

Niveles mínimos de uso para una nutrición sostenible: introducción y guía

MICAH WOODS

Científico Jefe en el Asian Turfgrass Center (www.asianturfgrass.com) y Profesor Adjunto del Departamento de Ciencias de las Plantas en la Universidad de Tennessee.

Los debates sobre nutrición del césped y los elementos esenciales para su crecimiento suelen centrarse en las funciones específicas de cada nutriente de manera individualizada. Por ejemplo, el fósforo para el desarrollo radicular, el potasio para la tolerancia al estrés y las necesidades hídricas, el calcio para fortalecer la pared celular y las funciones de la membrana. Este punto de vista sobre la nutrición vegetal, sin embargo, deja sin respuesta dos de las preguntas, en mi opinión, más importantes que los Greenkeepers deben responder cuando se enfrentan a la nutrición del césped.

La primera cuestión es: Para cualquier elemento, ¿Dispone la planta de suficiente cantidad de dicho elemento? Y la segunda pregunta es: si no dispone de suficiente cantidad del elemento, ¿Cuánto debe añadirse para cubrir las necesidades de la misma? Para el greenkeeper, es menos importante conocer la acción individual de cada elemento. Si hay suficiente cantidad disponible del elemento, el césped podrá desarrollarse bien. Si no se dispone de sufi-



Fig. 1. En el Centro de Investigación del Asian Turfgrass Center (Tailandia) se han cultivado y evaluado muchas especies de césped de clima cálido desde 2006 a 2009, centrándose en aportar suficiente cantidad de cada elemento al césped.

ciente cantidad de un elemento, el rendimiento del césped bajará. Por tanto, las cuestiones importantes que deben aclararse tienen que ver con la cantidad de nutrientes requerida y disponible, más que con la función individual de cada nutriente (Fig. 1)

La guía de Niveles Mínimos para una Nutrición Sostenible (MLSN) responde ambas cuestiones sobre la cantidad de nutrientes. Esta guía fue presentada por PACE Turf (www.paceturf.org) y el Asian Turfgrass Center en 2012 como una alternativa a los análisis de suelo convencionales (Tabla 1). Debemos reconocer que muchas zonas de excelentes céspedes en todo el mundo se han estado manteniendo en suelos con niveles de nutrientes por debajo de los umbrales convencionales (Fig 2).

Y tras revisar muchos estudios que argumentan que puede mantenerse un césped de calidad en suelos con una disponibilidad de nutrientes por debajo de los niveles aconsejados, desarrollamos la guía de MLSN (Minimum Levels for Sustainable Nutrition) a modo de una nueva, moderna y sostenible guía para las necesidades nutricionales del césped.

Se identificaron los diferentes pasos a seguir en la guía comenzando con la base de datos de PACE Turf con más de 17.000 resultados de tests de suelo realizados en zonas con buen rendimiento del césped. Al obtener los resultados de los tests de suelo de diferentes zonas con buen rendimiento, se consideró que los niveles de nutrientes del suelo en el momento en que se tomaron las muestras eran suficientes como para producir un césped en buenas condiciones. Posteriormente estudiamos los datos de dichas zonas, para ver cómo se distribuían los niveles de nutrientes individuales y se identificó para cada elemento un nivel medio en el que el 10% de las zonas estaban por debajo y otro en el que

Esta guía fue presentada por PACE Turf y el Asian Turfgrass Center en 2012 como una alternativa a los análisis de suelo convencionales



Fig. 2. En Hokkaido Golf Club (Japón), se han cultivado durante años greens de *Agrostis* de alta calidad con niveles de magnesio en suelo por debajo de los valores recogidos en las guías convencionales.

Tabla 1

NUTRIENTE	TEST ANALÍTICO	GUÍA CONVENCIONAL (ppm)	GUÍA MLSN (ppm)
Fósforo	Olsen	>12	6
Fósforo	Bray 2	>75	25
Fósforo	Mehlich 3	>50	18
Potasio	Mehlich 3	>110	35
Calcio	Mehlich 3	>750	360
Magnesio	Mehlich 3	>140	54
Azufre	Mehlich 3	15-40	13

Tabla 1. La guía de suelo con Niveles Mínimos para una Nutrición Sostenible (MLSN), desarrollada conjuntamente por PACE Turf y el Asian Turfgrass Center, sugieren una reducción del 50% o superior en la mayoría de los nutrientes esenciales del suelo sin que se produzcan cambios significativos en la calidad o jugabilidad del césped. La versión actualizada de la guía puede descargarse en http://www.paceturf.org/PTRI/Documents/1202_ref.pdf

el 90% estaba por encima. Éste es el nivel que seleccionamos como nivel mínimo MLSN para cada nutriente.

Para interpretar el significado práctico de la guía MLSN, podemos considerar lo siguiente: cuando el nivel de cada elemento en el suelo sea igual o superior al mínimo MLSN podemos tener bastante confianza en que ese suelo producirá un césped de gran rendimiento. ¿Por qué tenemos esa seguridad? El primer motivo es que los suelos evaluados en el desarrollo de la guía MLSN eran todos de zonas con buen rendimiento. Cualquier zona con niveles de un elemento lo suficientemente bajos como para producir un césped de baja calidad se ha omitido en la toma de datos. El segundo motivo de confianza es que no elegimos el nivel más bajo al que se estaba produciendo césped de buena calidad. De hecho, determinamos un margen en el que se consideró que el 10% de los

lugares en que se producía césped de buena calidad tenían algún elemento demasiado bajo y la guía se estableció por encima de ese 10%.

Utilizando estas técnicas, hemos sido capaces de elaborar esta guía para producir un césped de gran calidad, a pesar de que los requerimientos de esta nueva guía son menores que los que aparecen en las guías convencionales. Los greenkeepers que utilicen esta guía encontrarán que los requerimientos nutricionales en forma de fertilizantes son menores, a pesar de que se espera que el comportamiento del césped se mantenga en un nivel alto de calidad, siempre que los nutrientes permanezcan en el suelo a un nivel igual o superior al recomendado en la guía MLSN (Fig 3).

Esta guía ha sido diseñada por cuatro razones:

- Asegurar un aporte suficiente de

nutrientes a la planta. Esto se consigue estimando qué cantidad de cada elemento usará la planta y asegurando que, sea la cantidad que sea, los niveles en el suelo permanecerán igual o por encima de los estimados en la guía MLSN. Aunque los denominemos niveles mínimos, éstos tienen en cuenta la cantidad máxima que la planta podría usar. Podría considerarse que la guía es un sistema que asegura que la planta recibe nutrientes suficientes para cubrir sus requerimientos máximos.

- Asegurar que no se aplican cantidades excesivas de nutrientes en forma de fertilizantes. Para ello, se estima el uso de nutrientes del césped, se mide la cantidad de cada elemento en el suelo y se compara con la guía MLSN, y cualquier reserva de nutrientes del suelo por encima de la guía MLSN se considera disponible para cubrir las necesidades del césped. La cantidad mínima de nutrientes requerida como fertilizante será la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos del césped, que a su vez, asegurará que el suelo se mantiene al nivel o por encima de lo estimado en la guía MLSN.

- Estimar un Índice de Sostenibilidad (IS) para cada elemento según su presencia en el suelo, lo que nos indicaría en que proporción dicho suelo se encuentra respecto al definido en la guía MLSN. El IS es una proporción del modelo de distribución que informa de los valores por debajo de los test de suelo de referencia.

- Esta nueva guía está diseñada para poder actualizarse continuamente y perfeccionarse conforme se vayan introduciendo nuevas muestras de césped de buena calidad en la base de datos. Solicitando la colaboración de los Greenkeepers de todo el mundo a través de una Encuesta Global del Suelo (http://www.paceturf.org/journal/global_soil_survey), validaremos y ampliaremos la guía MLSN y, por tanto, contribuiremos a conseguir mejoras en

la forma de fertilizar el césped. Una vez los datos se analicen y se añadan al conjunto de la base de datos, la nueva guía sostenible para la nutrición del césped, actualizada y mejorada, se comparará públicamente con toda la comunidad dedicada a este sector.

Cuando he tenido que hablar o escribir sobre la guía MLSN, normalmente he explicado el método de cálculo de las necesidades de fertilizante con una ecuación. Pero puedo explicar esto mismo en palabras, junto con una serie de gráficas, y creo que de esta manera adquiere mucho más sentido.

Consideraremos tres cantidades diferentes de un mismo elemento. En este caso, por ejemplo, usaremos el potasio (K).

LA GUÍA MLSN

La primera cantidad que debemos conocer es el nivel de K en el suelo según se recoge en la guía MLSN. Tenemos un elevado nivel de confianza en que puede producirse un césped de buen rendimiento cuando el nivel de K en suelo es igual o superior al estimado en la guía MLSN. Por lo tanto, debemos asegurarnos de que el nivel de K nunca descienda por debajo del nivel estimado en la guía MLSN. Para el K, el nivel es 35ppm.

En este punto, resulta útil mostrar cómo podemos convertir unidades de ppm a unidades de masa/área. Un metro cuadrado de suelo, a una profundidad de 10cm tiene un volumen de 100L. El green de un campo de golf o el área de un campo deportivo de alto rendimiento se cons-

ACTUAL
La guía MLSN está diseñada para actualizarse y perfeccionarse continuamente.

truirá principalmente de arena. La arena tiene una densidad aparente de $1,5\text{gr}/\text{cm}^3$. La cantidad de suelo en 1m^2 , a 10cm de profundidad, tendrá por tanto una masa de 150kg. 1ppm es $1\text{mg}/\text{kg}$, es decir $1\text{g}/\text{m}^2$ aplicado en superficie es lo mismo que $1.000\text{mg}/\text{m}^2$ y, asumiendo que el elemento se distribuye en los 10cm superiores del suelo, la aplicación de $1\text{g}/\text{m}^2$ será equivalente a $1000\text{mg}/150\text{kg}$, o a un aumento de 6,7 ppm en la concentración en suelo de un elemento.

Esta técnica puede usarse para estimar los factores de conversión para diferentes unidades de medida y para diferentes profundidades de la zona radicular. Por comodidad, prefiero considerar una profundidad de la zona radicular de 10cm para la mayor parte de variedades cespitosas utilizadas. De esta manera, el

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.



valor en la guía MLSN de 35ppm es equivalente a 5,2g de K por m² aplicados como fertilizante en la superficie. Dado que el valor en la guía MLSN para K es 35ppm, debemos asegurarnos de que el nivel de K en suelo siempre se mantenga igual o superior a 35ppm.

CANTIDAD UTILIZADA POR LA PLANTA

Durante el crecimiento del césped, éste va tomando nutrientes del suelo. En nuestro ejemplo con K, podemos esperar que las hojas del césped contengan aproximadamente un 2% de K. Conforme el césped sigue creciendo y se va segando, y los restos de siega se retiran, dicho crecimiento junto con la retirada de los restos de siega reducirá la cantidad de K en suelo. Si consideramos el fertilizante,

la tasa de crecimiento del césped se controla por la cantidad de nitrógeno (N) suministrado. Para el Agrostis (al igual que la mayor parte de las variedades de clima frío y la Bermuda), las hojas suelen contener un 4% de N y un 2% de K. Por lo tanto, podemos estimar que el césped utiliza de K un 50% respecto a la cantidad que utiliza de N. La planta no puede utilizar más N que el aplicado, por lo que una estimación conservadora del uso de K es simplemente el 50% de la dosis de N (Tabla 2).

Utilizando esta aproximación, podemos tener un campo de golf en Madrid que utilice 18g N/m²/año. En este caso, se estimaría un uso máximo de K de 9g de K por m². Utilizando el factor de conversión de 6,7 calculado anteriormente podemos expresar los 9g de K como equiva-

lente a 60,3ppm de K en los 10cm superiores del suelo.

CANTIDAD EN EL SUELO

Cuando hacemos un test de suelo, obtenemos un valor que podemos comparar con el de la guía MLSN. Imaginad que hacemos un test de suelo para medir el K y la cantidad medida es de 75ppm. En este caso, nos damos cuenta de que la cantidad medida en el suelo es mayor que la cantidad utilizada por la planta (60,3ppm) y la cantidad de referencia en la guía MLSN (35ppm).

Sin embargo, no queremos que el nivel del suelo sea inferior al estimado en la guía MLSN. Si partimos de 75ppm de K en el suelo y la planta utiliza 60,3ppm de K a lo largo del año, se espera que el nivel en el suelo descienda hasta 14,7ppm. Para

COMPARAR
Cuando hacemos un estudio de suelo obtenemos unos valores que podemos comparar con los de la guía MLSN.

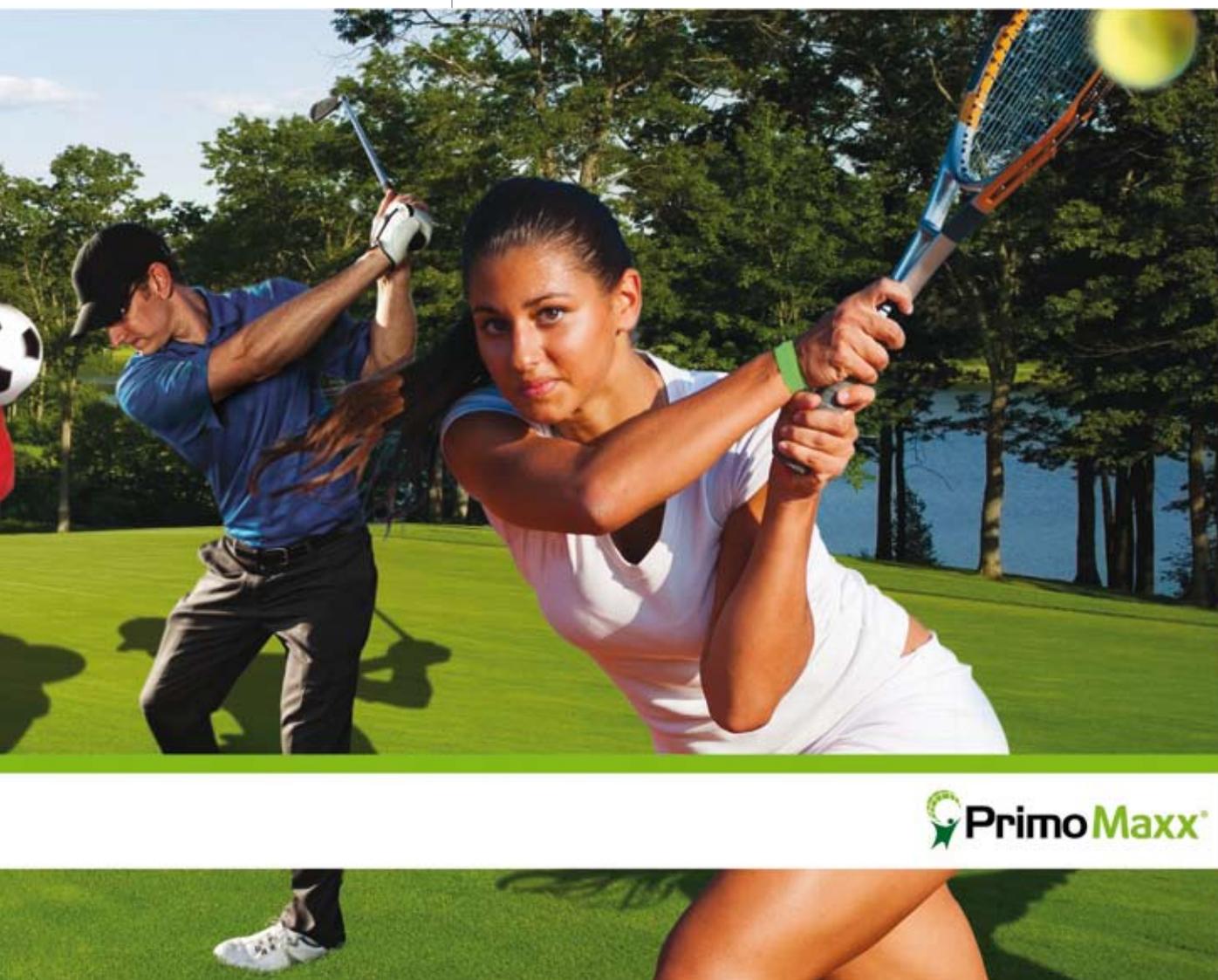


Tabla 2

NUTRIENTE	% ESTIMADO EN HOJA SECA	CANTIDAD EN PROPORCIÓN DE NITRÓGENO
Nitrógeno	4	1
Potasio	2	0,5
Fósforo	0,5	0,125
Calcio	0,5	0,125
Magnesio	0,2	0,05
Azufre	0,2	0,05

Tabla 2. Estimación del contenido de nutrientes en hoja y proporción relativa de nitrógeno. Estos valores se consideran como punto de partida para la mayor parte de las especies de césped. Si contamos con datos específicos del lugar, pueden sustituirse para obtener cálculos más precisos para un lugar concreto.



Fig. 3. En Keya Golf Club (Japón), donde se celebran torneos profesionales cada año, los greens de Zoysia matrella (Manilagrass) presentan una superficie de juego de gran calidad, con niveles de nutrientes en suelo iguales o superiores a los recogidos en la guía MLSN.

evitar que el nivel en suelo descienda por debajo del valor de la guía MLSN, se requiere la aplicación de fertilizante que contenga K.

CANTIDAD APLICADA COMO FERTILIZANTE

Si aplicamos 4g de K por m² al año, podemos estimar un aumento de K en los 10cm superiores del suelo de 26,8ppm. Podríamos añadir distintas cantidades de K, pero basándonos en el valor propuesto por la guía

MLSN, sólo recomendamos añadir la cantidad suficiente de potasio para mantener el nivel por encima del estimado en la guía MLSN. Esto permite a la planta usar la reserva de nutrientes disponible en el suelo, minimizando el aporte de nutrientes, reduciendo el riesgo de lixiviación y reduciendo el gasto en fertilizante.

La cantidad exacta a aplicar de cada elemento, para mantenerse por encima de los niveles MLSN a final de año, es la cantidad estimada en la

guía MLSN más la cantidad utilizada por la planta, menos la cantidad presente en el suelo a principios de año. En este caso, para un valor según la guía MLSN de 35ppm, un uso estimado de la planta de 60,3ppm y una cantidad en el suelo de 75ppm, nos da unas necesidades exactas de fertilizante de $35+60,3-75=20,3$ ppm. Considerando una zona radicular de 10cm, el factor de conversión sería de 6,7 lo que equivale a una aplicación de fertilizante de aproximadamente 3g de K por m².

DESARROLLO

El uso de la guía MLSN asegura que el césped recibirá suficiente cantidad de cada elemento para cubrir sus necesidades de desarrollo.

La Fig. 4 muestra cómo estos valores pueden expresarse en una tabla donde figuren los diferentes inputs y outputs de un elemento a lo largo del año. En el ejemplo se han utilizado 4g de K por m², para asegurar que el suelo permanezca a final de año con niveles superiores a los establecidos en la guía MLSN.

El uso de la guía MLSN asegura que el césped recibirá suficiente cantidad de cada elemento para cubrir sus necesidades de desarrollo. Al utilizar los niveles de referencia establecidos en la guía MLSN, observará que se pueden reducir los aportes de nutrientes sin una reducción en la calidad del césped. ■

Gráfico 2. Tratamientos enzimáticos

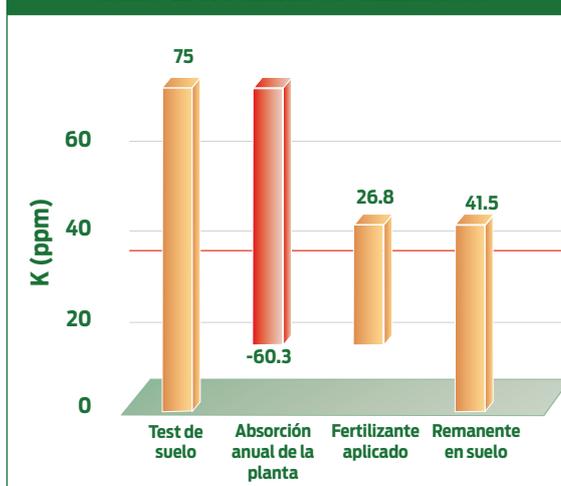


Fig.4. Este gráfico muestra los diferentes inputs y outputs en forma de K, donde el tamaño de cada necesidad o uso se representa con una barra; el color negro indica presencia o aporte de K y el color rojo indica el uso (output) de K.

Ryegrass resistente a Glifosato y control de *Poa annua*

MICHAEL L. FLESSNER
Investigador asociado en el Departamento de agronomía y suelo

J. SCOTT MCELROY
Profesor asociado en el departameto de cultivos, suelo y ciencia ambiental en la Universidad Auburn, Auburn, Ala.

Artículo original "Glyphosate-tolerant perennial ryegrass and *Poa annua* control" publicado en la edición de octubre 2013 de la revista GCM de la GCSAA

Utilizar Ryegrass resistente a glifosato para reseñar la bermuda puede suponer una ventaja para el control de la *Poa annua* para los Greenkeepers.

Recientemente se han obtenido dos nuevas variedades de Ryegrass perenne (*Lolium perenne*) resistentes al glifosato, JS501 y Replay. Una vez que han madurado, puede aplicarse glifosato sobre estos cultivares para el control de la

maleza sin dañar el césped. Estos cultivares se elaboraron mediante mejora convencional de la planta y no son organismos modificados genéticamente (GMOs).

CONTROL DE CULTIVARES RESISTENTES AL GLIFOSATO

Los estudios llevados a cabo en zonas con Ryegrass perenne permanente han concluido que el glifosato a 0,29kg ae/ha. es seguro para JS501 y Replay, obteniéndose un control de aproximadamente el 90% de *Poa annua*. El Glifosato en una dosis de 0,58kg ae/ha provocó un daño inferior al 10% (2). Según otros trabajos publicados (3,4) el glifosato a 0,29kg ae/ha es adecuado para el control de *Poa annua*.

Estudios anteriores han demostrado también que tanto el JS501 como Replay deben haber madurado antes de la aplicación

de glifosato para evitar daños o reducción de la altura. No deben realizarse aplicaciones de glifosato a dosis superiores a 0.29kg ae/ha tres o cuatro semanas después de la siembra, a fin de evitar daños irreversibles y una reducción de la cubierta (1). En el mismo estudio, los investigadores han observado que deben evitarse aplicaciones superiores a 0,14kg ae/ha si la temperatura es inferior a 10°C.

USO DE GLIFOSATO EN BERMUDA RESEMBRADA

Dado que JS501 y Replay deben estar maduros para que su tolerancia al glifosato sea suficiente para controlar la maleza sin daños, se desconoce si pueden utilizarse si estas variedades para resiembra de bermuda. En la bermuda resemebrada hay tres intereses en competencia: el Ryegrass debe estar bien desarrollado para tolerar el glifosato, la bermuda debe estar completamente latente para no sufrir daño y la *Poa annua* debe ser lo suficientemente joven para poderse controlar mediante glifosato. Recientemente se realizó un estudio en la Universidad Auburn para determinar la temporización y dosis óptimas para aplicar glifosato en bermuda resemebrada con la variedad Replay de Ryegrass para controlar la *Poa annua*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se resemebró Replay (Jacklin Seed) en la bermuda a mediados de octubre en 2010 y 2011 a una dosis de 896,68 kg/ha. Se aplicó Roundup ProMax (glifosato, Monsanto) en la primera semana de diciembre, enero y febrero en ambas resiembras.

Se evaluaron dos regímenes de aplicación diferentes: una sola



El lugar del estudio estaba situado en el Turfgrass Research and Education Center de la Auburn University en Auburn, Alabama. Esta foto se tomó el 22 de febrero de 2011 durante el primer año del estudio. Fotos de M. Flessner.

Tabla 1. Daños por aplicaciones únicas de glifosato

Aplicación	Herbicida	Dosis		% control de <i>Poa Annua</i> en abril	% daños en Ryegrass Replay	
		litros/hectárea	Kg/hectárea		3 Wait	6 Wait
Diciembre	Roundup Pro Max glifosato	0,26	0,059	66BCDE	18C	15E
		0,51	0,113	94ABC	33B	34D
		1,03	0,227	85ABCD	46B	63C
		2,07	0,454	41E	62A	92A
Enero		0,26	0,059	63CDE	0D	3FG
		0,51	0,113	91ABC	4D	23DE
		1,03	0,227	99A	12CD	54C
		2,07	0,454	100A	13CD	76B
Febrero		0,26	0,059	56DE	0D	0G
		0,51	0,113	48E	7C	0G
		1,03	0,227	73ABCDE	18CD	0G
		2,07	0,454	98AB	28B	0G
Tratamiento adicional						
Diciembre	Prograss (ethofumesate)	6,28 fb 6,28		73ABCDE	12CD	14EF

Nota: Datos tomados durante las temporadas 2010-2011 y 2011-2012. Las medidas con la misma letra en la misma columna son similares según el análisis estadístico. WAIT: semanas tras el tratamiento inicial; fb: seguido de.

aplicación de Roundup ProMax y dos aplicaciones secuenciadas, con un intervalo de tres semanas de la primera a la segunda aplicación. En el momento de cada aplicación, las aplicaciones únicas se dosificaron a 0 (no tratado), 0,26, 0,51, 1,03 y 2,07 litros/ha (Tabla 1). Las aplicaciones secuenciadas fueron de 0,26 l/ha seguido de 0,26 l/ha, 0,51 l/ha seguido de 0,51 l/ha, 1,03 l/ha seguido de 1,03 l/ha y 2,07 l/ha seguido de 2,07 l/ha (Tabla 2).

Se aplicó un tratamiento comparativo de Prograss (ethofumesato, Bayer Environmental Science) dos veces a 6,28 l/ha durante la primera semana de diciembre seguido de la misma cantidad en la tercera semana de diciembre. El resultado de este tratamiento fue un control de *Poa annua* superior al 90% en el estudio previo (5).

RESULTADOS

Se recopilaron los datos de los tratamientos de Roundup ProMax y Prograss para el daño sobre Ryegrass y el control de *Poa annua*. Se evaluó visualmente el daño en una escala de 0% a 100%, donde 0% corresponde a ningún daño, 100% a muerte y 20% al nivel máximo de daño aceptable comercialmente. Se evaluó el daño a las tres y seis semanas de iniciar el tratamiento, cuando se podría esperar el daño máximo por glifosato.

También se realizó una valoración visual del control de *Poa annua* en una escala de 0% a 100%, donde 0% corresponde a ningún control y 100% a control total. La *Poa annua* se evaluó en abril para determinar el nivel de control durante la temporada.

Aplicaciones en diciembre

Los resultados indicaron que las aplicaciones de Roundup ProMax realizadas en diciembre fueron demasiado dañinas para el Ryegrass. Las aplicaciones únicas mayores de 0,26 l/ha provocaron un daño del 30% o superior seis semanas después del tratamiento inicial. El control de *Poa annua* fue generalmente escaso desde la aplicación en diciembre porque la *Poa annua* germinó después de realizar las aplicaciones.

Aplicaciones en enero

El periodo de aplicación en enero fue mucho mejor tanto para la seguridad del Ryegrass como para el control de *Poa annua*. Las aplicaciones aisladas de glifosato a una dosis de 0,51 l/ha o mayor obtuvieron un control de *Poa annua* por encima del 90%. Sin embargo, las dosis mayores de 0,51 l/ha provocaron daños superiores al 50% a las seis semanas del tratamiento inicial.

Las aplicaciones secuenciadas de Roundup ProMax en enero resultaron en un control de *Poa annua* superior al 90%. Sin embargo,

Roundup ProMax a 0,51 l/ha es suficiente para controlar la *Poa annua* si se aplica de manera adecuada.

Tabla 2. Aplicaciones secuenciadas de glifosato

Aplicación	Herbicida	Dosis		% control de Poa Annuá en abril	% daños en Ryegrass Replay	
		litros/hectárea	Kg/hectárea		3 Wait	6 Wait
Diciembre	Rouncup Pro Max Glyphosate	0,26 fb 0,26	0,059 fb 0,059	100A	28CD	43D
		0,51 fb 0,51	0,113 fb 0,113	97AB	34C	61C
		1,03 fb 1,03	0,227 fb 0,227	58D	55B	84AB
		2,07 fb 2,07	0,454 fb 0,454	25E	70A	98A
Enero		0,26 fb 0,26	0,059 fb 0,059	94AB	0F	23E
		0,51 fb 0,51	0,113 fb 0,113	100A	2F	43D
		1,03 fb 1,03	0,227 fb 0,227	100A	9EF	77B
		2,07 fb 2,07	0,454 fb 0,454	95AB	17DE	95A
Febrero		0,26 fb 0,26	0,059 fb 0,059	67CD	2F	0F
		0,51 fb 0,51	0,113 fb 0,113	84ABC	8EF	0F
		1,03 fb 1,03	0,227 fb 0,227	98AB	31C	0F
		2,07 fb 2,07	0,454 fb 0,454	84ABC	39C	12EF
Tratamiento adicional						
Diciembre	Prograss (ethofumesate)	6,28 fb 6,28		73ABCDE	12CD	14EF

Nota: Datos tomados durante las temporadas 2010-2011 y 2011-2012. Las medidas con la misma letra en la misma columna son similares según el análisis estadístico. WAIT: semanas tras el tratamiento inicial; fb: seguido de.

todas las dosis excepto la de 0,26 l/ha seguida de 0,26 l/ha provocaron daños superiores al 40%.

En conjunto, dos de los tratamientos aplicados en enero podrían ser viables comercialmente:

una aplicación aislada de Rouncup ProMax a 0,51 l/ha, con un control de Poa annua del 91% y un daño máximo sobre el Ryegrass del 23%, y una aplicación secuenciada de Roundup ProMax a 0,26 l/ha segui-

da de otra de 0,26 l/ha, con un 94% de control de Poa annua y un daño máximo sobre el Ryegrass del 23%.

Aplicaciones en febrero

El periodo de aplicación en febrero fue el más seguro de los periodos evaluados. Este descubrimiento corrobora los estudios previos que muestran que el cultivar de Replay necesita tiempo para crecer y madurar antes de llegar a la máxima tolerancia al glifosato. Una aplicación aislada de Roundup ProMax a 1,03 l/ha o inferior resultó en un nivel de daño aceptable (menos del 20%). Las aplicaciones secuenciadas eran seguras (menos del 10% de daño) hasta 0,51 l/ha seguido de 0,51 l/ha. Sin embargo, el control de *Poa annua* fue inferior que en el tratamiento de enero porque, en febrero, la *Poa annua* estaba más madura y robusta y podía soportar dosis mayores de glifosato. Roundup ProMax aplicado a 1,03 l/ha resultó en un control de Poa annua del 73%, mientras que con las aplicaciones secuenciadas de 0,51 l/ha seguido de 0,51 l/ha el control fue del 84%.



Esta imagen del segundo año del estudio (tomada el 21 feb. 2012) muestra diferencias en los daños sobre el Ryegrass y el control de Poa annua según los diferentes tratamientos y tiempos de aplicación.



Tratamiento con Prograss

El tratamiento comparativo con Prograss resultó en un control de *Poa annua* del 73% con un daño sobre el rye grass inferior al 15% (caracterizado por un menor crecimiento y ligera decoloración). Los mejores tratamientos en enero y alguno de los mejores en febrero fueron similares estadísticamente (Tablas 1, 2).

CONCLUSIONES

En este ensayo no se observó daño en la bermuda, retrasos en el reverdecimiento primaveral u otros efectos adversos. Sin embargo, para evitar el riesgo de daños en la bermuda, se debe tener especial cuidado en asegurarse de que la bermuda está completamente latente antes de aplicar el glifosato.

El periodo de aplicación y la dosis del glifosato son dos factores que deben ajustarse para equilibrar los intereses en conflicto de la seguridad del césped y el adecuado control de las malezas. Sólo dos de los tratamientos con

Roundup, ambos en enero, ofrecieron un control de *Poa annua* superior al 90% y un daño sobre el Ryegrass inferior al 25% a lo largo del ensayo. Estos dos tratamientos fueron una aplicación única de Roundup ProMax a 0,51 l/ha y dos aplicaciones seguidas de 0,26 l/ha. Por tanto, estos son los mejores tratamientos evaluados de glifosato para el control de *Poa annua* en bermuda resembrada con Ryegrass perenne Replay.

Aunque estos tratamientos han funcionado, no están exentos de riesgo. Por ejemplo, un leve solapamiento de las pulverizaciones provocaría un daño inaceptable y llamativo. Es importante también tener en cuenta que el glifosato no debe usarse exclusivamente para controlar las malezas, ya que se ha demostrado que estas desarrollan resistencia (3). Los Greenkeepers deben ser conscientes de que la secuenciación óptima de las aplicaciones variará según la región geográfica.

BERMUDA

Hay que asegurarse de que la bermuda esté latente antes de aplicar el glifosato.

AGRADECIMIENTOS.

Los autores agradecen a Christian Baldwin, Ph.D. su ayuda y a Jaclyn Seed by Simplot el suministro de semillas. La revista Weed Technology ha aceptado provisionalmente un artículo sobre este estudio, "annual bluegrass (*Poa annua*) control in glyphosate-tolerant perennial ryegrass overseeding" por M.L. Flessner, J.S. McElroy y G.R. Whtje. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Baldwin, C., A.D. Brede, R. Golembiewski, C. Mallory-Smith and J. Mayer. 2011. Maturity and temperature sensitivity of two glyphosate tolerant perennial ryegrass cultivars, "JS501" and "Replay". Proceedings Crop Science Society of America Nº 328-1.
- Baldwin, C.M., A.D. Brede and J.J. Mayer. 2012. "JS501" and "Replay" perennial ryegrass glyphosate tolerance and rates required for annual bluegrass (*Poa annua* L.) control. HortScience 47:932-935.
- Brosnan, J.T., G. K. Breeden and T.C. Mueller. 2012. A glyphosate resistant biotype of annual bluegrass in Tennessee. Weed Science 60:97-100.
- Gossbard, E., and D. Atkinson, eds. 1985. The herbicide glyphosate, Butterworths, Boston.
- McElroy, J.S., G.K. Breeden and G. Wehtje. 2011. Evaluation of annual bluegrass control programs for bermudagrass turf overseeded with perennial ryegrass. Weed technology 25:58-63. ■