



Realizar un análisis del sistema de riego (catch can test) proporciona datos sobre el desempeño de la boquilla y los aspersores debido a que se relaciona con la uniformidad de la aplicación

¿Su sistema de riego tiene éxito?

Una guía para ayudarle a evaluar los factores que influyen en el rendimiento del sistema de riego.

por MIKE HUCK

LA MAYORÍA DE LOS JUGADORES DE GOLF reconocen rápidamente la falta de cobertura de irrigación por lo evidente, el número y el tamaño de áreas tanto húmedas como secas en todo el campo. Sin embargo, muy pocos entienden los diversos factores que afectan la capacidad de un sistema de riego para aplicar agua de manera uniforme.

En primer lugar, el diseño y la instalación adecuada son críticos. La hidráulica, el espaciamiento de las cabezas, la selección de la boquilla, las capacidades de control y el clima, todos deben ser considerados en el proceso de diseño. Si cualquiera de estas áreas no está funcionando bien, el rendimiento es el que paga las consecuencias. Si hay uno con la suerte de ya tener un buen

sistema acondicionado, entonces el mantenimiento rutinario debe mantener un rendimiento aceptable. El ajuste anual de las bombas, los reguladores de presión, la nivelación de las cabezas bajas para evitar interferencias del césped circundante con los patrones de aspersión, y la sustitución de boquillas desgastadas o cualquier otro componente dañado debe realizarse de manera continua.

Los sistemas obsoletos presentan otra serie de problemas con el envejecimiento del equipo que resulta en grandes fallas de bombas, controladores, tuberías principales y conexiones de tuberías que pueden causar pérdida de césped en áreas grandes. Para contrarrestar estos problemas, un ritual diario de muchos superintendentes es

detectar agua, reparar fugas y ajustar los controladores continuamente, encendiéndolos para reducir las áreas secas un día, y apagándolos al día siguiente para controlar las áreas húmedas. Se dedica tanto tiempo a compensar las deficiencias e ineficiencias del sistema que queda poco tiempo para otras tareas y el personal está constantemente resolviendo problemas. No es de extrañar que los sistemas de irrigación a menudo son llamados ¡sistemas de irritación!

Tarjeta de reporte de la evaluación

Entender y evaluar los factores que influyen en el rendimiento del sistema de riego es el

primer paso para mejorar el rendimiento en general. Para entender las debilidades del sistema y evaluar donde es necesario mejorar, considere la posibilidad de llenar una tarjeta de reporte del sistema de riego. Esta tarjeta puede ayudar a los tomadores de decisiones de los campos de golf a entender los diversos factores que afectan el rendimiento del sistema de riego y a guiarlos en el desarrollo de planes de mejoramiento. Este método sugerido 1) identifica un sistema que satisficará sus necesidades, 2) considera el rendimiento histórico del sistema existente, 3) evalúa la condición del sistema existente, en comparación con un diseño de última

3) Más de una planta de bombeo o sistema de tuberías da servicio a diferentes segmentos del campo de golf. Una calificación promedio puede ser determinada después de cada paso y posteriormente se pueden desarrollar planes apropiados para llevar el sistema a un nivel aceptable que satisficará sus necesidades globales (como se ha identificado en el paso uno). Entender que puede que no sea posible mejorar todos los factores a la más alta calificación "A", pero mejorar cualquier área en particular puede marcar la diferencia.



¿Este es un sistema de última generación o en estado de deterioro? La evaluación de su sistema es el primer paso para determinar dónde se deben hacer las mejoras o si el sistema necesita ser actualizado o reemplazado.

generación, y 4) sugiere acciones a considerar basadas en una calificación final (GPA).

Antes de comenzar el proceso, conforme un equipo de calificación compuesto por el superintendente del campo de golf, el comité del green, el gerente general y los profesionales de golf. El equipo de calificación evaluará varias áreas específicas y asignará calificaciones desde "A", que es excelente rendimiento, hasta "F", que indica una falla para cada factor enumerado en la tarjeta del reporte, un sistema con el que todos estamos familiarizados desde nuestros días de escuela.

En la mayoría de los casos, una calificación para el rendimiento de todo el sistema de riego será adecuada, pero en algunos casos puede ser necesaria una calificación hoyo por hoyo, si:

- 1) Se han hecho modificaciones que afectan el sistema de riego en hoyos individuales o en varios hoyos.
- 2) Se producen cambios de elevación significativos en toda la propiedad afectando las presiones de funcionamiento.
- 3) Hay más de una planta de bombeo o

Paso 1: Determinar el grado de un sistema de riego que satisficará sus necesidades

El nivel de sofisticación necesaria para un sistema de riego varía regionalmente dependiendo de factores como: 1) expectativas del jugador de golf en cuanto a la calidad del césped y el acondicionamiento del campo, 2) recursos para mano de obra y presupuesto, y 3) clima. No todas las instalaciones requieren (o pueden justificar) un sistema "A" que incluye todos los bombos y platillos que están disponibles actualmente. Usando los siguientes factores, se puede desarrollar una calificación promedio que debe satisfacer sus necesidades generales.

Expectativas del jugador de golf: las expectativas de los jugadores y la aceptación del riego manual, de áreas húmedas y secas, la calidad general del césped y las condiciones de juego se resumen en:

- A: Debe verse y jugarse como en el último evento televisado. Los jugadores de golf sólo aceptan el riego manual de greens.
- B: Excelente acondicionamiento, condiciones rápidas y firmes con un área húmeda

o seca de vez en cuando. Los jugadores de golf aceptan puntos de riego ocasionales en greens, tees y fairways.

- C: Buenas condiciones con un número moderado de áreas húmedas o secas. Los jugadores de golf aceptan puntos de riego diarios de fairways, tees y greens para minimizar las áreas problemáticas.
- D: Condiciones regulares a malas, con numerosas áreas húmedas y secas desarrollándose cuando se confía sólo en los aspersores. Muchos aspersores de manguera funcionan durante el día para mantener condiciones aceptables.
- F: Grandes áreas húmedas y secas, muy deficientes, que requieren riego manual diario de grandes áreas. La humedad uniforme del suelo y el color del césped son solamente posibles con la lluvia.

Mano de obra y presupuesto: para compensar las ineficiencias del sistema, suele ser necesario utilizar el riego manual con mangueras y aspersores portátiles, y esto puede requerir importantes adiciones de trabajo y presupuesto. Los siguientes criterios pueden ser utilizados para determinar la calificación del sistema necesario para proporcionar condiciones aceptables basados en el presupuesto y la disponibilidad de la mano de obra:

- A: Ajustado; debe confiar totalmente en el sistema de irrigación. Sólo se tiene tiempo para cortar y arreglar el campo para el juego.
- B: Limitado; se puede proporcionar agua en áreas secas en los greens y los orillos. No hay mucho tiempo para detectar agua en tees o fairways.
- C: Moderado; puede utilizar algunos aspersores portátiles en los tees y en los fairways y regar manualmente los greens y orillos según sea necesario.
- D: Grande; puede ocultar todas las ineficiencias del sistema con riego manual y numerosos aspersores portátiles.
- F: Infinito; podemos regar a mano toda la propiedad si es necesario.

Clima: la sofisticación del sistema de riego necesaria está relacionada directamente con el clima. La duración del tiempo entre los eventos de precipitación y la cantidad de lluvia natural, junto con los requisitos de reemplazao de la ET (evapotranspiración) máxima diaria, deben ser considerados. Basado en las siguientes descripciones de clima, la calificación para el sistema de riego que se necesita es:

Reemplazade la ET máxima diaria en pulgadas	Clima/ Precipitación esperada
• A: >0.30	Climas desérticos secos, con varios meses con lluvia significativa (<15" anualmente).

- B: 0.20-0.30 Llanuras interiores y valles con veranos calurosos y secos. Se esperan lluvias regulares cada tres o cuatro semanas (15"-25" anualmente).
- C: 0.15-0.20 Regiones transitorias con altas temperaturas en verano y se espera lluvia cada una o dos semanas (25"-35" anualmente).
- D: 0.10-0.15 Climas costeros con gran niebla, y regiones templadas en el norte, con temperaturas moderadas. Precipitaciones semanales (35" - 45" anualmente).
- F: <0.10 Nuestro campo se encuentra en una selva tropical; recibimos lluvia casi a diario (>45" anualmente).

Paso 2: Rendimiento histórico

Después de determinar la calificación de un sistema que satisficará sus necesidades, establezca una calificación promedio para el rendimiento general del sistema de riego en los últimos cinco años. Haga preguntas tales como: ¿con el actual sistema de riego, el personal ha sido capaz de a) mantener el césped sano todo el tiempo, b) mantener el campo verde la mayor parte del tiempo, c) mantener el campo firme y apto para el juego la mayor parte del tiempo? ¿El sistema ha sido confiable y mantenerlo no cuesta una cantidad excesiva de dinero? En resumen, el sistema de riego durante los últimos cinco años:

- A: Cumplió o superó las expectativas la mayor parte del tiempo.
- B: Cumplió con las expectativas la mayor parte del tiempo.
- C: Cumplió con las expectativas algunas veces.
- D: Consistentemente cayó por debajo de las expectativas.
- F: Nunca cumplió las expectativas.

Paso 3: Determinar la calidad del sistema existente

El resultado deseado de cualquier sistema de riego es aplicar agua de manera uniforme, pero es un error pensar que sólo se requiere "cobertura de cabeza a cabeza" para tener una cobertura uniforme. Una cobertura uniforme es el resultado final de varios factores combinados, incluyendo:

1. Distancias razonables de espaciamiento de rociadores especificadas en el diseño original.
2. Espaciamiento uniforme y configuración adecuada de los aspersores.
3. El rendimiento del aspersor y la boquilla que producen una cobertura óptima dentro de los parámetros de diseño del sistema (es decir, distancia de separación, diseño e hidráulica del sistema).
4. Controles flexibles con la capacidad para manejar la cantidad de agua aplicada basada en

requisitos variables del sitio (planta y especies de césped, tipos de suelo, influencia de sombra, pendiente, etc.).

5. Cantidad razonable de aspersores asignados para controlar las estaciones.

6. Diseño hidráulico adecuado (tuberías y tamaños de bomba correctos, presiones de operación y tasas de flujo).

7. Componentes del equipo cofiables y correctamente instalados, (controladores, conexiones de tubería, bloques de empuje, presión nominal de tubería, etc.).

En resumen, un sistema de riego funciona basdo en la teoría de "el eslabón más débil de la cadena". Si alguna de estas áreas indicadas anteriormente no está funcionando bien, se pueden producir resultados no deseados. En la siguiente sección, cada una de las áreas mencionadas anteriormente será calificada contra los estándares del diseño de última generación.

Distancias de espaciamiento de aspersores:

la física indica que arrojar agua a una corta distancia requiere menos energía (presión) que descargar agua a una distancia mayor. Operar a presiones más bajas reduce los costos de operación y reduce al mínimo el desarrollo de finas gotitas que, cuando se ven afectada por el viento, altera los patrones de aplicación. Es por esto que los nuevos sistemas de riego están diseñados con una menor separación y con aspersores que operan a presiones más bajas. Además, la uniformidad de la aplicación general es mejor cuando se usan espaciamientos más pequeños. Asigne una calificación para el espacio diseñado de las áreas de juego principales de la siguiente manera:

- A: ≤ 65 pies
- B: 66-75 pies
- C: 76-85 pies

• D: 86-95 pies

• F: ≥ 96 pies

Uniformidad del espaciamiento y

configuración: la separación del aspersor debe ser uniforme en distancia y configuración (triángulos equiláteros o cuadrados). Generalmente no se recomienda una separación reducida en una dirección para compensar el viento debido a que la dirección y la velocidad del viento son generalmente diferentes cada día. Los siguientes criterios pueden utilizarse para calificar el espaciamiento y la uniformidad de los rociadores:

- A: Triángulos equiláteros o cuadrados instalados dentro del 5% del espaciamiento diseñado.
- B: Triángulos equiláteros o cuadrados instalados dentro del 10% del espaciamiento diseñado.
- C: Triángulos no equiláteros de tamaño uniforme o rectángulos
- D: Una hilera, uniformemente espaciada (fairways).
- F: la variación de separación sin ningún plan aparente considerado.

Rendimiento del aspersor/boquilla: si el rendimiento del rociador y la boquilla no corresponden a la configuración de la separación instalada, entonces la uniformidad de la aplicación nunca se va a lograr. Para medir el rendimiento de la distribución del aspersor, realice un análisis del sistema de riego y evalúe los datos. El procedimiento básico es el siguiente:



El mantenimiento del nivel de las cabezas de riego es básico en el mantenimiento de los aspersores. El resultado final es la uniformidad en la aplicación del agua.

1. Lleve todos los aspersores de las áreas para ser probados a un nivel de grado.
2. Inspeccione las boquillas complementarias de los cabezales. Reemplace las boquillas que no coincidan o que están inusualmente desgastadas.
3. Ajuste las válvulas de regulación de presión (PRV) a presiones de trabajo especificadas.
4. Compruebe que la velocidad de rotación de los rociadores está dentro de las especificaciones del fabricante. (Las cabezas de impacto son controladas por el ajuste del resorte de retorno correctamente tensado, mientras que las combinaciones del estator y la boquilla controlan el engranaje de los rotores.)
5. Coloque los contenedores (catch cans) de tamaño uniforme a cinco pies de distancia en todo el área de prueba.
6. Opere cada aspersor que influenci el área durante 15 minutos.
7. Mida y registre la profundidad de agua en cada contenedor.
8. Evalúe los datos.

Nota: los datos se pueden evaluar de forma manual o con un programa en una computadora para determinar la uniformidad de la distribución (DU) y/o el coeficiente de programación (SC). Para obtener información adicional con respecto a estas fórmulas o los programas disponibles, póngase en contacto con el Centro de Tecnología de Riego (CIT) en la Universidad Estatal de Fresno, California al (559) 278-2066. Solicite las referencias indicadas al final de este artículo o visite <http://www.atinet.org/CATI/rese/>.

Dónde resultan valores altos de SC y bajos de

DU, la presión de operación, espaciamiento de aspersores, selección de boquilla, y/o desgaste de la boquilla deben ser examinados de cerca como problemas potenciales. Donde hay resultados con valores bajos de SC y altos de DU, y aún hay partes húmedas o secas que persisten cuando se está operando el sistema, un examen más detallado de la programación del controlador, las presiones operacionales, las velocidades de flujo, el tamaño del tubo, la compactación del suelo y los problemas potenciales químicos del agua que afectan la permeabilidad (SAR y ECw) está justificado. Los siguientes criterios pueden ser utilizados para calificar los resultados del análisis del sistema de riego:

	SC	DU
• A:	≤ 1.2	> 85%
• B:	1.2-1.3	75-85%
• C:	1.3-1.5	65-75%
• D:	1.5-1.8	55-65%
• F:	> 1.8	< 55%

Controles automáticos: los sistemas de control automático adecuados ayudan a manejar cuánto, cuándo y dónde se aplicará el agua. Éstos también pueden equilibrar la hidráulica, mantener velocidades máximas de flujo y optimizar los tiempos de funcionamiento. Los siguientes criterios pueden ser utilizados para calificar los controles automáticos:

• A: Controles centrales computarizados con programa de manejo de flujo, satélites estatales sólidos, estaciones meteorológicas en el

lugar y controles manuales de radio.

• B: Controles centrales computarizados con programa de manejo de flujo, satélites electromecánicos y acceso a los datos de las estaciones meteorológicas públicas.

• C: Control central de estado sólido *sin* programa de manejo de flujo.

• D: Controles electromagnéticos centrales y satelitales.

• F: Control satelital solamente (no central).

Asignación de la estación de aspersores: la reducción del número total de los aspersores controlados por estación satelital aumenta la flexibilidad de las cabezas individualmente controladas en tees, fairways y roughs, junto con las cabezas duales en los greens (un conjunto de cabezas dirigidas a la superficie del putting, con un conjunto separado de cabezas dirigidas a los alrededores del green) para permitir un manejo más limitado de agua que se ha vuelto común en los nuevos diseños. Los siguientes criterios pueden ser utilizados para calificar las tareas de la estación del aspersor.

• A: Control individual de rociadores en todos los greens, tees, fairways y roughs, con cabezas duales en los perímetros de los greens.

• B: Cables individuales a todos los aspersores. Control de rociadores individual en los greens y tees y cabezas de doble perímetro en los greens. Fairways y roughs no tienen más de tres aspersores por estación, con cables individuales accesibles dentro de los gabinetes de control para permitir una fácil reasignación de la estación.

• C: Control de cabeza individual en los greens, no más de dos cabezas por estación en tees, y no más de cuatro cabezas por estación en fairways y roughs. La asignación de cables por estación está permanentemente empalmada bajo tierra y requiere excavación de zanjas para hacer cambios en la asignación de la estación. Las asignaciones de las estaciones del fairway y el rough operan en paralelo a la dirección del juego.

• D: Dos cabezas por estación en los greens, no más de cinco aspersores por estación en tees, fairways o roughs. Las cabezas del tee, el fairway y el rough operan en paralelo a la dirección del juego.

• F: Cualquier tipo de control con más de dos aspersores por estación en los greens, o aspersores operativos de fairway operan perpendicularmente (desde la línea de los árboles a la línea de los árboles), a diferencia de la forma paralelo de los fairways.

Sistema hidráulico, flujo de velocidades y "tiempos de funcionamiento": para asegurar óptimas presiones de operación, eficiencia y evitar el airete hidráulico, la hidráulica adecuada debe ser diseñada en el sistema desde el principio. El diseño hidráulico y el tamaño de tubería se basan en 1) el número de hectáreas a ser irrigadas, 2) los requerimientos de sustitución de agua en su máximo nivel y 3) el número de horas disponibles para completar un



Este círculo de pasto verde y el césped de color marrón al rededor de él es un síntoma clásico de una cobertura de riego insuficiente. La falta de un buen sistema de irrigación a menudo resulta en que el personal gaste una cantidad excesiva de tiempo para compensar las debilidades del sistema.

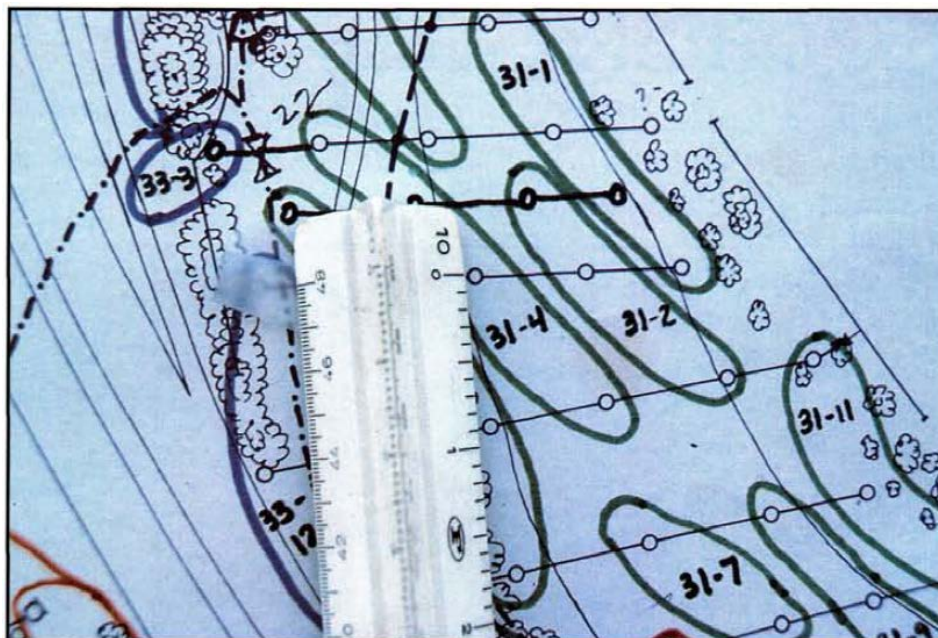
un ciclo de riego durante el remplazo máximo de agua

Es común que se adicionen aspersores donde se notan deficiencias en el diseño original o a medida que las expectativas de los jugadores de golf aumentan. Esto puede resultar en una sobrecarga hidráulica del sistema o la prolongación del tiempo de funcionamiento en horas del día que pueden interferir con el juego y el mantenimiento. La sobrecarga hidráulica del sistema debe ser evitada, ya que es similar a operar un circuito eléctrico con demasiados aparatos. ¡Con el tiempo, algo se daña! Los sistemas eléctricos sobrecargados generan calor a través de resistencias y fusibles estallados. Los sistemas de riego sobrecargados desarrollan velocidades de flujo excesivas que crean ariete hidráulico. El ariete hidráulico eventualmente se agota y crea ruptura de la tubería. Las velocidades excesivas también causan pérdidas de presión que contribuyen a la mala cobertura y requieren la ampliación de la ventana operativa para mantener presiones de operación adecuadas.

Por lo tanto, la evaluación del lapso operativo es a menudo una evaluación justa de problemas hidráulicos potenciales, y el rendimiento deficiente en esta zona justifica la consulta con un diseñador de riego. Para evaluar la hidráulica del sistema en general, el lapso operacional requerido para completar un ciclo automático en la demanda máxima sin superar las velocidades de flujo de 5 pies por segundo es:

- A: ≤ 7 horas
- B: 7-8 horas
- C: 8-10 horas
- D: 10-12 horas
- F: 12 horas o más

Confiabilidad del sistema: no importa qué tan bien un sistema distribuye el agua, éste también debe ser confiable. Las fallas crónicas de tubería alternativa o principal, los accesorios, las bombas o los sistemas de control pueden ser un signo de productos de mala calidad, técnicas de instalación incorrectas, y/o componentes gastados que requieren reemplazo. El desgaste normal y las fallas por rotura no deben convertirse en un problema hasta que un sistema llega a tener más de 20 años de instalación. Las fallas de tubería frecuentes que ocurren más pronto pueden indicar que se usaron las tuberías y las conexiones de presión nominal incorrectas o que la tubería no se midió correctamente y las velocidades máximas de flujo se han excedido con regularidad. Además, si se utilizan accesorios para la tubería principal que sean de acero recubierto de epoxi o PVC, se puede esperar que suceda una insuficiencia crónica en el sistema antes de tiempo. Su sustitución con componentes de larga duración y fundición de hierro más duradera es sugerido. La confiabilidad del sistema puede ser clasificada de acuerdo al número de fallas principales que ocurren cada temporada:



Un buen diseño hidráulico con un diseño de aspersores espaciados y configurados uniformemente es el primer paso para alcanzar un sistema de riego merecedor de una calificación "A".

- A: Cero a una
- B: Dos a cuatro
- C: Cinco a siete
- D: Ocho a diez
- F: 11 o más

Otros factores de calificación: algunos sitios pueden requerir factores de calificación específicos del sitio que deben ser considerados por el equipo de calificación. Estos pueden incluir los siguientes:

- Salida de la bomba
- Buena salida
- Capacidad de almacenamiento del lago
- Condiciones del suelo cambiantes
- Compactación del suelo
- Influencia de árboles
- Química del agua debido a que se relaciona con la permeabilidad

Paso 4: Implementar cambios o buscar ayuda adicional

Los cambios para mejorar el rendimiento, tales como el ajuste de las válvulas de regulación de presión, la elevación y la nivelación de cabezas bajas o la sustitución de boquillas de los sistemas de control, puede ofrecer mejoras razonables. Por lo que se justifica traer un consultor de diseño de riego para realizar un análisis más completo, en el cual las deficiencias graves son identificadas. Por último, es importante entender que las actualizaciones de riego a menudo requieren grandes inversiones de capital para ofrecer una mejora notable. Las recomendaciones basadas en el promedio de calificaciones derivada de los distintos factores evaluados en el paso 3 son:

Calificación final (GPA)

- A: Excelente sistema; el mantenimiento adecuado debe mantener este estado durante un

un número de años.

• B: Buen sistema; posiblemente empezando a mostrar que ya tiene tiempo, pero el mantenimiento adecuado debe prolongar la esperanza de vida útil para mantener la eficiencia y posiblemente ofrecer mejoras.

• C: Este sistema necesita trabajo, y la mejora puede ser posible, dependiendo de los problemas. La ayuda de un diseñador de riego puede ser útil.

• D: Busque el consejo de un diseñador de riego para hacer mejoras.

• F: Conseguir un buen diseñador de riego y sacar la chequera; nada menos que la sustitución completa del sistema probablemente puede ayudar.

Referencias

- Solomon, K. H. 1988. A New Way to View Sprinkler Patterns. *Center For Irrigation Technology Irrigation Notes*, Agosto. Publicación No. 880802.
- Zoldoske, D. F., K. H. Solomon, and E. M. Norum. 1994. Uniformity Measurements for Turfgrass: What's Best? *Center For Irrigation Technology Irrigation Notes*, Noviembre. Publicación No. 941102.
- Wilson, T. P., and Zoldoske, D. F. 1997. Evaluating Sprinkler Irrigation Uniformity, *Center for Irrigation Technology Irrigation Notes*, Julio. Publicación No. 970703.

MIKE HUCK es ingeniero agrónomo en la región suroeste, donde la eficiencia y el uso del agua es de suma importancia y el clima árido muestra rápidamente un sistema de riego con una calificación deficiente.