



Crecimiento vegetal y fertilidad del suelo Tecnología al servicio del mantenimiento

Fotos: Comité Green Técnico

**“
Un aumento de la
biodiversidad de la
microflora del suelo ha de
producir un aumento en la
producción de los cultivos y
una mejora en las
propiedades del suelo**”

Effective microorganism (EM) es un inóculo de microorganismos desarrollado para promover el crecimiento vegetal y la fertilidad del suelo en agricultura. En este trabajo se estudió la influencia de la aplicación de EM y del pinchado macizo sobre la población de microorganismos y el contenido de materia orgánica de una calle de un campo de golf en Madrid (España). Los tratamientos fueron los siguientes: Control, EM, Pinchado y Pinchado + EM. No se encontraron diferencias significativas para la población de microorganismos del suelo para ninguno de los tratamientos y fechas ensayados. De igual manera, no se encontraron diferencias significativas para el contenido de materia orgánica del suelo.

Una tecnología depurada

La tecnología EM (Effective microorganism) fue desarrollada en los años 70 en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón. Al comienzo, dicha tecnología

estaba basada en una mezcla de multitud de microbios. Dicha mezcla fue refinada, *a posteriori*, hasta incluir solamente tres principales tipos de organismos que se pueden encontrar comúnmente en un ecosistema, siendo estos bacterias fotosintéticas, bacterias acidolácticas y levaduras.

Las bacterias fotosintéticas, a través de la luz del sol y del calor del suelo como fuentes de energía, sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, sustancias secretadas por las raíces y materia orgánica. Las bacterias acidolácticas producen ácido láctico mediante azúcares. Dicho ácido posee un elevado poder esterilizante, suprimiendo el desarrollo de microorganismos nocivos e incrementando la velocidad de descomposición de la materia orgánica (lignina y celulosa) presente en el suelo.

Las levaduras sintetizan sustancias bioactivas (hormonas y enzimas) que promueven la actividad celular y el des-

arrollo radicular de la planta. El principio de la actividad de EM está basado en que un aumento de la biodiversidad de la microflora del suelo ha de producir un aumento en la producción de los cultivos y una mejora en las propiedades del suelo.

Experimentos llevados a cabo en numerosos cultivos (Higa T. 1991) han mostrado que el efecto de los microorganismos difiere en gran medida dependiendo de las condiciones del suelo y del método de aplicación.

Son conocidos principios de la ecología del suelo que rechazan de forma clara la efectividad de EM: principalmente el efecto de EM en el suelo es difícil de alcanzar debido a que la cantidad de microorganismos aportados por la disolución de EM, en comparación con la cantidad de microorganismos presentes en el suelo (10^9), es insignificante y es difícil poder observar consecuencias (Córdor-Golec A. *et al.* 2007).

También hay que tener en cuenta la complejidad de las relaciones de competencia y simbiosis que existen entre los microorganismos presentes en el suelo y la estabilidad existente entre éstas. La alteración de estas relaciones mediante la aplicación de cualquier elemento externo terminaría rápidamente con el restablecimiento del equilibrio inicial existente en el suelo. La ecología del suelo no es fácil de cambiar.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución, tras la aplicación de EM y pinchados macizos, de la

población de microorganismos y del contenido de materia orgánica en una calle, de naturaleza silícea, de un campo de golf con un nivel de mantenimiento medio-alto.

Material y métodos

El ensayo se realizó en el Centro Nacional de Golf de la Real Federación Española de Golf ubicada en Madrid. Se empleó el producto EM agro (Effective microorganism), pinchados macizos y combinación de ambos sobre una calle de ryegrass (*Lolium perenne*), construida sobre un perfil de 20 cm de arena 100% silícea.

El producto se aplicó de manera foliar mediante una pulverización con mochila a una dosis de 22 l/Ha, seguida de un riego de 5 minutos para introducir el producto en el perfil de suelo. El pinchado se realizó, al mismo tiempo que la aplicación de EM, mediante una pinchadora de arrastre por tractor con pinchos macizos de 19 mm. Las aplicaciones y pinchados se realizaron dentro de los 3 primeros días de cada mes en el periodo comprendido de Febrero a Agosto de 2010 (6 fechas ensayadas).

Los tratamientos fueron: control, EM, pinchado, pinchado + EM. Durante el ensayo se continuó con el calendario habitual de mantenimiento del campo: labores culturales, fertilización y tratamientos fitosanitarios (tabla 2).

La toma de muestras se realizó los 3 últimos días de cada mes. Se llevo a cabo extrayendo cilindros de suelo, de 10 cm de profundidad, con un cup cutter, tomando

dos submuestras de cada repetición y mezclándolas *a posteriori* para ser enviadas al laboratorio, donde se determinaron los siguientes parámetros:

En los tres primeros cm del perfil: (i) bacterias acidolácticas; (ii) levaduras. En los 10 primeros cm del perfil: (j) materia orgánica total; (jj) carbono orgánico total; (jjj) relación C/N; (jjjj) nitrógeno orgánico y amoniacal.

Con anterioridad al primer tratamiento se realizó una toma de muestras y análisis de las parcelas experimentales, donde se determinaron los mismos parámetros expuestos con anterioridad con la finalidad de tener unos valores iniciales de referencia y asegurar la homogeneidad de las parcelas experimentales.

El diseño experimental fue un RCBD (Randomized Complete Block Design). Como parcela elemental se consideró un área de la calle de dimensiones 2,50 m x 3 m, disponiendo de 4 repeticiones al azar por tratamiento dispuestas en 4 calles diferentes del campo de golf. Los datos se analizaron con el análisis de varianza, utilizando el test de Duncan ($P < 0,05$) para la separación de medias.

Análisis microbiológico

La población de bacterias acidolácticas no mostró diferencias significativas en ninguna de las fechas en que se realizaron los muestreos (tabla 1). Se puede observar una gran variabilidad en los datos, tanto en las diferentes fechas como en los diferentes tratamientos.



La aplicación de EM, en un campo de golf con un nivel de mantenimiento medio-alto y con un sustrato de naturaleza silíceo, no mostró ningún efecto sobre el suelo



La población de levaduras se comportó de igual manera que la de bacterias acidolácticas (tabla 1), no mostrando diferencias significativas para las fechas y tratamientos ensayados, si bien se puede observar una cierta estabilización de las poblaciones en las fechas 5 y 6.

Análisis químico

Los valores de materia orgánica total permanecieron en niveles bajos o muy bajos durante el transcurso del ensayo (fig. 1). Sólo se observaron diferencias significativas en la fecha 3, mostrando los tratamientos EM (0,75 %) y pinchado + EM (0,63%) valores más altos. No obstante, estos valores siempre estuvieron entorno a niveles bajos o muy bajos. Para la última fecha ensayada (fecha 6) se observó un aumento del porcentaje de materia orgánica total en todos los tratamientos.

El contenido en carbono orgánico total se comportó de igual manera que el contenido en materia orgánica total, permaneciendo durante todo el ensayo dentro de niveles muy bajos para todos los tratamientos (fig. 2).

Los valores medios de nitrógeno orgánico y amoniacal se muestran en la figura 3. Solo se observaron diferencias significativas para la fecha 3, posiblemente debido al mayor porcentaje de materia orgánica total para la misma fecha. Para el resto de fechas no se observaron diferencias significativas, permaneciendo los valores entorno a niveles bajos para todos los tratamientos.

La relación C/N se mantuvo constante durante todo el ensayo y no se observaron diferencias significativas en ningún tratamiento ni fechas ensayadas (fig. 4). Durante todo el periodo que comprendió el ensayo los valores se mantuvieron en niveles bajos.

Conclusiones

La aplicación de EM no mostró ningún efecto sobre la población de bacterias acidolácticas y levaduras del suelo. De igual manera no se observó ningún efecto sobre la cantidad de materia orgánica del suelo. Los bajos niveles de materia orgánica de partida (próximos al 1 %) parecen, *a priori*, el principal hándicap para la no proliferación de los microorganismos en el suelo.

Más aún teniendo en cuenta que en la mayoría de los ensayos anteriores la aplicación de EM se vio acompañada por la adición de materia orgánica al suelo (Iwaishi, S. 2000; Tokeshi, H. *et al.* 1993; Van Vliet, P.C.J. *et al.* 2005; Yamada, K. *et al.* 2000). La naturaleza silíceo del sustrato también parece otro condicionante para la no proliferación de los microorganismos en el suelo.

Por lo tanto, podemos concluir que la aplicación de EM, en un campo de golf con un nivel de mantenimiento medio-alto y con un sustrato de naturaleza silíceo, no mostró ningún efecto sobre el suelo.

Estas conclusiones podrían ser extrapolables a los greens construidos sobre arena silíceo, debido a que estos poseen un sustrato de la misma naturaleza que el ensayado en el experimento. Los greens suelen estar expuestos a un nivel de mantenimiento elevado, por lo que su contenido de materia orgánica suele ser, en condiciones normales, igual de bajo o menor que el de la superficie donde se llevo a cabo el experimento.

El pinchado macizo tampoco mostró efecto alguno sobre la población de microorganismos del suelo ni sobre el contenido de materia orgánica. A esto hay que añadir que un pinchado con

esta cadencia sería inviable en el mantenimiento ordinario de un campo de golf.

El reducido tiempo de duración del ensayo, más aún teniendo en cuenta el tiempo y la dificultad requeridos para modificar o alterar la ecología de un suelo, podría presentarse como un condicionante que restase veracidad a los resultados. No obstante, estudios llevados a cabo durante un periodo de 4 años (Mayer, J. *et al.* 2010) tampoco mostraron diferencias significativas para la aplicación de EM.

Sería recomendable la experimentación con EM en un campo de golf con un nivel de mantenimiento bajo y construido sobre un terreno original con un mayor contenido en materia orgánica, arcilla y limo. ✓

Departamento Green Section
Real Federación Española de Golf

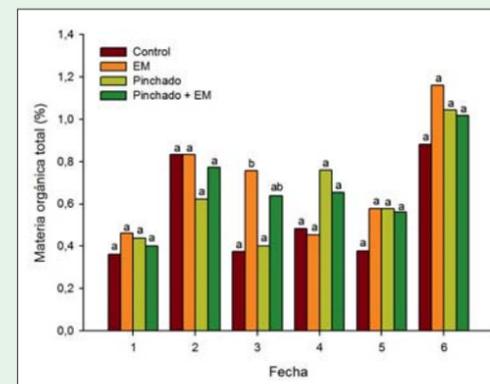


Figura 1. Evolución del contenido de materia orgánica total para los cuatro tratamientos ensayados. Diferentes letras indican diferencias significativas según el test de Duncan (P<0,05).

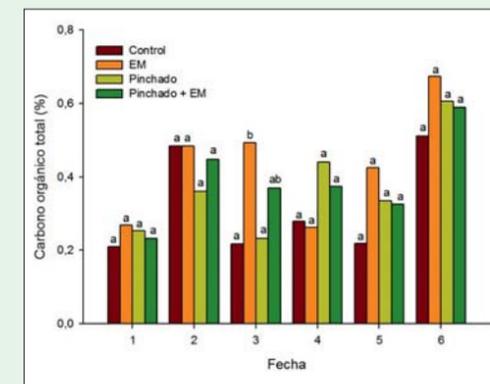


Figura 2. Evolución del contenido en carbono orgánico total para los cuatro tratamientos ensayados. Diferentes letras indican diferencias significativas según el test de Duncan (P<0,05).

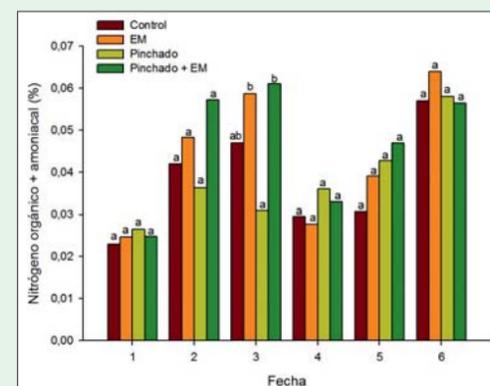


Figura 3. Evolución del contenido en nitrógeno orgánico y amoniacal para los cuatro tratamientos ensayados. Diferentes letras indican diferencias significativas según el test de Duncan (P<0,05).

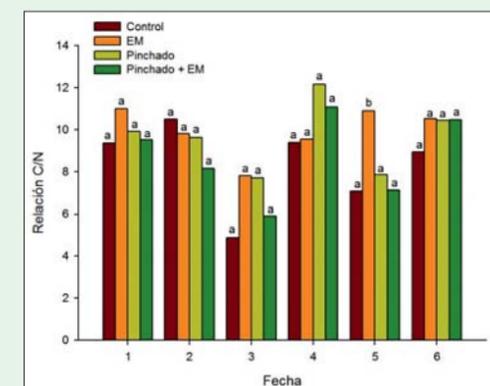


Figura 4. Evolución de la relación C/N para los cuatro tratamientos ensayados. Diferentes letras indican diferencias significativas según el test de Duncan (P<0,05).

Tabla 1. Evolución de la población de bacterias acidolácticas y levaduras en función de los tratamientos ensayados.

TRATAMIENTO	BACTERIAS ACIDOLACTICAS (ufc/g)						LEVADURAS (ufc/g)					
	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4	FECHA 5	FECHA 6	FECHA 1	FECHA 2	FECHA 3	FECHA 4	FECHA 5	FECHA 6
CONTROL	200	35225	452	555	2152,5	355	76250	10	2785	24250	5797	3900
EM	100	100	3352	80	330	400	50750	4657	19312,5	35250	7360	9450
PINCHADO	100	10675	5225	30030	452,5	477	48750	10	10150	38750	2052	3400
EM+PINCHADO	150	7500	575	652,5	272	902	82000	40505	5520	19500	2922	3550
SIGNIFICACION	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

*, **, *** y n.s. indican el nivel de significación al 0.05, 0.01, 0.0001 y ausencia de significación, respectivamente, según un ANOVA simple.

Tabla 2. Calendario de tratamientos fitosanitarios llevado a cabo durante el ensayo. (RC, regulador del crecimiento; F, fungicida; I, insecticida).

Fecha	Materia activa	Trat.	Fecha	Materia activa	Trat.	Fecha	Materia activa	Trat.
8 Febrero	Paclobutrazol	RC	15 Junio	Propiconazol	F	26 Julio	Propiconazol	F
29 Abril	Paclobutrazol	RC	30 Junio	Clorpirifos	F	11 Agosto	Clorpirifos	I
18 Mayo	Paclobutrazol	RC	7 Julio	Clortalonil	F			
25 Mayo	Clorpirifos I		13 Julio	Azoxystrobin	F			