

Premio Greenkeeper 2000

Pedro Barber Lloret

Por

Rolando Serrano Palomar · Nuevo Club de Golf de Madrid

Como cada año cuando se acercan las fechas de las Jornadas Técnicas, hago mi propuesta a la Junta directiva, presentando al menos un candidato al Premio Greenkeeper del año en curso.

El año 2000, con la Junta Directiva de la zona de Alicante, lo tuve muy claro y propuse a D. Pedro Barber como candidato al Premio Greenkeeper. Me consta además que no fui el único. Así que la Junta Directiva otorga el Premio a D. Pedro Barber Lloret.

Decir de D. Pedro Barber que es Presidente de la Federación Valenciana de Golf y miembro de la Junta Directiva de la Federación Española, es sólo mirar el presente. Pero Pedro Barber tiene en su haber un bagaje de más de 25 años trabajando en este mundo del golf y para este deporte. En este tiempo ha pasado por todos los estamentos y ocupaciones de responsabilidad. Además de jugador de golf, ha sido greenkeeper, diseñador y responsable de la construcción, director del club, etc. Es, posiblemente una de las personas que mejor conoce todo el entramado que conlleva el desarrollo de los campos de Golf. Conocí a Pedro Barber en Noviembre de 1978 cuando nos reunimos los greenkeepers de España en la Moraleja para tratar de formar la Asociación Española de Greenkeepers. Desde entonces hasta hoy, ha trabajado incansablemente sin dejar de jugar al golf.

En el Club de Golf Don Cayo, que diseñó y como ingeniero de Obras



Públicas dirigió la construcción, ha pasado por todos los cargos. De Presidente del Comité de Competición a Presidente del club, siendo actualmente Presidente de Honor. Ha recibido la medalla al Mérito en Golf de manos de la Presidenta de la Real Federación Española de Golf, Dña. Emma Villaceros, en su querido club de Golf Don Cayo, ante sus socios, sus amigos y su familia. Como jugador de golf, el éxito más importante que ha conseguido es sin duda la cantidad de amigos que le ha dado este juego, y su ilusión por poder bajar su handicap en el campo donde empezó su vida en este deporte. A pesar de ser abuelo, se resiste a participar en los campeonatos de seniors y siente tentaciones de apuntarse a los de juniors. De momento no le han dejado participar en ninguno. Espera con ilusión hacer

su viaje anual con su grupo de amigos "los Ankels" a cualquier parte del mundo donde haya campos de golf, y el fin de semana para poder jugar con su mujer y cumplir su handicap.

Sheashore Paspalum

de las dunas a los campos de Golf

Por Rafael Carrascosa

Importancia de una nueva especie

Cada vez es más clara la evolución del manejo de campos de golf hacia técnicas de mantenimiento compatibles con el medio ambiente. Los campos de golf han estado en el punto de mira de la opinión pública durante las últimas décadas, siendo acusados por el uso elevado e indiscriminado de agua, fertilizantes y productos fitosanitarios. Solo el esfuerzo de la industria del golf está consiguiendo cambiar esa imagen por otra en la que los campos de golf sean considerados reservas ecológicas. Para ello ha sido necesaria la profesionalización del sector, el desarrollo de programas de educación e investigación y la puesta en marcha de técnicas de mantenimiento encaminadas a cuidar los recursos naturales. No cabe duda de que dentro del marco en el que nos movemos, especialmente en regiones semiáridas como las del litoral mediterráneo, el uso, la gestión y el reparto de los recursos hídricos están condicionando, tanto el desarrollo de nuevos campos como el manejo de los existentes. La tendencia general nos encamina a la utilización de aguas de baja calidad para el riego de nuestros céspedes, ya sean aguas recicladas (campos anexos a desarrollos urbanísticos o con estaciones depuradoras propias) o bien aguas semi-salinas (procedentes de desalinizadoras o de pozos alimentados por acuíferos salinos).

En estos casos no solo es fundamental la adaptación hacia técnicas de manejo que nos permitan el cultivo del césped, sino que es necesaria la selección y elección de una especie que tolere o se adapte a las condiciones de alta salinidad.

Una de las especies que encaja con las nuevas estrategias en el mantenimiento de céspedes y que cumple estas características es Seashore Paspalum (*Paspalum vaginatum*), conocido en las costas mediterráneas como grama del litoral, grama de agua o grama de Sitges. La podemos encontrar de forma natural en nuestros litorales, en zonas de dunas, y como mala hierba en los arrozales.

Una de las características que están impulsando el desarrollo de esta especie, además de su capacidad de admitir incluso riegos con agua de mar, es el bajo nivel de mantenimiento que requiere. No solo necesita cantidades mínimas de fertilizante, alrededor de un tercio de las utilizadas normalmente en otras especies de clima cálido, sino que la incidencia de enfermedades es reducida, siendo raramente necesaria la aplicación de productos fitosanitarios. Además esta hierba tolera condiciones de sequía en igual medida que sus compañeras dentro del grupo de plantas C-4 (bermudas, kikuyu, zoysia, St. Agustingrass), y se adapta mejor que las bermudas a condiciones sombrías.



Cualidades

Esta especie, estrechamente relacionada con su hermana *P. dilatatum*, también es considerada como mala hierba en los campos de golf españoles. En cambio las variedades encespedante salida de programas de selección y mejora ofrecen cualidades agronómicas muy interesantes. *Paspalum vaginatum* no produce semillas muy viables por lo que su propagación debe hacerse con estolones, piquetes o tepes. En cualquier caso no es difícil de propagar comparado con otros céspedes. Una vez establecido, su mantenimiento es fácil, en cierta medida comparable con el de las bermudas híbridas, aunque es necesario conocer sus particularidades y características, y adaptar nuestras técnicas de manejo para conseguir con éxito un césped sano, denso y con buenas prestaciones para el juego del golf.

Seashore paspalum es un césped de clima cálido, con crecimiento rastrero prostrado produciendo estolones y rizomas, de textura fina y de mantenimiento ecológico. Se ha desarrollado en ambientes duros y selectivos: las dunas. Este hecho le ha dado cualidades que lo hacen un césped con multi-tolerancia a distintos factores adversos:

Salinidad

Paspalum es una de las especies más tolerantes a la salinidad, con ecotipos capaces de sobrevivir con agua de mar que contenga 34.000 ppm de sales, SAR mayores de 26 y con conductividad eléctrica superior a 225 mmhos/cm². Este factor es importante en cuanto que cada vez hay más campos de golf que se riegan con aguas residuales con alto contenido en sales.

Encharcamiento

Esta especie puede soportar inundaciones periódicas causadas por las mareas y las tormentas, incluso si son de agua de mar.

Sequía

Al igual que la bermuda, esta especie produce rizomas y raíces profundas que le hace más tolerante a la sequía. Aun así es necesario conocer las técnicas de manejo apropiadas para desarrollar estas cualidades.

Nutrición

Al haberse desarrollado en ambientes tan extremos está adaptada a condiciones de baja fertilidad. Las aplicaciones de nitrógeno deben reducirse a una media de 150-250 Kg/Ha de N al año. Por encima de estas cifras fomentamos un césped acolchonado, demasiado succulento y susceptible de ser rapado. El sistema radicular se verá reducido por lo que será más

susceptible a la sequía y a las condiciones invernales. La técnica de fertilización recomendada es la aplicación ligera y frecuente (máximo 25 Kg/Ha de N) de un abono con una fuente de nitrógeno de liberación lenta. La cantidad aplicada seguirá un programa estacional parecido al de los céspedes de clima frío: ligero en verano y equilibrado en otoño y primavera.

Esta especie responde positivamente a aplicaciones de fósforo y potasio, y también a la de hierro, permitiendo un sistema radicular sano. Una adecuada aportación de potasio permitirá un mejor endurecimiento de la planta para soportar el frío invernal. De cualquier forma, las aplicaciones vendrán determinadas por los análisis de suelo.

Adaptación al frío

Las nuevas variedades y ecotipos de textura más fina pueden sobrevivir a temperaturas bajo cero si se mantienen con prácticas culturales adecuadas. En general Seashore Paspalum entra en dormancia cuando las temperaturas alcanzan los 10°C. Por regla general esto significa que pierde el calor tres semanas después de las bermudas. Para ello aplicaremos fósforo y potasio según necesidades y mantendremos la altura de corte por debajo de los 13 mm.

Paspalum es compatible con las resiembras típicas de invierno (*Lolium perenne*, *Poa trivialis*...). En estos casos evitaremos las aplicaciones de nitrógeno antes de la entrada en dormancia. Una vez pierda el color fertilizaremos según las necesidades del césped reseñado. La salida de la dormancia en primavera es un par de semanas posterior a las bermudas, evitando los daños por bajadas de temperatura fuera de temporada in primavera que tanto perjudican a la planta en su recuperación del invierno.

Sombra

La tolerancia a condiciones sombrías de esta especie no alcanza los niveles de St. Agustingrass (*Stenotaphrum secundatum*) o zoysia spp. Aun así es

mas tolerante que la bermuda ofreciendo una mejoría considerable cuando tratamos de mantener céspedes en zonas entre árboles o anexas a viviendas.

Altura de corte

La calidad del césped y la capacidad de tolerar el frío se ven mas afectados por la altura de corte que por el programa de fertilización usado. Cuando segamos con alturas de corte entre 3.5 y 12 mm esta especie desarrolla mayor densidad, es más competitiva frente a las malas hierbas y forma un césped de mejor calidad. Un programa con verticut constante y frecuente favorecerá una mayor densidad y un color más intenso sin necesidad de aumentar el colchón o fieltro.

Enfermedades y plagas

En general la aplicación de productos fitosanitarios debería ser mínima si mantenemos el Paspalum en buenas condiciones y con las técnicas adecuadas. Cuando segamos con alturas de corte por debajo de 13 mm podemos encontrar esporádicamente enfermedades como dollar spot (*Sclerotinia homeocarpa*) o *Curvularia spp.*, aunque se han encontrado ecotipos resistentes a estas. En general los ataques no serán severos, sino que son fácilmente controlables, y los daños se recuperarán con facilidad. Al ser una especie agresiva, cuando se mantiene adecuadamente compite favorablemente con las malas hierbas. Tampoco es una especie preferida por los insectos cuando se presenta con otras especies encespedantes. Los herbicidas que no dañan el césped de Paspalum son: Preemergentes: Bensulide, Pronamida, Benefin granular, Ronstar granular, Pendimetalina. Postemergentes: Ethofumesato, Quinclorac, MCPP+24D+Dicamba, Dithiopyr, Halosulfuron, Bentazon, Mecoprop.

Los siguientes herbicidas son fitotóxicos en Paspalum: Preemergentes: Oxadiazon liquido, Oryzalin, Diclofop. Postemergentes: Atrazina, Metribuzina, MSMA, DSMA, Sethoxidim, Simazina, Imazaquin, Fenoxaprop, Diclofop metil.

Especialistas en la fertilización del césped



COMPO Agricultura

Paseo de Gracia, 99
Tel. (93) 496 40 00
08008 Barcelona

BASF

(Hacer siempre pruebas de químicos y concentraciones para valorar en las condiciones particulares de cada caso)

Conclusiones

Todavía quedan muchas dudas en cuanto a la forma de mantener esta hierba, principalmente relacionadas con los protocolos para el uso de herbicidas, programas de fertilización, resistencia a enfermedades, etc. y mucho camino que recorrer en los programas de mejora para conseguir variedades con mejores características. Aun así se está abriendo camino en el mercado de los céspedes a pasos agigantados por su capacidad de tolerar condiciones salinas extremas, su nivel de mantenimiento bajo y sus buenas prestaciones para el juego.



El picudo Rojo

La plaga de las palmeras

Ni los fuertes vientos ni las lluvias merman la fortaleza de las palmeras, sin embargo, un insecto puede hacerles frente y de hecho se encara con ellas y en algunos casos es el causante de su destrucción: es el **Rhynchophorus ferrugineus Olivier**, conocido vulgarmente como Picudo Rojo de las palmeras. Es una plaga importante y causa una gran mortandad, su procedencia es de las zonas tropicales de Asia y la Polinesia. El ataque de este coleóptero se ceba prácticamente en todas las especies conocidas de palmeras, siendo las más afectadas la palmera canaria "phoenix canariensis" y la palmera datilera "phoenix dactylifera". En la Península Ibérica su presencia se detectó en 1994 en la provincia de Granada y Málaga, llevando a los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de la Junta de Andalucía a realizar una serie de actuaciones con el fin de saber la extensión de la especie y su peligro hacia las palmeras atacadas. (Publicación en el BOE núm. 59, pág. 9694 y 9695)



Larvas de entre 4 y 5 centímetros

Las larvas tienen un tamaño de entre 4 y 5 centímetros y se desarrollan en el interior de un capullo que fabrica con las propias fibras de la palmera que ha colonizado. Cuando el espécimen es adulto posee un color pardo-rojizo y puede llegar a alcanzar los cinco centímetros de longitud y entre



uno y cerca de dos centímetros de anchura. Les atraen las señales químicas que emiten las palmeras con lesiones y más intensamente si en ella ya hay otros machos que emiten feromonas de agregación que, unida a los aromas de la propia palmera ejerce su atracción sobre los adultos que comenzarán a congregarse para comenzar a excavar galerías. Las hembras son iguales a los machos, aunque se diferencian por la ausencia de una pubescencia en la parte dorsal del rostro. La duración de su vida está en torno a los tres

y cinco meses. Tras su acoplamiento con los machos, las hembras efectúan la puesta de los huevos en las galerías de alimentación que se sitúan en las heridas o cortes de la base de las hojas, en las palmas. Las larvas se desarrollan a expensas de los tejidos frescos del palmito, que es el corazón de la palmera y en su último estadio de desarrollo se valen de las propias fibras del árbol para confeccionar el capullo de crisalidación. Habitualmente tardan entre 75 y 130 días en desarrollarse. Ni las altas ni las bajas temperaturas hacen mella en el Picudo Rojo puesto que la que hay en el interior de la masa vegetal está en torno a los 30° y los insectos permanecen dentro

de la palmera mientras tienen materia vegetal que les alimente. Sus vuelos se restringen a otras palmeras totalmente devoradas en su interior. Es muy fácil reconocer cuándo una palmera ha sufrido la infección de este insecto puesto que las palmas se encuentran curvadas hacia el suelo, como si hubiera caído una gran nevada que las hubiera tumbado, algunas hojas tiernas del cogollo amarillean y están secas y pueden ser separadas fácilmente de la palmera tirando de ellas con la mano. Además, los extremos de las hojas se encuentran un poco retorcidos. Si observamos con atención podemos ver agujeros que representan la salida de adultos a la parte del tronco más cercana a la corona.

El Picudo Rojo se siente atraído por las palmeras cuando éstas han sufrido una poda y tienen heridas. Por ello, la prevención es la primera de las armas con las que se debe luchar para evitar esta infección. Se recomienda no realizar intervenciones severas en ellas y, sobre todo, cuidar esas heridas que se han producido recubriendo de pasta insecticida las brechas producidas. Aunque por el momento no hay un tratamiento que pueda considerarse eficaz al cien por cien, sí se han realizado estudios en los que se recomienda la denominada "Inyección de Fertinyect" que consiste en trasladar hasta los haces vasculares del tronco de la palmera el insecticida al taladrar entre 10 y 15 centímetros su tronco. El producto se incorpora al torrente circulatorio de la palmera impidiendo que el Picudo Rojo pueda infectarla.

A pesar de todo, los métodos de lucha convencionales han resultado ser altamente contaminantes, caros e ineficaces. En la mayor parte de casos se recomienda la incineración de las palmeras atacadas y el establecimiento de un perímetro de seguridad para evitar el contagio a otros congéneres. Es recomendable la utilización de feromonas para capturar a los adultos en vuelo que se desplazan para localizar nuevas palmeras donde hospedarse y encontrar luego las heridas para poder desarrollarse en ellas.



... innovar, es vital.

Las Areas Verdes son la respiración de nuestras ciudades.

Para Aventis Areas Verdes, nacida de la fusión de Agrevo EH y Rhône-Poulenc Areas Verdes, su conservación es una misión vital.

Con una gama completa de especialidades.

Con personas competentes a su disposición.

Aventis Areas Verdes, nuevas ideas para las Areas Verdes.



Aventis Environmental Science
Areas Verdes

Tel./Fax: 91 512 01 55 - Móvil: 619 27 28 65

e-mail: jesus.cadahia@aventis.com

Departamento de: Aventis CropScience España S.A.

Poligono Industrial El Plá, parcela 30, E-46290 Alcácer (Valencia)

Innovar es vital



HIERBA

Originalmente el campo fue sembrado con la fórmula cespigolf Is, hoy día queda muy poca de ésta hierba. Con el tiempo se ha tenido una invasión de bermuda y ahora mismo su colorido es contrastado. Los tees, algunos son pequeños y cuentan con el mismo tipo de hierba que las calles, sin ningún tipo de tratamiento especial, los greens están sembrados de agrostis stolonífero pencross.

AGUA

El agua con que cuenta el campo es de pozo y se extrae a una profundidad de 80 a 100 metros, su calidad mala, con un alto grado de cloruro sódico y sulfatos lo que provoca una toxicidad a la planta que termina ahogándola, además cuenta con un Ph bastante alto ya que son aguas muy alcalinas. Por ahora éste tipo de agua es el único recurso hídrico con que se cuenta, si bien se está dispuesto a mejorarlo con una planta desaladora, pero el problema que surge es no tener donde echar el rechazo.

ARBOLADO

La zona geográfica donde está ubicado el campo es árida y apenas tiene vegetación, por ello se intentó crear su propio microclima, chocando con el problema de que hay pocas variedades que resistan éste tipo de suelo, debido a los niveles freáticos tan altos. La vegetación con que cuenta ahora mismo el campo es sobre todo palmeras "wasitonia" y "Acacia cianofila" y muy pocas mas que se adaptan a este tipo de suelo.

Actualmente el campo de golf La Marquesa, se puede decir que se encuentra "regular", pero, actualmente la Empresa propietaria está dispuesta a invertir lo necesario para mejorar accesos, calles, greens, tees, hiervas, agua, drenajes etc. que la sitúen con la calidad que los actuales tiempos vienen exigiendo, de hecho estas actuaciones, millonarias, ya se están produciendo



Comparando aguas de pozo con aguas residuales

Todo lo que un Greenkeeper debe saber al respecto

Golf Course Management. Junio 1995. Por Alan Hayes, CPSSc

Traducido por Ignacio Soto

Regar con aguas residuales ayuda a la conservación de las aguas potables y el medio ambiente, si embargo los greenkeepers deben seguir técnicas especiales para el control de nutrientes y sales con el fin de conseguir el mejor césped posible.

Cada vez en más áreas verdes, como campos de golf, jardines y parques de nuestro país se está incrementando el uso de aguas residuales o de baja calidad para el riego de éstos. Las aguas residuales se han estado usando durante años y con gran éxito en los campos de golf de las zonas desérticas de EEUU. Hoy en día es muy común encontrar campos de golf situados en zonas húmedas con altos registros pluviométricos, que estén estudiando la incorporación de aguas residuales para el riego del campo, tanto para conservar los acuíferos como para reciclar las aguas de poblaciones cercanas.

Hoy día, aproximadamente el 75% de los campos de golf americanos están regando el césped con aguas residuales, e incluso en la zona de arizona están demandando la construcción de zonas verdes para el aprovechamiento de las aguas residuales de algunas poblaciones.

Aparte de la conservación de los acuíferos otra de las ventajas del uso de este agua en césped es la purificación de dicha agua, ejerciendo el colchón del césped como filtro el cual retiene impurezas.

Una de las primeras consideraciones que hay que tener al respecto utilizando aguas residuales es la aportación de Nitrógeno, Fósforo y otros minerales. Estas aguas también tienen una gran influencia sobre el suelo, ya que se van depositando una gran cantidad de sales y nutrientes mediante el mencionado filtrado de impurezas, lo cual influye directamente en la calidad del césped.

El efecto inmediato al usar esta agua puede ser beneficioso; sin embargo, el césped se puede ver afectado por altas concentraciones de minerales los cuales se van acumulando con el tiempo, hasta llegar a producir daños considerables en distintas zonas del campo de golf.

AGUA NO POTABLE: ¿BENEFICIO O PELIGRO PARA EL CESPED?

Los Greenkeepers pueden usar aguas no potables o bien mezclas de aguas de distintas calidades con cierto éxito. Para ello se deben de realizar una serie de ajustes en su manejo y utilización. El éxito en estos ajustes depende generalmente en el entendimiento de los constantes análisis de suelo, planta y agua. Es relativamente fácil el entendimiento de estos análisis cuando la planta se encuentra en buenas condiciones y hacer los aportes y ajustes necesarios cuando el césped empiece a dar síntomas de cualquier tipo de estrés. Algunas de estas aguas no potables contienen la cantidad exacta de elementos que estimulan un buen crecimiento, mientras que otras tienen exceso de sales. Una planta recicladora de agua típica suele tener los suficientes nutrientes para considerarlo como fertilización, con lo cual el control de dichas aguas debe realizarse de la misma forma y con

las mismas precauciones. Curiosamente alguna de este agua puede contener tal cantidad de nutrientes, que podrían cubrir todas las necesidades de fertilización del césped.

Para evaluar las condiciones que pueden influenciar en decisiones a la hora de mantener el césped, un estudio en Arthur Park Desert Golf Course in Tucson, Arizona, fue realizado para obtener una comparación en lo que se refiere al efecto de nutrientes y sales entre una planta en secundario de aguas residuales y un agua de pozo.

VARIACIONES DE LA CALIDAD DEL AGUA

La tabla 1 ilustra como los tipos de agua varían en calidad. El almacenamiento en lagos y en especial la aerificación de las aguas de lagos, pueden traducirse en grandes cambios en la calidad del agua. La calidad de las aguas también puede variar naturalmente, incluso algunos elementos pueden estar presentes en el agua por mucho más tiempo que otros. Debido a esto es aconsejable tomar muestras de agua varias veces al año de la boca de los aspersores (no de los lagos), hasta conseguir una buena representación de las aguas del campo. No se debe basar un determinado mantenimiento de aguas con una sola muestra, puede resultar no ser representativa del resto del año.

A pesar de que las aguas residuales contienen una gran cantidad de nutrientes y sales, éstas pueden variar considerablemente de una localidad a otra y de un tratamiento a otro.

Los tratamientos secundarios suelen producir aguas cargadas de nutrientes, mientras que los tratamientos terciarios eliminan bastantes componentes que contienen Nitrógeno y Fósforo. Otras aguas potables y no potables pueden variar en calidad de acuerdo con la geología local, la cantidad usada y otros factores.

AGUA DE POZO VS. AGUAS RESIDUALES

Nutrientes:

*Nitrógeno.

El nitrógeno fue analizado en dos formas, de nitrato NO₃ y amonio NH₄. Como se muestra, los niveles de nitrógeno varían considerablemente entre los dos tipos de agua.

El rango de concentraciones más altas de las aguas residuales contenía niveles un poco alto de nitrógeno procedente de nitratos, mientras que era considerablemente mas alto en nitrógeno amoniacal. Los niveles de nitrógeno amoniacal variaban considerablemente sobre todo en las concentraciones altas. Una de las razones que contribuían a esta variación era la volatilización del nitrógeno amoniacal hacia la atmósfera. Tanto el nitrógeno como la cantidad de sales aportadas al suelo a través del riego pueden ser estimados con un análisis de agua. Los laboratorios deben de analizar el agua y reportar datos tanto de nutrientes como de sales en ppm (partes por millón). Según los cálculos correspondientes, el agua residual en este caso nos añadiría un total de 45 kg. de nitrógeno por Hectárea y mes (que puede traducirse en un abonado normal), mientras que el agua de pozo nos estaría aportando tan solo 8 kg. de nitrógeno por Hectárea y mes. Estos cálculos están basados en las concentraciones más altas de nitrógeno obtenido del agua. Esto demuestra la capacidad que poseen las aguas residuales a aportar nitrógeno al suelo, aproximadamente 5 veces más que el agua de pozo. Debido a esta aportación extra de

ANÁLISIS DE UNA PLANTA EN TERCARIO DE AGUAS RESIDUALES Y AGUA DE POZO.

	Irrigation source	
	Well	Effluent
PH	7.5-8.4	7.0-9.5
Electrical conductivity (EC)	0.2-0.2	0.65-0.91
Total dissolved salts (TDS)	128-128	416-582
Carbonates (CO ₃)	0.0	0.0-66.0
Bicarbonates (HCO ₃)	85.4-140.3	164.7-305.0
Sodium (Na)	13.8-29.9	80.5-298.9
Calcium and magnesium (Ca+Mg)	12.0-18.0	20.0-30.0
Sodium absorption ratio (SAR)	0.7-1.6	3.2-4.1
Nitrate nitrogen (NO ₃ -N)	1.0-5.0	1.0-7.5
Ammonium Nitrogen (NH ₄ -N)	0.0-1.5	0.0-28.6
Phosphate phosphorus (PO ₄ -P)	under 0.01	6.4-26.8
Potassium (K)	under 4.0	8.0-16.0

nitrógeno, se deben realizar ajustes a nuestro programa de fertilizaciones, especialmente cuando estemos regando con aguas residuales, de no ser así puede producirse un exceso de nitrógeno en el suelo con el consiguiente problema para la calidad del césped. Excesivas cantidades de nitrógeno normalmente nos conducen a siegas más frecuentes, empobrecimiento del sistema radicular, inhibición del poder de recuperación, problemas con enraizamiento de tepes, reducción de la tolerancia al estrés, excesivo crecimiento de thatch o colchón, estrés hídrico e incremento de la aparición de enfermedades en el césped.

En esta prueba, el césped respondía considerablemente al nitrógeno añadido por las aguas residuales, y el nivel de nitrógeno encontrado en el suelo era bastante mayor. El nivel de nitrógeno disponible para la planta mes a mes variará dependiendo en la calidad del agua y la cantidad de riego aportado. A medida que el tiempo ofrecía bajas temperaturas y las lluvias empiezan a aparecer, el nivel de este nitrógeno disminuirá proporcionalmente. Los ajustes a realizar al programa de fertilización dependerán también en estos factores más la experiencia del greenkeeper y los niveles de nitrógeno deseados por él mismo.

*Fósforo.

Las aportaciones de fósforo procedentes del agua de riego se pueden calcular de la misma forma. Las aportaciones a través del agua de pozo son generalmente insignificantes. Por el contrario los suelos mostraban una acumulación de fósforo cuando eran regados con aguas residuales. También se deben realizar ajustes al programa de fertilización debido a la capacidad del suelo de retener el fósforo y a la relativa pequeña cantidad que necesita el césped para un crecimiento normal. Aunque la toxicidad de fósforo no está considerado como un problema, los excesos de fósforo en el suelo pueden dar lugar a la aparición de malas hierbas y puede reducir la disponibilidad de hierro y zinc.

*Potasio.

Las aguas residuales también aportan una gran cantidad de potasio. El nivel de potasio en suelos regados con agua de pozo, decrece con el paso del tiempo, mientras que en los suelos regados con aguas residuales, el nivel de potasio crece ligeramente con el tiempo, sin embargo no se producen acumulaciones importantes. El aporte de potasio en las aguas residuales de este particular caso era de 19 kg. de Potasio por hectárea y mes.

*Calcio y Magnesio.

Aunque las concentraciones de ambos eran mayores en el caso del riego con aguas residuales, estas concentraciones decrecían con el paso del tiempo. Tanto el Calcio como el Magnesio son elementos fundamentales para el buen desarrollo del césped. Cuando existe una carencia de estos elementos en el césped, problemas relacionados con el Sodio suelen ser comunes.

Sales:

*Conductividad Eléctrica y Total de Sales Disueltas.

La salinidad de un determinado agua viene dada en Conductividad Eléctrica (EC) y Total de sales disueltas (TDS). A medida que la concentración de sales se incrementa, disminuye el poder de absorción de

la planta. Algunas plantas realmente sensibles a las sales empiezan a mostrar síntomas de estrés cuando el TDS del agua de riego sobrepasa las 480 ppm, produciéndose daños considerables cuando se llega a niveles de 1920 ppm.

La salinidad del suelo debe ser evaluada periódicamente para determinar si las sales de las aguas residuales se están acumulando en el suelo.

Los suelos salinos empiezan a desarrollarse cuando se acumulan estas sales. Esto puede ser causado por un drenaje pobre, altos niveles de capa freática, pobre calidad del agua, riegos inapropiados o combinación de varios factores.

Afortunadamente, si el drenaje es adecuado, la salinidad del suelo es un problema relativamente fácil de solucionar, haciendo lavados con más agua. Este exceso de agua arrastrará las sales por debajo de la zona radicular. Aunque la salinidad del suelo era bastante elevada por el uso de aguas residuales, la gráfica 4 indica que un lavado de aproximadamente un 20% de agua extra fue suficiente para evitar excesiva acumulación de sales. Las recomendaciones para lavado deben especificarse en los análisis de agua.

Es relativamente fácil entender porque los lavados son necesarios. Usando TDS y los cálculos anteriores, encontramos que cada 5 pulgadas de agua residual (con un TDS de 582 ppm) aportará 724 Kg. de sales por Ha. Estas sales deben ser lavadas por debajo de la zona radicular. Sin embargo, el agua de pozo (con una TDS de 128 ppm) aportará tan solo 158 Kg./Ha.

*Sodio.

El Sodio puede ser depositado en las aguas por motivos geológicos y humanos, así como por actividades industriales. En la mayoría de los casos el Sodio es considerado el elemento más peligroso en lo que al césped se refiere. El Sodio puede decrecer el crecimiento de la planta en general, afectando sobre todo a la densidad de rebrote y al vigor de la planta. Sus efectos negativos en el suelo pueden ser también significantes. Los suelos con alto contenido en Sodio, denominados sódicos, son muy susceptibles a la compactación debido fundamentalmente al deterioro de la estructura del suelo. También causa una pobre permeabilidad tanto del agua como del aire, ya que se ve altamente reducida la porosidad del suelo.

El peligro del Sodio en el agua es medido a través del Radio de Absorción de Sodio (SAR). El SAR es un radio modificado de Sodio con la suma de Calcio y Magnesio. A la medida que se incrementa el sodio, o bien el Calcio o el Magnesio decrece, el SAR crece. El SAR nos mide la facilidad de este Sodio del agua para ser fijado en la superficie de las partículas del suelo y causar la disgregación de las partículas de arcilla. Un análisis de agua debe reflejar el dato del SAR y aportar unas tablas sobre los índices de peligrosidad del SAR. Generalmente las aguas con un SAR superior a 10 suelen presentar problemas de Sodio. El SAR del agua residual del caso estudiado era inferior a 10, sin embargo el gráfico 5 nos indica que existía todavía una tendencia a acumular Sodio en el suelo. Una vez conocido nuestro particular problema se puede llevar a cabo un programa de aplicaciones de correctores del problema como yeso o Carbonato Cálcico. Las aplicaciones hechas regularmente con yeso (SO₄Ca)