

WHITEPAPER



EL FUTURO DEL GREEN ES BIOLÓGICO

Programas Preventivos de Biotecnología Aplicada al Manejo Profesional de Campos de Golf y Césped Deportivo

1. Resumen Ejecutivo para Directivos

Los campos de golf modernos enfrentan un desafío estructural: sostener superficies de alta calidad bajo crecientes presiones operativas, ambientales y económicas. La experiencia demuestra que los modelos de manejo reactivos —basados en correcciones mecánicas y químicas— generan resultados transitorios, altos costos ocultos y una degradación progresiva del sistema suelo–planta.

Bracar propone un cambio de paradigma claro y medible: gestionar el césped como un sistema biológico vivo, anticipándose a los problemas antes de que impacten en el juego, los costos, el calendario de mantenimiento y la reputación institucional del club. La biotecnología preventiva aplicada permite estabilizar el perfil del suelo, fortalecer la fisiología vegetal y reducir la dependencia de intervenciones reactivas.

2. El problema real en los campos de golf

Compactación crónica, acumulación de thatch, Dry Spot recurrente, Black Layer y enfermedades fúngicas no son eventos aislados: son síntomas de un sistema biológicamente degradado.

Cuando la biología del suelo colapsa:

- Se pierde porosidad funcional.
- Se desacopla la relación agua–aire–raíz.
- Aumenta la presión de patógenos oportunistas.
- Se incrementan las intervenciones de emergencia.

El resultado es un manejo cada vez más costoso, menos previsible y altamente dependiente de soluciones de corto plazo.

3. El suelo del Green. Un sistema biológico, no un sustrato

Un green no es solo arena y raíces. Es un ecosistema donde microorganismos, exudados radiculares, oxígeno y agua definen la performance del césped.

La pérdida de diversidad y actividad microbiana conduce a:

- Infiltración irregular.
- Ambientes reductivos.
- Raíces superficiales y débiles.

La prevención agronómica empieza bajo tierra, mucho antes de que el daño sea visible en superficie.

4. El enfoque Bracar. Bioaumentación dirigida

La base de los programas Bracar es la bioaumentación, entendida como la incorporación sistemática de microorganismos funcionales para restaurar procesos biológicos críticos.

A diferencia de enfoques pasivos, la bioaumentación permite:

- Recuperar funciones biológicas perdidas.
- Estabilizar el sistema frente al estrés.
- Reducir la dependencia de fungicidas y correcciones mecánicas.

En césped de alta exigencia, la bioaumentación es ingeniería biológica del suelo.

5. Microorganismos funcionales. El “Dream Team”

Los consorcios microbianos utilizados por Bracar, basados en *Bacillus* spp., presentan ventajas técnicas clave:

- Producción de metabolitos antifúngicos naturales.
- Alta persistencia ambiental.
- Colonización estable de la rizosfera.
- Competencia ecológica frente a patógenos.

Estos mecanismos permiten reducir la incidencia de enfermedades sin generar presión selectiva química.

6. Aireación biológica. Cuando el suelo vuelve a respirar

La aireación mecánica es necesaria, pero limitada en el tiempo. La aireación biológica con MICROBRAX® actúa donde la mecánica no llega.

MICROBRAX® permite:

- Reactivar procesos aeróbicos.
- Degradar materia orgánica colapsada.
- Generar microcanales biológicos estables.

El resultado es mayor eficiencia hídrica, menor Dry Spot y prevención efectiva de Black Layer.

7. Prevención de enfermedades. Estabilidad antes que curación.

El enfoque Bracar no espera la aparición de síntomas. Mantiene poblaciones microbianas dominantes que:

- Limitan la instalación de patógenos.
- Activan defensas naturales de la planta.
- Reducen la severidad y frecuencia de enfermedades.

Menos urgencias, más control.

Mecanismos de biocontrol

Este enfoque reduce la presión selectiva asociada al uso repetido de fungicidas químicos proporcionando:

- Antibiosis directa mediante lipopéptidos.
- Competencia ecológica.
- Interferencia en la germinación de esporas fúngicas.
- Inducción de resistencia sistémica (ISR).

La ISR no actúa como un control curativo, sino como un mecanismo preventivo, disminuyendo la severidad y frecuencia de los ataques patogénicos.

8. Impacto agronómico y operativo

Impacto agronómico

- Reducción >70% de materia orgánica muerta.
- Mejora sostenida de infiltración.
- Prevención de Dry Spot y Black Layer.
- Incremento del volumen radicular funcional.

Impacto operativo

- Menos intervenciones de emergencia.
- Mayor previsibilidad del calendario.
- Reducción del estrés operativo del equipo.
- Mayor estabilidad en la calidad del juego.

Resultados esperables

- Reducción de la incidencia de Dollar Spot (*Clareireedia spp.*).
- Menor severidad de *Fusarium spp.* en condiciones predisponentes.
- Disminución progresiva del uso de fungicidas de síntesis.
- Mejora significativa en el control de Dry Spot (Mancha Seca) mediante la estabilización de la humedad del perfil, incremento de la infiltración y restauración de la actividad biológica del suelo.
- Reducción y prevención de Black Layer favoreciendo condiciones redox aeróbicas, degradación de sulfuros y recuperación de la porosidad funcional.
- Incremento progresivo del volumen radicular funcional, evidenciado por mayor profundidad, densidad y uniformidad de raíces activas como consecuencia de la mejora en oxigenación, disponibilidad hídrica y estabilidad biológica del perfil.

9. Modelo de manejo. Reactivo vs. Preventivo

Variable	Manejo tradicional	Modelo Bracar
Enfermedades	Reactivas	Preventivas
Uso de fungicidas	Alto	Decreciente
Estabilidad del césped	Variable	Alta
Costos ocultos	Elevados	Controlados

10. Alcances y Limitaciones del Enfoque Bracar

Los programas preventivos con biotecnología presentan límites técnicos que deben ser considerados:

- No reemplazan deficiencias estructurales de diseño.
- No corrigen errores graves de manejo hídrico.
- No actúan como soluciones instantáneas.

Su efectividad se maximiza cuando se integran a un manejo agronómico profesional.

Integración con Manejo Profesional

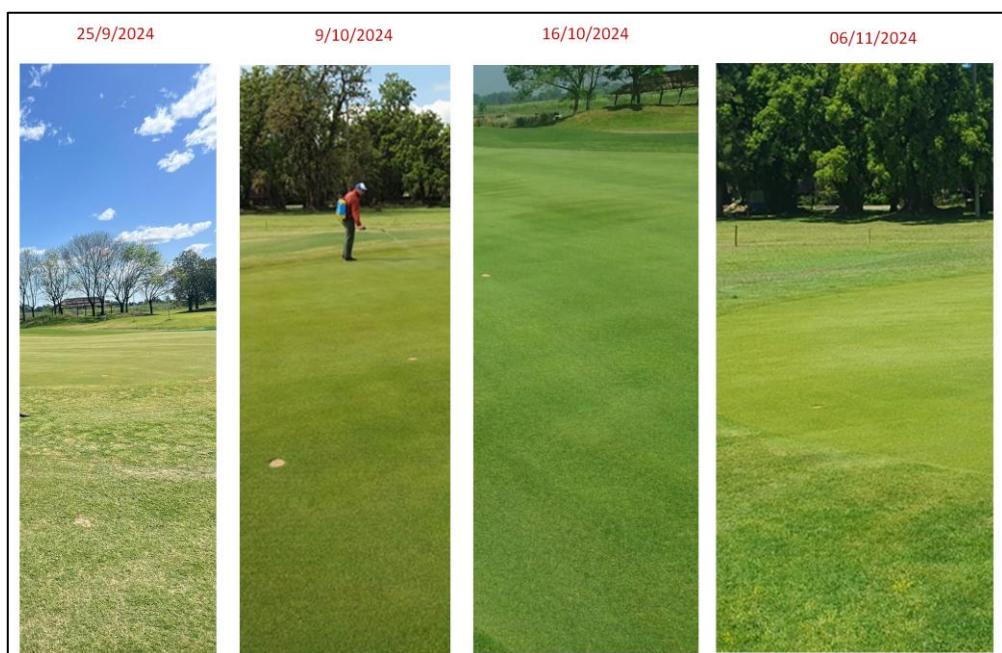
Nuestro programa preventivo no sustituye las prácticas agronómicas tradicionales, sino que las complementa, aportando una capa biológica que mejora la eficiencia del sistema.

El Ingeniero Agrónomo mantiene el control técnico, incorporando herramientas basadas en evidencia científica y monitoreo continuo.

11. Anexo Visual Técnico. Evidencias de Campo

Las siguientes evidencias visuales corresponden a casos reales intervenidos bajo programas preventivos con bioaumentación dirigida. Las imágenes deben interpretarse como manifestaciones observables de procesos biológicos restaurados, no como resultados inducidos de manera aislada.

Figura 1 – Evolución del Putting Green en tratamiento.



Evolución de Putting Green – Inoculado con MICROBRAX® líquido en 4 aplicaciones.

©2025 Bracar Biotecnología Ambiental -Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción sin autorización.

Figura 2 – Evolución del Collar del Putting Green en tratamiento.



Evolución de Collar de Putting Green – Inoculado con MICROBRAX® líquido en 4 aplicaciones.

Figura 3 - Recuperación funcional del perfil afectado por Dry Spot

Perfil de suelo del hoyo 18, con mejora progresiva en la infiltración y distribución hídrica. La homogeneización de la humedad superficial y subsuperficial refleja la restauración de microcanales biológicos y la reactivación de la actividad microbiana aeróbica.



Síntoma superficial - MICROBRAX® sólido no corrigió la mancha; sino el perfil que hacía inevitable su aparición.

Figura 4. Mitigación de condiciones asociadas a Black Layer

Perfil del Putting Green intervenido con MICROBRAX® sólido, evidenciando la reversión de condiciones reductivas. La ausencia de zonas oscuras y olor sulfuroso indica un ORP funcional compatible con procesos aeróbicos estables.



Problema sistémico del perfil –MICROBRAX® sólido fue preventivo para resolver el problema del sulfídrico.

Figura 5. Evidencia de sistema radicular funcional

Desarrollo uniforme y profundo de raíces activas asociado a la mejora en oxigenación, balance hídrico y estabilidad biológica del suelo. Este comportamiento radicular constituye un indicador emergente del restablecimiento del sistema suelo–planta.



Respuesta funcional - Las raíces no se estimulan: que aparecen cuando el suelo vuelve a respirar.

Estas evidencias visuales complementan los conceptos presentados y permiten validar en campo la efectividad del enfoque preventivo basado en bioaumentación.

12. Indicadores Técnicos de Monitoreo y Evaluación

Los indicadores técnicos permiten evaluar el impacto directo e indirecto de los procesos de bioaumentación sobre el sistema suelo–planta, validando su eficacia en el tiempo.

Materia orgánica y thatch

La dinámica del thatch (materia orgánica muerta) constituye un indicador crítico en greens de alta exigencia. Su acumulación excesiva afecta la infiltración, la aireación y la estabilidad del perfil. En un putting green recientemente aireado mecánicamente, se realizaron análisis de laboratorio comparativos antes y después de las cuatro aplicaciones consecutivas de MICROBRAX®, desarrolladas durante el mes posterior a la aireación.

Los resultados evidenciaron:

- Reducción cuantificada superior al 70% de la fracción de materia orgánica muerta (thatch) entre el análisis previo y el posterior a cuatro aplicaciones consecutivas de MICROBRAX®.
- Aceleración significativa de los procesos de degradación biológica post-aireación.
- Sincronización efectiva entre intervención mecánica y bioaumentación microbiana.

Estos resultados confirman que la bioaumentación no necesariamente reemplaza la aireación mecánica, sino que potencia su efecto y prolonga su funcionalidad en el tiempo, transformando una intervención física puntual en un proceso biológico sostenido.



Ambiental Pehuen S.A.
Panamá 3840 Mburro Buenos Aires
Te 4762 6583
e-mail: info@ambientalpehuen.com.ar / www.ambientalpehuen.com.ar



Ambiental Pehuen S.A.
Panamá 3840 Mburro Buenos Aires
Te 4762 6583
e-mail: info@ambientalpehuen.com.ar / www.ambientalpehuen.com.ar

INFORME DE ANÁLISIS

Fecha de emisión:		Fecha ingreso al Laboratorio:	01/10/2024
Solicitado por:	BRACAR IMPORT EXPORT S.A	Recibido por:	Sofía Demaria
Domicilio:	Campos Luis María Av 1436 C - CIUDAD DE BUENOS AIRES - C.A.B.A		
Datos de la Muestra			
Solicitud:	17068	Fecha ingreso al Laboratorio:	01/10/2024
Muestra:	77022	Recibido por:	Sofía Demaria
Producto:	Suelo		
Identificación:	BRACAR		
Lugar de extracción:	El Nacional CC		
Fecha de Extracción:	25/09/2024		
Responsable de Extracción:	Cliente		
Determinación	Método	LDM	Resultado
Humedad	IRAM 22405	0.1	18.5 %/p
Materia Orgánica	Walkley & Black	0.01	1.07 %

INFORME DE ANÁLISIS

Fecha de emisión:	04/12/2024	Fecha ingreso al Laboratorio:	11/11/2024
Solicitado por:	BRACAR IMPORT EXPORT S.A	Recibido por:	ERNESTO HORACIO SHIMA
Domicilio:	Campos Luis María Av 1436 C - CIUDAD DE BUENOS AIRES - C.A.B.A		
Datos de la Muestra			
Solicitud:	17217	Fecha ingreso al Laboratorio:	11/11/2024
Muestra:	77609	Recibido por:	ERNESTO HORACIO SHIMA
Producto:	Suelo		
Identificación:	BRACAR		
Lugar de extracción:	El Nacional CC		
Fecha de Extracción:	11/11/2024		
Responsable de Extracción:	Cliente		
Determinación	Método	LDM	Resultado
Humedad	IRAM 22405	0.1	18.3 %/p
Materia Orgánica	Walkley & Black	0.01	0.89 %

Los indicadores técnicos permiten evaluar el impacto directo e indirecto de los procesos de bioaumentación sobre el sistema suelo–planta, validando su eficacia en el tiempo.

La implementación de programas preventivos con biotecnología requiere indicadores objetivos que permitan evaluar la evolución del sistema suelo–planta.

Indicadores de suelo

- Materia orgánica activa (%): fracción lábil asociada a actividad microbiana.
- Porosidad funcional (%): relación macro/microporos efectiva.
- ORP (Potencial Redox, mV): indicador indirecto de condiciones aeróbicas.
- Infiltración (mm/h): estabilidad de microcanales biológicos.

Indicadores biológicos

- Recuento microbiano funcional (UFC/g).
- Actividad respiratoria del suelo (CO₂ mg/kg/día).
- Presencia de *Bacillus* spp. en rizosfera.

Indicadores vegetales

- Profundidad y densidad radicular.
- Índice visual y funcional de calidad del césped (TQI).
- Incidencia y severidad de enfermedades (%).

13. Conclusión Ejecutiva y Propuesta de Valor

La biotecnología preventiva no es una tendencia: es el nuevo estándar técnico del manejo profesional del césped.

Bracar permite a los clubes:

- Anticiparse a los problemas.
- Proteger la inversión en el green.
- Gestionar con previsibilidad y control.

"El futuro del green es biológico."

Acerca de Bracar Biotecnología Ambiental

Bracar Biotecnología Ambiental es una empresa argentina especializada en soluciones biotecnológicas aplicadas al manejo ambiental, el tratamiento de suelos y sistemas complejos como campos de golf, césped deportivo, cuerpos de agua y plantas de tratamiento. Su enfoque integra microbiología aplicada, diagnóstico técnico y monitoreo de indicadores funcionales, interpretando a la naturaleza, y desarrollando programas preventivos basados en procesos biológicos y no en respuestas reactivas. Bracar trabaja junto a ingenieros agrónomos y equipos técnicos, aportando herramientas biológicas que mejoran la eficiencia operativa, reducen impactos ambientales y estabilizan los sistemas en el largo plazo. Más información: www.bracar.com.ar