas de control de tráfico son los componentes más importantes de un programa para minimizar el desgaste. Se han publicado algunos artículos acerca del control de tráfico en canchas de golf (1, 12, 14) y campos deportivos (18). En el tabla 3 se mencionan medidas de uso frecuente. Otras cuestiones relacionadas con el tráfico que tienen influencia sobre el grado de daños por desgaste son:

- *Tipo de neumáticos.* Las cubiertas con tacos, la alta presión o reducida superficie de contacto potencian las lesiones por desgaste. Las cubiertas neumáticas con amplia superficie ocasionan menos daños. Sólo se han observado diferencias menores en lesiones por desgaste en carros de golf con cubiertas de diferentes diseños.
- *Tipo de calzado de golf (3, 13).* El calzado de golf con tapones de metal y protuberancias alrededor de cada uno resulta en un mayor desgaste que las suelas enteras y con tapones más cortos.
- *Prácticas de topdressing.* El topdressing con arena, en césped cortado a baja altura puede ocasionar la abrasión física del pasto debido a las partículas de arena. Este problema se torna más agudo en greens de creeping bentgrass hacia mediados y fin del verano. El desgaste se puede minimizar utilizando topdressings más livianos que se infiltrarán fácilmente en el césped; seleccionando arenas en las que las partículas se mezclarán fácilmente con el césped; rastrillando lentamente los topdressings; durante los meses de verano en bentgrass, no cubriendo con topdressing después de haber aplicado inyección de agua o aireación quad-tine (púas sólidas), pero sí aplicando un ligero topdressing una semana antes o después de realizar cualquier operación de cultivo; y en bentgrass en verano, considerando una menor proporción de topdressing que la habitual.
- *Tráfico sobre césped en estado latente.* Los tejidos de los estolones y coronas pueden desgastarse severamente al ser transitados durante períodos de latencia. Por lo tanto, las medidas de control de tráfico en los meses de invierno pueden resultar beneficiosas. Estas podrían abarcar el uso de greens temporarios, la alteración del diseño de la cancha, pautas para el cierre de la cancha cuando las condiciones ocasionarían el severo desgaste o compactación,

y la frecuente reubicación de banderas y marcadores de tees de salida (21).

- *Tráfico sobre tejidos foliares verdes congelados.* Cuando se permite el tráfico sobre tejidos foliares congelados y verdes ocurre un tipo de daño único. Los cristales de hielo dañan las células mecánicamente, lo que resulta en la pérdida de tejidos foliares. La mejor medida preventiva es impedir el tráfico hasta que la helada ceda. Existe gran cantidad de información referida a estudios en los que el único tipo de estrés es el desgaste (2, 3, 6, 14, 15, 16, 17, 20, 21).

Mejorando la tolerancia al desgaste

Los regímenes de manejo tienen una marcada influencia en la tolerancia al desgaste en céspedes al afectar la densidad del césped, el nivel de thatch, el índice de crecimiento, la duración de la temporada de crecimiento, la succulencia, la resistencia de las paredes celulares y turgencia de las células. En el cuadro 4 se describen las prácticas de manejo que potencialmente podrían mejorar la tolerancia al desgaste a través de estos mecanismos. La relación entre el potasio (K) y la tolerancia al desgaste merece atención. Una adecuada dosis de K contribuye al total de los solutos de las células, y por lo tanto a su turgencia.

Cuadro 4. Prácticas culturales que aumentan la tolerancia al desgaste de los céspedes

Estimule la densidad del césped

- Corte a la mayor altura que el uso del césped lo permita.
- Utilice buenas prácticas culturales para mantener la densidad del césped.
- En el caso de áreas de sombra corte a mayor altura, rodee las ramas de los árboles o los árboles para permitir una mejor iluminación, rote la posición de los marcadores de tees de salida con mayor frecuencia y construya tees de mayor extensión para áreas de sombra.
- Resiembre el césped en estado latente.

Mantenga un adecuado índice de crecimiento

- Corrija las deficiencias, como las de N y P.
- Minimice el estrés por sequía y por temperaturas altas y bajas, que limitan el índice de crecimiento.
- Alivie la compactación del suelo.

Evite los tejidos succulentos

- Provea un adecuado drenaje de suelo y movimiento de aire.
- Evite el exceso de nitrógeno.
- Evite el exceso de riego.

Mantenga la turgencia de las células (solutos + agua)

- Evite el estrés por sequías severas.
- Evite las condiciones de salinidad.
- Provea las dosis de K necesarias, ni mucho ni poco.

Mantenga un thatch moderado

- Greens (1/4 de pulgada)
- Fairway y tees (1/4 a 1/2 pulgada)
- Es mejor el mat (thatch más arena integrada) que el thatch sólo.

Extienda la temporada de crecimiento, de ser posible

- Aplique N en otoño, Fe y citoquininas en pastos de estación cálida.
- Modere las dosis de N y Fe a principios de la primavera, en áreas donde el potencial de daños por frío es bajo.

Bibliografía citada

- Batten, S. *Golf course traffic control: Maximizing revenue while protecting the turf.*
- Beard, J.B., S.M. Batten y A. Almodares. *An assessment of wear tolerance among bermudagrass cultivars for recreational and sports turf use.*
- Bengeyfield, W.H. *Golf shoes and turf wear – a story that won't go away.*
- Canaway, P.M. *A differential slip wear machine for the artificial stimulation of turfgrass wear.*
- Canaway, P.M. y otros. *Sports Turf Res. Inst. Journal and Annual Turfgrass Seed Reports Pub.*
- Carrow, R.N. y B.J. Johnson. *Turfgrass wear as affected by golf car tire design and traffic patterns.*
- Carrow, R.N. y Petrovic. *Effects of traffic on turfgrass.*
- Carrow, R.N. y G. Wiecko. *Soil compaction and wear stresses on turgrasses: Future research directions.*
- Cockerham, S.T., Gibeault V.A., J. Van Dam y M.K. Leonard. *Tolerance of several cool-season turfgrasses to stimulated sports traffic, natural and artificial playing fields: Characteristics and safety features.*
- Cockerham, S.T., V.A. Gibeault., J. Van Dam y M.K. Leonard. *Traffic tolerance on cool-season turfgrasses*
- Dunn, J.H., D.D. Minner, B.F. Fresenburg, y S.S. Bughara. *Bermudagrass and cool-season turfgrass mixtures: Response to simulated traffic.*
- Gast, C. *Learning to live with golf cart traffic.*
- Gibeault, V.A., V.B. Youngner, W.H. Bengeyfield. *Golf Shoe study II.*
- Oatis, D.A.. *Common sense cart paths.*
- Shearman, R.C., y B.J. Beard. *Turfgrass wear tolerance mechanisms: I. Wear tolerance of seven turfgrass species and quantitative methods for determining turfgrass wear injury.*
- Shearman, R.C., y B.J. Beard. *Turfgrass wear tolerance mechanisms: II. Effects of cell wall constituents on turfgrass wear tolerance.*
- Shearman, R.C., y B.J. Beard. *Turfgrass wear tolerance mechanisms: III. Physiological, morphological, and anatomical characteristics associated with turfgrass wear tolerance.*
- Shearman, R.C. *Improving wear tolerance of sports turf.*
- Snow, J.T. *Politics, religion and winter play on greens.*
- Youngner, V.B. *Accelerated wear turf on turfgrasses.*
- Youngner, V.B. *Wear resistance of cool-season turfgrasses.*

Un césped deficiente en K tiende a perder el control de los estomas: estos permanecen abiertos; la turgencia disminuye; y el marchitamiento es mayor. Por lo tanto, una adecuada cantidad de K es necesaria, no sólo como soluto para la célula, sino también para el control estomático de la transpiración. Sin embargo, cuando los niveles de K en el suelo son excesivos, la alta salinidad restringe la absorción del agua en la planta, provoca marchitamiento y reduce la tolerancia al desgaste. Si se agregan elevados niveles de sales (por fertilización y riego) y el lavado es limitado, la salinidad del suelo se puede incrementar fácilmente.

Algunas pautas de sentido común para la fertilización con K a fin de mejorar la tolerancia al desgaste y sequía son:

- *Realice análisis de suelo para determinar la necesidad de K en todos los suelos excepto en arenas con gran capacidad de lavado.* Los análisis de suelo proveen la información más precisa en las que pueden basarse las recomendaciones de fertilización. Las recomendaciones de potasio son más elevadas para áreas recreativas que para áreas generales, y se provee K extra para mejorar la tolerancia al desgaste.
- *Lavado.* En el caso de arenas con gran lavado (por lluvias copiosas o riego programado para proveer lavado), muchos basan la fertilización de K en el nitrógeno (N) aplicado, utilizando proporciones de N-K₂O de alrededor de 1-1 y fertilizando pequeñas dosis de K con N. Se utiliza este método porque los valores de K en los análisis de suelo son, por lo general, más bajos debido al lavado. Sin embargo, si el K no se está lavando, la aplicación continua del mismo en una proporción N-K₂O contribuye en gran medida al aumento de salinidad del suelo.

En regiones áridas, los superintendentes del césped a menudo monitorean la totalidad de sales (salinidad), pero la salinidad puede ser un problema, aún en climas húmedos durante periodos de sequía cuando el riego es insuficiente incluso para el lavado. Si los factores climáticos a largo plazo favorecen la acumulación de K, realice análisis de suelo para controlar los valores de K. Es probable que muchos superintendentes en climas áridos no estén lavando una gran proporción de K, por lo que los resultados en los análisis pueden no ser siempre bajos. Estas personas deberían considerar el uso de los resultados de los análisis en lugar de proporciones N-K₂O, a menos que estén regando en forma pareja con suficiente agua para lavar el K y otras sales. En climas húmedos, un periodo de sequía prolongado debería señalarle al superinten-

dente la necesidad de analizar el total de las sales y reducir el uso de K si las sales se están acumulando. Cuando se cuenta con una mezcla de una zona radicular con alto contenido de arena y lavado, la fertilización frecuente con K, utilizando proporciones de N-K₂O es apropiada.

- *N-K₂O.* Al utilizar una proporción de N-K₂O en suelos arenosos y en condiciones de lavado, considere estos ajustes:
- Utilice una proporción de 1-1,5 (N-K₂O) de 1 a 3 lbs para proporciones de N anuales. N/1,000 sq.ft.
- Utilice una proporción de 1-1 cuando las dosis anuales de N son de 3 a 6 lbs./1.000sq.ft.
- Utilice una proporción de 1-0.75 ó 1-0.50 en dosis anuales de N que superen las 6 lbs./1.000 sq. ft. para evitar un potencial aumento excesivo de sales.
- En el verano, aplique K en dosis de 0.25 a 0.50 lb. K₂O/1000 sq.ft. en intervalos de dos a seis semanas.

Superficies alternativas

A veces, el tráfico es tan intenso que se necesita pavimento u otro sistema que absorba la energía. Además de caminos para carros de golf pavimentados, se podría considerar la necesidad de implementar sistemas de hormigón, plástico u otros compuestos en los extremos de los caminos para carros o en lugares de estacionamiento temporarios.

Recuperación del desgaste

Los cultivares de césped difieren en el potencial de recuperación. Tanto las bermudas como las zoysias tienen excelente tolerancia al desgaste, pero las zoysias presentan bajo potencial de recuperación, principalmente debido a su bajo índice de crecimiento.

Además de las especies o cultivares, la recuperación del desgaste depende de diferentes factores, tales como salud fisiológica favorable (en especial el estado de los carbohidratos) en el momento de la lesión; condiciones ambientales que favorecen la recuperación; prácticas culturales para contribuir a la recuperación, especialmente una adecuada fertilización y riego; el grado al que se limita el tráfico; y el alivio de cualquier grado de compactación de suelo.

Robert N. Carrow es profesor de turfgrass science en el Departamento de Agronomía de la University of Georgia Agricultural Experiment Station de Griffin, Ga.

El presente artículo fue cedido a TGM por la Golf Course Superintendents Association of America y extraído de su publicación Golf Course Management.