



Capítulo 9

OTRAS LABORES CULTURALES EN EL GREEN

Departamento Green Section RFEG (9.1, 9.3)
David Bataller (9.2)



DEPARTAMENTO GREEN SECTION RFEG

David Gómez Agüera. Licenciado en Ciencias Biológicas, Universidad de Córdoba. Especialista en Mantenimiento de Campos de Golf, Michigan State University. Master en Gestión de Campos de Golf, EADE (Málaga). Auditor de Riego de Campos de Golf, Irrigation Association of America

Luis Manuel Casado García. Ingeniero Agrónomo, Universidad de Extremadura. Especialista en Mantenimiento de Campos de Golf, Michigan State University

Francisco Cornejo Lobato. Ingeniero Técnico Agrícola, Universidad de Sevilla. Especialista en Mantenimiento de Campos de Golf, Michigan State University.

Diego José Peñapareja Soto. Ingeniero Técnico Agrícola, Universidad Politécnica de Cartagena. Especialista en Mantenimiento de Campos de Golf, Michigan State University. Especialista Universitario en Gestión de Campos de Golf, Universidad Europea de Madrid. Auditor de Riego de Campos de Golf, Irrigation Association of America

Eva Sánchez-Céspedes Rojo. Ingeniero Técnico Agrícola, Universidad Politécnica de Madrid. Beca de la Real Federación Española de Golf.

DAVID BATALLER. Con 20 años de experiencia como greenkeeper de campos de golf, (Golf Girona, Club de golf Masia Bach, Perelada golf) y actualmente en PGA Golf Catalunya, y jugador de golf con hcp de un dígito. Ha asesorado campos y áreas verdes, y diseñado parques y jardines. Desde 1993 ha intervenido en la preparación de más de 10 torneos del circuito europeo y un Open de España. Con varios estudios académicos en USA. Posee formación específica anual en los seminarios del golf show (GCSAA). Es miembro de la Golf Course Superintendent Association of America. Prácticas de mantenimiento en "USA top courses". Es diseñador y constructor de campos de pitch and putt y administrador-gerente de Pitch and Putt Funnels (Girona).

13.1

AIREACIÓN, VERTICUT, RECEBOS, SPIKER Y OTRAS

Las labores culturales son un conjunto de operaciones que se desarrollan para preservar la calidad del césped. Algunas de estas operaciones como la siega, el riego, la fertilización y los tratamientos fitosanitarios, son tratadas en otros capítulos. A continuación, vamos a exponer distintas labores culturales enfocadas, principalmente, al control de la materia orgánica, la mejora de la infiltración a través del perfil del suelo y reducción de la compactación.

La materia orgánica no descompuesta que se desarrolla entre la cubierta vegetal y el suelo se denomina fieltro, colchón o thatch, está formada por acumulación de restos de hojas, tallos y raíces muertas. Este horizonte apelmazado se forma a causa de una relación desequilibrada entre la producción de biomasa y la degradación microbiana, cuando la tasa de materia orgánica producida excede a la tasa de materia en descomposición.

Algunas prácticas que pueden favorecer la formación del thatch son:

- Exceso de fertilización nitrogenada
- Exceso de riego
- Baja frecuencia de corte

Es durante los periodos de rápido crecimiento cuando existe mayor riesgo de que esta capa de materia orgánica aumente su espesor y comience a tener consecuencias negativas para el estado de la superficie del green, ya que si el thatch aumenta, las raíces tendrán un desarrollo más superficial, desapareciendo la firmeza del green.



Detalle del espesor de la capa de materia orgánica, fieltro, colchón o thatch.

Tabla 1
Tendencia de diferentes variedades de césped a la acumulación de materia orgánica

Alta	Media	Baja
Zoysia	Poa pratensis	Lolium perenne
Cynodon datylon	Agrostis stolonifera	Festuca arundinacea
Festuca rubra	Festuca trachyphylla	Bouteloua dactyloides
	Festuca rubra	

Para cultivos intensivos, como es el caso de los greens, se recomienda segar los greens a menos de 4mm, contribuyendo esto a una reducción considerable de la materia orgánica acumulada en superficie.

Se ha demostrado que concentraciones de materia orgánica superiores al 4-5% en la zona radicular, en un perfil USGA, originan una capa impermeable al agua y al intercambio de gases entre la raíz y la atmósfera (Josh Landreth, 2007). Debido a esto el green sufre una serie de consecuencias que enumeramos a continuación:

- Creación de un medio favorable para el desarrollo de enfermedades y plagas

- ❖ Aparición de restricciones en la penetración del agua (hidrofobia)
- ❖ Reducción de intercambio gaseoso
- ❖ Compactación del suelo
- ❖ Disminución del crecimiento radicular
- ❖ Mayor tendencia al scalping o escalpado
- ❖ Marcas de huellas sobre la superficie del green
- ❖ Disminución de la velocidad del green por pérdida de firmeza

Para controlar el porcentaje de materia orgánica acumulada, disminuir la compactación y romper la capa impermeable, es importante realizar labores culturales sobre el green, tales como aireación o pinchado, escarificado o verticut y topdressing o recebo.

9.1.1. Aireación o pinchado

La porosidad del suelo se puede dividir en dos tipos de poros: macroporos y microporos. Los macroporos, son los poros más grandes que permiten el movimiento de aire y agua a través del suelo. Son a su vez una especie de pasadizos por los cuales las raíces crecen y exploran el suelo. Por otra parte, microporos son los poros más pequeños y su función principal es la retención de agua en el suelo.

Cuando se reduce en el volumen de macroporos en el suelo, aumenta la compactación de este. Como resultado,



Cilindros de 3/8" de diámetro espaciados 7 x 7 cm.

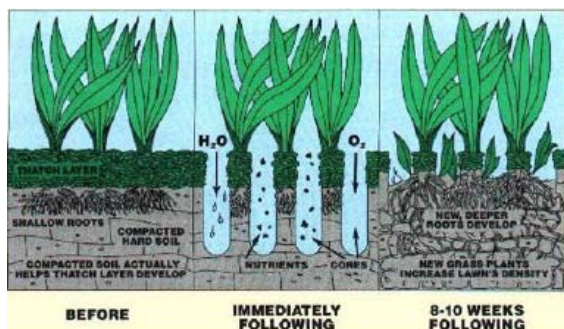
el contenido de oxígeno disminuye drásticamente en el perfil del suelo, siendo el oxígeno el elemento requerido en mayor cantidad en el suelo (Ross, 2006/2007). En la planta los efectos de la falta de oxígeno se traducen en la inhibición de la respiración aeróbica, reducción de la actividad metabólica e inducción a la respiración anaeróbica. Como consecuencia de éstos la planta desarrollará síntomas de estrés.

Las prácticas culturales, tales como la aireación, son la solución ideal para restaurar la estructura del suelo y volver a establecer el contenido de oxígeno necesario para un adecuado desarrollo de la planta.

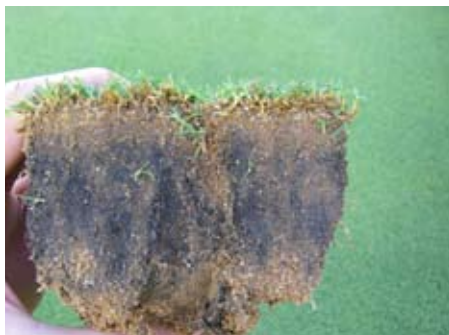
La aireación consiste en el pinchado del suelo o la extracción de pequeños cilindros de suelo con césped sobre la superficie del terreno, dejando una cavidad o agujero sobre el green. Estos cilindros varían su diámetro entre " y " con una profundidad y distancia regulables en función del tipo de maquinaria usada, la velocidad de avance, grado de compactación y nivel de humedad presente en el suelo. La maquinaria usada para el aireado, de forma tradicional, penetra de 2" a 4" sobre la superficie del suelo con un espacio entre sus pinchos de 2" a 6". Los avances en maquinaria proporcionan, hoy en día, la posibilidad de realizar agujeros de profundidades superiores a 10" y diámetros variables de 1/8" a 1".

Con la práctica de esta labor sobre la superficie del green se obtendrán los siguientes beneficios:

- ❖ Aliviar la compactación del suelo
- ❖ Permitir la penetración más rápida y en profundidad de agua, aire, recebos, fertilizantes y fitosanitarios en la zona radicular
- ❖ Permitir la expulsión de los gases tóxicos acumulados en la zona radicular tras condiciones de respiración anaerobia y minimizar la aparición de capa negra o black layer debido a una mayor concentración de oxígeno en el perfil del suelo
- ❖ Mejorar el drenaje superficial
- ❖ Mejorar la penetración de agua en suelos secos o con hidrofobia, aliviando las manchas



Esquema del proceso de aireación con pinchos huecos.



Capa negra en un green debida a un excesivo aporte hídrico.

de secas o *dry spots*. De hecho, una práctica común en el manejo de *dry spots* es el uso de micropinchos macizos (1/2" o menor) con un espaciado de 5 cm o inferior para conseguir una mejor infiltración. El uso rutinario de agentes humectantes en combinación con la aireación resultará de gran ayuda para el control de los *dry spots*.

- ❶ Eliminar el *layering* o estratificación en el perfil del suelo
- ❷ Ayudar en la restitución del suelo cuando se combina con recebo
- ❸ Favorecer el control del *thatch* debido a la creación de condiciones ambientales idóneas para la actividad de los microorganismos que descompondrán de forma natural la materia orgánica acumulada
- ❹ Promover el desarrollo de nuevas raíces activas.
- ❺ Mejorar la capacidad de recuperación del césped y la firmeza del green

Algunas desventajas asociadas a la práctica de la aireación pueden ser:

- ❶ Interrumpir temporalmente la superficie de juego. Se recomienda la elaboración de un programa anual en el que se establezcan las fechas de realización de las distintas labores culturales. Será labor del greenkeeper comunicar al Club la fecha prevista para llevar a cabo el aireado con la suficiente antelación.
- ❷ Aumentar la superficie de suelo expuesta a desecación, esto ocurre cuando los agujeros

se dejan abiertos y el césped se puede resecar alrededor de las orillas o incluso en la zona radicular.

- ❶ Proporcionar un hábitat favorable para los insectos.

En general, los beneficios de la aireación superan con creces los posibles efectos perjudiciales de la misma.

9.1.1.1. Métodos de aireación

Existen varios métodos de aireación según la finalidad que se pretenda conseguir. Se pueden diferenciar entre aireado con pinchos huecos, aireado con pinchos macizos, *slicing o spiking*, *water injection* y *dryjet*.

Estas labores se practican con maquinaria dotada de mecanismos con movimiento vertical o movimiento circular. Los equipos con mecanismo circular interrumpen más la superficie de juego y no suelen penetrar tan profundo como los equipos con mecanismo vertical. Debido a esto, los mecanismos de arrastre o circulares se utilizan en *rough* y *fairways* mientras que los verticales son los más empleados en greens.

Aireación con pinchos huecos

La aireación con pinchos huecos, consiste en la extracción de cilindros del perfil del suelo sobre la superficie del green, dejando un agujero o cavidad en el césped.

Hay casos en los que si el perfil del suelo extraído es de una calidad óptima, este puede



Cilindro extraído mediante un pinchado hueco.
También llamado canuto o tapón

volver a ser utilizado como recebo. Para ello se pulverizaran los cilindros, sobre la superficie del green, con un pase de verticut. Si por el contrario el suelo no es adecuado para ser reutilizado como topdressing, los cilindros

deben ser retirados del green. En ambos casos las cavidades que deja la aireación deben ser rellenadas, preferiblemente hasta el nivel superior. El topdressing combinado con el cepillado o el pase de una malla, rellenará los agujeros recuperando la superficie del green.

El suelo deberá estar húmedo antes de realizar la aireación, pero nunca estar saturado de agua.

La experiencia dicta que para mantener unos buenos greens el programa de pinchado debe afectar a un área comprendida entre el 15 y 20% de superficie anual (O'Brien and Hartwiger, 2001). La cantidad de superficie aireada está íntimamente relacionada con el diámetro de los pinchos, espaciamiento entre éstos y frecuencia de pinchado.

La tabla 2 muestra que cambiando un pincho de " por otro de " la superficie tratada se

Tabla 2
Relación entre el tamaño del pincho y el espaciamiento entre pinchos con la superficie del green impactada

Diámetro del pincho		Espaciamiento		Número de agujeros por un solo pincho		Área de impacto de		Área total impactada %	Número de pinchados necesarios para tratar el 20% de superficie
Pulg.	mm	Pulg.	mm	Pies ²	m ²	Pulg. ²	mm ²		
1/4	6,35	1x1	25x25	144	1600	0,049	31,613	4,91	4,1
1/4	6,35	1x2	25x50	72	800	0,049	31,613	2,45	8,1
1/4	6,35	2x2	50x50	36	400	0,049	31,613	1,23	16,3
3/8	9,525	1x1	25x25	144	1.600	0,010	70,968	11,04	1,8
3/8	9,525	1x2	25x50	72	800	0,010	70,968	5,52	3,6
3/8	9,525	2x2	50x50	36	400	0,010	70,968	2,76	7,2
1/2	12,701	1x1	25x25	144	1600	0,196	126,451	19,63	1,0
1/2	12,701	1x2	25x50	72	800	0,196	126,451	9,82	2,0
1/2	12,701	2x2	50x50	36	400	0,196	126,451	4,91	4,1
5/8	15,876	1x1	25x25	144	1600	0,307	198,064	30,68	0,7
5/8	15,876	1x2	25x50	72	800	0,307	198,064	15,34	1,3
5/8	15,876	2x2	50x50	36	400	0,307	198,064	7,67	2,6

multiplica por 4. Usando uno de 5/8", en lugar del de ", se produce un incremento cercano al 50%. De la misma manera, cambiando el espaciamiento de 2x2 a 1x2, con cualquier pincho, se conseguirá un aumento de la superficie tratada del 100%.

Aireación con pinchos macizos

A diferencia de la aireación con pinchos huecos, el pinchado macizo no extrae cilindros del suelo, por lo que no se elimina materia orgánica, sino que los pinchos se introducen en la superficie del suelo formando una cavidad. Algunas ventajas de este pinchado son:

- Reducir la posterior limpieza de la superficie
- Reducir la mano de obra
- Recuperación más rápida de la superficie de juego
- Poder realizar la operación más a menudo como resultado de las anteriores

A diferencia que con el pinchado hueco, con el pinchado macizo solo se disfrutará de manera temporal de una disminución la densidad aparente del suelo, produciéndose un alivio transitorio de la compactación del suelo. Además esta práctica aumenta las posibilidades de que se desarrolle la denominada "suela de labor" o *hard pan*, debido a la compactación de la zona inferior al área cultivada.

Variar la profundidad de penetración en el suelo, dejar que el suelo se seque antes de

realizar la aireación y realizar micro pinchados con diámetros de pinchos de 1/4" a 3/8", son métodos para prevenir el desarrollo de la suela de labor. El micro pinchado, al realizarse con un diámetro de pincho más pequeño, permite una recuperación más rápida de la superficie del green. Produciendo de esta manera menor impacto sobre la superficie de juego.

El pinchado macizo es una buena práctica cuando se combina con el pinchado hueco. En general, los pinchados de primavera y otoño se deben realizar con pinchos huecos mientras que entre uno y otro conviene hacer pinchados macizos.

El césped debe ser sometido a pinchados agresivos sólo cuando presente actividad de crecimiento y no se encuentre sometido a altas o bajas temperaturas, ni en estados de estrés hídrico. La posterior realización de un recebo junto al riego, reduce el riesgo de desecación del suelo pero pueden no ser totalmente efectivos durante periodos con altas temperaturas.

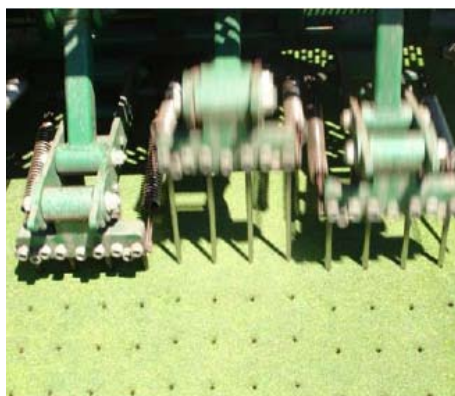
Slicing o Spiking

Son otros dos trabajos culturales que se pueden realizar para aliviar la compactación de la superficie del green, mejorar la infiltración del agua y la aireación. Consiguiendo un aumento de la descomposición natural del thatch, y romper estolones y rizomas para estimular el desarrollo de nuevas raíces y brotes.

Generalmente, la maquinaria utilizada para llevar a cabo este tipo de labor consiste en unidades sin motor, diseñadas para ser acopladas a la tracción de un vehículo. Tanto el Slicer como el Spiker están formados por una serie de hojas dispuestas sobre un eje horizontal.

Un Slicer tiene delgadas cuchillas en forma de V atornillados en el perímetro de unas ruedas de metal.

La superficie del césped se corta con estrechas aperturas de unas " de ancho y de 2" a 4" de profundo. El Slicing se realiza mucho más rápido que la aireación con cilindros, no interfiriendo en la superficie del green a la hora de realizar el pateo y no siendo necesaria una labor de limpieza tras esta operación, ya que



Equipo dotado con mecanismo vertical de aireación

como ocurre con el pinchado macizo, no hay extracción de material.

Es una excelente herramienta para prevenir la formación de costra superficial y el desarrollo de algas. Se recomienda su uso semanal, especialmente en condiciones de aumento de estrés, cuando un pinchado sería demasiado agresivo. Normalmente, se requiere un micro recebo posterior para conseguir una superficie de pateo adecuada, serán suficientes aplicaciones de 0,07 a 0,14 m³/100 m² aproximadamente.

Naturalmente esta práctica es menos efectiva que el pinchado y es más efectivo realizar una combinación de ambas labores. Se recomienda realizar en suelos húmedos para facilitar la infiltración.

Un *Spiker* tiene cuchillas sólidas colocadas sobre un eje horizontal. Produce en el suelo un

efecto similar al *Slicer* pero la profundidad de penetración está limitada aproximadamente a 1" y la distancia entre cortes a lo largo de la superficie del terreno es menor. La superficie de juego presentará cortes poco profundos y alargados.

Ambas labores, *Slicing* y *Spiking*, producen menos alteraciones en la superficie de juego y pueden ser realizadas de forma más frecuente (cada 7 o 14 días) que el pinchado (cada 4 o 8 semanas).

Water Injection

Consiste en una innovadora técnica que inyecta en el suelo chorros de agua a alta presión, realizando canales en la zona radicular a profundidades de 6" a 12" que benefician el intercambio gaseoso, mejoran el desarrollo de las raíces en profundidad, alivian la compactación del suelo y ayudan a mejorar la humedad del suelo en zonas que desarrollan hidrofobia, como los *dry spot*, pudiendo a la vez inyectar agentes humectantes.

El espacio entre los canales y la profundidad de penetración podrán ser ajustados variando el espaciamiento entre las boquillas, aumentando o disminuyendo la velocidad de trabajo o dejando las boquillas en una posición elevada. Se aconseja su práctica en verano, y la frecuencia de realización en greens dependerá del nivel de estrés que presenten, recomendando un tratamiento cada 3 ó 4 semanas. En días secos y con altas temperaturas, es beneficioso un riego previo realizando *syringe*.

Una importante característica a destacar es que la práctica de *water injection* no produce ninguna alteración en la superficie del putting green. Esta técnica se utilizará como complemento al pinchado tradicional pero en ningún caso reemplazará el mismo.

Dryjet

El sistema *Dryjet* también realiza una inyección de agua a alta presión en el suelo, pero a diferencia de la anterior, rellena los agujeros con el material elegido para el *topdressing*. Esta labor consigue disminuir la compactación,



Spiker con cuchilla de longitud aproximada 1" |

umentar la infiltración del agua y el contenido de oxígeno y aportar arena.

La principal virtud de esta técnica radica en que realiza todas estas labores al mismo tiempo, consiguiendo una superficie lisa y lista para jugar sobre ella.



| Dryject en funcionamiento en un green |

9.1.2. Escarificado o verticut

Esta labor cultural de aireación afecta a la parte superficial del suelo, no al interior, simplemente se rasga o araña superficialmente el terreno. La maquinaria utilizada consiste en unas cuchillas verticales colocadas sobre un eje horizontal. El eje rota a alta velocidad y las hojas de corte se introducen en el suelo extrayendo parte de la capa de *thatch*. Las cuchillas utilizadas para realizar el *verticut*, en greens, no presentan

mucho grosor. De este modo la alteración de la superficie del green es mínima.

La profundidad de penetración dependerá del objetivo a conseguir. Cuando se quiere eliminar la capa de *thatch*, el espesor de la misma, determinará la profundidad de las cuchillas. En algunas ocasiones, el *verticut* poco profundo puede utilizarse para romper los cilindros extraídos en una aireación, lo que proporcionará un efecto de *topdressing*. Una penetración más profunda de las cuchillas estimula el nuevo crecimiento en determinadas especies cuando se cortan los estolones y rizomas, además de eliminar la capa de *thatch*. La preparación del terreno previa a una resiembra también es realizada con un *verticut* profundo.

Normalmente, tras el *verticut* se aplicará riego y *topdressing* para prevenir la desecación de las zonas expuestas (raíces, rizomas y estolones), recuperar la superficie de pateo y fomentar la recuperación del césped.

La frecuencia de realización de esta labor estará ligada al ritmo con que se acumule *thatch* en el green. Se suele realizar una vez que esta capa excede el espesor de " a ". Dicha capa se ha de controlar periódicamente, realizando una extracción de muestras o revisando el perfil del suelo cuando se cambian las copas. Cuando el espesor de la capa de *thatch* supera las 2" es demasiado tarde para ser controlado únicamente con la práctica de un *verticut*.

Para evitar este problema, es esencial la realización de *verticuts* y *topdressing*, suficientemente frecuentes (por ejemplo, entre 2 y 4 semanas en periodos de crecimiento activo), para mantener el *thatch* bajo control. Además, el uso racional de abonos nitrogenados y fitosanitarios ayudará a disminuir el ritmo de acumulación de *thatch*.

Esta práctica se debe llevar a cabo cuando el césped está sano y tiene un crecimiento activo que asegure una rápida recuperación. Cuando se produce una acumulación excesiva de *thatch* en los greens, es necesario emplear otra técnica de *verticut* más agresiva. Esta labor se lleva a cabo mediante el uso de la *Graden*, máquina que posibilita un verticado más



Verticadora Graden en un green del Centro Nacional de Golf (Madrid)

profundo, obteniéndose una mayor eliminación de materia orgánica que con otros métodos tales como el pinchado en hueco. También permite el empleo de diferentes anchos de cuchillas en función de la superficie que se pretenda afectar.

Se trata de una técnica muy eficiente para la eliminación del *thatch*. El empleo de diferentes anchos de cuchillas no afecta a la calidad del césped. Como contrapartida, el

tiempo total de recuperación del green es bastante superior al del pinchado hueco (6 semanas para la Graden y 3 para el pinchado hueco).

Se trata de una opción muy a tener en cuenta en especies y variedades con hábito de crecimiento muy agresivo. Tales como las variedades *ultradwarfs* de Bermuda.

Grooming

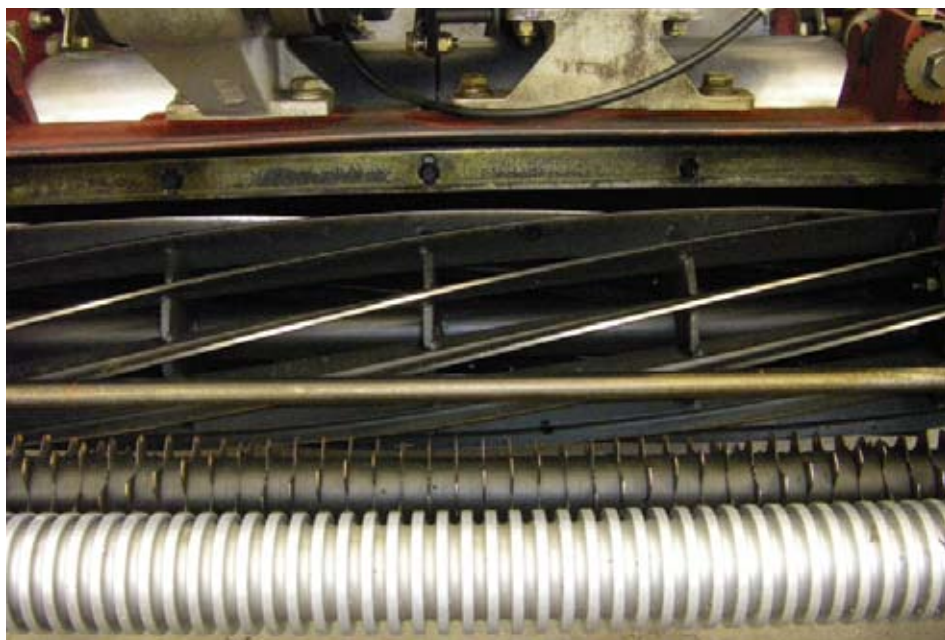
El *grooming* es un verticut superficial con el objetivo de estimular el crecimiento lateral por medio del corte de los estolones.

Cada vez que se siega con el *groomer* el césped es cortado ligeramente de forma vertical. Esta práctica mejora la superficie de juego, levantando o peinando las láminas foliares u hojas antes de la siega. Eliminando, en gran parte, el encamado de la superficie o *grain*. El desarrollo de nuevos brotes también se estimula debido al corte de estolones y la capa de *thatch* cercana a la superficie es eliminada. Un *grooming* semanal, junto al oportuno *topdressing* y aireación, ayudará a eliminar la necesidad de realizar severos escarificados para renovar el césped.

La maquinaria utilizada para realizar esta labor añade frente a la unidad de corte



Detalle de la graden en funcionamiento y de los canales creados por esta



| Segadora manual de greens con unidad de groomer |

helicoidal, de una segadora de greens tradicional, un pequeño verticut. Es decir, un eje horizontal sobre el que se disponen mini cuchillas (también llamado vertical *groomer*) cuyas hojas están normalmente espaciadas " o menos, que rotará frente al rodillo de corte helicoidal. Frente a este *groomer* se acopla un rodillo con unas ranuras o aberturas que proporciona una penetración máxima del césped en terrenos muy densos y mejora la altura de corte.

El *groomer* está indicado para aumentar la densidad de la planta, pero teniendo en cuenta que puede generar efectos negativos como son la disminución de la velocidad de infiltración del agua, hidrofobia e incluso mayor incidencia de enfermedades.

Se recomienda llevar a cabo esta labor siempre que las condiciones ambientales sean favorables y el crecimiento de la planta sea óptimo. Es muy frecuente realizar esta labor para preparar los greens para torneos, ya que mantiene los greens lisos y rápidos consiguiendo una mejor rodada de bola.

9.1.3. Topdressing o recebo

La labor de recebo consiste en la adición, a la superficie del green, de una capa de arena sílicea pura o mezclada con una enmienda orgánica. La misión de dicho material es rellenar los canales originados por el pinchado y aportar una fina capa superficial que de homogeneidad a la superficie del green. Dicho material es incorporado al perfil del suelo mediante un arrastre o cepillado.

Siguiendo un programa adecuado de *topdressing* se obtendrán los siguientes beneficios:

- Aumentar en la descomposición de la capa de *thatch*.
- Alisar y suavizar la superficie del green.
- Reducir el *grain*.
- Mejorar la capacidad de recuperación del césped.
- Fomentar la densidad y la textura del césped.

- ❖ Mejorar la resiembra.
- ❖ Modificar la estructura del suelo existente.
- ❖ Aumentar la firmeza del green.

En greens recién establecidos, el *topdressing* cubre parcialmente y estabiliza el nuevo material, suaviza las diferencias y minimiza la desecación del suelo.

Un efectivo programa de recebo requiere:

- 1** Seleccionar de forma apropiada el material para el recebo.
- 2** Aplicar el recebo con frecuencia y dosis adecuadas.
- 3** Adaptar el programa de recebos adaptándolo a la climatología y al calendario del Club.

Material para el topdressing

La elección del material a usar como recebo es una de las decisiones agronómicas más importantes del greenkeeper. El uso de materiales inadecuados puede provocar la

modificación y alteración de la estructura de un green inicialmente bien construido. Esta circunstancia se produce cuando el material empleado para realizar el recebo tiene partículas con menor diámetro que el material utilizado en la construcción del green. Se recomienda aplicar la regla "*Coarse over fine, never fine over coarse*" (grueso sobre fino, nunca fino sobre grueso).

Otro punto importante en la elección del material para el recebo es la naturaleza de este. La arena elegida ha de ser de naturaleza silíceo, siendo su contenido en carbonato cálcico siempre inferior al 20%. Los materiales usados para topdressing siempre estarán libres de semillas de malas hierbas y nemátodos.

Cuando el perfil de un green no es el deseado, se puede intentar cambiar lentamente su composición a través de aireaciones agresivas con la extracción de cilindros y la adición simultánea de recebo.



Aplicación de topdressing sobre un green recién pinchado



Unidad de Drill and Fill

Técnica denominada *Drill and Fill*.

La mayoría de las superficies de juego no deseadas, son en las que predominan los materiales de textura fina con elevada composición en arcilla y/o limo. La idea para mejorar este tipo de suelos es introducir una textura de suelo más gruesa, aumentando el porcentaje de arena, mejorando la infiltración de agua y la aireación en el green.

Las tendencias actuales implican frecuentes recebos con el 80% o más de arena pura de granulometría media-fina (a 1 mm). Preferiblemente un mínimo del 60% debe estar comprendida dentro de un rango medio (a mm) y no superar el 20% por debajo de mm.

Una arena con estas características granulométricas suele ser lo suficientemente gruesa para proporcionar los cambios deseados en la textura del suelo y resultará suficientemente fina para trabajar fácilmente en la superficie del green. Se recomienda realizar un análisis completo del suelo en laboratorio antes de intentar modificar la zona radicular del green.

Tras el *topdressing* con arena pura pueden surgir algunos problemas. Los suelos arenosos tienden a mostrar una superficie de juego demasiado firme que no resulta apropiada para el *approach*. Además, los suelos arenos

requieren un aumento en las aplicaciones de nutrientes y agua debido a su elevada tasa de infiltración. También, si la arena desarrolla hidrofobia, pueden originarse manchas de secas o *dry spots*. En estos casos, unas apropiadas labores de aireación y *verticut* ayudarán a minimizar estos problemas presentes en suelos con alto contenido en arena.

Uno de los problemas más comunes cuando se realizan *topdressing* inapropiados es la formación de capas alternas en el perfil del suelo como resultado del uso continuado de diferentes materiales para el recebo, dicho fenómeno es

conocido como *layering*.

La formación de capas de arena y materia orgánica de diferentes texturas, origina una barrera física que provoca un desarrollo pobre de la raíz debido a la formación de una barrera física, falta de oxígeno y acumulación de gases. Una vez que estas capas se hayan formado, será necesario un programa de labores



Perfil del suelo tras una aireación y *topdressing* de arena. Se puede observar la *layering* o capas alternas de arena y materia orgánica, y canales creados por la Graden por la pinchadora (más profundo)



Layering en un green. Se pueden observar las diferentes capas que forman el perfil del suelo



Perfil homogéneo en un green debido a un correcto programa de aplicación de topdressing

culturales agresivas, tanto de aireado como de *verticut*, para corregir el problema.

Frecuencia y dosis para el topdressing

La frecuencia y dosis para el *topdressing* dependerá de los objetivos que queramos conseguir.

Si el objetivo es cambiar las características del perfil del suelo, será necesario un severo programa de *topdressing* acompañado de numerosas aireaciones. Se recomiendan dosis de 0,2m3/100m2 (0,3 cubic yard/1.000 square feet). Pero incluso siguiendo un riguroso programa de aireado y *topdressing*, llevará varios años conseguir una adecuada modificación del perfil.

Si el objetivo es el control de la capa de *thatch*, la cantidad y frecuencia del *topdressing* guardará una proporción según el espesor de la capa de materia orgánica acumulada. Si el espesor del *thatch* en el green se encuentra entre "y" se considera aceptable, ya que con esta fina capa de *thatch* se consigue un buen approach y aporta cierta protección en caso de tráfico excesivo. La dosis recomendada cuando la capa de *thatch* no es excesiva (entre "y") es de 0,035 a 0,07m3/100m2 (0,05-0,1 cubic yard/1.000 square feet).

Cuando el objetivo que se persigue mediante el *topdressing* es suavizar la superficie del green

para el juego, se sugieren aplicaciones ligeras y frecuentes. Dosis de 0,07m3/100m2 (0,1 cubic yard/1.000 square feet) entre 2 a 4 semanas, suavizarán la superficie de juego. También se realizarán *topdressing* leves durante los 10 ó 14 días previos a un torneo. Esta labor es de especial importancia para aumentar la velocidad de los greens y adecuar la superficie de pateo.

En general, se realizará un *topdressing*

Tabla 3
Profundidad obtenida en el suelo tras ocho dosis diferentes de recebo

Dosis de Recebo (m3/100 m2)	Profundidad obtenida (mm)
0,035	0,4
0,07	0,8
0,14	1,6
0,21	2,4
0,28	3,3
0,42	4,9
0,57	6,6
0,71	8,2

más denso tras una aireación con extracción de cilindros, en primavera y finales de otoño, como parte del programa de control de *thatch* o modificación del perfil del suelo. Además, se podrán llevar a cabo aplicaciones de micro recebos con intervalos recomendados de 1 a 4 semanas.

Adaptar el programa de topdressing

La selección de materiales en un campo de golf recién establecido es fácil, siempre se recomienda utilizar los mismos materiales que fueron usados en la construcción original de los greens.

Es habitual que en los campos se trate de cambiar la arena utilizada para el *topdressing* por una de características diferentes a la usada durante la construcción. Por ejemplo, usar arena de menos calidad para el *topdressing* después de haber usado arena de calidad para la construcción. Cuando la arena inicial utilizada en la construcción tiene una granulometría determinada, la arena usada para *topdressing* no deberá tener un diámetro inferior al 20% respecto a la inicial, es decir, menos de mm del tamaño de sus partículas.

El uso de diferentes materiales en el recebo puede provocar una estratificación en el perfil del suelo o *layering*, impidiendo la correcta infiltración del agua e interrumpiendo el crecimiento de las raíces

Conclusión

Las labores culturales desarrolladas en este capítulo están enfocadas al control de la materia orgánica, a la reducción de la compactación y a la mejora de la infiltración a través del perfil del suelo.

El jugador espera que el green permanezca verde, esto requiere numerosas aplicaciones de fertilizantes con altas concentraciones de nitrógeno y un aporte hídrico abundante. La conjunción de ambos factores origina un elevado crecimiento vegetativo y como consecuencia se favorece la acumulación de materia orgánica y la formación del *thatch*. Es importante conocer en todo momento el porcentaje de materia orgánica que se está

generando para realizar un buen manejo de las labores culturales y lograr un equilibrio lógico.

Por lo tanto, será labor del greenkeeper encontrar dicho equilibrio mediante una aplicación racional de fertilizantes nitrogenados y un buen manejo de los recursos hídricos. De este modo, se conseguirá una superficie de green firme y un crecimiento vegetativo controlado que nos permita mantener el porcentaje de materia orgánica, presente en la superficie del green, dentro de unos valores óptimos para la práctica del golf.

9.2

AGENTES HUMECTANTES

9.2.1. Prólogo

Con más de 20 años de experiencia como responsable en mantenimiento de campos de golf, me ha quedado muy claro que de las dificultades más grandes para conseguir buenas superficies de Green de golf, se basan principalmente en el manejo del agua.

Trabajando con céspedes de clima frío en los Green de España, el verano es el enemigo del Greenkeeper. En esta estación, el clima es extremadamente caluroso y con poca o nula precipitación, nuestros Green necesitan de una muy buena eficiencia del sistema de riego, básica para poder refrigerar sus céspedes de *Agrostis Estolonifera* o *Poa Anua*. Una buena superficie de "putting" en cuanto a humedad de suelo, el césped debe mantenerse lo más seco posible para dar firmeza, velocidad y consistencia. Hay que esperar a regar justo antes de que la planta se marchite, entre la vida y la muerte, entonces si se decide realizar el riego, este debe de ser en profundidad, mojando todo el perfil de arena. El ciclo seco-mojado-seco de todo el perfil, es la clave para tener buenos

Green, sanos, con pocas enfermedades y libres de Poa Anua. Para conseguir que el riego sea eficiente y profundo en toda la superficie del Green, pendientes, pianos, y dunas, es imprescindible el uso continuo de agentes humectantes y sólo con ello, se podrá mantener un Green de golf con Standard de competición y que perdure en el tiempo.

En general, todos los productos humectantes del mercado mejoran sustancialmente la efectividad, uniformidad y distribución de la humedad en el perfil del suelo, además de evitar escorrentías a zonas más bajas del Green, las cuales pueden generar otros problemas, tipo "black layer".

Recuerdo hace unos años una charla con Dr. Vargas, en el que le pregunté, si se podía mantener Greens sin "wetting agents", ... Este, me contesto rotundamente que: "It's not possible David!". Desde ese momento me quedó bastante claro, lo que ya me había dado cuenta; Por mucho que actuara con trabajos culturales en los Green, como verti-cuts, escarificados, pinchados ect...nunca tendría los Green con la firmeza uniforme en toda la superficie sin el uso continuo de humectantes.

Hay que tener claro que los humectantes ayudan al agua a que moje más efectivamente zonas secas, pero estos no van a hacer milagros donde no hay buena uniformidad de riego por deficiencia de los aspersores o donde haya un déficit en el agua aplicada por debajo de la evapotranspiración del momento y lugar.

9.2.2. Definición

Los agentes humectantes llamados "wetting agents" en mantenimiento de céspedes, son productos químicos, utilizados principalmente para recuperar la humedad en zonas secas o hidrofóbicos de los céspedes intensivos.

Todas las moléculas de los distintos productos del mercado disponen en mayor o menor grado de la capacidad de aumentar la mojabilidad del agua utilizada.

La mojabilidad depende directamente de la tensión que tiene el agua para extenderse

sobre un perfil de un césped. Estas fuerzas intermoleculares entre el sólido y el líquido se pueden determinar a partir del ángulo de contacto. A menor ángulo de contacto más humectación del suelo.

Cualquier gota de agua sobre un green tiene un grado de casquete esférico medido por el ángulo de tensión superficial, la cual, está determinada por las fuerzas adhesivas de la gota de agua contra las producidas por la atracción de la gravedad.

El ángulo de contacto de un líquido con 0 grados sería la humectación perfecta respecto a la permeabilidad total y un ángulo de 180 grados significaría la nula mojabilidad.

La tensión superficial y el ángulo de contacto de agua sin tratar de mueve en torno a los 110 grados(73 dinas/ cm). Un surfactante de eficacia media lograría conseguir bajar a unos 58 grados(31dinas/ cm). Los mejores resultados se consiguen con productos que llegan a los 23 grados(22 dinas). Esto consigue que una gota de agua pase a convertirse en 25 gotitas de tamaño inferior.

Los sensores indicadores de la tensión de agua en el suelo, ayudan a decidir cuándo regar, ver si el riego realizado es óptimo y si es eficiente. La correcta tensión superficial se obtendrá dependiendo del tipo de agua, arenas y materias orgánicas.

Índice de repelencia, IR(tillman et 1989). Este se define como $IR = 1.95 \times (Se/Sw)$, siendo Se y S w(LT) las sostenibilidades obtenidas al emplear etanol y agua como líquidos infiltrantes respectivamente. El suelo es repelente al agua si IR es mayor de 1.95

Se ha demostrado que existe una relación muy importante entre la especie vegetal dominante y la hidrofobia. Siendo el Agrostis, sembrados mayoritariamente en los greens de España, los que más denotan estos síntomas.

Los productos registrados como humectantes o surfactantes para césped han sido diseñados para reducir la tensión superficial del agua de riego aplicada al Green. Cada gota de agua pasa a ser dividida a tamaño inferior, pudiendo penetrar en un poro de un diámetro en el que no penetraba inicialmente.



Dryspot mort: La foto muestra las etapas de una zona con déficit de humedad de un Green sin humectante; Amaratamiento, amarillamiento, desecación, falta de densidad y muerte...

Hoy en día hay poca literatura científica respecto a humectantes específicos para céspedes. La mayoría de productos comerciales recomiendan usos, modos de empleo y dosis, pero hay muy poca información respecto a las materias activas utilizadas y su modo de acción científico. En la mayoría casos están registrados como mezcla de agentes humectantes, surfactantes y penetrantes. La mayoría de ellos tienen una patente de fabricación sin número CAS de identificación de su materia activa.

Habiendo esta poca documentación al respecto, nos encontramos con unos productos en el mercado, los cuales nos tenemos que creer que son químicamente mágicos y que se basan en mucha observación en campo. Me pregunto por los posibles efectos negativos de los agentes humectantes diluidos en el agua de riego y su degradación en el suelo o el respeto por el medio ambiente.

9.2.3. Importancia y necesidades de uso

La mayoría de los "Superintendents" del mundo están de acuerdo en que el uso de los "wetting agents" es de vital importancia. La "Golf Course Superintendents Association of America" ha reconocido que en el 98% de los campos de golf necesita usar humectantes para evitar zonas secas.

Ayudan a romper el agua haciéndola penetrar a través de la zona de enraizamiento.

Mejoran el agua de riego haciéndola más mojada y su distribución por todo el perfil del suelo se hace más homogéneo.

Los Green de *Agrostis* son las superficies de "Putting" que más tienden a formar hidrofobia cuando se deshidratan. Existen varias explicaciones respecto a la dificultad de humectación de los Green habladas en el capítulo zonas secas, pero una teoría propia (respaldada con



Mal riego: en esta zona el riego no dispone de buena cobertura y el humectante no solucionaría el problema de sequía

experimentos y estudios realizados en campo-laboratorio), nos ha demostrado que los restos de las hojas del *Agrostis Stolonifera* son cerosas y que en el proceso de descomposición se unen formando una capa impermeable poco tiempo después de su desecación. El rocío matinal sobre las hojas del Green, evidencia la tensión superficial agua-hoja de variedades propensas a "dry spot" *Agrostis* y *Poa Anua*, comparando con variedades no hidrofóbicas como *Ryegrass* o *Festucas* de las calles. Durante la siega es imposible recoger el 100 % de restos de siega, por tanto una parte es adherida al perfil del suelo y con el tiempo se mezcla con la arena, estolones, raíces. Poco a poco el agua tiene más dificultad de penetración, hasta que un día, el suelo deja de filtrar agua. En esta fase hidrofóbica sigue existiendo un micro-poro entre las partículas y la única manera de que el agua penetre, es bajando su tensión superficial con un agente humectante.

Para saber la severidad de una hidrofobia

hay que medirlo con el método "drop penetration test". Este consiste en sacar una muestra de Green con un sacabocados de 1,5 o 2 cm de diámetro y dejarlo secar naturalmente de 1 a 2 semanas. Una gota de agua debe colocarse cerca de la zona del "thach". El tiempo de infiltración determinará el grado de repelencia:

- 🟢 Con infiltración de la gota de agua en menos de 5 segundos, no existe repelencia.
- 🟡 Si el agua se mantiene de 5 segundos a 1 minuto empiezan síntomas de hidrofobia.
- 🔴 De 1 a 10 minutos el sustrato es repelente al agua y pasando a ser grave con tiempos superiores a 10 minutos, donde el césped tiene una deficiencia hídrica constante en las raíces del green, que no pueden refrigerar la planta en las horas de sol.

Existen múltiples humectantes que ayudan a superar estos problemas con diferente modo de acción. Básicamente se pueden dividir en dos grupos de moléculas, infiltrantes y retenedores de humedad.



dry patch y graben: Cuando la hidrofobia es tan marcada, los trabajos de aireación no van a ser suficientes para su humectación

Los infiltrantes son capaces de rebajar la tensión superficial del agua facilitando el trabajo de adhesión para superar la cohesión del suelo.

Se ha observado que las aplicaciones foliares de algunos de los productos del mercado reducen la cantidad de rocío depositado sobre las hojas del Green durante varios días después del tratamiento. Su permanencia es directamente proporcional al lavado por riego o lluvia.

9.2.4. Método de actuación de las materias activas

Son muchos los productos registrados como humectantes o surfactantes para césped, la mayoría han sido diseñados para reducir la tensión superficial del agua de riego aplicada al green. Cada gota de agua pasa a ser dividida a tamaño inferior, pudiendo penetrar en un poro de un diámetro en el que no penetraba inicialmente. Los podemos encontrar con diversas

moléculas, normalmente no especificadas ni en la etiqueta del producto ni en la ficha de seguridad:

Surfactantes aniónicos:

Estos componentes no deberían ser utilizados en céspedes ya que están cargados negativamente y suelen tener efectos fitotóxicos en plantas e impacto en la estructura del suelo. Pueden ser localizados, diluidos en aguas regeneradas para riego.

Surfactantes Catiónicos:

cargados positivamente son fuertemente absorbidos por las partículas de suelo pudiendo volverlas repelentes al agua. Son biocidas y no deberían usarse para el césped, aunque los podemos

encontrar en aguas regeneradas para riego.

Surfactantes amfotéricos: Pueden estar cargados en iones positivos o negativos, pero no deberían usarse en agricultura.

Surfactantes no-iónicos: Son moléculas polares sin carga alguna. Tienen poca fitotoxicidad y son los más usados en aplicaciones a suelos. Estas sustancias funcionan como detergentes reduciendo la tensión superficial, permitiendo la penetración al suelo. Los químicos de los productos del mercado, son polímeros de cadenas largas variando en complejidad con final hidrófilo y hidrofóbico. El final hidrofóbico se pega a las partículas de suelo mientras que la hidrofílica se extiende por los poros dejando pasar el agua a través.

Surfactantes lubricantes: Estos son una nueva generación de humectantes para césped. Diseñados a partir de poli alcoholes, tienen poca vida en el suelo ya que son lavados fácilmente. Funcionan con efectos curativos inmediatos pero son necesarias repetidas aplicaciones para un funcionamiento estacional.

Tienen pocos problemas de fito-toxicidad y son biodegradables.

Humectante granular: Este, aunque de forma sólida, no deja de ser y funcionar como un humectante líquido. En su fabricación se usan tierras inertes como soporte con una impregnación de surfactante líquido.

Humectantes ecológicos: La Yuca como planta de materia prima se utiliza para producir humectante penetrante. Normalmente estos productos no deben contener ningún derivado de Nonil Fenol añadido. Mantienen una vida corta en el suelo y serán 100% biodegradables en el suelo.

Humectantes retenedores de humedad en el suelo: Son componentes que atraen y retienen la humedad. Las cremas hidratantes corporales, están basadas en este tipo de producto, los cuales atraen vapor de agua a la piel. Son moléculas largas y complejas, esto hace que no se laven fácilmente del suelo y se suelen concentrar en la superficie del suelo. El potencial de quemadura es bajo. Hay que valorar su uso general para evitar efectos no deseados en zonas típicamente blandas de los greens y potenciar su uso localizado en zonas de taludes o montículos normalmente secos.

Ácidos orgánicos con componentes solubilizadores: Estos productos disolverían las partículas hidrofóbicas que sellan los poros, aunque queda por demostrar con estudios independientes que realmente actúan como tal.

9.2.5. Otros productos infiltrantes de interés

POLIACRILAMIDA (PMA): Es un infiltrante estabilizador de suelos que promueve la formación de una superficies más permeables debido a la estructura de los flóculos y a la agregación de las partículas. Ha sido demostrado que el uso de PMA ayuda a fijar los contenidos de fósforo, nitrógeno, demanda biológica y química de oxígeno, de los flujos de la erosión del perfil de suelo. Además no influyen en un impacto medio ambiental negativo a las dosis recomendadas.

CLORURO o ÓXIDO DE Calcio 25%+ 1%PMA: La sinergia entre los dos se convierte en un potente acondicionador de suelos. Su equivalencia en yeso seco (sulfato cálcico) sería de 10 litros Oxido Ca+1%PMA= 1000 Kg Sulfato de Ca

Suelta las arenas sin necesidad de aireación y de arriba abajo.

Mejora el drenaje de todo el perfil, los fertilizantes y el agua de riego son absorbidos en la arena en vez de perderse superficialmente. Maximiza su potencial, lava y desplaza sodio, libera sales, reduce incrustaciones superficiales.

Elimina encharcamientos y minimiza enfermedades radiculares

Mejora y profundiza el sistema radicular consiguiendo mejores Green.

Su compatibilidad en mezclas de aplicación es muy mala con productos que contengan sulfatos o fosfatos.

SULFATO DE CALCIO (yeso): Es un fertilizante rico en calcio y azufre que mejora la infiltración de suelos salinos. El calcio actúa desbloqueando el suelo dejando libre el paso del agua a capas profundas. Preparado a partir de piedra natural de aljez(sulfato de calcio bi-hidrato $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). Valores altos en el suelo actúan como un aislante térmico en la temperatura del Green y reducen la conductividad total, ya que es un mal conductor de la electricidad.

ACIDO POLIMALÉICO: humectante acondicionador de suelos. Su textura aceitosa evita la formación de rocío en los Green los días posteriores a su aplicación.

La polimerización aniónica del ácido Maleico produce un polímero (ácido Polimaléico) con una estructura química muy compleja que consiste en compuestos alifáticos, olefínicos y aromáticos, siendo soluble en agua y rico en grupos carboxílicos. Estas cadenas rompen sus enlaces para formar sales de sodio(maleatos de sodio) que mediante el agua de riego son lavados de la zona radicular.

Mejora la estabilidad de los agregados aumentando su tamaño debido a un aumento

de la floculación de las partículas de suelo, con lo que mejora la estabilidad estructural.

Este ácido también solubiliza en calcio, magnesio y sodio. El calcio y el magnesio reemplazan al sodio en las micelas y este puede ser arrastrado por los riegos en profundidad, reduciendo los problemas de salinidad.

TURBA DE COCO: Materia orgánica humectante natural. Este compuesto con origen en la cascara triturada del fruto del coco de palmera. Se compone de un material de millones de micro-esporas capilares, que absorben y retienen 8 veces su propio peso en agua. Un Ph de 5,7-6,5 y un inusual alto poder de intercambio catiónico. Tienen un gran poder de humectación, reteniendo los nutrientes largos períodos sin necesidad de riegos adicionales.

Su incorporación de hasta un 3% en el recebo de los pinchados de mantenimiento, aumentan la conductividad hidráulica hasta un 50% sin perjudicar el drenaje. Cualquier sustrato con un % de fibra de coco será mucho más manejable en los meses calurosos y su re-humectación más sencilla y con menos necesidad de frecuencia de riegos.

TURBA RUBIA: Esta materia orgánica humectante proviene de la carbonificación centenaria de vegetación y musgos en pantanos y humedales.

Es utilizada y recomendada por la USGA para la construcción de Green de golf, para retener agua y nutrientes así como para aumentar la capacidad de intercambio catiónico de la zona de enraizamiento, así como para bajar la permeabilidad de arenas con un índice de percolación demasiado elevado como el sílice.

Sus propiedades humectantes en estado fresco llegan a retener hasta un 98% de humedad.

Las arenas con porcentajes elevados de turba pueden formar hidrofobia. Las partículas orgánicas se unen y por el efecto de la descomposición de la parte orgánica es muy difícil recuperar su humectación una vez se ha secado.

El uso de turba rubia para mejorar humectación puede ayudar a corto plazo, pero con el

tiempo, se pierde aireación en la zona radicular formando zonas blandas, (black layer) y zonas que repelen el agua(dry spot).

9.2.6. Métodos de aplicación

Los productos registrados como humectantes o surfactantes para césped han sido diseñados para reducir la tensión superficial del agua de riego aplicada al Green. Cada gota de agua pasa a ser dividida a tamaño inferior, pudiendo penetrar en un poro de un diámetro en el que no penetraba inicialmente.

La mayoría de humectantes son altamente solubles en agua, es por eso, que su lavado de la zona de aplicación también suele ser muy rápida con riegos elevados o lluvias intensas. Es por este motivo que es recomendado que los tratamientos preventivos sean lo más frecuente posible a la dosis proporcional recomendada.



| Aplicación: la foto muestra la aplicación de "gypsum" (sulfato de calcio)en polvo |



Gypsum green: aplicación de 2000kg/ha de Sulfato de Calcio en un Green para liberar sodio y mejorar la infiltración

Las aplicaciones al Green pueden ser incorporadas con:

Humectantes líquidos: Siempre leer detenidamente la ficha de seguridad del producto, compatibilidades y dosis. Los humectantes acuosos normalmente son mezclados en tanque con agua y se aplican vía foliar, siempre deben incorporarse al suelo con un riego posterior para que el producto actúe.

Hay determinados productos que no son fito-tóxicos si el riego no se realiza inmediatamente, aunque corren peligro que los rayos UVA degraden el producto y pierdan efectividad.

La mayoría de productos usados a dosis bajas actúan como coadyuvantes mejorando la acción de fungicidas, herbicidas y insecticidas al elevar la capacidad de absorción sobre el tejido de las hojas.

Los programas de aplicación preventivos deberían iniciarse en el periodo de riego anual, pudiendo ser semanalmente, bisemanal o mensual. Otros programas más intensivos se pueden conseguir con la inyección de humectante en el sistema de riego mediante el equipo de fertirrigación. Este método tiene una reducción importante en mano de obra de aplicación, pero hay pocas instalaciones que dispongan de un segundo sistema de riego solo para greens o que se puedan permitir presupuestariamente la aplicación del producto a todo el campo. De aplicarlos, los resultados serían riegos muy efectivos en todo el campo, consiguiendo superficies humedecidas, firmes y ahorros de agua en el consumo general.

Humectante granular: Este producto en forma sólida no deja de ser y funcionar como un humectante líquido. En su fabricación se usan tierras inertes como soporte con una impregnación de surfactante líquido. Se aplica al Green como un fertilizante granulado, con abonadora o manualmente. Se recomienda aplicarlo con el césped seco seguido de un riego abundante pero evitando escorrentías superficiales. Su precio por hectárea es muy superior a los líquidos y solo compensaría su uso en zonas puntuales del Green.

Humectantes en tabletas para riegos manuales: Las tabletas son fabricadas del mismo método que el humectante granular, siendo el tamaño final muy superior al del granular.

Las tabletas se colocan dentro de un difusor de agua al final de una manguera, con el que se riega el Green parcial o íntegramente.

El diámetro de venta de las pastillas o tabletas dependerá del volumen del dispensador suministrado. El producto se va diluyendo poco a poco en el interior del difusor, con el paso del agua a una presión recomendada de 4 a 6 bares.

La duración aproximada de una pastilla es de 10 minutos o 4 Green de superficie media de 500 m².



Hidrofobia inversa: Una avería en el sistema de riego, el agua no puede salir y levanta el césped hidrofóbico del Agrostis

9.2.7. Investigación y Desarrollo

Hoy en día hay poca literatura científica respecto a humectantes específicos para

La mayoría de productos comerciales recomiendan usos, modos de empleo y dosis, pero hay muy poca información respecto a las materias activas utilizadas y su modo de acción científico. En la mayoría de los casos están registrados como mezcla de agentes humectantes, surfactantes y penetrantes. La mayoría de ellos tienen una patente de fabricación sin número CAS de identificación de su materia activa.

Habiendo esta poca bibliografía al respecto, nos encontramos con unos productos en el mercado, los cuales nos tenemos que creer que son químicamente mágicos y que se basan en mucha observación en campo. Comparo y me pregunto qué pasaría si las

materias activas de los fungicidas nos fueran tapadas por una patente y solo se nos indicara fungicida general o específico para una cierta enfermedad.

Existe una **clasificación Universitaria hidrófila-lipófila** de los los agentes activos de muchos de los humectantes del mercado. GRIFFIN12 ideó una escala arbitraria de valores que sirviese como medida del balance hidrófilo-lipófilo ("hydrophilic-lipophilic balance: HLB") de los agentes superficialmente activos. Así, por medio de este sistema numérico de índices HLB. Es posible establecer un intervalo de la máxima eficacia para cada tipo o clase de agente tenso-activo, deduciéndose de esta escala que cuanto más alto es el HLB de un agente, mayor es su carácter hidrófilo (que atrae agua).

Estudio agentes humectantes de la GCSAA-USGA, setiembre 2005:

En agosto de 2005 se entrega la publicación de las conclusiones de la GCSAA-USGA wetting agent evaluation, con este importante estudio se intenta evaluar muchos de los humectantes disponibles del mercado en Estados Unidos:

Productos que consistentemente redujeron la repelencia al agua. El ranking de los productos se detalla en la tabla 1.

A mejor respuesta de los productos también dio mayor reducción en cuanto a calidad del césped después de la aplicación. En la mayoría de casos, los beneficios de la re-humectación compensan el potencial de toxicidad.

Los productos que funcionaron de manera más pobre reduciendo la hidrofobicidad están en el grupo de potencial mínimo de quemadura.

Tabla 1
Habilidad de los humectantes para reducir la repelencia del agua. Los valores presentados son el número de veces en que, el experimento el producto está en el máximo rango de funcionamiento, basado en análisis de variación.

Producto	Reducción de repelencia (Nº de veces en el grupo de mejor funcionamiento)
Aqueduct	12
Brilliance	13
Cascade Plus	12
HydroWet	10
LescoFlo	9
Naiad	0
Primer Select	11
Respond 2	2
Surfside 37	2
TriCure	11
Número total de ensayos	14

Se han realizado un total de 14 ensayos en 5 estados de los Estados Unidos (FL,CA ,GA,MI y WA), las medias de lecturas de hidrofobicidad para todas las profundidades de suelo fueron valoradas anualmente en 2003 y 2004 para un total de 14 pruebas.

Según USGA, ¿Cuál es el mejor “wetting agent”? En el estudio de humectantes hay claramente 6 productos que mejoran la humectación de los “dry spots: Aqueduct, Brilliance, Cascade Plus, HydroWet, Primer Select and TriCure. Estos son los que han demostrado una mejor respuesta en el total de localidades ensayadas. Una vez reducido el rango de mejores productos, se recomienda que en cada caso y campo, se valoren los resultados de campo esperados y el funcionamiento para finalmente elegir el mejor producto para el lugar.

Otro parámetro para evaluar los resultados de funcionamiento, es la seguridad de aplicación. Normalmente buscamos productos que resuelvan el problema sin causar daños en la calidad del césped, aunque hay que valorar que los buenos productos como; Brilliance, Cascade, HydroWet o Aqueduct, Primer Select, Tricure se les han observado algún potencial de riesgo de toxicidad. Otros productos como LescoFlo no tienen ningún impacto en la calidad del césped aunque su eficacia es moderada.

La USGA pone a disposición esta base de datos para que el superintendente tenga una ayuda usando este comparativo de los productos del mercado para poder elegir el humectante adecuado según sus balances y experiencias en campo.

9.2.8. Experiencias del greenkeeper

Pasados unos años después de la construcción de un Green de golf, suelen empezar problemas derivados de una mala utilización del sistema de riego. El riego se vuelve poco eficiente debido a que los Agrostis estolonífera y Poa annua, y los restos de sus hojas, forman películas hidrofóbicas que no dejan pasar el agua a través del drenaje. Aplicar más agua que la Evapotrans-

piración puede aliviar los síntomas de stress por sequía, pero las escorrentías superficiales afectan zonas bajas del Green generando capa negra "blak layer", perdiendo sistema radicular, aireación y drenaje y ganando en superficies blandas o inestables.

Es por este motivo que personalmente llamo a los "dry spots" el polo positivo del riego (necesitan más agua) y a los "Black layer" el polo negativo (no necesitan agua). Los sistemas de riego por aspersión instalados en los campos de golf no pueden seleccionar donde aplicar agua y donde no, con tanta definición. Solo se puede arbitrar regando manualmente con manguera y en horas diurnas. Estos trabajos tienen unas repercusiones económicas, por la mano de obra empleada y de calidad de servicio, por las molestias a jugadores en horas de actividad.

La mejora de la eficiencia de riego con el uso de humectantes o infiltrantes va a tener repercusiones importantes en la calidad global y su coste en los Green es justificable. En el presupuesto de mantenimiento, los humectantes para Green tienen que ser un capítulo imprescindible y de importancia similar a la fertilización.

Como experiencia propia, habiendo probado casi todos los humectantes del mercado, pienso que en general todos funcionan mejorando el agua de riego. Aunque hay que valorar siempre las recomendaciones de uso de cada producto, dosis, eficiencia, duración de los efectos y el precio por litro de los "Wetting Agents", para finalmente tomar una decisión de compra.

9.3

REGULADORES DE CRECIMIENTO

9.3.1. Introducción

Un Regulador de Crecimiento (en inglés *Plant Growth Regulators* (PGR)) es un componente orgánico, natural o sintético que, cuando está presente o se aplica al césped en pequeñas cantidades, influye en el crecimiento y desarrollo de éste. Dichos cambios implican un aumento en la densidad del césped, color, profundidad de raíces, aumento de las reservas de la planta, mejor potencial de recuperación, etc.

Los Reguladores de Crecimiento (RC) han estado disponibles en el manejo del césped desde hace varias décadas. De hecho, el uso de RC para el césped como herramienta de trabajo ha sido objeto de debate desde la década de los 60 hasta los 90. En un principio fueron desarrollados para reducir el crecimiento del césped en áreas de bajo mantenimiento, tales como cunetas de autopistas, aeropuertos y roughs de campos de golf. Su uso en césped de alta calidad estaba limitado principalmente por su fitotoxicidad, su impredecible respuesta del césped tras la aplicación y a la diferencia de su efecto según se aplicase a especies de clima frío o clima cálido.

El último decenio, sin embargo, trajo la aceptación de al menos un regulador - trinexapac-etil (TE) - como una práctica de manejo común entre los greenkeepers. En los últimos años, el uso de RC se ha convertido en una herramienta más dentro de la programación de labores que se realizan en el manejo de superficies de césped de alta calidad, tales como conversión de especies, supresión de inflorescencias o reducción de los restos de siega.

Investigaciones llevadas a cabo durante estos últimos años han revelado otros beneficios fisiológicos además de los citados con anterioridad. Dichos beneficios

Tabla 1

Reguladores del Crecimiento naturales

Hormona	Función
Ácido abscísico	Cierre estomático e inhibición de la geminación, del ácido giberélico y de las citoquininas.
Auxinas (IAA)	Estimula la dominancia apical elongación celular, crecimiento radicular e inhibe desarrollo yemas axilares
Citoquininas (CK)	En combinación con las auxinas estimula la división y elongación celular, senescencia floral, inhibe auxinas
Etileno (E)	Estimula el estrés, la abscisión foliar y el crecimiento radicular
Giberelinas (GA)	Elongación celular, respuesta al fotoperíodo, velocidad de germinación y tolerancia al frío
Poliaminas (P)	Aumento del crecimiento y retardo en la degradación de la clorofila

son: aumento en la síntesis de carbohidratos y clorofila, reducción de los requerimientos hídricos, reducción de infestaciones por *Poa annua* y mayor tolerancia al estrés.

A pesar de su extendida aplicación, los RC son una herramienta sofisticada de mantenimiento, siendo nuestra comprensión a cerca de sus efectos sobre el crecimiento del césped y sobre su fisiología bastante limitada, al igual que la influencia que tienen aspectos climáticos, edáficos, calidad del agua, etc...por lo que parece esencial que los greenkeepers tengan un entendimiento claro de las ventajas e inconvenientes de su uso, recomendando la realización de pruebas en áreas de menor influencia para el juego, con diferentes dosis e intervalos de aplicación, previo a su utilización en los campos.

Clasificación de las Hormonas de Crecimiento (HC)

Las HC a diferencia de los RC, son producidas por la propia planta. Existen 6 clases principales de hormonas promotoras del crecimiento (tabla 1.1). Las HC son translocadas dentro de la planta e influyen en el crecimiento y diferenciación de tejidos y organismos. Tienen un amplio rango de respuestas dependiendo del tipo de organismo y tejido en el que esté

actuando y son activas en muy bajas concentraciones, pudiendo ejercer el control de procesos en tejidos diferentes de donde fueron sintetizados.

Clasificación de los Reguladores de Crecimiento (RC)

La clasificación de los RC ha cambiado a lo largo del tiempo. Hasta hace no mucho tiempo se diferenciaban en dos tipos: I, II, según el modo de acción o de la forma en que inhibían el crecimiento y el desarrollo del césped. En la actualidad se clasifican en 5 clases, desde la A hasta la E (tabla 1.1).

● Clases A y B (anteriormente tipo II). Se encargan de reducir el crecimiento vertical de la planta por la inhibición de la biosíntesis de la giberelina, además de la reducción de la elongación celular. Los Reguladores de la clase A (trinexapac-etil) inhiben la producción de giberelinas al final de la vía biosintética, mientras que en los reguladores de la clase B (paclobutrazol y flurprimidol) ocurre antes. Asociado con esta diferencia, es la razón por la que los reguladores de la clase A solo son absorbidos por vía foliar, mientras que los de la clase B son absorbidos por la vía radicular.

● Clase C (anteriormente tipo I). Estos reguladores suprimen el crecimiento de la planta

Tabla 2

Reguladores del Crecimiento de síntesis

MATERIA ACTIVA	CLASE	ABSORCIÓN	CLASES DE CÉSPED						
			Poa annua	Agrostis stolonifera	Festuca arundinacea	Lolium perenne	Cynodon dactylon	Zoysia	Stenotaphurum secundatum
Etefón	E	Foliar		X	X	X			
Flurprimidol	B	Radicular		X		X	X	X	X
Ácido Giberélico	E	Foliar					X		
Ácido giberélico + Ácido indolbutírico	E	Foliar		X	X	X	X	X	X
Ácido Maléico	C	Foliar			X	X	X		
Mefluidine	C	Foliar	X		X	X	X	X	X
Paclobutrazol	B	Radicular		X	X	X	X		X
Trinexapac-etil	A	Foliar	X	X	X	X	X	X	X

inhibiendo la división celular y la diferenciación de las regiones meristemáticas de la planta. También pueden ser bastante efectivos en la reducción del desarrollo y emergencia de inflorescencias. Los reguladores de la clase C (hidrácido maléico y mefluidine) son absorbidos por vía foliar y sus efectos son inmediatos.

● Clase D. Es un grupo que se ha reconocido recientemente. En este grupo se incluyen algunos herbicidas, que usados a bajas dosis, tienen un efecto regulador en el crecimiento de la planta. Los reguladores de la clase D (glifosato y etofumesato) son absorbidos por vía foliar.

● Clase E. En esta clase se encuentran las fitohormonas, como ácido giberélico, ácido indolbutírico o el etefón. El ácido giberélico es en muchos casos usado como antídoto donde, por

la aplicación de los reguladores de la clase A y B, producen una clorosis de las hojas. El etefón actúa en la liberación de etileno, después de ser absorbido por la hoja. Las tres fitohormonas son absorbidas por vía foliar.

Como se puede ver en la tabla 1.2, los RC pueden ser absorbidos tanto por vía foliar como radicular. Los RC absorbidos por la raíz, como los de la clase B, requieren de riego o lluvia después de la aplicación para desplazar la materia activa hasta la zona radicular. En contraste, los absorbidos a través de la hoja, tienen que ser absorbidos por la hoja de la planta antes de que la lluvia o el riego caigan sobre ésta, ya que en tal caso disminuiría su efectividad debido al lavado de materia activa que se produce.

La aplicaciones de RC deben ser evitadas

en períodos de máximo estrés para la planta (pleno verano o invierno), o cuando están previstos trabajos culturales (como por ejemplo pinchados huecos, o verticut profundos), puesto que la capacidad de recuperación de la planta puede disminuir de forma considerable. En el caso de greens de Bermuda, el uso de RC debe empezar aplicarse después de la salida de latencia invernal y tras varias siegas para no retrasar la salida de la dormancia.

9.3.2. Aplicaciones prácticas

Reducción y control de *Poa annua* en greens de *Agrostis* y *Bermuda*

Si se persigue una transición gradual de *Poa* a *Agrostis*, los RC de la clase B han de ser los más adecuados para este fin. Su actividad sobre el césped resulta en un acortamiento de la distancia de los entrenudos de los tallos y una reducción de la elongación de las hojas y las raíces. Los RC de la clase C también pueden ser empleados para este fin. No obstante, debido a su modo de acción producen una pérdida de calidad del césped mayor que la provocada por los de la clase B.

A pesar de las diferencias químicas entre las diferentes clases, ambas actúan del mismo modo. Ambos controlan el crecimiento de la *Poa* de manera selectiva, creando una ventaja competitiva a favor de las especies perennes deseadas. Dentro de la primera o segunda semana después de la aplicación, la decoloración de la *Poa* comienza a ser evidente. Durante este periodo de regulación del crecimiento, la *Poa* sigue viva pero su crecimiento es muy reducido. Al mismo tiempo el *Agrostis* crece de manera más intensa, ganándole terreno a la *Poa*.

El paclobutrazol y el flurprimidol (Clase B) son las materias activas más adecuadas y más empleadas para este fin.

🟢 **Paclobutrazol.** Es absorbido por la raíz por lo que se ha de aplicar un riego dentro de las 24 horas posteriores a su aplicación. En greens de *Agrostis* se han de realizar aplicaciones en

otoño y primavera durante varios años para erradicar los biotipos perennes de *Poa annua*. Repetidas aplicaciones se han de realizar con 3 ó 4 semanas de separación. No es recomendable su uso si la población de *Poa annua* excede del 70%.

🟢 **Flurprimidol.** No es tan efectivo como el Paclobutrazol en la supresión de biotipos perennes de *Poa annua*.

Control de inflorescencias de *Poa annua*

La abundante producción de inflorescencias por parte de la *Poa annua* durante la primavera, sea quizás el mayor problema de esta especie invasiva, provocando un empeoramiento en la condición de la superficie de juego. No obstante, esta situación puede ser evitada mediante la aplicación de RC (trinexapac-etil, flurprimidol, mefluidide y etefón) durante la primavera antes de la emergencia de las inflorescencias. La aplicación durante este estadio de la planta mejorará las condiciones de juego durante unas seis semanas.

Dicha reducción o supresión de las inflorescencias se alcanza de dos modos diferentes en función de la materia activa empleada:

🟢 **Trinexapac-etil y flurprimidol.** Ambas materias activas reducen el crecimiento de la planta. Esta reducción en el crecimiento origina un crecimiento más compacto de la planta y una reducción de la longitud del tallo de las inflorescencias. Esto produce una reducción de la visibilidad de estas, dando una sensación de control. No obstante, la planta sigue produciendo inflorescencias y el periodo de producción de estas se alarga en comparación con un césped no tratado.

🟢 **Mefluidide.** Esta materia activa detiene el crecimiento. Por lo tanto, si se aplica en adecuadas concentraciones y en el momento idóneo, elimina la producción de inflorescencias. Sin embargo, esta parada del crecimiento puede originar problemas iniciales de fitotoxicidad que perduran entre 7 y 10 días después de la aplicación. Debido a esto, es aconsejable realizar pruebas previas a la aplicación en pequeñas zonas del vivero o del chipping green. El uso de quelatos de hierro junto con los tratamientos

con Mefluidide reduce la descoloración y la densidad de la planta. Después de este periodo el césped muestra un color verde más intenso debido al incremento en el contenido de clorofila de los tejidos.

Mejora de la tolerancia a la sombra

RC como paclobutrazol y trinexapac-etil reducen la elongación celular. Dicha elongación es uno de los principales problemas que se genera bajo condiciones de sombra. En condiciones de sombra, las hojas del césped son más finas y alargadas. Las plantas producen menos tallos además de un sistema radicular más limitado debido a que la falta de luz reduce la cantidad de carbohidratos para el crecimiento.

Estudios como los de Stier y Steinke, muestran que aplicaciones de TE en intervalos de 4 y 8 semanas en greens de *Agrostis*, mejoran la calidad del césped durante todo el año. Los beneficios de la aplicaciones cada 8 semanas decrecen a partir de la sexta semana, debido a que el período de actividad del TE está entre 4 y 8 semanas. Aplicaciones mensuales a menores dosis pueden dar resultados más consistentes. No se observaron efectos negativos del uso rutinario de TE incluso durante varios años seguidos. En cualquier caso es importante recordar que la última aplicación de TE debe ser con la suficiente antelación para que sus efectos no tengan actividad en el invierno, y de esta forma no interferir en la salida del letargo en primavera (*spring green up*).

Disminución del uso de agua

Los RC producen hojas más pequeñas con menos superficie para la transpiración. También mejoran el desarrollo del sistema radicular, teniendo por tanto acceso, a zonas húmedas más profundas y reduciendo las pérdidas de agua del suelo por percolación.

Cuando los niveles de ácido giberélico son reducidos, los niveles de otras hormonas, que actúan en el cierre de los estomas, aumentan. Reduciéndose el consumo hídrico.

Estudios recientes de la Universidad Rutgers (Bian, X., Merewitz, E., Huang, B. 2009) han demostrado que la aplicación de trinexapac-

etil en plantas de *Agrostis stolonifera* sometidas a estrés hídrico, en condiciones controladas, conlleva una disminución del consumo de agua (como demostró un mayor contenido de agua en el suelo), menores tasas de evapotranspiración y un mayor contenido relativo de agua en hoja. Los resultados sugieren que dichos efectos provocados por la aplicación de TE durante periodos de estrés hídrico están ligados a un menor uso de agua y al aumento en el ajuste osmótico debido a la acumulación de solutos inorgánicos y azúcares solubles. De acuerdo con el estudio, las plantas mostrarían los mismos mecanismos fisiológicos bajo condiciones de campo. No obstante, los investigadores advierten que la efectividad en la aplicación de TE puede variar de la cámara de cultivo a las condiciones de campo debido a variaciones en la temperatura y en la intensidad lumínica.

Disminución de la siega, de los restos de siega y del scalping

La aplicación de RC conlleva una disminución en la frecuencia de corte. Este hecho da lugar a una reducción en los costes de mano de obra y en el desgaste de la maquinaria. Del mismo modo los restos de siega se ven reducidos durante 4 semanas en un 50%. Esta reducción de la velocidad de crecimiento también reduce la tendencia al *scalping* en situaciones de falta de mano de obra o largos periodos de lluvias. De hecho en campos de golf es muy común la aplicación de TE en la cara de los bunkers para reducir el número de cortes y con el ello la mano de obra.

Estudios realizados por la Universidad de Michigan State (Baird, J. and Calhoun, R., 1997) evaluaron la efectividad de la aplicación de trinexapac-etil, sobre greens de *Agrostis*, en diferentes formulaciones (líquido y granular) y sobre el área foliar seca o húmeda. Dicha investigación arrojó una reducción del 50% de los restos de siega cuando la aplicación se realizó pulverizando el producto sobre el área foliar seca. Para la misma aplicación con el área foliar húmeda se observó una disminución de los restos de siega de un 15%. Aplicaciones

granulares de TE mostraron una reducción de restos de siega del 27%.

Por otra parte, los greens de Bermuda necesitan un mantenimiento muy intensivo si se desea conseguir una superficie de juego uniforme. Tareas como el doble corte, corte por debajo de 3,2 mm, frecuentes pases de rulo, verticut y recebos semanales, son prácticas habituales para conseguir este fin. Esta intensidad de trabajo hace que en algunos casos la calidad del césped pueda verse afectada. Por ello la incorporación de RC (trinexapac-etil), como una herramienta más dentro del mantenimiento, es una alternativa para mejorar la superficie de juego sin efectos secundarios para la salud de la planta.

Recientes estudios (McCullough et al., 2006) sugieren que son preferibles aplicaciones semanales o bisemanales con dosis más bajas, que aplicaciones cada tres semanas con dosis de aplicaciones más altas, ya que se consiguen los mismos resultados en cuanto a supresión de inflorescencia, incremento de velocidad de green y reducción de restos de siega, sin los efectos negativos de las aplicaciones trisemanales tales como pérdida de color y restricción del crecimiento radicular. Otras conclusiones que se han podido obtener, son que las aplicaciones de TE deben ser restringidas antes del pinchado, ya que debido al descenso en el crecimiento lateral, el tiempo de recuperación de green es mayor.

Mejora la rodada de la bola

La aplicación de los RC afecta a la rodada de la bola de una forma indirecta, Dr. Nikolai (Putting Green Speed, 2005) afirma que no existe ningún estudio que muestre la relación directa entre la utilización de RC y el aumento de la velocidad (Rogers et al, 1992) y (Yelverton, 1998), sin embargo al aumentar la calidad de la superficie de pateo la bola rueda más homogénea y por lo tanto la sensación es de un green con una mayor velocidad.

Respecto a la utilización de RC en campeonatos para conseguir mayor velocidad se puede afirmar que su utilización puede producir situaciones de riesgo en la preparación del

campo para la competición, ya que en caso de producirse alguna situación desfavorable para la salud de los greens, éstos no tendrán capacidad de recuperación por lo que se recomienda su utilización en aquellos greens que presenten un estado sano y una alta uniformidad.

Mejora del color y la densidad

La aplicación de los RC de la clase B conllevaba en la mayoría de las ocasiones una decoloración del césped. Sin embargo, con la aplicación de RC de la clase A y particularmente con la aplicación de TE, se ha observado una mejoría en el color. Dicha mejoría es debida al aumento en la concentración de clorofila en las hojas más pequeñas y compactas. Múltiples aplicaciones aumentan el número de brotes y la densidad. Mejorando esto los patrones de corte (*striping patterns*).

En el caso de Greens de Bermuda, según las investigaciones de Stier y Steinke 2003, los Greens que fueron tratados con TE a principios del otoño o con tres aplicaciones de verano, tuvieron una supervivencia de estolones entre el 19% y el 34% (por tanto mayor retención del color). En cambio, con relación a la retención del color en greens tratados con TE, a partir de noviembre, no se obtuvieron diferencias significativas con respecto a otros sin tratar.

Efectos fungicidas

A pesar de que los RC se llevan utilizando durante muchos años, aún no se tiene demasiada información acerca de cómo afectan al manejo de las enfermedades del césped. Estudios anteriores sugieren que los síntomas de las enfermedades son más severos en céspedes tratados con RC. No obstante, estudios recientes sobre nuevos RC han demostrado que estos no afectan al manejo de las enfermedades. De hecho, algunos poseen efectos fungistáticos. Este es el caso del paclobutrazol y el flurprimidol. El paclobutrazol es un triazole y por lo tanto está relacionado estructuralmente con algunos fungicidas muy usados. Sin embargo otros RC como el trinexapac-etil, no posee relación con ningún grupo de fungicidas y no posee actividad fungistática alguna.

Tabla 3

Principales materias activas empleadas en greens y su efecto en la planta

MATERIA ACTIVA	INFLUENCIA	
	Reducción de crecimiento foliar	Supresión inflorescencias
Mefluidide	Si	Si
Flurprimidol	Si	No
Paclobutrazol	Si	No
Trinexapac-etil	Si	Parcial

Durante la década de los 90 las Universidades de Illinois y Georgia llevaron a cabo diversos estudios para evaluar el efecto de los RC, de las clases A y B, sobre *Dollar spot* y *Brown patch* en Greens.

🟢 Dollar spot. El paclobutrazol actuó como fungistático y su efecto sobre la reducción del crecimiento de la planta no mostró interacción sobre el manejo de la enfermedad. Estudios posteriores del Dr. Burpee sugirieron que un pretratamiento con paclobutrazol podría mejorar el rendimiento de algunos fungicidas. El flurprimidol se comportó de la misma manera que el paclobutrazol en todos los ensayos. TE mostró una reducida actividad fungistática en laboratorio. Sin embargo, en campo redujo la gravedad de la enfermedad y mejoro el rendimiento de los fungicidas.

🟢 Brown patch. En el laboratorio se pudo evaluar que el Flurprimidol inhibió el crecimiento de *Rhizoctonia solani*, mientras que el TE se mostró como un débil fungistático. Sin embargo, en campo, el *Agrostis* tratado con TE mostró menos daño por Brown patch que el tratado con flurprimidol.

Lo realmente interesante de ambos estudios fue la demostración de que la gravedad de la enfermedad no empeora, ni se alarga la

duración de la infección a pesar del empleo de RC y de la actividad de estos en la reducción del crecimiento de la planta.

9.3.3. Conclusión

Tras lo expuesto con anterioridad, queda patente que los reguladores del crecimiento son una valiosa herramienta en el manejo de greens y poseen un elevado potencial de uso. No obstante, su gran desconocimiento y la falta de experiencia en su manejo limitan sobremanera su utilización. Por lo tanto, será necesario una mayor investigación y experimentación en campo, para conocer sus efectos en diferente climatología, tiempo de aplicación, fitotoxicidad, sinergias y antagonismos con otras materias activas, variabilidad de la dosis y frecuencia de uso en función de las diferentes especies y variedades.

BIBLIOGRAFÍA

9.1

◆ *Best Golf Course Management Practices.* L.B. McCarty. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, 2001, 672 p.

◆ *Turf Management For Golf Courses.* James B. Beard. 2ª ed. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press, 2002, 793 p.

◆ *Practical Golf Course Maintenance: The Magic of Greenkeeping.* Gordon Witteveen y Michael Bavier. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press, 1998, 262 p.

◆ *Creeping Bentgrass Management: Summer Stresses, Weeds and Selected Maladies.* Peter H. Dernoeden. Chelsea, Michigan: Ann Arbor Press, 2000, 133 p.

◆ Josh Landreth, Doug Karcher and Mike Richardson. 2007. *Cultivating to Manage Organic Matter in Sand-based Putting Greens.* USGA Turfgrass and Environmental (TGIF record number: 128563)

◆ Ross, J. 2006/2007. *The role of oxygen in the rootzone.* The Turf Line News. December/January. 197: p. 27.

◆ O'Brien, P., and C. Hartwiger. 2001. *Core aeration by numbers.* USGA Green Section Record. 39: p. 8-9.

9.2

◆ Larry J. Stowell, Ph.D., CPPP, CPAG Leif Dickinson, Del Mar Thoroughbred Club Stan Kostka, Aquatrols Corporation

◆ Coen J. Ritsema and Louis W. Dekker (1996) *Water repellency and it's role in forming preferred flow paths in soils.* Australian Journal of Soil Research 34: 475-487.

◆ Karnok, K. J. Research, Department of Crop Sciences, University of Georgia, Athens, GA. <http://www.cropsoil.uga.edu/~kjkarnok/research.html>

◆ Kostka, S. J.1, L.W. Dekker2, K. Oostindie2, C.J. Ritsema2, C.M. Miller1, and D.E. Karcher3 *Advances in understanding and managing water repellent soils.* Revised: July 30, 2003

◆ <http://www.aquatrols.com/ResearchInfo/TechnicalPapers/RepellentSoils.htm> Leeson, G. *Wetting Agents, Golf and Sports Turf Australia E-Newsletter.*

◆ <http://www.golfandsportsturf.com.au/article.asp?ArticleID=117>

◆ Wallis, M. G., D.R. Scotter, and D.S. Horne (1991), *An evaluation of the intrinsic Sorptivity Water Repellency Index on a range of New Zealand soils.* Australian Journal of Soil Research 29:353-362.

9.3

◆ Baird, James H.; Calhoun, Ronald. 1998. *Turfgrass physiology, herbicide, and PGR research update.* Proceedings of the 68th Annual Michigan Turfgrass Conference. 27: p. 41,43-44.

◆ Beard, James B. 2002. *Turf Management fot Golf Courses.* Chelsea, MI: Ann Arbor Press. xviii, 793 pp

◆ Bian, X., Merewitz, E., Huang, B. *Effects of Trinexapac-ethyl on Drought Responses in Creeping Bentgrass Associated with Water Use and Osmotic Adjustment.* J. Amer. Soc. Hort. Sci, 2009; 134: 505-510

BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Branham, B., Voigt, T. 1999. *Annual blue-grass seedhead control*.
- ◆ Butler, T. 2006. *Cultural practices and their effects upon turfgrass growth and stress tolerance*.
- ◆ Bywater, M. *Plant Growth Regulators Mode of Action. Australian Turfgrass Management Vol. 3.3. June- July 2001*.
- ◆ Fry, J. and Huang, B. 2004. *Applied Turfgrass science and physiology*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- ◆ McCullough, P. E., H. Liu, L. B. McCarty, and J. E. Toler. 2007. *Trinexapac-ethyl application regimens influence growth, quality, and performance of Bermudagrass and creeping Bentgrass putting greens*. *Crop Sci.* 47(5): p. 2138-2144.
- ◆ McCullough, P. E., H. Liu, and B. McCarty. 2006. *PGR programs for bermudagrass greens*. *Golf Course Mgmt.* 74 (7): p. 84-88.
- ◆ Stier, John; Steinke, Kurt. 2003. *Using nitrogen and plant growth regulators for maintaining cool-season turf in shade*. *Golf Course Management*. May 69 (5): p 58-63.
- ◆ Turgeon, A.T. *Turfgrass Management*, 7th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2005.
- ◆ Widell, L. 1987. *Understanding annual Bluegrass to Bentgrass Conversion with TGR's*.
- ◆ Wilkinson, H.T., McMeans, J.M., Fermanian, T.W. *PGR's affect turf-disease management*. *Grounds Maintenance*. Vol. 34, No. 1, January 1999, p. G1, G4, G6, G8.

