

Buscando el equilibrio

BERT MCCARTY, PH. D.

es profesor en la escuela de agricultura y ciencias forestales y ambientales, Universidad de Clemson, Clemson, S.C. bmccrty@clemson.edu

JEFF ATKINSON, MS

estudiante graduado en la Universidad de Clemson, Carolina del Sur, EE.UU.

Artículo original "Finding the balance" publicado en la edición de enero 2014 de la revista GCM de la GCSAA.



El pinchado afecta a la salud del césped, a las propiedades físicas del suelo y a la jugabilidad de los greens del campo de golf.

Cada estación de crecimiento, los Greenkeepers se enfrentan al conflicto entre la necesidad del pinchado y el compromiso de mantener una superficie de juego uniforme y con buena jugabilidad. Con el tiempo, una reducción o eliminación del número de pinchados provocará un deterioro en la salud del césped y de las propiedades físicas y químicas del suelo (6). El truco está en encontrar un equilibrio entre las labores culturales de suelo que permitan mantener a largo plazo la salud del césped a la vez que se limiten las alteraciones en la jugabilidad de la superficie.

El pisoteo y las labores de mantenimiento como la siega y el rulado son fuerzas de compresión que aumentan continuamente la compactación. Conforme se incrementa el nivel de compactación, se reduce la disponibilidad de nutrientes, agua y oxígeno. La compactación severa lleva a una acumulación de niveles tóxicos de dióxido de carbono en el suelo y aumenta la incidencia de "secas" localizadas (Localized Dry Spots), condiciones anaeróbicas del suelo, enfermedades y déficit nutricional.

El uso de céspedes altamente estoloníferos (como las variedades de Bermuda ultradwarf) para



Un putting green de Bermuda recién pinchado. Esta labor es necesaria para mitigar los efectos de la compactación provocados por el tráfico de jugadores y maquinaria. Foto de Bert McCarty.

mejorar la resistencia al desgaste en zonas de tráfico denso, como el putting green, incrementa las necesidades de labores de aireación para prevenir una acumulación excesiva de thatch. El thatch es una capa de descomposición lenta formada por material vegetal vivo y en descomposición con sus tallos, hojas y raíces, que se desarrollan entre los brotes del césped y la superficie del suelo (3). Una cantidad limitada de thatch es recomendable para proporcionar resistencia al césped y amortiguar la temperatura del suelo (1). Una cantidad excesiva de thatch reduce el índice de infiltración, favorece el scalping en la siega, incrementa la aparición de dry spots localizados y provoca mayor vulnerabilidad a daños por insectos y enfermedades (9).

Los subproductos originados de la degradación microbiana del thatch se acumulan en el suelo y aumentan el contenido de materia orgánica total. Se ha determinado que, cuando un putting green con

base de arena alcanza un contenido de materia orgánica de entre un 3-4% respecto al peso total, la macroporosidad del suelo comienza a disminuir (2). La acumulación de materia orgánica en la zona radicular aumenta la microporosidad, disminuye la permeabilidad del suelo, ralentiza la infiltración en superficie y el drenaje del subsuelo, disminuye la cantidad de agua disponible para la planta e impide el intercambio gaseoso.

El pinchado y el recebado son prácticas culturales que se usan para mejorar el intercambio gaseoso, mitigar la compactación y reducir la acumulación de thatch y materia orgánica. Según recomendaciones previas, para mantener un césped de alta calidad es necesario retirar anualmente el 20% de la superficie mediante pinchados (4). A través de la investigación no se ha conseguido encontrar un equilibrio perfecto entre programas de pinchado, salud del césped y uniformidad de la superficie.

El pinchado y el recebado son prácticas culturales que mejoran el intercambio gaseoso, mitigan la compactación y reducen la acumulación de thatch y materia orgánica

El objetivo de esta investigación es proporcionar a los Greenkeepers un marco para la toma de decisiones con el fin de poder maximizar los beneficios del pinchado sobre las propiedades físicas del suelo y la salud del césped a la vez que se mantiene una jugabilidad estable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de campo en la Universidad de Clemson, Carolina del Sur, EE.UU. durante los veranos de 2008 y 2009 para evaluar el efecto de varios programas de pinchados en la calidad del césped y las propiedades físicas del suelo. Todos los estudios se llevaron a cabo sobre un putting green de 10 años, de Bermuda TifEagle, construido según las recomendaciones USGA. El diseño experimental se desarrolló para explorar los efectos de renovar el

15% o el 25% de la superficie al año, mediante uno, dos o tres pinchados, sobre la calidad del césped y las propiedades físicas del suelo.

En cada tratamiento, la combinación del porcentaje de superficie retirada y el número de pinchados dictó el tamaño y espaciado de los pinchos. La cantidad real de superficie afectada al año varía ligeramente de los valores previstos debido a las limitaciones mecánicas. En algunos tratamientos, se necesitaron dos pasadas ligeramente compensadas con la aireadora para conseguir un correcto espaciado de los agujeros. Tras cada pinchado, se aplicaron uno o dos pases de recebo, bien el equivalente matemático del suelo retirado por el pinchado o la mitad del mismo (Tabla 1).

El primer pinchado se realizó el 1 de junio, el segundo el 4 de julio (+/- 3

días) (donde fue necesario) y el tercero el 15 de agosto (+/- 3 días) (donde fue necesario), utilizando una pinchadora acoplada al tractor. El material de recebo similar al utilizado en la construcción de los putting greens se midió por volumen y se aplicó esparciéndolo uniformemente sobre cada parcela. El recebo se incorporó manualmente con cepillos.

Se aplicó un fertilizante 20-8.8-16.6 durante la estación de crecimiento para introducir 1 lb de N/1000 pies cuadrados (48,42 kg/hectárea) cada mes. Las parcelas se segaron cinco veces a la semana y se mantuvieron a una altura de 0.125 pulgadas (3,18mm).

En las parcelas se evaluó la calidad del césped, densidad aparente, firmeza de la superficie, profundidad del thatch, contenido de materia orgánica en suelo e índice de infiltración de agua en superficie. La calidad del césped se evaluó visualmente cada dos semanas en una escala de 1-9, donde 1 era césped muerto, 9 era césped verde oscuro y denso y un nivel por debajo de 7 se consideraba inaceptable.

La densidad aparente se midió al final de cada año de estudio retirando

Tabla 1. TRATAMIENTO DE AIRECIÓN

% de superficie afectada/año	Pinchados/año+	Tamaño del pincho		Espaciado		Recebado++	
		Pulgadas	cm	Pulgadas	cm	Pies cúbicos /1000 pies cuadrados	m ³ / hectárea
25	1	5/8+1/2*	1,59+1,27*	1x2	2,5x5	63,0	192,0
25	1	5/8+1/2	1,59+1,27	1x2	2,5x5	31,5	96,0
25	2	5/8+1/2	1,59+1,27	2x2	5x5	31,5	96,0
25	2	5/8+1/2	1,59+1,27	2x2	5x5	15,8	48,0
25	3	5/8	1,59	2x2	5x5	15,8	48,0
25	3	5/8	1,59	2x2	5x5	7,9	24,0
15	1	5/8	1,59	1x2	2,5x5	38,1	116,0
15	1	5/8	1,59	1x2	2,5x5	19,0	58,0
15	2	5/8	1,59	2x2	5x5	19,0	58,0
15	2	5/8	1,59	2x2	5x5	9,5	29,0
15	3	5/8	1,59	2x2	5x5	9,5	29,0
15	3	5/8	1,59	2x2	5x5	4,76	14,5

+Número de pinchados /año para alcanzar la superficie total afectada cada año.

++Cantidad de recebado es el equivalente matemático al suelo retirado mediante pinchado, o la mitad.

*En algunos tratamientos, fueron necesarios dos pases ligeramente compensados del pinchado para conseguir un correcto espaciado.

TABLA 1. Lista de tratamientos que muestran el porcentaje de superficie afectada por año, los pinchados por año y la cantidad de recebos aplicados en Clemson, S.C., en junio-agosto 2008 y 2009.

do un canuto de suelo intacto, secándolo en un horno a 105°C durante 48 horas y dividiendo luego la masa de suelo seco entre el volumen total.

La firmeza de la superficie se determinó como la media de tres valores de impacto con el martillo Clegg Impact (CIV) por parcela, una medición que consiste en soltar una pesa de 2,25kg de peso desde una altura de 45 cm.

La profundidad del thatch se evaluó dos semanas después de cada pinchado retirando cuatro canutos de cada parcela y midiendo la distancia entre los brotes por encima y las raíces por debajo de la capa de thatch. Las muestras se secaron a 105°C durante 48 horas y se pesaron. Posteriormente, dichas muestras secas se quemaron en un horno de mufla para obtener el peso orgánico incinerado. Finalmente, el contenido de materia orgánica se calculó por diferencia entre las dos mediciones.

La infiltración se midió 14 días (+/- 2) después de cada pinchado utilizando un infiltrómetro de doble anillo. La infiltración (pulgadas/hora) se describe como el tiempo que el agua del anillo central tarda en vaciarse desde una altura de 8 cm mientras se mantiene una carga hidráulica en el anillo exterior.



Dos semanas después del tratamiento para retirar el 25% de la superficie en un sólo pinchado. El aumento de la superficie afectada con el pinchado reduce la densidad aparente, mejora la infiltración de agua en superficie y disminuye la firmeza de la superficie, además de aumentar el tiempo de recuperación. Foto de Jeff Atkinson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dosis de recebado no afectó a ningún parámetro en ninguno de los años del estudio y la interacción entre el porcentaje de superficie afectada por año y el número de pinchados por año fue inconsistente. El resto del estudio se centró en los efectos que tuvieron la cantidad de superficie retirada por año y el número de pinchados por año sobre la calidad del césped, la

densidad aparente, firmeza de la superficie, profundidad del thatch, contenido de materia orgánica en suelo y nivel de infiltración.

CALIDAD DEL CÉSPED

Cualquier conversación sobre las labores de aireación incluye un debate sobre su efecto en la calidad del césped. Es necesario entender cómo se ve afectada la calidad del césped por el porcentaje de super-

Tabla 2. RESPUESTA DEL SUELO Y DEL CÉSPED A LAS LABORES DE AIREACIÓN

Año	% superficie afectada/año+	Técnica de muestreo								
		Calidad del césped (1-9)++	Densidad aparente (gr/cm ³)	Firmeza de la superficie (gMax)*	Contenido de materia orgánica del thatch//		Profundidad del thatch		Infiltración	
					Onzas / pulgadas	gr / cm ²	Pulg.	milímetros	Pulg / hora	cm / hora
2008	15	7,1a++	1,25a	46,6a	0,237	1,02a	0,57a	14,4a	59,1a	150a
	25	6,8b	1,19b	46,8a	0,213	0,94a	0,54a	13,8a	63,8a	162a
2009	15	7,1a	1,42a	53,6a	0,266	1,17a	0,50a	12,8a	62,2a	158a
	25	6,7b	1,36b	51,7b	0,254	1,12a	0,50a	12,6a	63,8a	162a

+ % superficie impactada por año

++ Media en todos los días evaluados

*El valor de firmeza relativa de la superficie cuantifica la deceleración de una pesa de 2,25kg desde una altura de 45cm.

//Peso de ceniza orgánica de la capa de thatch por cm² de superficie.

Los valores seguidos de letras diferentes en el mismo año son significativamente diferentes.

Tabla 2. Respuesta del césped y de las propiedades físicas del suelo al pinchado de entre un 25% y 15 % de superficie por año promediado entre todos las fechas y el número de pinchados al año en Clemson, S. C., junio – agosto 2008 y 2009.

Tabla 3. CALIDAD DEL CÉSPED, 2008 Y 2009

Año	Pinchados/ Año	Semanas tras el pinchado +								
		2	4	6	8	10	12	14	16	18
		Calidad del césped (1-9)++								
2008	1	5,4b*	6,8a	7,3a	7,5a	7,8a	8,1a	8,0a	6,8a	6,8b
	2	6,0a	5,4c	6,1c	6,7b	7,2b	7,5b	7,5c	6,9a	7,2a
	3	6,3a	5,9b	6,6b	6,9b	7,3b	7,7b	7,8b	6,2b	6,5b
2009	1	6,6a	6,7a	5,3b	7,7a	8,1a	7,6a	7,4a	7,8a	7,6a
	2	5,3b	6,3b	6,2a	7,0b	7,3b	7,3b	7,3a	7,7a	7,6a
	3	5,5b	6,5ab	6,5a	6,9b	7,2b	7,3b	7,0b	6,9b	6,9b

+ Pinchado inicial el 1 de junio de cada año y siguientes el 4 de julio y 15 de agosto (+ 3 días)

++ Los valores de calidad del césped oscilan entre 9 (césped ideal) y 1 (césped muerto).

*Los valores seguidos de letras diferentes en un mismo año o mismas semanas tras el pinchado inicial son significativamente diferentes.

Tabla 3. Respuesta de la calidad del césped a lo largo del tiempo a 1, 2 o 3 pinchados anuales promediados entre el total de superficie afectada al año en Clemson, S. C., junio-agosto 2008 y 2009.

ficie retirada y el número de pinchados al año para poder evaluar adecuadamente el equilibrio entre reducción de la calidad del césped y la mejora de las propiedades físicas del suelo.

Si consideramos sólo la cantidad de superficie retirada al año, la calidad del césped mejoró un 4% en 2008 y un 6% en 2009 al reducirse la cantidad de superficie afectada (Tabla 2). Con una alteración menor de la superficie, el césped necesitó menos tiempo para recuperarse completamente de los daños del pinchado, lo que contribuyó a la mejora global de la calidad del césped.

Tras el pinchado inicial el 1 de junio, la calidad del césped fue inaceptable (<7) durante aproximadamente cuatro semanas en 2008 y seis semanas en 2009, independientemente de la superficie retirada. Tras estos periodos, en los programas con dos y tres pinchados, la calidad del césped mejoró por lo general pero se redujo tras los siguientes pinchados del 4 de julio y el 15 de agosto (Tabla 3). En 2008, tras retirar el 15% y el 25% de la superficie en un sólo pinchado se redujo inicialmente la calidad del césped más que eliminando las mismas cantidades en dos o tres pinchados.

Aunque el daño inicial tras renovar el 15% o el 25% de la superficie en un sólo pinchado no es aceptable para algunos Greenkeepers,

la calidad del césped en estos tratamientos se consideró aceptable durante mayor número de semanas en el estudio si lo comparamos con tratamientos con dos o tres pinchados. En 2009, las reducciones iniciales en la calidad del césped no fueron tan severas, ya que se generó menos daño en la superficie durante el pinchado.

DENSIDAD APARENTE O COMPACTACIÓN DEL SUELO

La densidad aparente del suelo es la masa de suelo seco por unidad dada de volumen de suelo. Si se interpreta correctamente, la densidad aparente puede darnos una idea del grado de compactación del suelo. Un aumento excesivo de la densidad aparente provocará una reducción de la macroporosidad, de la disponibilidad de agua y nutrientes, de la concentración de oxígeno y de la velocidad de infiltración del agua en superficie. Un pinchado mal realizado puede desembocar en un suelo demasiado denso con el tiempo.

El valor óptimo para la densidad aparente varía dependiendo de la textura del suelo. Para greens arenosos, la densidad aparente debería estar entre 1,25 y 1,55 gr/cm³ para asegurar un equilibrio en la aireación del suelo, la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes y la concentración de oxígeno (5). La densidad aparente

CALIDAD
La combinación del porcentaje de superficie afectada al año y el número de pinchados al año afecta a la calidad del césped, densidad aparente, firmeza de la superficie, profundidad del thatch, contenido de materia orgánica en el suelo e índice de infiltración en superficie.

debería ser una prioridad durante la planificación del programa de labores culturales y debería medirse cada dos años.

En este estudio, la densidad aparente descendió un 5% en 2008 y un 4% en 2009 al aumentar la superficie anual afectada del 15% al 25% (Tabla 2). El aumento de uno a tres pinchados anuales redujo la densidad aparente un 8% en 2008 (Tabla 4). En 2009, el aumento de uno a dos pinchados anuales redujo la densidad aparente un 4%. La densidad aparente fue similar entre los tratamientos con uno y dos pinchados en 2008 y uno y tres pinchados en 2009. Aunque el efecto del número de pinchados anuales sobre la densidad aparente fue desigual en ambos años, la densidad aparente normalmente descendió al aumentar el porcentaje de superficie afectada y el número de pinchados.

FIRMEZA DE LA SUPERFICIE

La dureza o firmeza de la superficie es una medida de compactación del suelo y absorción de la superficie debido a la acumulación de thatch y fortaleza del suelo. Dado que las medidas tomadas con el martillo Clegg Impact son un barómetro relativo de la firmeza de la superficie, los efectos comentados aquí deberían utilizarse en la planificación del programa de pinchados para identificar los posibles

efectos del programa sobre la jugabilidad.

En general, fueron necesarios dos años de pinchados para que la firmeza del terreno se viera afectada por la superficie afectada anualmente. Durante 2009, la eliminación del 25% de la superficie redujo la firmeza un 4% en comparación con el 15% de superficie afectada (Tabla 2). El efecto del número anual de pinchados sobre la firmeza fue más consistente entre años. El aumento de pinchados anuales de uno a tres redujo la firmeza un 5% en 2008 y un 19% en 2009 (Tabla 4).

Aunque la dureza de la superficie es un indicador típico de la compactación del suelo, los Greenkeepers deben considerar cómo afecta la reducción de la firmeza del putting green a la ju-

gabilidad. Una superficie de juego firme es ideal para favorecer la velocidad y rodadura de la bola y poder predecir la acción de la bola en los golpes de aproximación para los jugadores experimentados. Pero por otro lado, una superficie firme ralentiza todo el juego en general, pues se quedarán menos bolas en el green en un golpe de aproximación, provocando que se jueguen más golpes en las zonas de green.

Dado su efecto sobre la jugabilidad, es necesario tener en cuenta la firmeza de la superficie durante la planificación del programa de pinchados. Estimar el tiempo necesario para ofrecer una superficie firme es necesario para alcanzar las condiciones apropiadas para el juego de un torneo. Aunque este estudio

cuantifica el efecto global de la firmeza de la superficie de varios programas de pinchados durante la estación de crecimiento, hay que continuar investigando para determinar cuánto tiempo es necesario para volver a tener el nivel de firmeza deseado tras las labores culturales.

FIRMEZA
Debemos tener en cuenta la firmeza de la superficie durante la planificación del programa de pinchados, dado su efecto sobre la jugabilidad.

PROFUNDIDAD DEL THATCH
Debido a la naturaleza cerosa e hidrófoba del thatch, el control de la humedad del suelo puede suponer un reto si la profundidad del thatch es excesiva. Normalmente, la superficie de los greens requiere un aporte relativamente alto de nutrientes para mantener un crecimiento adecuado. Esto, junto con el uso de céspedes altamente estoloníferos, nos lleva a una rápida acumulación de thatch ante la fal-

Primo Maxx – un césped tan bueno que todos quieren jugar

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



ta de labores culturales proactivas. En este estudio, ni el aumento del porcentaje de superficie afectada al año, ni el número de pinchados anuales, redujeron la profundidad del thatch. Sin embargo, la profundidad del thatch no aumentó a lo largo del estudio (Tablas 2, 4). Es necesario profundizar en la investigación para determinar cómo otras técnicas culturales de gestión del thatch, como el verticut, complementan los programas de pinchados y afectan a la jugabilidad del terreno.

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA

La materia orgánica es el subproducto de la degradación microbiana de las raíces, hojas y thatch. Retirar estos subproductos de la capa superior del suelo es el principal factor para

evitar la acumulación de materia orgánica en el suelo. Aunque hay que favorecer la actividad microbiana, el no reducir la acumulación de subproductos orgánicos disminuye el drenaje del suelo, aumenta la microporosidad y reduce la concentración de oxígeno en el suelo.

En este estudio, la reducción de materia orgánica en el suelo fue desigual en ambos años. En 2008, el aumento del porcentaje de superficie retirada al año o el número de pinchados anuales no redujo la acumulación de materia orgánica. En 2009, los tratamientos con tres pinchados ralentizaron la acumulación de materia orgánica un 10% más que los tratamientos con un sólo pinchado (Tabla 4); sin embargo, la acumulación global de materia orgánica no se redujo por debajo de los niveles anteriores al estudio.

Aunque las investigaciones no han cuantificado de forma consistente reducciones significativas de materia orgánica en el suelo tras el pinchado, muchos estudios demuestran que el pinchado previene la acumulación de materia orgánica por encima de los niveles anteriores al pinchado (6, 7, 8). Es necesario observar a largo plazo la acumulación de materia orgánica en el suelo para determinar el efecto acumulativo de los pinchados en varias estaciones de crecimiento.

INFILTRACIÓN

La resistencia que encuentra el agua en su camino a través del thatch hidrófobo y una superficie del suelo compactada suelen frenar la infiltración del agua. Los greens correctamente construidos deberían ofrecer un drenaje suficiente con una ade-



Tabla 4. RESPUESTA DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO AL PINCHADO

Año	Nº pinchados al año	Densidad aparente (gr/cm ³)	Firmeza	Contenido de materia orgánica del thach		Profundidad del thach		Infiltración	
				Onzas / pulgadas	gr / cm ²	Pulg.	milímetros	Pulg / hora	cm / hora
2008	1	1,25a*	48,0a	0,22a	0,96a	0,56a	13,9a	57,5a	146a
	2	1,25a	46,7ab	0,23a	1,01a	0,57a	14,5a	65,7a	167a
	3	1,15b	45,4b	0,22a	0,98a	0,55a	13,9a	61,0a	155a
2009	1	1,43a	57,6a	0,27a	1,19a	0,52a	13,3a	76,0a	193a
	2	1,37b	53,4b	0,26ab	1,17ab	0,51a	12,9a	52,0b	132b
	3	1,36b	46,9c	0,24b	1,07b	0,48a	12,1a	61,0b	155b

+El valor relativo de firmeza en superficie cuantifica la deceleración de una pesa de 2,25kg de peso cayendo desde una altura de 45cm.

++Peso de ceniza orgánica de la capa de thach por pulgada cuadrada de superficie.

*Los valores seguidos de distinta letra en un mismo año son significativamente diferentes.

Tabla 4. Respuesta de las propiedades físicas del suelo a uno, dos o tres pinchados al año, promediadas a lo largo de todas las fechas y porcentaje de superficie afectada cada año en Clemson, S.C., junio-agosto 2008 y 2009.

cuada capacidad de retención de agua para favorecer el crecimiento de un césped sano. Para los greens de arena de construcción reciente, el agua debería infiltrarse en la superficie del césped a 25-38 cm/h (5).

La acumulación de thach y la descomposición de sus subproductos se unen para frenar la infiltración a lo largo del tiempo. Al reducirse la infiltración, la proporción de agua

perdida por escorrentía aumenta, disminuye el agua disponible para la planta y aumenta la capa saturada de thach. Se ha promovido siempre que la eliminación de thach a través del pinchado reduce o ralentiza la acumulación de thach, mejorando así el índice de infiltración.

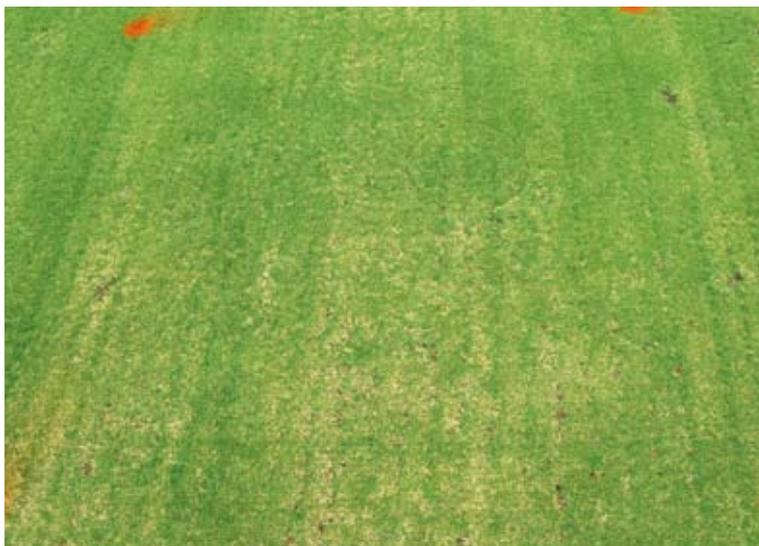
En este estudio, el aumento del porcentaje de superficie afectada al año no aumentó la velocidad de in-

filtración en 2008 y 2009. El aumento del número de pinchados anuales no afectó a la velocidad de infiltración en 2008; sin embargo en 2009 el aumento de uno a dos pinchados redujo la velocidad de infiltración de agua un 32% y el aumento a tres pinchados redujo la velocidad de infiltración un 20% (Tabla 4).

El aumento de la infiltración a largo de la temporada en los tratamientos con un sólo pinchado en 2009 podría explicarse por la retirada inicial de un alto porcentaje de superficie al comienzo de la estación de crecimiento. El aumento del número de pinchados anuales para renovar el mismo porcentaje de superficie afectada reduce el tamaño y número de canales abiertos en la superficie del césped que faciliten la infiltración. Cuando se repitieron los tratamientos de pinchado único en años consecutivos (2008 – 2009), se abrieron numerosos canales para facilitar el movimiento del agua a través de la superficie del césped al inicio de la temporada de crecimiento, con lo que se mejoró la velocidad de infiltración toda la temporada.

CONCLUSIONES

El estudio muestra que los Greenkeepers deben desarrollar programas de pinchados que se ajusten a sus necesidades, teniendo en cuenta las consideraciones agronómicas y la juga-



Conforme se aumentó el número de pinchados, la densidad aparente descendió y la superficie de juego se volvió más blanda

bilidad. Generalmente, al aumentar el número de pinchados al año y el porcentaje de superficie afectada al año, las propiedades físicas del suelo mejoran. Conforme desciende el número de pinchados y la cantidad de superficie afectada al año, se produce una mejora de la calidad media del césped durante toda la estación de crecimiento, pero las propiedades físicas del suelo muestran una menor mejoría.

Es necesario llevar un control regular de la densidad aparente, la infiltración de agua en superficie, la firmeza de la superficie, la profundidad del thatch y la acumulación de materia orgánica para identificar las propiedades físicas del suelo que deben mejorarse a través del pinchado. Estas propiedades, así como los efectos del pinchado en la calidad del césped, deberían utilizarse para establecer la cantidad y frecuencia de pinchado necesarias para conseguir un entorno de crecimiento saludable para el césped.

El desarrollo de un programa para que los Greenkeepers puedan encontrar un equilibrio entre las prácticas agronómicas y una superficie de juego uniforme es un proceso en curso. Se necesita una investigación continuada para perfeccionar la selección de la temporización, espaciado y tamaño de las púas para minimizar los daños en la superficie del green y maximizar los beneficios obtenidos a través del pinchado. También es necesario investigar para llegar a comprender los efectos a largo plazo de distintos programas culturales sobre la salud del césped.

FINANCIACIÓN

La Estación para la Investigación en Agricultura de Clemson ha financiado este estudio.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a Alan Estes, Ray McCauley y Jeff Marvin por su ayuda en la realización de este estudio. ■



INVESTIGAR

Es necesario investigar para comprender los efectos a largo plazo de distintos programas culturales sobre la salud del césped.

BIBLIOGRAFÍA

- **Butler, J.D. 1965. Thatch: A problem in turf management. Pages 1-3.** In: Illinois Turf Conference Proceedings, Lemont, Ill. 1965. University of Illinois Cooperative Extension Service, College of Agriculture and the Illinois Turfgrass foundation, University of Illinois, Urbana, Ill. Online. (<http://archive.lib.msu.edu/tic/ressum/1998/15.pdf>) Verified Dec. 10, 2013.
- **Carrow, R. 1998.** Organic matter dynamics in the surface zone of a USGA green: Practice to alleviate problems. USGA Turfgrass and Environmental Research Summary. Online (<http://archive.lib.msu.edu/tic/ressum/1998/15.pdf>). Verified Dec. 10, 2013.
- **Engel, R.E. 1954.** Thatch on turf and its control. Golf Course Reporter 22:12-14.
- **Hartwiger, C., and P. O'Brien. 2001.** Core aeration by the numbers. USGA Green section Record 39:8-9.
- **McCarty, L.B. 2011.** Best Golf Course Management Practices. Pearson Education, Upper Saddle River, N.J.
- **McCarty, L.B., M.F. Gregg and J.E. Toler. 2007.** Thatch and mat management in an established creeping bentgrass golf green. Agronomy Journal 99:1530-1537.
- **McWhirter, E.L., and C.Y. Ward. 1976.** Effect of vertical mowing and cultivation on golf green quality. Report 2. Mississippi Agriculture and Forestry Experiment Station, Starkville, Mss.
- **Smith, G.S. 1979.** Nitrogen and aerification influence on putting green thatch and soil. Agronomy Journal 71:680-684.
- 9. White, R.H., and R. Dickens. 1984. Thatch accumulation in bermudagrass as influenced by cultural practices. Agronomy Journal 76:19-22.