

LECCIONES DE HOY

Muestreo adecuado del suelo

Uso constante de los laboratorios

pH del suelo cercano al neutro

Busque la ayuda de expertos cuando sea necesario

Fertilidad del suelo y nutrición del césped 101

Algunos conceptos importantes que puede ser que se haya perdido en o fuera del aula.

POR JAMES H. BAIRD

Pocas personas disputarían el hecho que existe un arte y una ciencia para hacer crecer césped de alta calidad.

Sin embargo, en estos días, parece que las prácticas de fertilidad del suelo y nutrición del césped son cada vez menos científicas y más ilógicas que artísticas.

Mientras que la ciencia sigue avanzando, me parece que la mayoría de las teorías o así llamados *avances* son proclamados por empresas o individuos que esperan ganar con la venta de sus productos o servicios de consulta. La mayoría de los encargados del césped no dudarán en aplicar un nuevo producto si creen que no hará daño a nada y sólo podrían ayudar a su situación. Lamentablemente, la aplicación del nutriente equivocado o demasiada cantidad de un nutriente puede resultar en deficiencias de otros

nutrientes, mayor potencial de enfermedades debido a los cambios en la acidez del suelo, o quizás cambios desfavorables en las propiedades físicas del suelo. Dada la incierta economía actual y mayor escrutinio sobre los productos químicos aplicados en el entorno del césped, todos los encargados del césped necesitan reevaluar sus prácticas de fertilización mediante el uso de la ciencia como la base sobre la cual, la experiencia personal y la *sensación* se construyen.

La fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas son temas complejos, pero están lejos de ser incomprensibles. Un artículo de esta longitud no puede abordar todos los principios básicos sobre la fertilidad del suelo y la nutrición del césped. Más bien, el objetivo es ayudar a simplificar varios conceptos que son fundamentales para garantizar la salud del césped y la

Tabla 1
Tendencias generales del pH del suelo en la disponibilidad de nutrientes y diversos problemas del césped.

5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
Deficiencia (<5.5)						Deficiencia (>7.5)
Nitrógeno						Fósforo
Fósforo						Hierro Manganeseo
Potasio						Boro
Magnesio						Cobre
Molibdeno						Zinc
Azufre						
Enfermedades (>5.3)		Enfermedades (>6.0)	Enfermedades (>6.5)			
Mancha muerta de primavera		Mancha de verano	Moho rosado de la nieve			
			IPodredumbre de la vaina del cuello			
Al, Mn Toxicidad (<5)	Acumulación de la materia orgánica (<5.5)					N (urea) Volatilización (>7.5)

responsabilidad ambiental y fiscal. Se hará hincapié en los suelos y las necesidades nutricionales del césped en el noreste, aunque los principios se aplicarán de manera más amplia. Para obtener más información, consulte las referencias que siguen a continuación. Comencemos nuestra lección.

HÁGASE CARGO DE SU PROGRAMA DE PRUEBAS DE SUELO

Antes de la aplicación de cualquier nutriente, es importante determinar cuáles son deficientes y en qué cantidades. Las deficiencias de nutrientes, incluyendo el nitrógeno (N), hierro (Fe) y fósforo (P), a veces se pueden detectar visualmente por un ojo bien entrenado, aunque la cuantificación de la cantidad suplementaria requerida es difícil si no imposible. Las pruebas de tejidos proporcionan una evaluación mucho más objetiva y cuantitativa del estado nutricional de la planta. Sin embargo, se necesita más investigación para relacionar los niveles de nutrientes en el tejido con la respuesta del césped. Las pruebas de tejidos se utilizan mejor como un procedimiento de diagnóstico ya que una planta debe estar bajo estrés de nutrientes para mostrar una deficiencia.

Aunque lejos de ser perfectas, las pruebas de suelo siguen siendo el método más común y mejor para determinar la disponibilidad de nutrientes para la planta de césped, ya que trata de identificar problemas potenciales antes de que ocurran. A juzgar por el número de encargados del césped que contratan a consultores de suelo o el número de veces que me han pedido interpretar informes, deduzco que muchos encargados del césped

se sienten incómodos con el desciframiento de los resultados de las pruebas de suelo. En la sección de referencias, varios artículos abordan las pruebas de suelo en una forma u otra. Los cuatro componentes principales de las pruebas de suelo son: 1) el muestreo, 2) el análisis de laboratorio, 3) la interpretación de los resultados y 4) las recomendaciones para cambios químicos, si es necesario.

NO SUBESTIME LA IMPORTANCIA DE UNA PRUEBA DE SUELO ADECUADA

El muestreo inadecuado para las pruebas de suelo puede ser una de las fuentes de error en los programas de pruebas de suelo. Algunas cosas para tener en cuenta sobre el muestreo del suelo son: 1) tomar al menos 20 submuestras (núcleos) de un área representativa para ser agrupadas, mezcladas y muestreadas para las pruebas; 2) tomar la muestra a una profundidad uniforme (por ejemplo, generalmente 2 a 4 pulgadas para los putting greens); 3) si una verdadera capa de materia orgánica o capa de abono está presente, considere dividir en material orgánico y suelo subyacente para determinar las propiedades químicas y nutrientes de cada componente; y 4) el tiempo de muestreo y la frecuencia son importantes para determinar la consistencia de los resultados de las pruebas y la eficacia de las aplicaciones de los fertilizantes. Un cambio químico después de la fertilización puede ocurrir en cuestión de días o semanas en suelos arenosos en comparación con meses o años en los suelos arcillosos. En el noreste, en greens o áreas de salida con base de arena, considere el muestreo en la primavera, antes de la aireación, y de nuevo 6 a 8 semanas después de la fertilización con formulaciones granulares como un análisis de seguimiento. Haga un

muestreo nuevamente 6 a 8 semanas después de la aireación y la fertilización a finales del verano.

SEA CONSISTENTE CON LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO

Varios laboratorios universitarios y comerciales están disponibles para el análisis de muestras de suelo. Tenga cuidado con los análisis y recomendaciones que se ofrecen de forma gratuita por parte de los fabricantes de fertilizantes o distribuidores del césped. También, es importante saber que los resultados probablemente van a variar entre laboratorios debido a los diferentes métodos de extracción y productos químicos utilizados para los análisis. Vea los artículos de Carrow et al. (2003 y 2004) que describen las diferencias entre los procedimientos analíticos de suelo. Por el bien de su programa de pruebas de suelo, es importante elegir un laboratorio que usa procedimientos y rangos de nutrientes que son apropiados para los tipos de suelo en su campo de golf. Una vez que esa información se ha recolectado, lo importante es usar el mismo laboratorio año tras año para analizar las tendencias en la disponibilidad de nutrientes y las deficiencias.

USTED TAMBIÉN PUEDE INTERPRETAR UN INFORME DE PRUEBA DE SUELO

Poniendo al lado la interpretación del laboratorio o un consultor externo, todos los encargados del césped deben sentirse cómodos con la comprensión de los resultados del suelo. La siguiente es una descripción de la información que probablemente encontrará en un informe de prueba de suelo en el noreste.

Acidez del suelo o pH

La acidez del suelo o pH es el logaritmo negativo de la concentración de iones de hidrógeno en una escala de 0 a 14, siendo 7 neutral (la concentración de los iones de hidrógeno es igual a la concentración de los iones de hidróxido). La Tabla 1 muestra un diagrama de las deficiencias de nutrientes y otros problemas del césped que son propensos a ocurrir a diferentes niveles de pH. En general, la acidez del suelo cuando es neutral o está cerca de ser neutral garantiza la máxima disponibilidad de todos los nutrientes esenciales en el suelo. Este rango de pH favorece a los nutrientes que están en una forma disponible para la planta. Esta es una de las formas más simples y uno de los principios más

importantes para recordar acerca de la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas.

Requerimiento de cal

El requerimiento de cal es la cantidad de piedra caliza (CaCO_3) requerida para elevar el pH de un suelo ácido a un nivel deseado. Una solución amortiguadora se añade a la tierra para determinar el pH de la solución amortiguadora. El valor en sí mismo no es significativo para el administrador del césped, pero es utilizado por el laboratorio para determinar la tasa de aplicación de cal recomendada, cuando sea necesario. La capacidad para reducir el pH de los suelos alcalinos con la adición de azufre o ácido depende en gran medida de la cal libre presente en el suelo, con cantidades más altas que proporcionan una mayor capacidad de amortiguación contra el cambio de pH. Por lo tanto, no se recomienda tratar de reducir el pH en suelos que incluso tienen un bajo porcentaje de cal debido a las cantidades muy grandes de ácido requeridas y el potencial para lesiones del césped.

SALES SOLUBLES

La medición de las sales solubles es especialmente importante para determinar la salinidad en los suelos afectados por la sal. La conductividad eléctrica (CE) se reporta en unidades de decisiemens/metro (dS/m) o mili-mhos/centímetro (mmhos/cm). Una CE superior a 4.0 dS/m se considera salino. El extracto de pasta saturada (EPS) se considera el procedimiento estándar para la medición de la CE, la tasa de absorción de sodio (SAR) y la concentración de boro (B). Aunque no se reporta normalmente en una prueba en el noreste, la SAR es una medida del potencial para que el exceso de sodio (Na) cause el deterioro estructural del suelo. Los niveles de SAR por encima de 12 se consideran problemáticos para el suelo y la salud de la planta, mientras que los niveles ideales deben ser 3 o más bajo. Si las pruebas de suelo revelan problemas con las sales solubles o Na, es importante hacer una prueba a la fuente de agua y buscar la ayuda de un consultor calificado o especialista universitario.

NUTRIENTES ESENCIALES

Los laboratorios utilizan extractantes químicos para estimar los niveles de nutrientes del suelo que están disponibles para las plantas.



Los resultados de suelo son propensos a generar resultados muy diferentes cuando se toman muestras a diferentes profundidades. En el caso de una muestra de suelo más larga, separe y analice la parte de arena superior del perfil por separado del suelo mineral de abajo.

Tabla 2
Elementos de nutrientes esenciales, su función y potencial para deficiencia o toxicidad en las plantas.

Macronutriente esencial	Símbolo químico	Forma disponible en la planta	Papel Primario	Movilidad en la planta	Frecuencia de la deficiencia en césped	Incidencia de la deficiencia	Toxicidad o incidencia excesiva
Carbono	C	CO ₂	Muchos	—	A veces	Estrés por sequía	—
Hidrógeno	H	H ₂ O	Muchos	—	A veces	Estrés por sequía	—
Oxígeno	O	CO ₂ / O ₂	Muchos	—	A veces	Compactación; condiciones anegadas	—
Nitrógeno	N	NO ₃ ⁻ NH ₄ ⁺	Componente de, aminoácidos, amidas, proteínas, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, etc.	Móvil	Común	Suelos arenosos; alta lixiviación; eliminación de recortes; desnitrificación; pH bajo (<4.8)	Toxicidad de sal; crecimiento excesivo; suculencia
Fósforo	P	H ₂ PO ₄ ⁻ HPO ₄ ²⁻	Componente de fosfatos de azúcar, ácidos nucleicos, nucleótidos, coenzimas, fosfolípidos, etc.; papel clave en reacciones que implican ATP	Móvil	A veces	Suelos irrigados, arenosos, con baja CIC; pH bajo (<5.5); pH alto (>7.5-8.5); suelos con alto contenido de arcilla; subsuelos; alta demanda de P durante el establecimiento; reducción de la absorción en suelos fríos; eliminación de recortes	El exceso de P puede provocar deficiencia de Fe bajo ciertas condiciones
Potasio	K	K ⁺	Requerido como un cofactor para muchas enzimas; movimientos de las estomas; mantiene la electroneutralidad en las células vegetales	Móvil	A veces	Alta precipitación o lixiviación; suelos arenosos o con baja CIC; suelos ácidos (pH<5.5); eliminación de recortes; sitios que reciben altas adiciones de Ca, Mg o Na; bajo alta fertilización con N; suelos altos en vermiculita, illita o esmectita en un pH alto	Estrés por salinidad; suprime la absorción de Mg, Ca o Mn; quemadura por fertilizante
Calcio	Ca	Ca ²⁺	Componente de la laminilla media de las paredes celulares, requerido como cofactor por algunas enzimas	Inmóvil	Raro	Condiciones de pH bajo (<5.5) en suelos con baja CIC que reciben altos niveles de Na o con Al, Mn o H altos; alta lixiviación; las deficiencias verdaderas son más probables en la raíz en vez de los tejidos de los brotes	El exceso de Ca puede provocar deficiencias de Mg, K, Mn o Fe
Magnesio	Mg	Mg ²⁺	Componente de la molécula de clorofila	Móvil	A veces	pH bajo (<5.5); suelos arenosos debido a una baja CIC y alto Al, Mn, H; bajo adición alta de Na, Ca o K; alta lixiviación	El exceso de Mg puede provocar deficiencias de K, Mn y Ca
Azufre	S	SO ₄ ²⁻	Componente de algunas proteínas	Un poco móvil	A veces	Baja MO; suelos arenosos, con baja CIC; alta precipitación y lixiviación; adiciones a la baja atmósfera; alto N con la eliminación de recortes	Quemadura foliar; produce acidez extrema en suelos no amortiguados con cal libre; contribuye a la capa negra en condiciones anaeróbicas
Hierro	Fe Fe ²⁺	Fe ²⁺ Quelante de Fe	Componente de los citocromos y proteínas de hierro no hemínicas involucradas en la fotosíntesis, fijación de N ₂ y respiración.	Inmóvil	Común	pH alto (>7.5); enraizamiento deficiente; capa de materia orgánica excesiva; suelos fríos y húmedos; alto P de suelo en un alto pH; suelos calcáreos con alto pH en regiones áridas; agua de riego con alto CHO ₃ , Ca, Mn, Zn, P o Cu; suelos con bajo MO, metales pesados de aguas residuales	Alto Fe foliar puede ennegrecer las hojas, posiblemente causando lesiones en los tejidos; puede provocar deficiencia de Mn; suelos mal drenados y ácidos pueden producir niveles tóxicos de Fe soluble para las raíces
Manganeso	Mn	Mn ²⁺ Quelante de Mn	Se requiere para la actividad de las enzimas y la evolución fotosintética del O ₂	Inmóvil	A veces	pH alto, suelos calcáreos; suelos de turba y fango que tiene un pH >7.0, clima cálido y seco; niveles altos de Cu, Zn, Fe, Na, especialmente en suelos con baja CIC y con lixiviados	Toxicidad para las raíces en suelos ácidos (pH<4.8); suelos anaeróbicos, con altos niveles de Mn pueden producir deficiencias de Ca, Fe y Mg; Si y altas temperaturas aumentan la tolerancia de la planta a la toxicidad de Mn
Zinc	Zn	Zn ²⁺ ZnOH ⁺	Componente de enzimas	Un poco móvil	Raro	Suelos alcalinos; altos niveles de Fe, Cu, Mn, P o N; alta humedad del suelo; clima húmedo y fresco <i>baja</i> intensidad de luz; suelos ácidos altamente erosionados	Algunos residuos municipales pueden ser altos en Zn; altos niveles de Zn pueden causar clorosis al provocar deficiencias de Fe o Mg
Cobre	Cu	Cu ²⁺ Cu(OH) ⁺ Quelante de Cu	Componente de enzimas	Un poco móvil	Raro	Enlace fuerte de Cu en suelos orgánicos; arenas fuertemente lixiviadas; altos niveles de Fe, Mn, Zn, P y N; pH alto	Los niveles tóxicos pueden ocurrir a partir de algunos lodos de aguas residuales o estiércol de cerdo/pollo
Molibdeno	Mo	MoO ₄ ²⁻ HMoO ₄	Componente de nitrato reductasa, esencial para la fijación de N ₂	Un poco móvil	Raro	Las deficiencias usualmente son en suelos ácidos y arenosos; suelos ácidos altos en óxidos de Fe y Al; altos niveles de Cu, Mn, Fe, S suprimen la absorción	Las toxicidades por Mo son importantes para los animales de pastoreo y están asociadas con suelos con un pH alto que son húmedos
Boro	B	H ₂ BO ₃ BO ₃ ³⁻	Evidencia indirecta en la participación del transporte de carbohidratos	Un poco móvil	Raro	pH alto puede provocar deficiencias, especialmente en suelos arenosos, calcáreos, lixiviados; altos niveles de Ca puede restringir la disponibilidad de B; suelos secos; altos niveles de K pueden aumentar la deficiencia de B en suelos con bajos niveles de B	La toxicidad por B es mucho más probable que las deficiencias causadas por agua de regadío alta en B; suelos naturalmente altos en B; exceso en la aplicación de B; uso de algunos acondicionamientos de abono
Cloro	Cl	Cl ⁻	Se requiere para las reacciones de fotosíntesis involucradas en la evolución de O ₂	Móvil	Nunca	La absorción de Cl es suprimida por altos niveles de NO ₃ ⁻ y SO ₄ ²⁻	El Cl es un componente de muchas sales que pueden ser directamente tóxicas para los tejidos de las hojas y raíces; más a menudo reduce la disponibilidad de agua mediante el aumento de la salinidad total del suelo
Níquel	Ni	Ni ²⁺	Parte esencial de la enzima ureasa, que cataliza la hidrólisis de urea a CO ₂ y NH ₄ ⁺	—	Nunca	Las condiciones asociadas con la deficiencia de Ni no son claras debido a la rara ocurrencia de la deficiencia de Ni	La toxicidad por Ni puede surgir del uso de algunos lodos de aguas residuales con altos niveles de Ni

Adaptado de Carrow et al., 2001

Los valores se reportan en partes por millón (ppm) o libras por acre (lbs/A). Además, la mayoría de los laboratorios categorizarán cada nutriente en términos de disponibilidad para la planta desde por debajo del óptimo hasta por encima del óptimo, o muy bajo a muy alto. Este método se conoce como el nivel de suficiencia de nutrientes disponibles (NSND), que intenta correlacionar de respuesta de la planta a los nutrientes extractables del suelo. Aunque se podría decir que hay pocos datos que correlacionan directamente los niveles de nutrientes del suelo con respuestas específicas y deseables de todas las especies de césped, en general NSND ha sido el método más probado y verdadero para la estimación de nutrientes disponibles en la planta.

Recuerde, los números que usted ve en su informe y los niveles de suficiencia asociados están basados en factores tales como el tipo de extractante utilizado y el índice de suficiencia específico elegido para la interpretación. Los artículos de Carrow et al. (2003 y 2004) contienen información sobre lo que se consideran rangos medios para varios nutrientes basado en el extractante utilizado. Es posible que el rango recomendado proporcionado en su informe es tan alto que casi todas las situaciones indicaría la necesidad de fertilizantes. Está bien si un laboratorio utiliza un rango ligeramente diferente, siempre y cuando incluya en paréntesis los rangos proporcionados en los artículos. Su decisión de aplicar o no fertilizantes en base a estos resultados, debe tomar en cuenta la probabilidad de que se produzcan deficiencias de nutrientes en su situación (vea la Tabla 2), así como la salud y rendimiento del césped existente.

Capacidad de intercambio catiónico y saturación de cationes básicos

Los suelos tienen una carga neta negativa, que atrae a los iones cargados positivamente. Por lo tanto, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es una medida de la cantidad de cationes que un suelo puede retener a un pH dado que son potencialmente intercambiables por la absorción de la planta. La CIC se expresa a menudo en forma de peso como miligramos equivalentes (meq) por 100 gramos de suelo seco o centimoles por kilogramo (cmol/kg). Una muestra de 100 g de suelo con una CIC de 1 meq (considerado muy bajo) contiene 6.02×10^{20} (602,000,000,000,000,000) sitios de carga negativa. Sin otra información sobre una muestra, el conocimiento de la CIC puede proporcionar alguna indicación de la textura del suelo. Arenas con baja materia orgánica en peso (1-2%) típicamente tienen valores de CIC muy bajos que están en el rango de 1-3 cmol/kg, mientras que la mayoría de suelos arcillosos o suelos francos arcillosos tienen valores de 20 cmol/kg o mayores.

La CIC es la suma total de los cationes bases o básicos (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} y Na^{+2}) y ácidos (Al^{+3} y H^+). La cantidad de cada uno que se menciona en el informe, dividido por la CIC, es la saturación de ese ión. Parece que la mayoría de consultores agrónomos de césped (excluyendo la Sección del Green de la USGA y los científicos de las universidades) están de acuerdo con la teoría del porcentaje de saturación de cationes básicos (BCSR) para la interpretación de los resultados de las pruebas de suelo y recomendaciones de fertilizantes. La teoría se basa en tener una saturación de base de 80% compuesta de 65% de Ca, 10% de Mg y 5% de K. Las recomendaciones de los fertilizantes se hacen para alcanzar no sólo estos porcentajes, sino que también equilibrios deseables entre cualquier combinación de nutrientes. Después de haber escuchado las presentaciones de los que apoyan esta teoría de "alimentar la tierra", no me sorprende que un número significativo de encargados del césped creen esta teoría, porque es una impresionante muestra de pseudociencia y arte de vender.

Desafortunadamente, la teoría BCSR es en gran parte infundada, y aquellos que intentan equilibrar los cationes del suelo en forma rutinaria simplemente están perdiendo el tiempo y el dinero del club. Para ser más específico, seguir la teoría BCSR probablemente conducirá a lo siguiente: 1) El aumento de las recomendaciones y uso de fertilizantes que no son necesarios en relación con el método NSND. 2) El aumento de las saturaciones de bases en suelos de materia orgánica arenosos hasta cerca del 80% puede resultar en un aumento significativo en el pH del suelo, lo que puede conducir a otros problemas tales como una mayor incidencia de enfermedades como podredumbre de la vaina del cuello o mancha de verano. 3) Cuando se confía en porcentajes en lugar de cantidades de nutrientes presentes en el suelo, es posible tener un porcentaje por debajo del óptimo de un catión básico tal como K^+ pero niveles suficientes de K^+ extraíble o viceversa. 4) La teoría a menudo sobreestima el Ca del suelo y subestima la CIC del suelo en greens u otras áreas que contienen arenas calcáreas o después de irrigación continua con agua rica en Ca^{+2} y Mg. 5) Por lo general resulta en un exceso de aplicación de un catión básico, que a su vez reduce la disponibilidad de los otros. En general, las deficiencias de Ca y Mg son poco comunes en las plantas excepto en circunstancias inusuales (Tabla 2).

Hasta hace poco, la teoría BCSR no había sido probada en césped. Sin embargo, las investigaciones realizadas hasta el momento corrobora aún más la falta de validez de la teoría. Cuando se aplican cantidades apropiadas de cationes básicos, con base en los datos de suficiencia, los niveles porcentuales de cationes se ajustan de manera natural según el tipo de suelo. ¿Todo esto significa que la CIC y los datos de saturación de cationes básicos deben ser ignorados? No necesariamente. Esta información puede ser útil para el manejo de suelos afectados por sal (es decir, altos niveles de Na) y como complemento para los niveles de suficiencia para ayudar a determinar y evaluar los programas de fertilidad.

El nitrógeno del suelo

Puede que su laboratorio de pruebas reporte o no las pruebas de N del suelo porque la mayoría de formas de este nutriente fluctúan demasiado rápido en el sistema de suelo y planta para que sean indicadores precisos y fiables del N disponible. Sin embargo, hay esperanza en el futuro con la utilización de la Prueba de nitrógeno del suelo Illinois. La prueba, que predice una forma amino más estable de N, ha sido desarrollado para su uso en la producción agrícola y en la actualidad está siendo utilizado para predecir ya sea las necesidades de N para la fertilidad del césped, o identificar áreas de césped que tienen un mayor potencial de lixiviación de nitrato si el fertilizante de N es aplicado. Mientras tanto, las recomendaciones de fertilizantes para N se basan en la respuesta del césped y son ajustadas por el administrador del césped dependiendo de factores tales como la composición de especies del césped (por ejemplo, *Poa annua* versus *Agrostis*), el tráfico, la susceptibilidad a enfermedades y las condiciones de estrés ambiental.

LAS RAÍCES SON EL LUGAR PRIMARIO DE ABSORCIÓN DE NUTRIENTES

Estos días escucho mucho acerca de la aplicación de nutrientes foliares y



A veces puede ser difícil diferenciar entre una deficiencia de nutrientes y una enfermedad o un problema de insectos. Examine el césped a fondo. En este caso, los daños causados por el gorgojo de pastito de invierno causó amarillamiento del césped.

productos promocionados como si verdaderamente tuvieran una función foliar. Mientras que los nutrientes pueden ser absorbidos por los brotes, principalmente a través de los poros transcuticulares, no olvidemos que la absorción foliar de nutrientes es menor en comparación con la eficacia del sistema de raíces. Cuando se piensa en ello, la hoja está diseñada para absorber la luz y evitar la pérdida de agua. Los factores que son propensos a limitar la absorción foliar incluyen el grosor de la cutícula, secado rápido antes de la absorción, la eliminación debido a la siega o precipitación y la volatilidad. Por último, pero no menos importante, la verdadera alimentación foliar requiere un bajo volumen de agua (<1 galón por 1,000 pies cuadrados) para la retención de las gotitas rociadas en el follaje; por el contrario, la mayoría de los encargados del césped que conozco utilizan rociadores portadores de altos volúmenes para distribuir los protectores de césped con más profundidad

en la capa de materia orgánica o la zona radicular subyacente.

No hay duda de que la luz y la aplicación frecuente de nutrientes es importante en el manejo de nutrientes del césped, especialmente en putting greens y otras áreas de manejo intensivo. Llámelo semántica, pero el término fertilización líquida describe mejor la práctica donde los nutrientes se rocían sobre el follaje, ya que la absorción puede producirse tanto por los brotes como por las raíces. La conclusión es, ¿cuánto estás gastando en su "verdadero fertilizante foliar"?

ABSORCIÓN DE NITRÓGENO

El nitrógeno es absorbido por la planta principalmente en las formas de iones de amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-) y en menor medida como urea, que luego son asimilados en aminoácidos y otros compuestos importantes del N para el crecimiento y el metabolismo. La pregunta entonces es, ¿es mejor o más eficiente para las plantas eludir este proceso y absorber directamente los aminoácidos? Aunque la absorción de aminoácidos es posible, ¡mi búsqueda en la literatura reveló sólo una escasa referencia sobre la absorción de aminoácidos por juncia ártica! Una vez más, planteo la pregunta, ¿cuánto está gastando en productos que contienen aminoácidos y otros bioestimulantes? Se necesita más investigaciones y pruebas de productos para justificar tanto el costo como la eficiencia del suministro de nutrientes al césped al usar productos como estos.

OBTENGA LO MEJOR DE LA FERTILIZACIÓN AL FINAL DE LA TEMPORADA

Las aplicaciones de fertilizantes al final de la temporada de otoño, o lo que algunos llaman aplicaciones de fertilizantes "para plantas en estado latente", son típicas en el césped de estación fría en los climas templados del norte. El objetivo final de la fertilización al final del otoño es suministrar N a la planta para el almacenamiento de carbohidratos, que puede mejorar la tolerancia al estrés y crecimiento de la raíz a principios de la primavera. Los beneficios adicionales incluyen el reverdecimiento a comienzos de la primavera y la reducción de la necesidad de fertilización a principios de la primavera, lo que puede mejorar aún más el crecimiento de brotes y aumentar la frecuencia de siega. Ya que las temperaturas del suelo siguen siendo más altas que el aire en el otoño, las raíces son capaces de absorber los nutrientes a pesar de que el crecimiento de brotes esencialmente ha cesado. Al mismo tiempo, la fotosíntesis todavía puede estar activa. Por lo tanto, se logra la sincronización adecuada entre el tiempo de la primera helada y cubierta de nieve



primera helada y cubierta de nieve continua o de congelamiento de la tierra cuando las plantas verdaderamente entran en estado latente.

Las formas de liberación lenta de N, incluyendo los orgánicos naturales, se aplican habitualmente a finales del otoño para evitar una descarga no deseada de crecimiento en el improbable caso de que las temperaturas suban por encima de lo normal. Por desgracia, dependiendo del transportador, es probable que gran parte del N no esté disponible para la planta hasta la primavera siguiente, lo que contradice la finalidad de promover el crecimiento de la raíz en lugar del crecimiento de los brotes. Además, el N puede ser perdido en el escurrimiento o lixiviación a las aguas subterráneas.

Sería mejor aplicar N en formas solubles, fácilmente disponibles tales como sulfato de amonio para asegurar la máxima absorción de la raíz y almacenamiento de carbohidratos a finales del otoño. Si se van a utilizar fuentes de liberación lenta de N, entonces la aplicación debe ser programada más temprano en el otoño, cuando las temperaturas más cálidas permiten la disponibilidad y la absorción de la raíz. La aplicación de menos de 1.0

libra de N por 1,000 pies cuadrados cuando el césped es capaz de absorber y utilizar N ayudará a evitar posibles pérdidas por lixiviación o escurrimiento. Hay poca evidencia de que la aplicación de N al final del otoño contribuye a las lesiones por temperaturas bajas de los céspedes de temporadas frías, siempre y cuando se sigan la programación y tasas apropiadas. Por otro lado, la fertilización de N a finales del otoño puede mejorar la actividad del moho de la nieve en el césped sin la aplicación de fungicidas preventivos; sin embargo, el N agregado también puede ayudar a la rápida recuperación del césped de enfermedades u otros daños de invierno.

FERTILIZACIÓN CON POTASIO: MÁS NO SIEMPRE ES MEJOR

Además de su papel en importantes procesos fisiológicos, el K también influye en la tolerancia a la sequía, frío, temperaturas altas, desgaste y estrés por salinidad. También asociamos el término "consumo de lujo" con el K, en el sentido que los niveles de tejido adecuados para la tolerancia al estrés pueden estar por encima de lo que se considera suficiente para el crecimiento. Sabiendo esto, parece que algunos encargados del césped han

¿Enfermedad o demasiada aplicación de fertilizantes? Los granulos cuentan la historia.



La aplicación de líquidos puede ser un método de fertilización del césped eficaz, pero sea escéptico sobre las afirmaciones que aumentan la absorción cuando la absorción radicular es más común.

adoptado el enfoque "más es mejor" y aplican 2-3 o más veces más K que N anualmente. Con la excepción de situaciones que envuelven suelos afectados por sal y especies tolerantes de sal, la investigación ha demostrado la tolerancia óptima del césped al estrés cuando el K del suelo se mantiene en el rango suficiente. Recuerde que el exceso de K puede contribuir al estrés por salinidad; suprimir la absorción de Mg, Ca o Mn; y promover una mayor incidencia de enfermedades del moho de la nieve.

RESUMEN

La fertilidad del suelo y la nutrición del césped pueden ser temas abrumadores para muchos encargados del césped. Espero que este artículo haya ayudado a aclarar y simplificar los principios y prácticas clave, y lo ha fortalecido, al administrador del césped, para tomar cargo de su programa de nutrientes del césped. No requiere una gran cantidad de dinero o la adivinanza para cumplir con las necesidades nutricionales de su césped. Deje que la ciencia sea su maestro.

REFERENCIAS

- Carrow, R. N. 1995. Soil testing for fertilizer recommendations. *Golf Course Management*. 63(11):61-68.
- Carrow, R. N., D. V. Waddington, and P. E. Rieke. 2001. Turfgrass soil fertility and chemical problems: Assessment and management. Wiley, Hoboken, N.J.
- Carrow, R. N., L. Stowell, W. Gelernter, S. Davis, R. R. Duncan, and J. Skorulski. 2003. Clarifying soil testing: I. Saturated paste and dilute extracts. *Golf Course Management*. 71(9):81-85.
- Carrow, R. N., L. Stowell, W. Gelernter, S. Davis, R. R. Duncan, and J. Skorulski. 2004. Clarifying soil testing: II. Choosing SLAN extractants for macronutrients. *Golf Course Management*. 72(1):189-193.
- Carrow, R. N., L. Stowell, W. Gelernter, S. Davis, R. R. Duncan, and J. Skorulski. 2004. Clarifying soil testing: III. SLAN sufficiency ranges and recommendations. *Golf Course Management*. 72(1):194-197.
- Chapin, F. S. III, L. Moilanen, and K. Kielland. 1993. Preferential use of organic N for growth by a non-mycorrhizal arctic sedge. *Nature*. 361:150-153.
- Gardner, D., and B. Horgan. 2006. 2006 Turfgrass and Environmental Research Summary. p. 15.
- Happ, K. A. 1994. Tissue testing: Questions and answers. *Green Section Record de la USGA*. 32(4):9-11.
- Happ, K. A. 1995. Sampling for results: The methods are important. *Green Section Record de la USGA*. 33(5):1-4.
- Kopittke, P. M., and N. W. Menzies. 2007. A review of the use of the base cation saturation ratio and the "ideal" soil. *SSSAJ*. 71(2):259-265.
- Kussow, W. R. 2000. Soil cation balance. *The Grass Roots*. 29(2):58-61.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition in higher plants. Academic Press, New York, N.Y.
- Skorulski, J. E. 2001. Unlocking the mysteries: Interpreting a soil nutrient test for sand-based greens. *Green Section Record de la USGA*. 39(1):9-11.
- Skorulski, J. E. 2003. Digging deeper into soil nutrient testing. *Tee to Green*. 33(1):3-5.
- Skorulski, J. E. 2003. Micro-managing. *Green Section Record de la USGA*. 41(5):13-17.
- St. John, R., and N. Christians. 2007. Basic cation ratios for sand-based greens. *USGA Turfgrass and Environmental Research Online*. 6(10):1-9.
- Taiz, L., and E. Zeiger. 1991. *Plant physiology*. Benjamin/Cummings. Redwood City, Calif.
- Woods, M. S. 2006. Nonacid cation bioavailability in sand rootzones. Tesis de Ph.D. Cornell University, Ithaca, N.Y.

GRACIAS A los Dres. Robert N. Carrow de la Universidad de Georgia; Paul E. Rieke de la Universidad Estatal de Michigan; y James A. Murphy, de la Universidad Rutgers; por su ayuda.

JIM BAIRD es un agrónomo de la Sección del Green en la región del noreste, donde visita campos de golf en Connecticut, New Jersey, New York y Ontario, Canadá.