

Uso de nuevos insecticidas químicos para reducir el volumen de tratamientos y emisiones de pesticidas al medio ambiente

ALBRECHT M. KOPPENHÖFER
Professor and Extension Specialist
Dept. Entomology, Rutgers University,
New Brunswick, NJ 08901
Koppenhofer@aesop.rutgers.edu

***Nota del autor: El artículo hace referencia a insectos del césped típicos en el Noreste de EEUU y a insecticidas disponibles en EEUU.**

Las variedades de césped establecidas en Nueva Jersey son sin duda foco de infección del escarabajo blanco (“white grub”), por lo que la mayoría de los programas de control de plagas de insectos deberían darle preferencia a esta especie en particular a la hora de establecer las aplicaciones y elegir los productos. En muchos campos de golf, el “annual bluegrass weevil” (ABW) es también una plaga importante en fairways y otras zonas de corte bajo, en las cuales debe priorizarse su control. Este control del ABW ofrece una buena oportunidad para “matar dos pájaros de un tiro”, ya que suele causar problemas también en zonas de acción del escarabajo blanco y otras plagas de gusanos (como el “black cutworm” y el “sod webworm”).

PLAGA PRINCIPAL: “WHITE GRUB”; TRATAMIENTO: CONTROL CURATIVO

La mayoría de los productos nuevos son efectivos para el control del “white grub” sólo si se aplican a mediados de agosto, a excepción del clothianidin (Arena) que ofrece

la opción de un control curativo al menos hasta mediados de septiembre. Sin embargo, su acción puede no ser lo bastante rápida y efectiva para tratamientos de rescate posteriores a dicha fecha. Para aplicaciones en agosto o septiembre, el clothianidin en su dosis más alta del espectro (0.33 lbs ai/acre = 0.37 kg ai/ha) proporcionará un control sobre la mayoría de las especies de “white grubs” (el escarabajo asiático “Asiatic garden beetle” sería reprimido pero no erradicado), a la vez que también se reprimirían (por control limitado) cualquier población de “chinch bugs”, “sod webworms”, “black cutworms” y “billbugs”.

PLAGA PRINCIPAL: “WHITE GRUB”; TRATAMIENTO: CONTROL PREVENTIVO

El chlorantraniliprole (Acelepryn) aplicado en dosis de 0,1 lbs ai/acre (0.11 kg ai/ha) entre mediados de abril y finales de julio ofrece un control eficaz sobre todas las especies de “white grub”. Si la aplicación se realiza durante junio y julio, se controlará también durante el resto de la temporada las poblaciones de “sod webworm” y “black cutworm” y reprimirá cualquier población existente de “chinch bug”. Si se hace entre finales de abril y mediados de mayo, se controlará el “sod webworm” y el “black cutworm” durante 4-6 meses, al igual que las poblaciones de “billbug”, (para grandes poblaciones se necesitarán dosis más al-

tas- ver abajo). Si la aplicación se hace a finales de abril o principios de mayo, se reprimirá también al ABW (para un control más efectivo se necesitarán dosis más altas – ver abajo).

El clothianidin (Arena) aplicado a 0.2 lbs ai/acre (0.22 kg ai/ha) entre primeros de mayo y mediados de agosto proporciona un control efectivo sobre la mayoría de especies de “white grub” (0.33 lbs ai/acre = 0.37 kg ai/ha para el escarabajo asiático “Asiatic garden beetle”). Si la aplicación se hace en julio, se controlará también cualquier población presente de “sod webworm” y “chinch bug”. Si se aplica en junio, se controlarán también las poblaciones de “billbug” y “sod webworm” y reprimirá las poblaciones de “chinch bug”. Si se aplica en mayo, controlará también el “billbug”.

El thiamethoxam (Meridian) aplicado a 0.2 lbs ai/acre (0.22 kg ai/ha) entre principios de mayo y mediados de agosto ofrece un control eficaz de la mayoría de especies de “white grub” (excepto el escarabajo asiático “Asiatic garden beetle”).

Si la aplicación se hace en julio, también reprimirá cualquier población existente de “sod webworm” y “chinch bug”. Si se aplica en junio, controlará el “billbug” y reprimirá cualquier población de “sod webworm” y “chinch bug”. Si se aplica en mayo, se controlará también el “billbug”.

WHITE GRUB

La mayoría de los productos nuevos son efectivos para el control del “white grub” sólo si se aplican a mediados de agosto



Fig. 1. Larva de white grub de la especie *Popillia japonica* (fotografía de A. Koppenhöfer).

PLAGA PRINCIPAL:
“CHINCH BUG”.
TRATAMIENTO:
CONTROL CURATIVO

Resaltar que no se recomienda el tratamiento preventivo para el “chinch bug”. En los lugares donde el “chinch bug” sea un problema permanente deben programarse labores culturales como la resiembra/renovación con variedades cespitosas endófitas y/o la eliminación del thatch para conseguir una erradicación a largo plazo del problema.

El clothianidin (Arena) en aplicaciones curativas durante junio/julio a 0.2 lbs ai/acre (0.22 kg ai/ha) controla el “chinch bug” además de las poblaciones presentes de “white grub” y “sod webworm”. Si la aplicación se hace en junio también controlará el “white grub”, “billbug”, y cualquier presencia de “sod webworm”. Se debe considerar que la acción residual del clothianidin contra el “sod webworm” y el “chinch bug” dura aproximadamente 20 días.

PLAGA PRINCIPAL:
“BILLBUG”. **TRATAMIENTO:**
CONTROL PREVENTIVO

Debe considerarse que el control preventivo del “billbug” es problemático debido a la difícil detección de las larvas antes de la aparición

de lesiones. Además, ninguno de los nuevos compuestos es efectivo en dicho momento. En los lugares en los que el “billbug” es un problema permanente, en lugar de aplicar un tratamiento preventivo como los que se indican más abajo, se recomienda considerar la resiembra/renovación con variedades endófitas para una represión a largo plazo del problema.

El clothianidin (Arena) aplicado a una dosis de 0.2 lbs ai/acre (0.22 kg ai/ha) en mayo/junio controla el “billbug” y también el “white grub”. Si la aplicación se hace en junio también se controlará cualquier población presente de “sod webworm” y “chinch bug”.

El thiamethoxam (Meridian) aplicado a 0.2 lbs ai/acre (0.22 kg ai/ha) en mayo/junio controla el “billbug” y también el “white grub”.

El chlorantraniliprole (Acelepryn) aplicado a una dosis de entre 0.1 y 0.26 lbs ai/acre (0.11-0.29 kg

CHINCH BUG
Se debe considerar que la acción residual del clothianidin contra el “sod webworm” y el “chinch bug” dura aproximadamente 20 días

ai/ha) a finales de abril-principios de mayo controla el “billbug”, el “sod webworm” durante 3 a 6 meses y el “white grub”.

PLAGA PRINCIPAL:
ANNUAL BLUEGRASS WEEVIL (ABW). **TRATAMIENTO:**
CONTROL CURATIVO

Puede conseguirse un control curativo efectivo de las larvas de ABW mediante aplicaciones curativas (en primavera entre la floración completa y la floración tardía del *Rhododendron* híbrido - *Rhododendron catawbiense*) de dos de los nuevos compuestos: indoxacarb (Provaunt) a 0.23 lbs ai/acre (0.25 kg ai/ha) o spinosad (Conserve) a 0.4 lbs ai/acre (0.44 kg ai/ha). Debido a la breve acción residual de estos compuestos, cualquier represión adicional estaría limitada a las plagas de “sod webworm” o “black cutworm” presentes en dicho momento.

PLAGA PRINCIPAL:
ANNUAL BLUEGRASS WEEVIL (ABW). **TRATAMIENTO:**
CONTROL PREVENTIVO

Sólo uno de los nuevos compuestos, el chlorantraniliprole, puede ofrecer un control preventivo eficaz sobre el ABW. Los neonicotinoides (imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam) sólo consiguen una reducción de la población del 50%, lo que prevendría el grado de infección en situaciones con densidades relativamente bajas de ABW.

El chlorantraniliprole (Acelepryn) aplicado a dosis de entre

En los lugares en los que el “billbug” es un problema permanente se recomienda considerar la resiembra/renovación con variedades endófitas para una represión a largo plazo del problema



Fig. 2. Gorgojo adulto (hunting billbug)
(Foto de Clyde Sorensen).



Fig. 3. Larva de Black cutworm, Agrostis Ipsilon (fotografía de Eugene Fuzzy).

0.157-0.313 lbs ai/acre (0.176-0.35 kg ai/ha) a finales de abril-principios de mayo ofrece un control eficaz de las larvas de ABW que se desarrollan dentro de la planta. Sin embargo, cuando la puesta de huevos se desarrolla durante un amplio periodo de tiempo y existen grandes poblaciones de ABW, el chlorantraniliprole no persiste el tiempo necesario dentro de la planta en concentraciones lo suficientemente altas para un adecuado control del ABW. Los estudios más recientes sugieren que realizar distintas aplicaciones fraccionadas de chlorantraniliprole cada dos semanas puede mejorar el control de ABW en estas situaciones. Esta aplicación contralará también el “white grub”, el “sod webworm” y el black cutworm” durante 4-6 semanas.

PLAGA PRINCIPAL: “BLACK CUTWORM” – “SOD WEBWORM”. TRATAMIENTO: CONTROL CURATIVO

El indoxacarb (Provaunt) aplicado a dosis de entre 0.04-0.08 lbs ai/acre (0.044-0.089 kg ai/ha) controla el “black cutworm” y el “sod webworm” pero tiene sólo una breve acción residual y no controlará otras importantes plagas de insectos del césped a estas dosis tan bajas.

Estudios recientes sugieren que realizar distintas aplicaciones fraccionadas de chlorantraniliprole cada dos semanas puede mejorar el control de ABW en estas situaciones

El spinosad (Converse) controla el “sod webworm” (0.075 lbs ai/acre – 0.084 kg ai/ha), el “black cutworm” pequeño (0.275 lbs ai/acre – 0.308 kg ai/ha), y el “black cutworm” grande (0.4lbs ai/acre – 0.44 kg ai/ha). Debido a su breve acción residual, tan sólo las dosis altas aportan un beneficio adicional al controlar cualquier adulto o larva grande (en el suelo) de ABW.

El chlorantraniliprole (Acelepryn) controla el “black cutworm” y “sod webworm” a dosis de entre 0.026-0.052 lbs ai/acre (0.029-0.058 kg ai/ha) con una acción residual de 1 a 4 meses. A la dosis más alta de este rango también reprimirá al “white grub”.

PLAGA PRINCIPAL: “BLACK CUTWORM” – “SOD WEBWORM”. TRATAMIENTO: CONTROL PREVENTIVO

El chlorantraniliprole (Acelepryn) posee suficiente acción residual,

especialmente si se aplica en dosis altas, para garantizar el control del gusano durante varios meses. La acción residual será de entre 1-2 meses si se aplica a 0.025 lbs ai/acre (0.028 kg ai/ha), 2-4 meses si es entre 0.052 lbs ai/acre (0.058 kg ai/ha), 4-6 meses si es a 0.104 lbs ai/acre (0.116 kg ai/ha), y de más de 6 meses si se aplica a una dosis de 0.208 lbs ai/acre (0.233 kg ai/ha). Debe seleccionarse la dosis según la época del año (cuanto más avanzada, menos se necesita para cubrir el resto de la temporada) y las diferentes plagas potenciales que deseen controlarse. Una aplicación de 0.104 lbs ai/acre (0.116 kg ai/ha) realizada antes del mes de agosto conseguirá controlar también el “white grub”. Si la aplicación se realiza a finales de abril-principios de mayo a una dosis de entre 0.157-0.208 lbs ai/acre (0.176-0.233 kg ai/ha), se controlará tanto el ABW, como el “billbug” y el “white grub”. ■

Gestión del thatch con lacasas fúngicas

SUDEEP S. SIDHU

Investigador asociado postdoctorado,

QINGGUO JACK HUANG (qhuang@uga.edu)

Profesor asociado

ROBERT N. CARROW Y PAUL L. RAYMER

Profesores del departamento de ciencias del suelo y de las plantas ubicado en el campus Griffin de la Universidad de Georgia.

Tras diversos estudios realizados en invernaderos, diferentes aplicaciones de lacasas fúngicas durante nueve meses redujeron considerablemente el thatch en variedades de *Agrostis* mantenidas en las mismas condiciones de altura que los greens.

Los altos niveles de acumulación de materia orgánica en forma de thatch o colchón es uno de los mayores problemas en la superficie de los greens modernos. El thatch es una capa de materia orgánica que contiene de manera estrechamente mezclada restos de materia vegetal viva y muerta que se acumula entre el perfil del suelo y la capa de césped. Está compuesta de estolones, rizomas, vainas foliares y hojas. La acumulación de thatch causa problemas como el descenso del movimiento de oxígeno a través del thatch o colchón, la disminución de la conductividad hidráulica en saturación y el aumento de la retención de agua (3,6). Estos problemas primarios pueden dar lugar a problemas secundarios como el marchitamiento por exceso de humedad, una superficie de juego blanda, la formación de capa negra y un daño extra e intracelular por congelación (4,8).

Los mayores problemas en el thatch o colchón son la excesiva



Las catas extraídas de capa orgánica, thatch y colchón de cada maceta se testaron para medir, entre otros indicadores, la conductividad hidráulica en saturación. Fotografía realizada por Rashmi Singh.

acumulación de materia orgánica con el tiempo y el cambio rápido que experimenta la estructura natural de la capa de materia orgánica localizada en los tejidos radiculares vivos de la planta en comparación con la materia orgánica desestructurada localizada en los tejidos radiculares muertos. Una alta densidad de raíces vivas cerca de la superficie del suelo puede afectar negativamente a las propiedades físicas del suelo. Sin embargo, un problema más grave es la rápida muerte radicular en verano, que produce una capa gelatinosa de materia orgánica muerta que se hincha en presencia de agua durante la descomposición y que conecta los macroporos del suelo (poros llenos de aire), provocando niveles bajos de oxígeno en dicha zona radicular.

La acumulación de materia orgánica ocurre cuando ésta se degrada más lentamente de la que se acumula. Se cree que la velocidad de degradación de la materia orgánica está relaciona-

da con el contenido de lignina en los residuos orgánicos. La lignina es una fuente abundante de carbono (C_2) sólo para la celulosa y actúa como una matriz física protectora que permite descomponer azúcares celulósicos y hemiacelulósicos no disponibles para la degradación microbiana. La lignina es extremadamente resistente a la degradación debido a que tiene una estructura compleja derivada de la unión oxidativa de monómeros de lignina que limita la degradación microbiana de la materia orgánica (7). Por esta razón, las especies de césped con alto contenido de lignina son resistentes a la descomposición (2).

Se ha estudiado el uso de la lacasa fúngica, una enzima lignolítica, para mejorar el grado de degradación de la materia orgánica en el thatch. Enzimas oxidativas como las lacasas, producidas por hongos blancos descomponedores, son reconocidas por su capacidad de atacar

THATCH

La acumulación de thatch causa problemas significativos en los greens de los campos de golf, incluyendo problemas como el descenso del movimiento de oxígeno, la disminución de la conductividad hidráulica en saturación y el incremento de la retención de agua.

Tabla 1. Efectos de la lacasa sobre el espesor de la capa orgánica y la materia orgánica

Treatment	Organic layer thickness		Organic matter (0-5)	
	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses
	milímetros		miligramos/gram	
OL (control)	48.4a B [‡]	69.3a A	33.7a B	49.5a A
0.206 L	47.4a B	68.2ab A	34.4a B	47.3a A
0.206 L +G	47.6a B	63.8bc A	34.3a B	49.4a A
2.06 L +G	47.7a B	58.5d A	35.0a B	41.9b A
20,6 L	44.2b	-	36.3a	-
20.6 L +G	45.1a	-	33.9a	-

Tabla 1. Espesor de la capa orgánica y del contenido de materia orgánica (entre 0 y 5 cm de profundidad) después de dos meses y después de nueve meses de diferentes tratamientos aplicados en *Agrostis*. Los valores de materia orgánica están basados en su peso seco. Esta tabla fue publicada previamente en la revista *HortScience* (10). † L, nivel de lacasa; G, la adición de guayacol, un mediador.

‡ Valores medios dentro de una columna seguidos por la misma letra minúscula no se consideran significativamente diferentes. Valores medios dentro de la fila de un parámetro seguidos de la misma letra mayúscula no se consideran significativamente diferentes.

Gráfico 1. Tratamientos enzimáticos

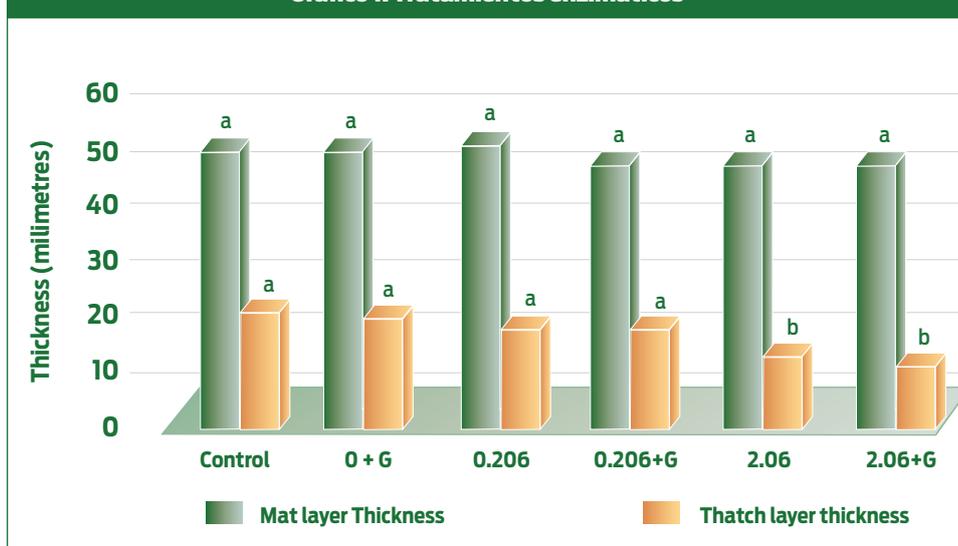


Gráfico 1. Espesor del thatch y del colchón después de nueve meses de tratamiento en *Agrostis* con tres concentraciones diferentes de lacasas (0 [Control], 0,206 y 2,06 unidades/cm²) con y sin el mediador, guayacol (G). Los valores mostrados son la media de cuatro repeticiones, y las barras de error son los errores estándar. Barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes. Este gráfico fue publicado previamente en la revista *HortScience* (10).

a los componentes aromáticos de la lignina y dar lugar a su degradación efectiva (1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Un estudio experimental en invernadero se estableció en el Campus Griffin de la Universidad de Georgia, con Crenshaw Creeping bentgrass (*Agrostis stolonifera*) suministrado por el East Lake Country Club, en Atlanta. El tepe, que era de aproximadamente 1,18 pulgadas (3 centímetros) de espesor y con presencia de thatch y colchón pero no

de suelo subyacente, fue cortado para ajustarse a las macetas y colocarse sobre una mezcla de suelo 85:15 de arena y materia orgánica. Todas las macetas se regaron a diario, se fertilizaron mensualmente con una solución de 1,7 fl.oz (50 ml) al 0,4% (w/v) de fertilizante Macron 28-7-14 soluble en agua, y se mantuvieron a una altura de corte de 0,24 pulgadas (0,6 cm). La refrigeración del invernadero con aire acondicionado se mantuvo a una temperatura de 77[±]4/64[±]4 °F (25[±]2/18[±]2 °C) día/noche.

El diseño experimental se basó en una disposición al azar de bloques completos con cinco repeticiones. El diseño del tratamiento fue de un 4x2 factorial con todas las combinaciones posibles de cuatro concentraciones distintas de lacasas y dos concentraciones de guayacol, un compuesto que potencia la actividad de la lacasa. Las cuatro concentraciones de lacasas fueron 0 (control), 0,206, 2,06 y 20,6 unidades/cm² y las dos concentraciones de guayacol fueron 0 (control) y una solución 0,1 Molar. Después de dos meses, las aplicaciones de 20,6 unidades/cm² se suspendieron. Los tratamientos con lacasas se aplicaron en una solución de 1,35 oz (40 ml) para cada uno de los distintos niveles de actividad, y a los tratamientos de control se aplicó una solución de 1,35 oz de agua destilada. El guayacol se aplicó en una solución de 0,34 oz (10 ml).

ENSAYO DE LA ACTIVIDAD DE LA LACASA

La enzima lacasa utilizada en el ensayo fue extraída del *Trametes versicolor*, un hongo blanco descomponedor (Sigma-Aldrich). La concentración de lacasas se cuantificó mediante un ensayo colorimétrico con un espectrofotómetro de UV/VIS. La cantidad de lacasas que provoca un cambio de absorbancia de 468 nanómetros a una tasa de 1,0 unidad/min en una so-

lución tampón fosfato-citrato de 3,4 ml a pH 3,8 con 1 milimolar de 2,6-dimetoxifenol, corresponde a una unidad de actividad (9).

MEDICIONES

Los parámetros utilizados para determinar la efectividad de los tratamientos fueron el contenido total de materia orgánica en una profundidad de 0-2 pulgadas (0-5 cm), la conductividad hidráulica en saturación, el espesor de la capa orgánica, la extracción libre de lignina soluble en ácido, la lignina insoluble en ácido y el contenido total de lignina después de dos meses de aplicación del tratamiento. El contenido total de lignina se obtuvo por adición de contenidos de lignina soluble e insoluble en ácido. Cuando las muestras fueron analizadas después de nueve meses de tratamiento, el espesor de

la capa orgánica se subdividió en espesor de la capa de thatch y espesor de la capa de colchón, mientras que el contenido total de materia orgánica se subdividió entre 0-1 pulgada (0-2,5 cm) de profundidad y 1-2 pulgadas (2,5-5 cm) de profundidad para reflejar con mayor precisión la eficacia de las lacasas en el grado de espesor del thatch y en la reducción de materia orgánica en la propia capa de thatch.

Contenido de materia orgánica

Dos catas de suelo (0,78 pulgadas [2,0 cm] de diámetro) se secaron en un horno a $212 \pm 9^\circ\text{F}$ ($100 \pm 5^\circ\text{C}$) durante 48 horas, se pesaron y se incineraron en un horno de mufla a $1.112 \pm 18^\circ\text{F}$ ($600 \pm 10^\circ\text{C}$) durante 24 horas y se pesaron de nuevo. El contenido total de materia orgánica fue la diferencia entre las dos

AYUDA
Las enzimas lacasas son conocidas por descomponer la lignina, lo que puede ayudar a descomponer el thatch/colchón, aumentando la conductividad hidráulica en saturación y mejorando la salud del green.

lecturas; el porcentaje total de materia orgánica se calculó.

Conductividad hidráulica en saturación

Catas completas de 2 pulgadas (5 cm) de diámetro y 3 pulgadas (7,6 cm) de profundidad se extrajeron en cilindros metálicos del centro de cada maceta usando un catador de suelos. La conductividad hidráulica en saturación de cada una de las muestras fue medida.

La capa orgánica y el espesor del thatch-colchón

Las plantas fueron extraídas de las macetas y se pudo distinguir claramente las distintas divisiones entre la capa de thatch, el colchón y la interfaz de suelo. La capa orgánica, el thatch y el colchón se midieron desde siete ángulos diferentes al-

Primo Maxx – un césped tan bueno que todos quieren jugar

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



rededor de la planta debido a la irregular distribución a lo largo del perfil de los límites que separaban la masa vegetal de la radicular y se calculó la media.

Contenido de lignina de extracción libre

Muestras de la capa de thatch se extrajeron con agua y etanol para retirar las impurezas solubles en agua y alcohol. El Procedimiento Analítico en Laboratorio desarrollado por el National Renewable Laboratory se realizó para determinar el contenido de lignina de extracción libre soluble e insoluble en ácido en el thatch mediante un procedimiento de hidrólisis de ácido sulfúrico en dos fases. Los residuos sólidos insolubles en ácido que quedaron después de la hidrólisis ácida se secaron en un horno a 212 ± 9 °F (100 ± 5

LASCASAS

La aplicación de lacasas activas una vez cada dos semanas durante nueve meses redujo la acumulación de materia orgánica y la formación de thatch en céspedes con un mantenimiento intensivo.

°C) durante 24 horas, se pesaron, se incineraron en un horno de mufla a 1.112 ± 18 °F (600 ± 10 °C) durante 24 horas, y se pesó de nuevo. La diferencia de peso se utilizó para calcular el contenido de lignina insoluble en ácido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Reducción de la capa orgánica y del thatch

Se observó una ligera reducción (8,7%) en el espesor total de la capa orgánica después de dos meses de tratamiento con un nivel de actividad de lacasas de 20,6 unidades/cm² (Tabla 1). Ningún otro nivel de actividad de lacasas tuvo un efecto significativo sobre el espesor de la capa orgánica. Sin embargo, después de nueve meses de aplicaciones de lacasas, el nivel de actividad de las lacasas a 2,06

unidades/cm² redujo considerablemente el espesor total de la capa orgánica en un 14,5% (con guayaacol) y en un 13,0% (sin guayaacol) en comparación con el tratamiento de control (Tabla 1).

Después de nueve meses de tratamiento, el nivel de actividad de la lacasa a 2,06 unidades/cm² redujo el espesor del thatch en un 45% (con guayaacol) y en un 35% (sin guayaacol) en comparación con el tratamiento de control (Figura 1). No se observó ninguna reducción significativa en el colchón en ninguno de los tratamientos (Figura 1). Igualmente no se observó ningún efecto significativo con el guayaacol o con la interacción entre la lacasa y el guayaacol en el espesor de la capa orgánica, el espesor del thatch y el espesor de colchón. **Sigue →**

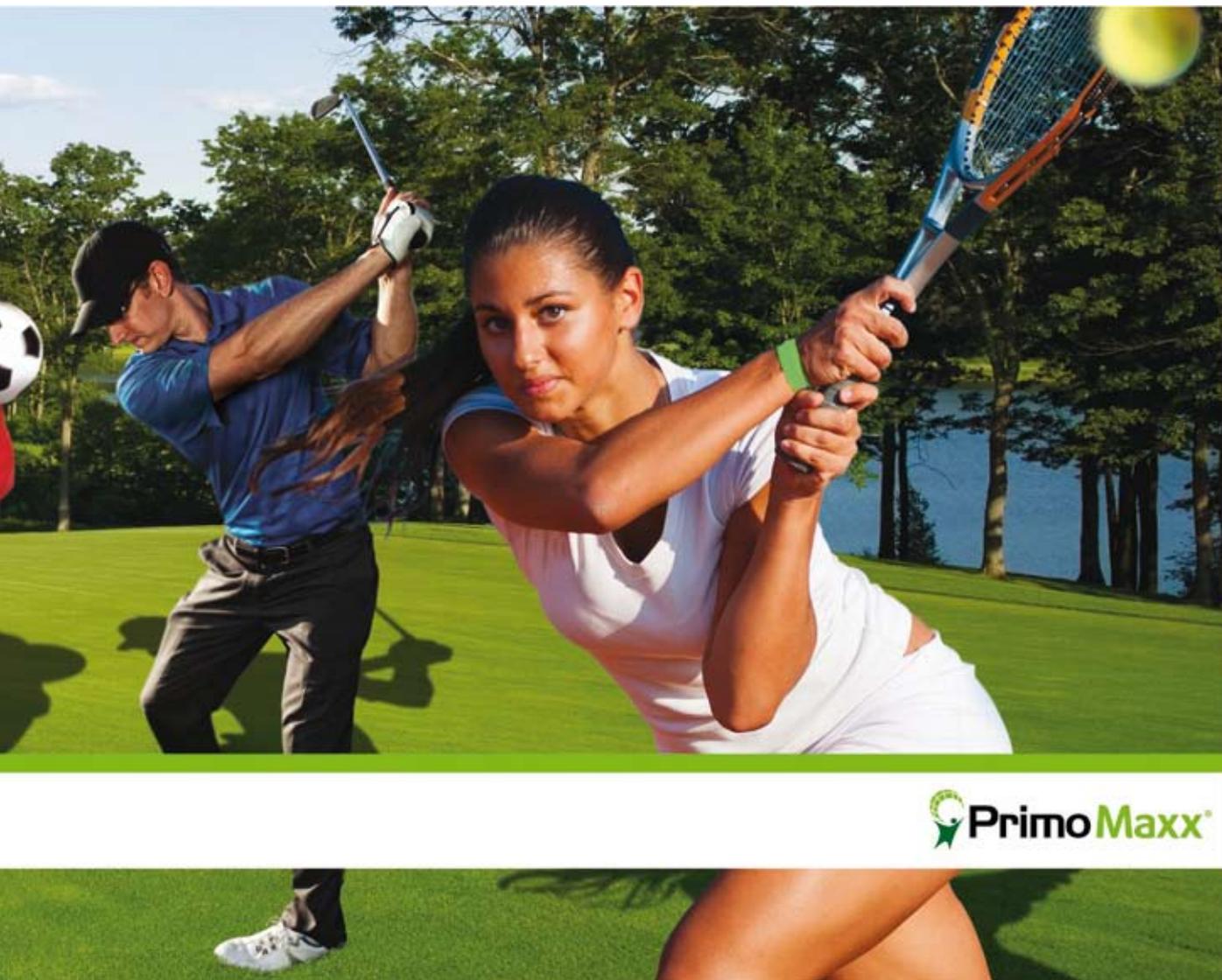


Tabla 2. Contenido de lignina tras los tratamientos

Treatment ⁺	Acid-soluble lignin		Acid-insoluble lignin		Total lignin	
	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses	2 meses	9 meses
	miligramos/gram					
OL (control)	43.7ab A ⁺	42.2b A	259.9a A	257.4b A	303.5ab A	299.7b A
0 L + G	43.8ab A	45.8a A	260.1a A	264.8a A	303.9a A	310.6a A
0.206 L	44.1a A	41.4b A	256.9a A	254.5bc A	301ab A	295.9b A
0.206 L +G	43.3abc A	41.4b A	255.4a A	253.9bc A	298.ab A	295.5b A
2.06 L	42.7bc A	37.1c B	254a A	243.4d B	296.7ab A	280.4d B
2.06 L +G	42.3c A	39.5bc B	253.9a A	249.6c A	296.2b A	289c B
20.6 L	38.5d	-	239.4b	-	277.9c	-
20.6 L + G	39.5d	-	241b	-	280.1c	-

Tabla 2. Lignina de extracción libre soluble e insoluble en ácido y contenido total de lignina después de dos y nueve meses de diferentes tratamientos aplicados en *Agrostis*. Los valores de lignina de extracción libre están basados en su peso seco. Esta tabla fue publicada previamente en la revista *HortScience* (10).

[†] L, nivel de lacasa; G, la adición de guayacol, un mediador.

[‡] Valores medios dentro de una columna seguidos por la misma letra minúscula no se consideran significativamente diferentes. Valores medios dentro de la fila de un parámetro seguidos de la misma letra mayúscula no se consideran significativamente diferentes.

Gráfico 2. Tratamientos enzimáticos

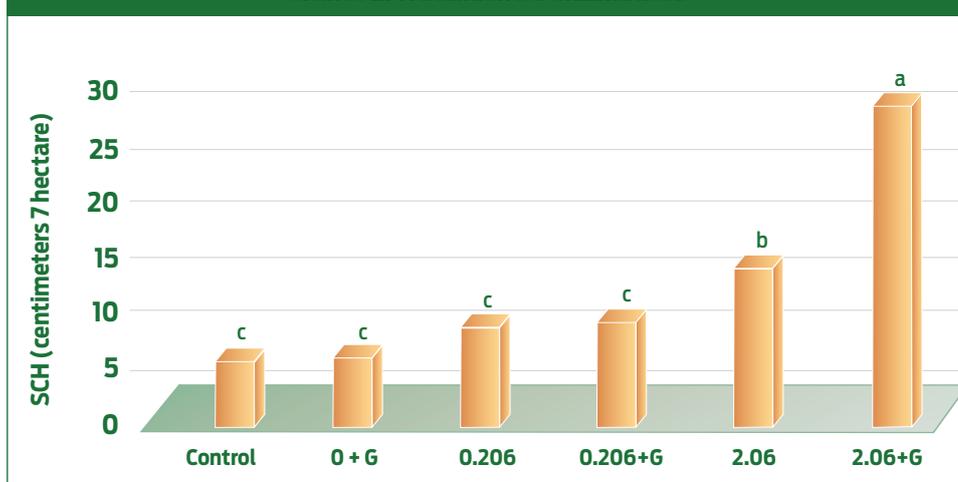


Gráfico 2. Conductividad hidráulica en saturación (SHC) después de nueve meses de tratamientos en *Agrostis* con tres concentraciones diferentes de lacasas (0 [control], 0,206 y 2,06 unidades/cm²) con y sin el mediador, guayacol (G). Los valores mostrados son la media de cuatro repeticiones, y las barras de error son los errores estándar. Las barras con la misma letra no son estadísticamente diferentes. Este gráfico fue publicado previamente en la revista *HortScience* (10).

Sigue →

Contenido total de materia orgánica

En todos los niveles de actividad de la lacasa, el contenido total de materia orgánica (entre 0-2-pulgadas de profundidad) no se redujo significativamente después de dos meses de aplicación de enzimas. Sin embargo, nueve meses de tratamiento con el nivel de actividad de lacasas en 2,06 unidades/cm² redujo considerablemente el contenido total de materia orgánica (entre 0-2

pulgadas de profundidad) en un 15,4% (con guayacol) y en un 15,8% (sin guayacol) en comparación con el tratamiento de control (Tabla 1). Nueve meses de aplicación del mismo tratamiento redujo significativamente el contenido total de materia orgánica a una profundidad inferior (entre 0-1 pulgadas) en un 27,4% (con guayacol) y en un 32,1% (sin guayacol) en comparación con el tratamiento de control (datos no mostrados) (10). Sin embargo, a una profundidad de entre 1-2 pulgadas,

ningún tratamiento con lacasas disminuyó significativamente el contenido total de carbono orgánico en comparación con el tratamiento de control.

Contenido de lignina

Después de dos meses de aplicación de lacasas a un nivel de actividad de 20,6 unidades/cm² sin guayacol, se observaron reducciones significativas en el contenido de lignina soluble en ácido (11,9%), de lignina insoluble en ácido (7,8%) y del contenido total de lignina (8,4%) (Tabla 2). Del mismo modo, tras nueve meses de aplicación de lacasas a un nivel de actividad de 2,06 unidades/cm² sin guayacol se observaron reducciones considerables del 12,2% del contenido de lignina soluble en ácido, del 5,4% para el contenido de lignina insoluble en ácido y del 6,4% para el contenido total de lignina (Tabla 2).

La degradación del thatch y de la capa de materia orgánica mejoró con la presencia de la enzima lacasa debido a la eliminación de la lignina de la capa de biomasa en el thatch, favoreciendo la degradación de la celulosa y la hemicelulosa disponible para la descomposición microbiana.

Conductividad hidráulica en saturación

Después de nueve meses de aplicación de lacasas con guayacol a razón de 2,06 unidades/cm², la conductividad hidráulica en saturación aumentó en un 322% en comparación con el tratamiento de control. El mismo tratamiento sin guayacol aumentó la conductividad hidráulica en saturación en un 94% sobre el tratamiento de control (Figura 2). Este incremento tiene su justificación en que la presencia de un alto contenido de materia orgánica en el thatch (espesor del thatch mayor de 1,3 cm) impide la infiltración del agua. La aplicación de lacasas durante nueve meses redujo el thatch por debajo de este umbral e incrementó de manera significativa la conductividad hidráulica en saturación.

RESUMEN

En este estudio, la aplicación de lacasas en superficies de *Agrostis* con un thatch/colchón existente bajo condiciones favorables en invernadero para el propio desarrollo del thatch/colchón ralentizó el nivel de acumulación de la capa orgánica y el total de materia orgánica producida después de un periodo de entre dos y nueve meses de tratamiento. Aunque en todos los tratamientos se observó una formación generalizada de thatch, la tasa de acumulación de materia orgánica y el espesor de la capa de thatch generado se redujo considerablemente en las diferentes maceas tratadas con la enzima lacasa.

CONCLUSIONES

La aplicación de lacasas una vez cada dos semanas resultó eficaz en la reducción de la acumulación de materia orgánica y en la formación de thatch en céspedes con un mantenimiento intensivo. La duración de las aplicaciones de lacasas tuvo un efecto significativo sobre la gestión del thatch/colchón, con gran-

ENZIMAS
El uso de enzimas lacasas puede suponer una nueva alternativa no disruptiva para reducir la acumulación de materia orgánica en los greenes.

des resultados después de nueve meses. Sin embargo, bajos niveles de actividad de las lacasas (0,206 unidades/cm²) fueron ineficaces en la reducción de la formación de thatch incluso después de nueve meses de tratamiento.

Estos resultados apuntan a una nueva vía para reducir la materia orgánica en el thatch o colchón y sus problemas asociados en los greenes de golf. Este enfoque puede conducir al desarrollo de un nuevo método no disruptivo para la gestión del thatch. Futuros estudios de investigación continúan desarrollándose en condiciones de campo para observar la eficiencia de las lacasas al igual que para optimizar el nivel de actividad de la lacasas y su frecuencia de aplicación. Los resultados de campo hasta la fecha han sido positivos y apoyan los resultados obtenidos en el invernadero.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a la Georgia Golf Environmental Foundation (GGEF) y al Environmental Institute for Golf por financiar este estudio.

EL ESTUDIO RESALTA:

► La acumulación de thatch causa problemas significativos en los greenes de los campos de golf, incluyendo problemas como el descenso del movimiento de oxígeno, la disminución de la conductividad hidráulica en saturación y el incremento de la retención de agua.

► La aplicación de lacasas activas una vez cada dos semanas redujo la acumulación de materia orgánica y la formación de thatch en céspedes con un mantenimiento intensivo, observándose buenos resultados después de nueve meses de tratamiento.

► El uso de enzimas lacasas podría llegar a ser un tratamiento no disruptivo para reducir la acumulación de materia orgánica en los greenes. ■

BIBLIOGRAFÍA

- **Baldrian, P. 2006.** Fungal laccases—occurrence and properties. *FEMS Microbiology Reviews* 30:215-242.
- **Beard, J.B. 1973.** *Turfgrass: Science and Culture*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- **Carrow, R.N. 2003.** Surface organic matter in bentgrass greens. *USGA Turfgrass Environmental Research Online* 2(17):1-10.
- **Carrow, R.N. 2004.** Surface organic matter in bentgrass greens. *Golf Course Management* 72(5):96-101.
- **Engel, R.E. 1954.** Thatch on turf and its control. *The Golf Course Reporter* 22 (5):12-14.
- **Hartwiger, C. 2004.** The importance of organic matter dynamics: How research uncovered the primary cause of secondary problems. *USGA Green Section Record* 42(3):9-11.
- **Ledeboer, F.B., and C.R. Skogley. 1967.** Investigations into the nature of thatch and methods for its decomposition. *Agronomy Journal* 59:320-323.
- **O'Brien, P., and C. Hartwiger. 2003.** Aeration and topdressing for the 21st century: Two old concepts are linked together to offer up-to-date recommendations. *USGA Green Section Record* 41(2):1-7.
- **Park, J.W., J. Dec, J.E. Kim and J.M. Bollag. 1999.** Effect of humic constituents on the transformation of chlorinated phenols and anilines in the presence of oxidoreductive enzymes or birnessite. *Environmental Science & Technology* 33:2028-2034.
- **Sidhu, S.S., Q. Huang, R.N. Carrow and P.L. Raymer. 2012.** Use of fungal laccases to facilitate biodethatching: a new approach. *HortScience* 47(10):1536-1542.

Efectos de los campos de golf **contra los incendios**

Los campos de golf se convierten en aliados contra los incendios, como refugio de la fauna autóctona y regeneradores del área afectada por las llamas

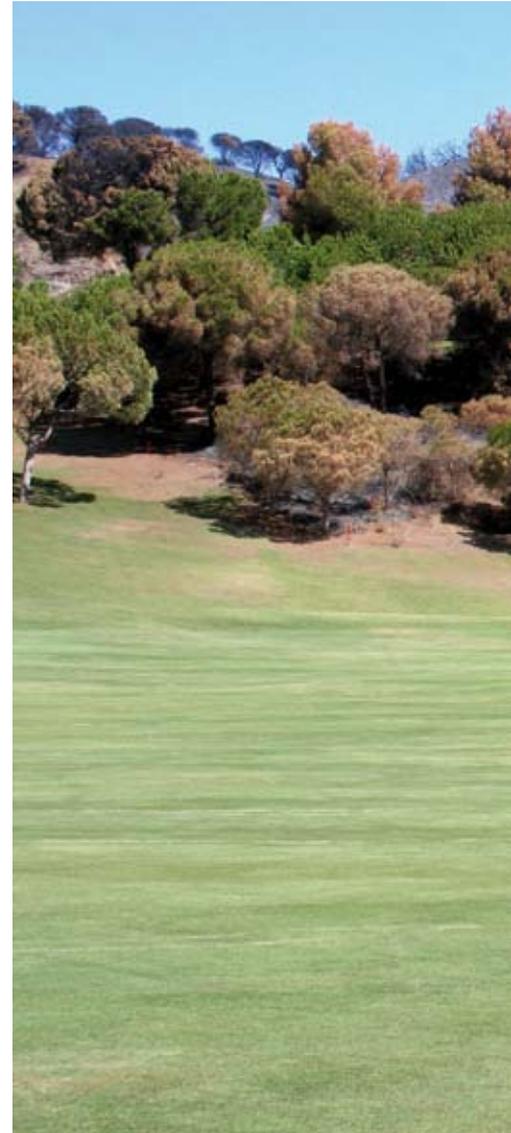
FRANCISCO NAVARRO COLLADO
Head Greenkeeper Golf Rio Real

Debido a la proliferación de incendios producidos en el año en curso (2.012), fundamentalmente en las áreas con climas más cálidos (Islas Canarias y área del Mediterráneo) las consecuencias más significativas que afectan a un campo de golf, tanto por la pérdida ecológica de especies vegetales, como por daños en las infraestructuras del mismo, representan en muchas ocasiones pérdidas difícilmente cuantificables, teniendo que sumar a ellas las derivadas de la explotación del campo de golf, que en ocasiones se ven gravemente dañadas, por el impacto estético que produce en los jugadores del entorno del campo de golf de las áreas calcinadas.

Como ejemplo de lo anteriormente descrito, tenemos el incendio producido en la costa del sol este verano, que ha afectado algunos campos de golf, y donde por la dimensión del mismo y su repercusión en el área afectada,

los daños producidos son muy importantes, pero que a la vez deja como una realidad incontestable, la aportación de los campos de golf hacia una regeneración medioambiental muy positiva, haciendo incluso la labor de cortafuegos y de refugio de animales, que de no existir el golf los mismos se verían seriamente amenazados, teniendo que añadir la importante labor de suministro de aguas a los medios terrestres y aerotransportados, que han prestado los lagos que componen el recorrido de los campos de golf para sofocar los incendios, siendo claves en el control de estos incendios el suministros de agua, que estos lagos proporcionan.

Por su dimensión total (más de 8.000 Ha. calcinadas), y el volumen de la multitud de especies vegetales destruidas por el fuego (miles de especies arbóreas y arbustivas de alto valor ecológico), y las repercusiones tan negativas para el área afectada, el campo de golf se encuentra como una isla verde en medio de tanta desolación, reforzando con este



ejemplo la importancia de contar con estas áreas verdes como potenciación del medioambiente, preservando los verdaderos valores ecológicos donde se ubican, y que por desgracia están tan mal vistos por políticos y otros personajes, que se definen como defensores de la naturaleza, pero que en el fondo al no permitir con leyes restrictivas la proliferación de estos desarrollos, y no potenciar las labores esenciales de limpieza y podas de nuestros bosques, se convierten en gran medida en responsables de estos desastres ecológicos.

Los dos aspectos de incidencias más significativos que estos

La labor de cortafuegos que realizan es, en muchas ocasiones, esencial para el control de los incendios



Especies arbóreas afectadas por el fuego, limítrofes con el campo.

incendios producen, en los campos de golf enclavados en climas cálidos, y rodeados de bosques tipo mediterráneo son:

ECOLÓGICO

El valor ecológico de los terrenos colindantes al campo de golf destruidos por el fuego en el caso del mencionado incendio es muy alto, estando considerada la vegetación destruida como la representación del bosque mediterráneo en su máxima expresión, con abundancia de especies de: Alcornosques (en algunos casos centenarios), Pino Real (piñonero), Pino Canariensis, Pino Carrasco, Acebuches, Cipreses, Madroños,

Por su capacidad de regeneración de las especies vegetales, los campos de golf se convierten en potenciales aliados de la recuperación ecológica

Jaras, Brezos, Lentiscos, Retamas, Romeros, Tomillos, Adelfas etc., siendo estas áreas muy susceptibles en la época estival, de sufrir este tipo de agresiones ocasionadas por los incendios, teniendo que unir a esto la destrucción de habitats de diversas especies animales, tanto de aves como mamíferos, donde el entorno

del campo de golf ofrecía por la densidad y diversidad de la vegetación, el lugar ideal para el desarrollo de esta fauna.

Todo este contorno arbolado representaba un aliciente para los jugadores, que se integraban en un verdadero bosque mediterráneo, donde las distintas reforestaciones realizadas (con costes



Vista panorámica de la magnitud del incendio, resaltando el campo de golf como única reserva ecológica

importantes a cargo del campo de golf) realizadas con variedades autóctonas, potenciaron significativamente el valor ecológico, tanto del propio campo como sus áreas limítrofes, y donde el placer de jugar al golf se hacía doblemente atractivo, haciendo las delicias de gran cantidad de

jugadores tanto nacionales como de otros países.

La destrucción de este bosque mediterráneo supone:

En primer lugar una pérdida medioambiental irreparable, ya que algunas especies de alcornoques eran centenarios, así como

gran variedad de pinos y acebuches de gran porte, con la desaparición de muchos animales como: Tejones, Conejos, Perdices, Zorros, Jabalíes, Cabra montés, Ciervos, Corzos, Reptiles etc., teniendo que añadir a esta pérdida de fauna y de unidades arbóreas y arbustivas, la degradación estética del área que un incendio de estas características produce, con el consiguiente rechazo de los visitantes a integrarse en un contorno de desolación, que el efecto estético de destrucción que nos rodea produce en los jugadores.

En segundo lugar la exposición del suelo colindante al campo de golf, a las erosiones provocadas por las lluvias, dada la orografía

Una buena gestión medioambiental después del incendio, ayuda al restablecimiento de las masas arbóreas y arbustivas, con la plantación de especies autóctonas y eliminación de las irrecuperables



La existencia de lagos y lagunas en los recorridos de los campos de golf, son una fuente de suministro de agua para los medios aerotransportados contra incendios



Detalle de llenado en el lago del campo, de un vehículo aerotransportado contra incendios

del terreno tan accidentado, lo que provocará en un futuro grandes arrastres de tierra con la consiguiente pérdida del manto de enraizamiento, esto provocará grandes depósitos de sedimentos en las vaguadas y playas por su proximidad de este área al mar, y atoros en los encauzamientos de arroyos por el arrastre de todo el material, fundamentalmente tierra vegetal, que se ve desprotegido por la falta de vegetación, que con su sistema radicular la fijaban al subsuelo.

EXPLOTACIÓN

La gestión y explotación del campo de golf se ve doblemente dificultada, tanto por la pérdida de los recursos medioambienta-

les anteriormente expuesta, así como por la dificultad añadida de la ya conocida y sufrida crisis actual de los campos de golf, complicando en exceso su gestión y explotación, haciéndose necesaria la posibilidad de recibir algún tipo de ayudas para:

- La regeneración de los áreas incendiadas como partes integrantes del campo de golf, con la plantación de las variedades autóctonas necesarias que faciliten la regeneración medioambiental de estas áreas afectadas.
- Gestión de las labores de limpieza, picado del mato-

AYUDAS

Es fundamental contar con ayudas desde las administraciones, para un restablecimiento de las áreas incendiadas.

rral, y reciclado de la madera quemada, para proceder a un programa de plantación equilibrado con las variedades existentes en el área, e impedir la propagación de plagas a los ejemplares reforestados.

- Soporte económico que posibilite establecer programas, para potenciar en los años sucesivos una reforestación, conservación y mantenimiento de las áreas limítrofes al campo de golf pertenecientes al mismo, con la finalidad de preservar la calidad, y que ha sido el soporte de las visitas de muchos miles de jugadores, con el consiguiente desa-



Detalle del campo de golf, como elemento de cortafuego

rollo turístico que esto ha supuesto durante muchos años para la costa del sol.

La coordinación y gestión de todas estas labores es esencial, ya que la época de plantaciones debe coincidir con la época de lluvias, por tratarse de clima mediterráneo de altas temperaturas veraniegas, en aras a conseguir unos trasplantes de árboles y arbusto con un alto índice de agarres, con suministro temporal de agua para ayudar al enraizamiento en la época carente de lluvias, así como la realización de caminos, que posibiliten la entrada de vehículos y permitan

el tránsito de los mismos, en apoyo de las labores necesarias para su reforestación, y posterior mantenimiento y supervisión.

La creación de cortafuegos y el facilitar las labores de limpieza de la vegetación seca, contribuirá a una gestión preventiva contra incendios adecuada, debiéndose potenciar con programas de reposición de marras anuales, para la sustitución de aquellas especies que no han podido soportar el trasplante.

La ilustración de las imágenes que representan el alcance del incendio, y sus repercusiones para el futuro del desarrollo turístico, debería hacernos reflexionar sobre

EXTINCIÓN

La labor de cortafuego realizada por el campo de golf, facilita las labores de extinción del incendio.

la idoneidad de cambiar muchas normativas, que se legislan desde distintos organismos contra los campos de golf, donde debería predominar la racionalidad a la hora de imponer estas leyes, debiendo ser la base de la fundamentación de todas estas leyes, un conocimiento de lo que suponen los campos de golf sostenibles en el tiempo, con el aprovechamiento de áreas marginales y de los recursos hidráulicos desaprovechados como las aguas residuales.

Si catástrofes ecológicas como éstas, sirven para concienciarnos del verdadero valor de los campos de golf como desarrollo turístico y medioambiental, coordinado con una buena gestión de los recursos disponibles, la inmensa labor realizada hasta el momento, la labor diaria de todas aquellas personas que se dedican a desarrollar y cuidar estas áreas verdes, labor que debería ser potenciada por todos los organismos competentes, el esfuerzo realizado hasta el momento no habrá sido en vano. ■

La existencia de caminos colindantes al perímetro del campo de golf, facilita las labores contra incendios, para los trabajos de desbroce y repoblaciones de especies destruidas por el fuego