

Aplicación de enmiendas inorgánicas a un green de aspecto poco saludable

POR ELIZABETH GUERTAL

Profesora de manejo de céspedes de la Universidad de Auburn en Auburn (Alabama).
guertea@auburn.edu

CLINT WALTZ

Profesor asociado y especialista de extensivos en el campus Griffin de la Universidad de Georgia.

Nota del editor: Este artículo es propiedad de GCSAA/GCM y fue publicado en la edición mayo 2008 de la revista GCM.
www.gcsaa.org



En la última década, un número considerable de investigaciones se han centrado en el uso de enmiendas inorgánicas sobre greens en construcción.

Las razones para incorporar estas enmiendas varían desde la mejora de la capacidad de la planta para retener la humedad hasta el incremento de la retención de nutrientes. Típicamente algunos tipos de arcillas, tierras diatomáceas u otras cerámicas porosas,

son materiales que quizá deben ser horneados para incrementar su dureza y resistencia al desgaste. El uso de enmiendas inorgánicas como sustituto de la turba en la construcción de greens se ha convertido en

un hecho tan común en el mundo del golf, que su uso está siendo discutido en la guía constructiva de la USGA.

La incorporación de tales enmiendas ha sido ampliamente

evaluada como parte del proceso constructivo, mediante la incorporación de dichas enmiendas en las mezclas finales de los greens. Un gran acuerdo de investigación se ha llevado a cabo en este área, con resultados provenientes de la efectividad de dichas enmiendas inorgánicas en mezclas para greens. Cuando mezclas con un 90% arena/10% enmienda eran comparadas con mezclas del 100% arena, la incorporación de enmiendas tales como la zeolita clinoptilolita redujeron la pérdida de nutrientes (3,6,7), mejoraron la calidad del césped y su establecimiento (2,7), e incrementaron la capacidad de intercambio catiónico en los greens.

Sin embargo, cuando se compararon con mezclas de greens de arena / turba esfagnacea, era menor la probabilidad de encontrar beneficios significativos comparado con la incorporación de enmiendas inorgánicas. Por ejemplo, cuando las mezclas de los greens fueron clasificadas de acuerdo a la calidad del establecimiento del césped de mejor a peor, los resultados fueron: mezcla de greens de arena / turba > zeolita clinoptilolita (Ecolite) = cerámica porosa (Profile) ≥ cerámica porosa (Greenschoice) = 100% arena pura (2). Cuando se estudió la retención de humedad, las mezclas con turba a menudo obtuvieron una mejor retención que greens con enmiendas inorgánicas (1,10). Estos resultados



El lugar de prueba fue un green de prácticas en el Country Club Saugahactee; Opelika, Alabama. Fotos por E. Guertal

variaron con el diámetro de las partículas de arena, lo cual nos indica que la selección de la arena es importante.

En resumen, los greens construidos con enmiendas inorgánicas (típicamente alrededor del 10% en volumen) han mostrado un incremento de la capacidad del intercambio catiónico del green y un incremento de la retención de algunos nutrientes, especialmente amonio y potasio. Los beneficios son más pronunciados cuando las mezclas inorgánicas de los greens son comparados con sistemas 100% arenosos. La incorporación de enmiendas inorgánicas en las mezclas de los greens ha causado diferencias en la retención de humedad, con una amplia variación en la capacidad de retención del agua debido a la granulometría de la arena, el tipo de enmienda y el porcentaje de enmienda incorporada a la mezcla.

La investigación resumida brevemente en el párrafo anterior tiene dos características comunes: la aplicación de enmiendas inorgánicas fue incorporada en greens en construcción desde el inicio, y por



tanto, la mayoría del estudio se centró en los primeros 2-3 años tras la construcción, por lo que los efectos a largo plazo están aún por estudiar. La mayoría de las enmiendas inorgánicas analizadas son usadas en la renovación de greens o en programas de “pinchado y relleno”. Por tanto, el objetivo del presente proyecto es examinar el impacto de las enmiendas inorgánicas comunes sobre greens de Bermuda cuando las enmiendas eran incorporadas como parte de programas de renovación de greens mediante pinchado y relleno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio ha sido un green de prácticas en el Country Club Saugahactee en Opelika (Alabama), el cual fue construido originalmente como un Green “push-up” con Bermuda Tifdwarf en el año 2002. Dicho Green nunca ha sido renovado siguiendo las recomendaciones USGA sufriendo de una pobre infiltración.

El superintendente fue responsable de todas las aplicaciones fitosanitarias y de fertilizante, recogiendo todos los elementos aplicados. El green fue sembrado con ryegrass perenne cada otoño (septiembre) realizando una

Tabla 1. Enmiendas incorporadas mediante el proceso “agujerear y rellenar” en un green con Bermuda híbrida Tifdwarf.

Tratamiento nº	Tratamientos	
	Enmienda	% enmienda/arena (por volumen)
1	Arena	0/100
2	Profile	50/50
3	Profile	25/75
4	Clinolite	50/50
5	Clinolite	25/75
6	Axis	50/50
7	Axis	25/75
8	Nada	



Un método de agujerear-y-rellenar fue usado para incorporar las enmiendas en el green

transición natural de vuelta a la Bermuda cada primavera.

TRATAMIENTOS

El 28 de junio de 2004, el 30 de junio de 2005 y el 13 de junio de 2006, se realizaron ocho tratamientos en el Green de prácticas de Country Club Saugahactee (tabla 1). Los tratamientos incluyen Profile, una cerámica porosa

proveniente de la arcilla ilita (CIC: 13 centímoles de carga (cmolc)/kilogramo); Clinolite, una zeolita clinoptilolita (CIC: 58 cmolc/kilogramo); y Axis, tierra diatomácea (CIC: 6cmolc/kilogramo). Los mismos tratamientos fueron aplicados a las mismas parcelas durante un periodo de tres años.

Las enmiendas fueron aplicadas usando una pinchadora-inyectora

El objetivo es examinar el impacto de las enmiendas inorgánicas comunes cuando las enmiendas eran incorporadas como parte de programas de renovación de greens mediante pinchado y relleno

Tabla 2. Fósforo extraíble del suelo, potasio, calcio y magnesio, y pH de suelo tras diez meses después de la incorporación de enmiendas (abril 2007).

Características del análisis de suelo					
	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	pH
Tratamiento	Libras/acre				
Arena	70a	50c	602ab	68 a	6.0 a
Profile (50%)	77a	70bc	623ab	77 a	5.9 a
Profile(25%)	70a	60bc	613ab	71 a	6.0 a
Clinolite(50%)	76a	100a	774a	77 a	6.1 a
Clinolite(25%)	80a	118a	628ab	76 a	6.1 a
Axis(50%)	74a	56c	545b	63a	5.8 a
Axis(25%)	77a	62bc	593ab	68a	5.9 a
Nada	79a	70bc	714ab	81a	6.0 a

Dentro de cada característica del análisis de suelo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

Tabla 3. Densidad-longitud radicular (en pies y metros) de la Bermuda híbrida Tifdwarf en marzo, junio y septiembre de 2006

Tratamiento	Marzo 2006		Junio 2006		Septiembre 2006	
	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies	metros
Arena	21.0 cd	6.4 cd	15.1 ab	4.6 ab	13.5 a	4.1 a
Profile(50%)	33.1 ab	10.1 ab	19.7 ab	6.0 ab	10.5 a	3.2 a
Profile(25%)	24.6 bcd	7.5 bcd	13.1 b	4.0 b	13.1 a	4.0 a
Clinolite(50%)	18.4 d	5.6 d	25.3 a	7.7 a	15.1 a	4.6 a
Clinolite(25%)	24.6 bcd	7.5 bcd	17.7 ab	5.4 ab	12.1 a	3.7 a
Axis(50%)	28.2 bc	8.6 bc	22.6 ab	6.9 ab	11.8 a	3.6 a
Axis(25%)	37.7 a	11.5 a	19.7 ab	6.0 ab	9.8 b	3.0 b
Nada	26.6 bcd	8.1 bcd	16.4 ab	5.0 ab	9.8 b	3.0 b

Dentro de cada fecha de muestreo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

comercial, realizando agujeros de 7/8 de pulgada (2,2 centímetros) de diámetro [aproximadamente 6 pulgadas (15,2 centímetros) de profundidad] sobre el Green de Bermuda Tifdwarf. El suelo fue resultante fue retirado, y diferentes mezclas de enmiendas fueron incorporadas en los agujeros.

El tratamiento 1 (tabla 1) fue un pinchado con los agujeros rellenos al 100% por arena. Los tratamientos del 2 al 7, el volumen restante del material de relleno consistía en arena. Por ejemplo, el tratamiento 2 el material de relleno

consistía en un 25% del volumen con Profile y por tanto un 75% de arena. El tratamiento 8, el de control, no recibía nada, no se hicieron agujeros ni se aplicó enmienda.

La arena fue comprada de arenas Red Bay en Florida y cumplía todas las recomendaciones USGA. La arena fue apilada y usada en los tres años de estudio.

Recolección de datos

A lo largo de los tres años de estudio, los datos recogidos incluyeron: toma de muestras trimestral de suelo

de 0-3 pulgadas (0-7,62 cm.) de profundidad, analizadas para conocer el fósforo disponible para la planta, potasio, calcio, magnesio y pH del suelo; dos veces al año se hacía una evaluación de densidad (incluyendo la densidad de la resiembra); una vez al año una evaluación de la profundidad radicular; dos veces al año se tomaban lecturas con un medidor de infiltración de doble anillo; y una vez al año una determinación en laboratorio de la conductividad hidráulica saturada (sólo los años 2004 y 2005)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del test de suelo

En el primer año de trabajo, existieron pequeñas diferencias en el nivel de nutrientes atribuible al volumen o tipo de enmienda. Tras dos años de incorporación de enmiendas (las enmiendas se incorporaron en junio de 2004 y 2005), existieron diferencias en el nivel de nutrientes en suelo como resultado de las enmiendas. La tabla 2 muestra diferencias en el fósforo extraíble, potasio, calcio, magnesio y pH influido por el volumen y tipo de enmienda tras el tercer año de incorporación. El fósforo y magnesio analizado en suelo y el pH del suelo no se vieron afectados por la enmienda (este fue el caso en todos los análisis de suelo durante todos los años), indicando que el programa de fertilización llevado a cabo por el superintendente era lo suficientemente frecuente y abundante como para cubrir las recomendaciones nutricionales para dichos nutrientes.

Potasio

El nutriente más afectado por la incorporación de varias enmiendas fue el potasio, especialmente las parcelas rellenas con cualquier cantidad de Clinolite, que retuvieron de manera significativa mayor cantidad de potasio que cualquier otro tratamiento. Este efecto fue observado primeramente en el segundo año de estudio, cuando las parcelas enmendadas con Clinolite mostraron un mayor contenido de

Clinolite incrementó la retención de potasio en el green en el segundo y tercer año de estudio

Tabla 4. Recolección de datos de infiltración del doble anillo el 30 de agosto de 2005, dos meses después de la segunda aplicación de enmiendas

Datos de infiltración del doble anillo, 2005	
Tratamiento	Pulgadas/horaH
Arena	3.0 a
Profile (50%)	2.4 a
Profile (25%)	2.8 a
Clinolite 50%)	2.2 a
Clinolite(25%)	3.4 a
Axis (50%)	3.4 a
Axis (25%)	2.2. a
Nada	3.4 a

raramente se vio afectada por los diferentes tratamientos de las enmiendas. En noviembre de 2005, todas las parcelas que habían sido aireadas mediante pinchado presentaban un mayor número de tallos (densidad) que las parcelas control que no habían sido aireadas. Por tanto el incremento de la densidad no tiene relación con las enmiendas, sino que está relacionado con los beneficios asociados a la aireación de un green.

En dos fechas de toma de datos, una en septiembre de 2006 y

incorporación de enmiendas), no se apreciaron diferencias significativas en la densidad del Ryegrass. En marzo de 2006, la parcelas con Clinolite (50%), contenían de manera significativa más Ryegrass que la parcela control sin tratamiento y que las parcelas con Profile (50% o 25%). Sin embargo, en enero de 2007, las parcelas con Clinolite (50%) y Profile (25%) obtuvieron una mayor densidad de Ryegrass que las parcelas con Axis (50% y 25%), sólo arena y control. En abril de 2007, tales diferencias desaparecieron, con diferencias no significativas en la población de Ryegrass resultante de los tratamientos.

Tabla 5. Determinación en laboratorio de la conductividad hidráulica saturada afectada por las enmiendas. Los cilindros de suelo fueron recogidos tras la primera incorporación de enmiendas (septiembre 2004) y la segunda incorporación de enmiendas (noviembre 2005 y marzo 2006)

Tratamiento	Conductividad hidráulica saturada (pulgadas / hora)		
	Septiembre 2004	Noviembre 2005	Marzo 2006
Arena	16 a	18 ab	10 ab
Profile (50%)	13 a	14 ab	11 ab
Profile (25%)	11 a	11 b	7 ab
Clinolite (50%)	12 a	23 ab	12 ab
Clinolite (25%)	14 a	12 b	14 a
Axis (50%)	14 a	24 a	13 ab
Axis (25%)	10 a	15 ab	6 b
Nada	11 a	14 ab	8 ab

Dentro de cada fecha de muestreo (columna), las diferencias mostradas con la misma letra no son diferentes significativamente

potasio que cualquier otra parcela. La tabla 2 muestra que el valor medio del contenido de potasio extraíble en las parcelas de Clinolite fue 109 libras de potasio/ acre. Significativamente mayor que en cualquier otro tratamiento. De las enmiendas incorporadas, Clinolite presentaba la mayor capacidad de intercambio catiónico, y por tanto debería ser capaz de retener cationes como el potasio mejor que cualquier otro tratamiento.

VARIABLES DE LA PLANTA

Densidad

A lo largo del transcurso del estudio, la densidad de Bermuda y Ryegrass

NO AFECTA

La infiltración in situ (doble anillo) no se vio afectada por las enmiendas y fue baja para ese green en particular.

otra en abril de 2007, las parcelas con Profile (50%) obtuvieron una mayor densidad que otras parcelas con otros tratamientos. La densidad no se vio afectada por las enmiendas en cualquier otra fecha (noviembre, marzo, junio o enero de cualquier año). Debido a que se tomaron datos de densidad a final de otoño e invierno, también se midieron los valores de densidad del Ryegrass reseñado. Las enmiendas causaron algunas diferencias de densidad en el Ryegrass, pero no se apreció una tendencia diferencial consistente a lo largo de los tres años de muestreo. Por ejemplo, en noviembre de 2005 (tras un año de

Longitud radicular

Los datos de longitud radicular también fueron altamente variables de muestreo en muestreo. La tabla 3 muestra datos de muestras de longitud radicular de 2006, con datos de marzo de 2006 previos a la tercera incorporación de enmiendas, datos de junio recogidos dos semanas después de la tercera incorporación, y datos recogidos en septiembre, cuatro meses después a la tercera incorporación. En marzo de 2006, sólo los tratamientos con Axis (25%) mostraron un mayor crecimiento radicular con respecto a las parcelas con arena y control. En junio de 2006, el mayor crecimiento radicular de la Bermuda se obtuvo en la parcela con Clinolite (50%), que no fue significativamente mejor que la longitud radicular de las parcelas control. En septiembre de 2006, la incorporación de cualquier enmienda (excepto Axis 25%) mejoró la longitud radicular de la Bermuda comparándolo con la parcela control sin airear.

Color del césped y calidad/respuesta de la planta

El color de la Bermuda y la calidad fueron evaluados mensualmente en una escala del 1 al 9, donde el 1 era completamente marrón o el césped

Tras tres años de incorporación de enmiendas acumulativas, no se apreció una mejora sustancial en la infiltración, capacidad de retención de nutrientes, o cualidades del césped (densidad, masa radicular)

estaba muerto y 9 es un césped verde oscuro o exuberante. También se evaluó la salida de la latencia primaveral (en una escala del 1 al 9) y la retención de color durante el otoño. Ninguna medida mensual, ya sea color o calidad, se vio afectada por los tratamientos (los resultados no se muestran). De manera adicional, ni la salida de la latencia ni la retención de color otoñal se vieron afectadas por los tratamientos.

DATOS DE INFILTRACIÓN

Se recogieron dos tipos diferentes de datos de infiltración. El primer tipo – medidas de infiltración con doble anillo- se recogieron en campo (in situ). Para recoger estos datos, se insertaron dos anillos en el green, uno con un diámetro exterior de 12 pulgadas (30,5 centímetros) y un diámetro interior de 6 pulgadas (15,2 centímetros). Se rellenó el anillo interior y exterior con agua, y el aporte se realizó hasta obtener un nivel constante. Se midió entonces la bajada de altura en un periodo determinado, obteniendo una valoración de la tasa de infiltración del green. Este tipo de colección de datos es tediosa, rigurosa y susceptible a variación, pero ayuda a obtener valores de infiltración de la “vida real”.

El segundo tipo de valores de infiltración recogidos fue la conductividad hidráulica saturada (Ksat). Para recoger estos datos, se trasladaron al laboratorio los cilindros de suelo obtenidos del pinchado del green, donde se determinó la tasa de movimiento de agua a través del

cilindro de suelo saturado. Se tomaron los valores de Ksat en los dos primeros años de estudio, pero no en el tercero.

La tabla 4 muestra un ejemplo del tipo de datos de infiltración recogidos del experimento con el doble anillo. A lo largo de los tres años de recolección de datos, no se apreció un incremento importante en la tasa de infiltración de este green como resultado de la incorporación de enmiendas, y la tasa de infiltración no se incrementó debido, bien a la aireación o la incorporación de enmiendas. Como se muestra en los datos, la infiltración raramente se incrementó por encima de 3,5 pulgadas (8,9 centímetros) por hora, un valor relativamente bajo de entrada de agua en un green.

Los datos de la tabla 5 indican que los cilindros de suelo obtenidos tenían una conductividad hidráulica relativamente alta, con valores por debajo o justo en el límite de las recomendaciones aportadas por la USGA de 6-12 pulgadas (15,2-30,5 centímetros)/ hora. Sin embargo en tres bloques de muestras, la incorporación de enmiendas nunca mejoró la conductividad hidráulica saturada por encima de las parcelas no aireadas. Pudiera ser que las mezclas de los greens aplicadas a este green en particular eran adecuadas, y que el pobre (o inexistente) drenaje en profundidad fuera posiblemente el principal culpable detrás de las bajas tasas de infiltración de campo.

La falta de diferencias en las medidas de laboratorio y campo de



Después de que los agujeros fueran realizados y los cilindros fueran extraídos, los agujeros fueron rellenados con la mezcla de la enmienda. Aquí se muestra una mezcla de 25% de Profile y 75% de arena (por volumen).

MANEJO No hay que olvidar los principios básicos- aireación, verticut, recebo y manejo del colchón

los tratamientos no fueron sorprendentes. Tales datos son altamente variables, especialmente debido al proceso aleatorio de extracción de suelo donde se incorporaban las enmiendas. Por tanto, la cantidad actual de enmiendas en cada hueco podría variar, y las medidas por tanto ser también altamente variables. La replicación e intenso muestreo por parcela (se tomaron dos cilindros por parcela) son siempre usados para limitar la variabilidad, pero los datos de infiltración siguen siendo susceptibles a una gran variabilidad (4.8)

ALGUNAS CONCLUSIONES

- ◉ Clinolite incrementó la retención de potasio en el green en el segundo y tercer año de estudio.
- ◉ La densidad del Ryegrass fue en algunas ocasiones mayor cuando se estableció en parcelas con Clinolite (50%).



- La infiltración in situ (doble anillo) no se vio afectada por las enmiendas y fue baja para ese green en particular.
- Las diferencias en la conductividad hidráulica saturada (medidas en laboratorio) como de resultado de la incorporación de enmiendas nunca fueron consistentes.
- Tras tres años de incorporación de enmiendas acumulativas, no se apreció una mejora sustancial en la infiltración, capacidad de retención de nutrientes, o cualidades del césped (densidad, masa radicular).
- La calidad del césped, color, salida de la latencia primaveral y retención de color otoñal no se vieron afectadas por la incorporación de enmiendas.
- Aunque investigaciones previas muestran beneficios de este tipo de enmiendas cuando se usan como parte de una nueva construcción, el presente estudio examinó estas enmiendas para renovación. En

ARENAS
Investigar aparte de lo que se aporta en este estudio acerca de la selección de arenas (con qué se va a mezclar la enmienda) es tan importante como la enmienda en sí

este estudio, la incorporación de enmiendas en agujeros provenientes de la aireación no mostraron beneficios, y la reconstrucción del green (con un drenaje apropiado) hubiera sido una mejor opción.

OTRAS REFLEXIONES

- Considerando la capa de drenaje en profundidad –en nuestro caso, ¿el mayor problema era una mezcla de greens con características inadecuadas, o la falta de drenaje?
- Mantener las necesidades nutricionales. ¿Cuánto fertilizante se puede comprar por el coste de una enmienda?
- No hay que olvidar los principios básicos- aireación, verticut, recebo y manejo del colchón.
- Investigar aparte de lo que se aporta en este estudio acerca de la selección de arenas (con qué se va a mezclar la enmienda) es tan importante como la enmienda en sí.
- La incorporación de enmiendas será probablemente una decisión muy específica de cada lugar.

Agradecimientos al Instituto Medioambiental de Golf por proporcionar financiación para esta investigación. ■

Conclusión

Tres años de incorporación acumulativa de enmiendas no resultaron en una mejora sustancial de la infiltración, capacidad de retención de nutrientes o características del césped (densidad, masa radicular)

La calidad del césped, color, salida de la latencia primaveral o retención de color otoñal no se vieron afectadas por la incorporación de enmiendas

En este estudio, la incorporación de enmiendas en los agujeros de la aireación no mostraron beneficios

BIBLIOGRAFÍA

- 1 ■ Bigelow, C.A., D.C. Bowman and O.K. Cassel. 2004. Physical properties of three sand size classes amended with inorganic materials or sphagnum peat moss for putting green rootzones. *Crop Science* 44:900-907.
- 2 ■ Bigelow, C.A., D.C. Bowman, O.K. Cassel and I.W. Rufty Jr. 2001. Creeping bentgrass response to inorganic soil amendments and mechanically induced subsurface drainage and aeration. *Crop Science* 41 :797-805.
- 3 ■ Huang, Z.I. and A.M. Petrovic. 1995. Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management* 1:1-15.
- 4 ■ Huang, Z.I. and A.M. Petrovic. 1995. Physical properties of sand as affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. *Journal of Turfgrass Management* 1:1-15.
- 5 ■ Murphy, J.A., H. Samaranyake, J.A. Honig, U. Lawson and S.L. Murphy. 2005. Creeping bentgrass establishment on amended-sand root zones in two microenvironments. *Crop Science* 45 :1511-1520.
- 6 ■ Nus, J.L., and S.E. Brauen. 1991. Clinoptilolitic zeolite as an amendment for establishment of creeping bentgrass on sandy media. *HortScience* 26:117-119.
- 7 ■ Ok, C.-H., S.H. Anderson and E.H. Ervin. 2003. Amendments and construction systems for improving the performance