

Manejo Administrativo de la Asistencia Técnica en Riego (**MATRi**)

Índice

1. Introducción
2. Objetivos
3. Marco teórico
 - 3.3. Antecedentes
 - 3.4. Bases de la asistencia técnica en riego
 - 3.4.1. Riego por gravedad
 - A. Prueba de riego
 - B. Modelación del riego
 - C. Calibración del modelo
 - D. Diseño de riego parcelario
 - E. Verificación y ajuste del diseño del riego parcelario
 - 3.4.2. Riego por Aspersión
 - A. Lecturas iniciales
 - B. Pluviometría y evaluación
 - 3.5. Uso del **MATRi**
 - 3.5.1. Registro del productor
 - 3.5.2. Registro de las características del pozo
 - 3.5.3. Registro de las características de la unidad de riego
 - 3.5.4. Registro de las características de la parcela
 - 3.5.5. Prueba de riego por gravedad
 - 3.5.6. Calibración del modelo
 - 3.5.7. Diseño del riego
 - 3.5.8. Prueba de riego por Aspersión
 - 3.5.9. Reportes del **MATRi**
4. Hipótesis
5. Conclusiones
6. Referencias bibliográficas

Manejo Administrativo de la Asistencia Técnica en Riego (MATRI)

Autor: Gustavo Magaña S.

1. Introducción

Para lograr un desarrollo sustentable en cualquier actividad económica, es necesario garantizar un suministro suficiente en cantidad y calidad de agua, por una razón muy elemental: El agua es indispensable para la vida. A pesar de que se considera al hombre como el único ser racional en la tierra, como sociedad, y algunos en lo particular, actúan de una manera distinta. Con nuestras acciones hemos alterado el medio ambiente, de manera tal que se ha afectado la disponibilidad de agua. Actuamos como si este recurso fuera inagotable, cuando sabemos que no lo es. En esencia, el agua sobre la tierra es, y siempre será la misma, al igual que el funcionamiento del ciclo hidrológico, sin embargo, en la mayoría de las regiones la cantidad y calidad ya no es la misma, con lo que se pone en riesgo el desarrollo sustentable de todas las actividades económicas.

Del total del volumen de agua empleado en la agricultura en Guanajuato, dos terceras partes provienen de los acuíferos y el resto es agua de almacenamientos superficiales. De acuerdo con estudios elaborados por encargo de la Comisión Estatal de Aguas de Guanajuato (CEAG), de los acuíferos del estado se extraen anualmente 2,741 Mm³ de agua y de ellos, el 87.8% se emplea en la agricultura. El déficit entre la extracción y la recarga en esos cuerpos de agua es de alrededor de 1,246 Mm³ anuales. En aguas superficiales, el déficit asciende a 193 Mm³. La sobreexplotación de los mantos acuíferos provoca que en algunas zonas sus niveles desciendan hasta 5 m por año. En parte, esta sobreexplotación tiene que ver con las bajas eficiencias en el uso del agua de riego, la cual se estima en un 40%, es decir, más de la mitad (60%) del volumen de agua extraída se desperdicia, y sólo una parte es aprovechada por los cultivos.

El continuar con la tendencia actual en el uso del agua representa un potencial problema para Guanajuato, pues en el mediano y largo plazo esta situación puede afectar muy significativamente la sustentabilidad económica en todos los sectores, pues todos necesitan de este recurso. De ahí la urgencia de redoblar esfuerzos sociedad y gobierno para implementar políticas que fomenten el uso racional de vital líquido. La solución evidentemente no es sencilla, pues requiere la coordinación de las instituciones de los gobiernos federal, estatal y municipales involucradas directamente en el uso del agua, así como una estrategia que considere proyectos técnica, financiera y ecológicamente viables.

Dentro de las acciones que de acuerdo con la experiencia se han identificado para contribuir al uso racional del agua, y por corresponder al sector que utiliza más del 87% del agua extraída de los acuíferos, destaca la tecnificación del riego, nivelación de tierras, asistencia técnica en riego, tratamiento de aguas negras, intercambio de aguas tratadas por aguas limpias entre las ciudades y el campo, aplicación de las leyes en materia de extracción de agua de acuíferos, entre otras.

En más del 90% de la superficie de riego en el estado se emplean métodos de aplicación del agua por gravedad, donde las eficiencias de aplicación son bajas. En otras palabras y de acuerdo con información oficial, si en el sector agrícola se emplea un volumen anual de 2,407 Mm³ y suponiendo una eficiencia en el uso del agua promedio del 40%, significa un potencial de ahorro de 1,444 Mm³ anuales, cantidad que supera el déficit entre la extracción y la recarga de agua de los acuíferos. Por ello, uno de los grandes retos es incrementar la eficiencia en el uso de agua pues tan solo un 25% en el incremento implica un ahorro de agua de 601 Mm³. Este incremento es muy factible de lograr con trabajos de tecnificación del riego, asistencia técnica y nivelación de tierras.

El presente trabajo tiene que ver con la estrategia de la asistencia técnica en riego. Está demostrado que más de la mitad del agua se pierde dentro de la

parcela, básicamente por una mala aplicación, situación que puede revertirse mediante un buen diseño de riego parcelario, entre otras acciones. La eficacia de esta estrategia ha sido demostrada durante los últimos 6 años, teniendo a la fecha un plan de trabajo validado y consolidado, con resultados muy prometedores y se ha aplicado en 10,700 hectáreas, con ahorros de hasta 1,600 m³ por ha por año. Adicionalmente se tienen beneficios similares en el ahorro de energía eléctrica, pues prácticamente todos los equipos de bombeo en los pozos funcionan con este tipo de energía. La virtud importante de este proyecto es su eficacia a un costo muy bajo, comparado con la tecnificación de riego, que también es una excelente opción pero a un costo considerablemente más elevado. Como resultado importante de las acciones de capacitación y asistencia técnica en riego, se tiene que el volumen de agua ahorrado anualmente es suficiente para suministrar agua potable a la ciudad de Guanajuato durante todo el año.

El objeto de la presentación es un software que ha sido desarrollado para facilitar la labor administrativa de la asistencia técnica, denominado **MATRi**, mismo que ha sido la base para un manejo fácil, eficiente y seguro de la información, tanto técnica como administrativa; incluye un modelo de simulación del riego por gravedad en surcos.

2. Objetivos

Presentar el software **MATRi** que sirve a los técnicos encargados de impartir la asistencia técnica en riego, como herramienta para generar un diseño de riego parcelario que maximiza la eficiencia en la aplicación del agua.

Presentar las virtudes del **MATRi** como herramienta administrativa del programa de asistencia técnica en riego en Guanajuato, para el manejo técnico y estadístico de la información generada.

3. Marco teórico

3.1. Antecedentes

Guanajuato es un Estado con gran desarrollo agrícola, pero también con el mayor número de acuíferos sobreexplotados (Marañón, 1999), debido a la enorme expansión que tuvo la agricultura de riego de 1960 a 1996 en donde el número de pozos creció de 1,100 a 16,500, sin tomar en cuenta la limitada capacidad de recarga de dichos acuíferos (Guerrero, 1998).

De acuerdo a estudios emitidos por la Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG), esto ha ocasionado un déficit en la recarga y extracción de 1,246 Mm³, o de 850 Mm³ de acuerdo con la CNA. El efecto en lo inmediato se refleja en los descensos progresivos de los niveles del agua subterránea, que oscila entre 1 y hasta 5 metros por año.

Otros desequilibrios colaterales no menos importantes que confirman estar en alerta son: disminución de los caudales de los pozos, asentamientos de terrenos, agotamiento de manantiales, aparición de grietas de gran longitud y deterioro de la calidad del agua por extraerse cada vez a mayor profundidad.

Según encuestas realizadas en 56 zonas de riego por gravedad de diferentes países, realizadas por la Comisión Internacional de Riego y Drenaje (ICID), las eficiencias globales del riego en 45 de dichas zonas es menor al 40%, y tan solo en 11 de las zonas encuestadas la eficiencia es mayor. La eficiencia global en Guanajuato se estima en menos del 40%.

El uso que se da al agua a nivel estatal, incluida tanto superficial como subterránea, el sector agrícola es el que más demanda de este vital recurso, con un 87.8% del total; le sigue sector doméstico con un 10.9%, y finalmente el Industrial con el 1.3, de acuerdo con información reportada por CEAG.

La sobreexplotación genera impactos negativos en el desarrollo sustentable de las diferentes regiones del Estado. Para contribuir a estabilizar los mantos acuíferos, diversos autores coinciden de manera enunciativa en medidas que deben implementarse para lograr un mejor aprovechamiento del agua, tales como (Magaña, 2001, Guerrero, 2003, Pérez y Hawn 2003):

- Respeto a la Ley de Aguas Nacionales.
- Tecnificar el Riego
- Reutilización de aguas.
- Nivelar Tierras
- Capacitar regadores
- Sustituir cultivos
- Implementar la construcción de invernaderos
- Favorecer la recarga de acuíferos
- Etcétera

La incapacidad para implementar medidas efectivas que garanticen un manejo sustentable del agua y en general de todos los recursos, desgraciadamente ha sido un mal común en la gran mayoría de los Gobiernos. Los países en desarrollo continúan disculpándose por el creciente deterioro en el ambiente, culpando a la falta de apoyo económico, mientras que aspectos como la falta de manejo adecuado, corrupción y falta de experiencia, simplemente son ignorados en los niveles políticos (Tortajada, 2002).

3.2. Bases de la asistencia técnica en riego.

En la Figura 1 se muestra un diagrama que indica la forma en que se ha implementado el programa de asistencia técnica en riego, en el estado de Guanajuato en los últimos 6 años y que ha demostrado eficacia en los resultados.

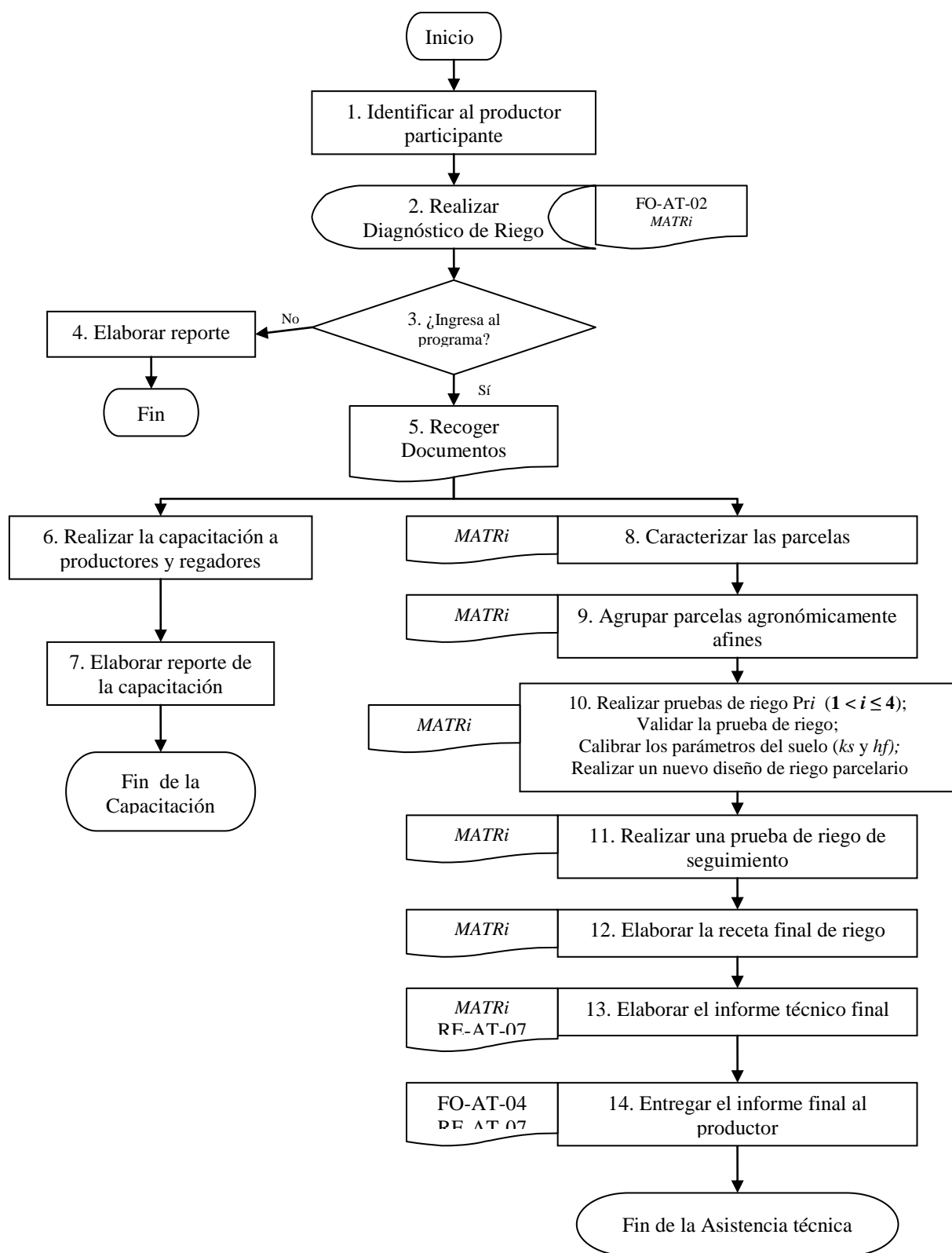


Figura 1. Diagrama de operación del programa de Capacitación y Asistencia Técnica en Riego, en el estado de Guanajuato

La asistencia se proporciona en las tres diferentes modalidades de riego: aspersión, goteo y gravedad. La mayor parte del trabajo realizado ha sido en riego por gravedad por dos razones importantes: en más del 90% de la superficie de riego en el estado se utiliza este método, además de ser con que se obtienen las más bajas eficiencias en el uso del agua (40% en promedio). En menor medida se ha trabajado en riego por aspersión, fundamentalmente porque el objetivo del programa es alcanzar el mayor ahorro de agua. Enseguida se resumen los pasos seguidos para generar la propuesta de riego.

3.2.1. Riego por gravedad.

El diseño de riego por gravedad consiste en la selección de la longitud, el ancho de la melga o espaciamiento entre surcos, pendiente longitudinal, así como dirección y gasto de riego, que permita distribuir uniformemente la lámina de riego previamente calculada. Como la longitud, ancho y pendiente de la parcela son variables prácticamente definidas, el diseño se reduce a calcular el gasto por melga o surco que distribuye de manera uniforme el agua en el surco o melga.

Para el diseño de riego por gravedad se pueden utilizar dos métodos:

- Pruebas de riego.
- Modelos matemáticos físicamente fundamentados.

El segundo método ofrece una alternativa confiable y económica, sin embargo lo más recomendable es realizar una combinación de ambos. En la sección 5 del capítulo 1 del Manual para diseño de zonas de riego pequeñas elaborado por el IMTA, se describe de manera detallada el procedimiento de diseño.

El procedimiento utilizado para el diseño de riego parcelario en el programa de capacitación y asistencia técnica en riego implementado en Guanajuato, mismo que se ha venido mejorando en los últimos años, de manera resumida se describe a continuación:

A. Prueba de riego.

Durante la aplicación de un riego normal en la parcela del productor participante, y una vez caracterizada la parcela, se realiza una serie de mediciones, a lo que se denomina “prueba de riego”:

- Lecturas iniciales y finales del gasto del sistema y del consumo de energía eléctrica.
- Número de surcos o melgas por tendido de riego.
- Contenido inicial de humedad en la parcela.
- Profundidad de raíces.
- Tiempo de aplicación del riego.
- Tiempo de avance del riego; se toman lecturas del tiempo que transcurre en que el agua avanza en el surco o melga cada determinada distancia, generalmente cada 20 metros.
- Tiempo de recesión del riego; se toman lecturas del tiempo que transcurre en que el agua desaparece en el surco o melga cada determinada distancia, generalmente cada 20 metros, una vez que se corta el riego.
- Gasto que entra al surco o melga. Esto se realiza mediante aforos directamente en el surco o melga.
- Características hidrodinámicas del suelo. Estas se obtienen en laboratorio a través de muestreos de suelos realizados previos a la realización de la prueba de riego y básicamente son:
 - Conductividad hidráulica.
 - Parámetro h_f de infiltración.
 - Coeficiente de Rugosidad del suelo.
- Lámina de riego calculada.

B. Modelación del riego.

La información obtenida en el punto A es básica para alimentar los modelos de simulación del riego basados en modelos matemáticos físicamente

fundamentados. Existen muy pocos sistemas informáticos desarrollados que modelen el riego por gravedad, entre más utilizados en México están:

- SIRMOD, desarrollado por Utah State University, EU.
- Rigrav, desarrollado por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; utiliza el modelo hidrológico.

Cuando el programa de asistencia técnica dio inicio en el estado en el 2006, se utilizó en sus primeros años el Rigrav. En virtud de que era necesario realizar algunas adecuaciones al software con el fin de hacer práctico el proceso de la generación de las recetas de riego y no se disponía ni del código fuente ni de los derechos de autor, se optó por buscar otras opciones. En esta búsqueda se encontró el **RISUR**, originalmente programado en Lenguaje C++ versión 1.01 para DOS, desarrollado por Bernardo Muñoz Hernández como trabajo de su tesis de maestría; utiliza el modelo de la onda cinemática. En su estado original el **RISUR** no era práctico, pues en la actualidad no existe la versión del lenguaje en la que fue programado, y en los sistemas operativos actuales es complicado ejecutarlo. Sin embargo, y dado que Bernardo Muñoz está adscrito a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, se dispuso de los procedimientos originales y de su asesoría, dando origen a una totalmente nueva versión del software, misma que fue diseñada especialmente para los objetivos que persigue el programa.

Los fundamentos teóricos de la modelación matemática no se describen, por no ser éste el objeto del presente trabajo.

C. Calibración del modelo.

Una vez realizada la prueba de riego, los datos son ingresados al modelo de simulación, con el fin de que dicho modelo represente lo observado en la

realidad. En la primera corrida normalmente esto no ocurre. Con el fin de ajustar el modelo a la prueba de riego, se modifican los datos de entrada señalados en el inciso A. Los datos sobre los cuales tenemos seguridad de su precisión permanecen constantes durante el proceso de calibración del modelo, reduciéndose el problema a la modificación de prácticamente tres parámetros: rugosidad del suelo (n), conductividad hidráulica (K_s) y parámetro hf de infiltración. De estos tres, la rugosidad es la que menos varía, por lo que prácticamente puede decirse que la calibración del modelo consiste en encontrar los valores de K_s y hf que mejor describen la prueba de riego realizada.

Una vez encontrados los parámetros K_s y hf , se puede determinar con razonable precisión la eficiencia de aplicación del riego, es decir, del total del agua aplicada, cuánta se quedó en la zona de raíces a disposición del cultivo y cuánta agua se desperdició. Así mismo, se determina el coeficiente de uniformidad, es decir, cómo quedó finalmente distribuida a lo largo del surco o melga.

D. Diseño de riego parcelario.

La gran ventaja de los modelos matemáticos de simulación, es su capacidad predictiva. Con ellos se puede determinar en gabinete cuál es el riego ideal para obtener la máxima eficiencia en la aplicación del agua. El diseño de riego consiste en correr el modelo de simulación para que nos dé precisamente la máxima eficiencia y el mejor coeficiente de distribución del agua. Para ello, y una vez definida la lámina de riego por aplicar, prácticamente la única variable de las especificadas en el punto A que se puede modificar, es el gasto de entrada al surco o melga.

Entonces, el diseño consiste en encontrar mediante el uso de modelos de simulación, el gasto por surco o melga que maximiza la eficiencia de

aplicación del riego. El diseño generado se le presenta al productor de una manera muy sencilla: se le indica cuántos surcos o melgas debe regar de manera simultánea en cada puesta de riego; a esto se le llama “receta de riego”.

E. Verificación y ajuste del diseño del riego parcelario.

Cuando el productor aplica la receta de riego, el técnico verifica que efectivamente el agua se distribuya en la parcela tal y como lo indica el modelo de simulación, para lo cual realiza otra prueba de riego de la manera en que se especificó en el inciso A.

Nuevamente se corre el modelo con los datos obtenidos en la prueba, como se indica en el inciso C y se verifica que los parámetros encontrados en la primera prueba de riego también describan la segunda. De no ser así, nuevamente se calibra el modelo, encontrando nuevos valores para los parámetros K_s y hf , que representan a la segunda prueba de riego, mismos que generalmente son parecidos a los encontrados en la prueba anterior.

Con estos parámetros ajustados, se diseña nuevamente el riego tal y como se describió en el inciso D, y se proporciona una nueva receta de riego al productor.

El proceso descrito en este inciso se realiza una vez más para verificar la efectividad de la nueva receta, mediante una tercera prueba de riego, con base en la cual se proporciona la receta definitiva al productor. Solo cuando los valores de los parámetros obtenidos en las tres pruebas de riego varían mucho, se hace necesario realizar una cuarta prueba de riego para generar la receta definitiva.

A la primera prueba de riego realizada se le denomina “prueba de diagnóstico“, a la(s) siguiente(s) “prueba de seguimiento” y a la última “prueba final”.

3.2.2. Riego por Aspersión.

A diferencia del riego por gravedad, donde se realiza un diseño de riego parcelario, la asistencia técnica en riego por aspersión se enfoca a realizar una verificación el estado de operación del sistema de riego, en virtud de dichos sistemas ya han sido previamente diseñados e instalados. Con las pruebas de riego que se realizan en este caso, se determina la uniformidad y la eficiencia en la aplicación del agua y con base en ello, se genera una propuesta de modificación para mejorar el riego. Para su realización se sigue el siguiente procedimiento, mismo que se describe de manera muy general, pues no es objeto del presente trabajo:

A. Lecturas iniciales.

Durante la aplicación de un riego normal en la parcela del productor participante, y una vez caracterizada la parcela, se establece una serie de recipientes de captación dispuestos en cuadrícula, generalmente de 3x3 m, entre dos líneas regantes (líneas con aspersores) que se encuentran en operación. Si hay una sola línea en operación, los recipientes se ponen a ambos lados de la línea. Luego, se realiza las siguientes mediciones:

- Lecturas iniciales y finales del gasto del sistema y del consumo de energía eléctrica.
- Longitud de la línea regante.
- Espaciamiento entre aspersores.
- Número total de aspersores en operación simultánea.
- Espaciamiento entre líneas regantes.
- Diámetro de los recipientes de captación de agua.

- Lámina de riego a aplicar.
- Duración de la puesta de riego.
- Duración de la prueba de riego.

B. Pluviometría y evaluación.

Durante el tiempo en que transcurra la prueba de riego se capta el agua de la lluvia de los aspersores, y finalizada la prueba, se mide el agua recibida por cada uno de los recipientes. Luego se calcula, entre otras cosas:

- Coeficiente de uniformidad de Christiansen.
- La uniformidad de distribución.
- Eficiencia de aplicación.
- Lámina aplicada durante la prueba.
- Pluviometría media horaria.

3.3. Uso del *MATRi*.

Inicialmente se diseñó un cuadernillo de 23 páginas, para dar seguimiento a la actividades del técnico y se utilizaba uno para cada productor. El dar debido seguimiento a la guía de llenado de información, garantizaba la eficacia de la recetas de riego generada, misma que a su vez, garantizaba una eficiencia de aplicación del agua a la parcela de al menos un 70%, misma que para riego por gravedad se considera muy buena.

Con el fin de sistematizar la información y facilitar el análisis de la misma, así como de reducir los tiempos en la generación de una propuesta para un riego eficiente, fue que se concibió el diseño y desarrollo del *MATRi*, mismo que presenta tres niveles de acceso: para técnico de campo, para coordinador por grupo de técnicos y para administrador general. Dentro de sus principales características se enuncian las siguientes:

- Se apega al diagrama operativo del programa así como a la guía especificada en los cuadernillos de trabajo.
- Presenta un ambiente intuitivo y de fácil manejo.
- El proceso de la información ha sido probado y validado, con un manejo seguro de la base de datos.
- Cada uno de los técnicos integra una base de datos de los productores y superficie que atiende, de tal forma que toda la información registrada sea útil para las subsecuentes pruebas de riego, mismas que son la base para generar la propuesta de riego.
- El técnico puede llevar su bitácora de trabajo, y generar los reportes necesarios.
- Cada coordinador de un grupo de técnicos tiene acceso a la información de cada uno de dichos técnicos, con el fin de dar seguimiento a las actividades diarias, así como validar las pruebas de riego realizadas.
- Cada coordinador puede generar los reportes necesarios para el seguimiento de su grupo de trabajo, con el fin de monitorear su correcto funcionamiento.
- El administrador general del programa tiene acceso a toda la información que genera cada técnico, para su análisis individual, por grupo de trabajo (coordinador), o análisis global.
- El administrador general del programa puede generar los reportes necesarios para el seguimiento global del programa, con el fin de monitorear el correcto funcionamiento de la asistencia técnica.

Actualmente para la asistencia técnica, en la modelación del riego se utiliza el **RISUR**, software diseñado especialmente para los fines del programa y que se enlaza de manera directa con la base de datos del **MATRi**. Ambos software han sido factor determinante en el éxito del programa.

En los siguientes puntos se describe el proceso mediante el cual en el **MATRI** se registra la información y se genera la propuesta de riego.

3.3.1. Registro del productor.

Una vez aceptada la solicitud de un productor para recibir capacitación y asistencia técnica en riego, su información básica se registra en el formulario que se muestra en la Figura 2.

The screenshot shows a web-based form titled "Productor". At the top, there are tabs for "Listado", "Registrar", and "Modificar". The form is divided into two main sections: "Datos del productor" and "Fotografía".

Datos del productor:

- C.U.R.P.: GAGN631128HGTRRC07
- Nombre: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARCÍA
- Fecha de nac.: 28/11/1963
- Sexo: Masculino
- Municipio: Valle de Santiago
- Localidad: Rancho Nuevo de San Andrés
- Domicilio: CONOCIDO
- Teléfono: (empty field)
- Acceso al programa: Invitación del asesor
- Folio Impreso: (empty field)

Fotografía:

A photo of a man is displayed in a frame. Below the photo are three icons: a plus sign (add), a red X (delete), and a magnifying glass (zoom).

At the bottom of the form, there is an "Observación:" field and a "Modificar" button.

Figura 2. Formulario de registro del productor a capacitar.

3.3.2. Registro de las características del pozo.

En la Figura 3 se observa la plantilla de captura de la información del pozo que se utiliza para regar las parcelas del productor a capacitar. El pozo puede ser común para varios productores y sus respectivas parcelas y a diferencia de lo que se anotaba en cada cuadernillo, en el sistema es necesario capturarlo solo un vez. El evitar anotar de manera repetitiva información que es común para varios productores, parcelas, tipos de suelo, etc., tal y como se hacía en los cuadernillos, es una de las ventajas del sistema, con lo que además de hacer más eficaz el manejo de la información, se reducen al máximo los errores de captura.

Pozo

Listado | Registrar | Modificar | Información

Datos generales del pozo
 No. de concesión C.N.A.: 08GUA106120/12AMDLO7
 No. de identificación: 18629 - RANCHO NUEVO DE SAN A
 Acuífero: IRAPUATO VALLE

Datos del medidor de CFE
 No. de medidor: 9P7F64
 Tarifa: 9N
 Multiplicador: 1

Características del pozo
 Gasto concesionado: 47 lps
 Volumen concesionado: 282000 m³/año
 Nivel estático: 60 m
 Nivel dinámico: 70 m
 Prof. de perforación: 150 m

Datos de la bomba del pozo
 Tipo de bomba: Turbina vertical
 Potencia del motor: 75 Hp
 Diámetro de descarga: 8 Pulg

Datos del medidor de flujo
 Marca: MCCROMETER
 Gasto: 49 lps
 No. de serie: 06-10938-08

Coordenadas del pozo
 Latitud: 20 ° 21 ' 43.71 ''
 Longitud: 101 ° 19 ' 47.65 ''

Fotografía:

Observaciones:

Modificar

Figura 3. Formulario de registro de las características de la fuente de agua, normalmente pozo profundo.

3.3.3. Registro de las características de la unidad de riego.

Se captura las características de la unidad de riego a la que pertenece el productor. Una unidad de riego puede integrar a uno o más productores y tener uno o más pozos para su abastecimiento de agua. De igual manera, también se captura las características del tipo de sistema de riego en la unidad descrita. En la Figura 4 se muestra el formulario de captura de la unidad de riego.

3.3.4. Registro de las características de la parcela.

Los técnicos obtienen la información necesaria a través de mediciones en campo, la cual es base para generar las recomendaciones de riego. Las características físicas de la parcela se obtienen con mediciones realizadas con estación total y en ocasiones mediante el uso de sistemas de información geográfica, con fotografías aérea. Para definir las características hidrodinámicas del suelo se realizan muestreos de campo y se envían al laboratorio. En la Figura 5 se muestra el

formulario de captura de la información para cada una de las parcelas del productor a capacitar.

Unidad de Riego

Listado | Registrar | Modificar

Datos de la unidad de riego

Unidad de riego: 18629 - RANCHO NUEVO DE SAN ANDRES

Municipio: Valle de Santiago

Localidad: Rancho Nuevo de San Andrés

Tenencia de la tierra: Ejidal

Superficie total asesorada: 9.91 Ha

Latitud: 20 * 21 * 43.71 "

Longitud: 101 * 19 * 47.65 "

Observaciones:

Fotografía:

Modificar

Figura 4. Formulario de registro de las características de la unidad de riego.

Parcela

Unidad de riego: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS

Listado | Registrar | Modificar

Productor: GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G...

Pozo: 08GUA105495/12AMGE98 14345 - SAN ANDRÉS

Sistema de riego: Gravedad 15 años de operación

Características de la parcela

Nombre: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARCÍA Tipo de suelo: Franco

Longitud: 190 m Densidad aparente: 1.36 gr/cm³

Ancho: 415 m Cont. de hum. a saturación: 0.49 cm³/cm³

Superficie: 5.944864 ha Cont. de hum. a capacidad de campo: 0.29 cm³/cm³

Pendiente: 0.9 % Cont. de hum. marchitez permanente: 0.17 cm³/cm³

Ancho del surco: 1.5 m Rugosidad del suelo: 0.035 adim

Arena: 45 % Conductividad hidráulica a saturación (Ks): 0.32 cm/h

Arcilla: 15 % Parámetro Hf: 47.29 cm

Fotografía:

Modificar

Figura 5. Formulario de registro de las características de las parcelas donde se proporcionará la asistencia técnica.

3.3.5. Prueba de riego por gravedad.

La información obtenida de la prueba de riego realizada en campo, tal y como fue descrito en el punto 3.4.1., se captura en los formularios mostrados en las Figuras 6, 7, 8 y 9.

Prueba de riego por gravedad

Unidad: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS 1 Productor: GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G... 3 Parcela: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARC 5.94 ha. CEBADA

Listado Registrar Modificar

Lecturas Características Avance-Resesión Aforo Conclusión Recomendación

Fechas de la prueba
 Inicial: 28/03/2012 8:01 a.m.
 Final: 28/03/2012 17:31 p.m.

Fechas de lectura del medidor de CFE
 Inicial: 28/03/2012 11:01 a.m.
 Final: 28/03/2012 12:01 p.m.

Lecturas del medidor de flujo
 Inicial: 39 lps
 Final: 39 lps

Lecturas del medidor de CFE
 Inicial: 0 KWh
 Final: 100 KWh

Consumo Real kW/hora
 Multiplicador: 1
 Consumo de kW: 100 kW
 Tiempo: 1 h
 Consumo real de kW/h: 6000 kW/h

Comentarios:

CAPTURA Revisar Modificar

Figura 6. Formulario de registro de las lecturas iniciales en la prueba de riego.

Prueba de riego por gravedad

Unidad: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS 1 Productor: GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G... 3 Parcela: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARC 5.94 ha. CEBADA

Listado Registrar Modificar

Lecturas Características Avance-Resesión Aforo Conclusión Recomendación

Lámina: 10.00 cm.
 Cont. de hum. a cap. de campo: 0.29 cm³/cm³.
 Cont. de hum. a punto. de marchitez permanente: 0.17 cm³/cm³.

No. surcos o melgas por tendido de riego: 30
 Contenido de humedad inicial: 0.19 cm³/cm³
 Ancho del surco: 1.50 m
 Ancho del tendido: 45.00 m

Profundidad de raíces: 100 cm
 Tiempo de riego por aplicar (Tiempo al corte): 420 min
 Etapa fenológica: Maduración
 Regador: El mismo productor
 El riego aplicado corresponde a: Sin receta

Comentarios:

CAPTURA Revisar Modificar

Figura 7. Formulario de registro de características generales de la prueba de riego.

Prueba de riego por gravedad

Unidad: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS 1 Productor: GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G... 3 Parcela: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARC 5.94 ha. CEBADA

Listado Registrar Modificar

Lecturas Características Avance-Recesión Aforo Conclusión Recomendación

	Distancia	Avance	Recesión
▶	0	8:00	15:25
	25	8:40	15:35
	50	9:50	15:35
	75	11:40	15:50
	100	13:20	15:55
	110	14:30	17:30
*	0	00:00	00:00

Comentarios:

CAPTURA Revisar Modificar

Figura 8. Formulario de registro de las lecturas de avance y recesión de la prueba de riego.

Prueba de riego por gravedad

Unidad: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS 1 Productor: GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G... 3 Parcela: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARC 5.94 ha. CEBADA

Listado Registrar Modificar

Lecturas Características Avance-Recesión Aforo Conclusión Recomendación

	Surco	Tiempo (seg)	Volumen (l)	Gasto (lps)
▶	1	1.00	0.99	0.99
*	2	0	0	0

No. compuertas: 38 Gasto promedio por compuerta: 0.99 lps Gasto total aplicado: 37.62 Habilitar

No. surcos: 30 Gasto promedio por surco o melga: 1.25 lps

Comentarios:

CAPTURA Revisar Modificar

Figura 9. Formulario de registro de las lecturas del aforo del agua que entra a cada surco o melga.

3.3.6. Calibración del modelo.

Con los datos obtenidos en la prueba de riego realizada, se ejecuta el **RISUR**, software que está integrado al **MATRI**, para tratar de representar mediante la

modelación, lo ocurrido en la realidad, como se indico en inciso C del punto 3.4.1., arriba explicado. En la Figura 10 se muestra un perfil de la manera como se distribuye el agua a lo largo del surco, una vez que se han sido determinados los valores de los parámetros que representan la prueba realizada. En la figura 11 se observa en las líneas continuas el avance y recesión generados por el modelo y en los puntos, los valores de campo. En la Figura 12 se observa un resumen de los valores de los parámetros una vez ajustado el modelo.

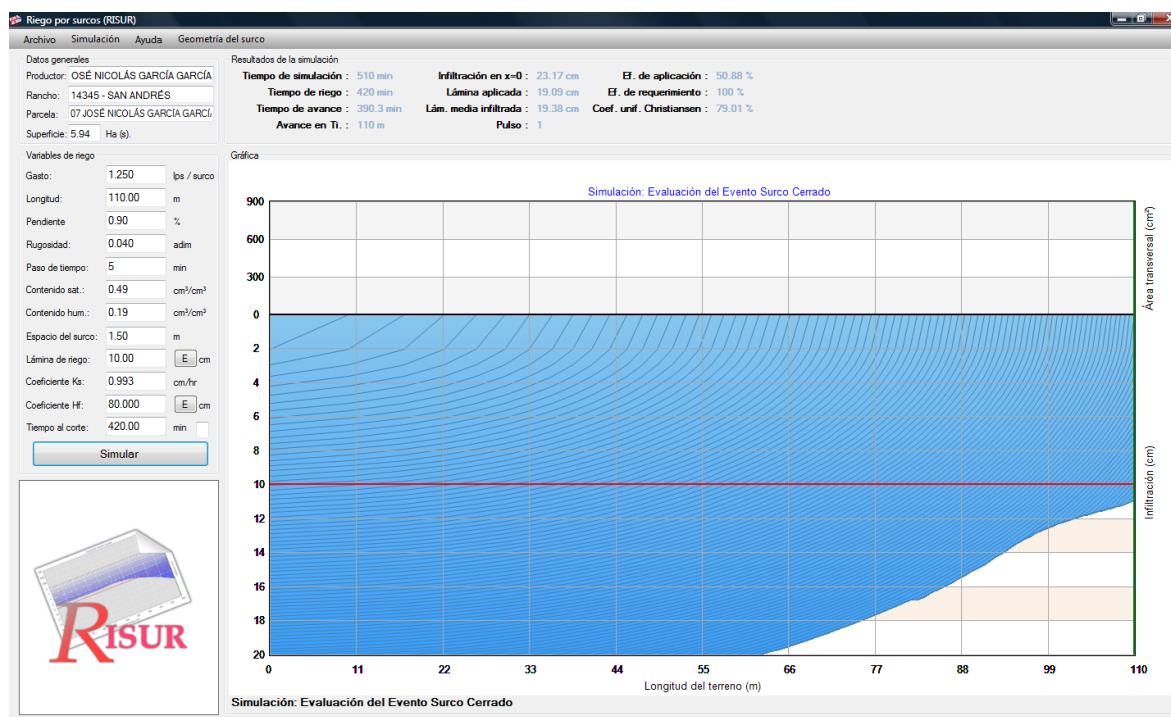


Figura 10. Perfil de la distribución del agua a lo largo del surco, generado con el modelo de simulación (RISUR).

3.3.7. Diseño del riego.

El diseño de riego se realiza ejecutando nuevamente el modelo de simulación, utilizando para ello los parámetros del suelo encontrados, información que se carga de manera automática de la base de datos del **MATRI**. El procedimiento para generar la receta de riego es el descrito en el inciso D del punto 3.4.1 arriba señalado. En la Figura 13 se muestra una salida con el perfil de la distribución

esperado correspondiente a la receta de riego generada. En la Figura 14 se observa un resumen de dicha receta y en la Figura 15 el mismo resumen tal y como se le entrega al productor.

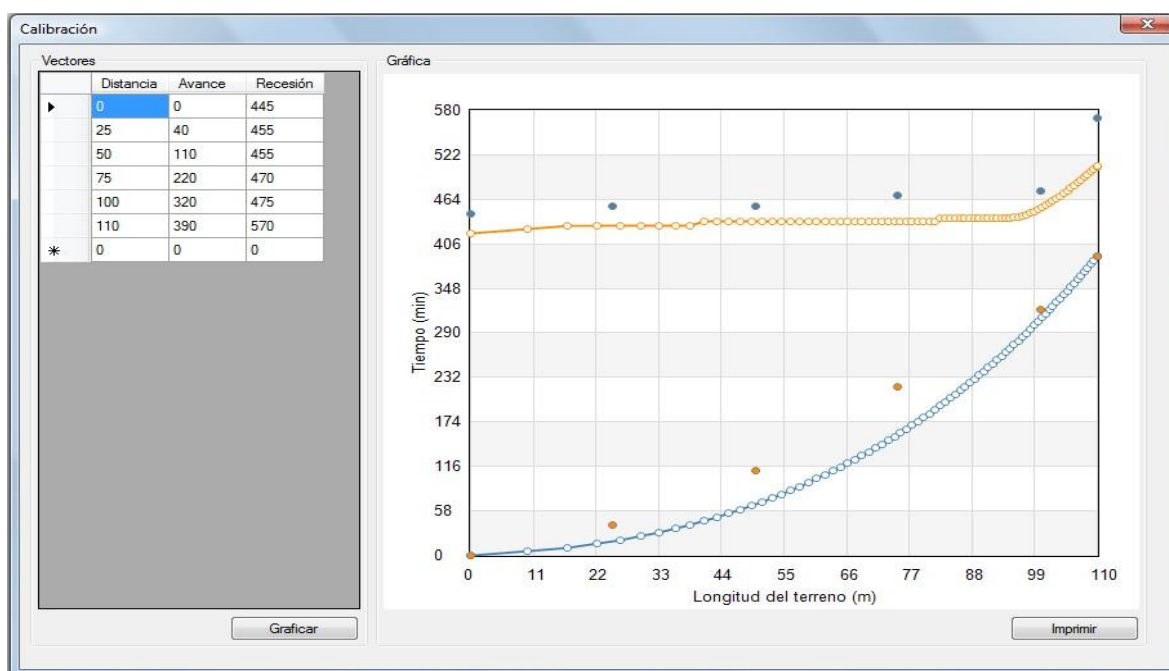


Figura 11. Gráfica de las curvas de avance y recesión, tanto real como generada con el modelo de simulación (RISUR).

The screenshot shows a software window titled 'Prueba de riego por gravedad'. At the top, there are dropdown menus for 'Unidad' (42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS), 'Productor' (GAGN631128HGTRRC07 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G...), and 'Parcela' (07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARC 5.94 ha. CEBADA). Below these are buttons for 'Listado', 'Registrar', and 'Modificar'. The main area contains a grid of parameters:

Gasto:	1.25	lps	Coefficiente Ks:	0.993	cm/hr	Paso de tiempo:	5	min
Longitud:	110	m	Coefficiente HI:	80	cm	Tiempo al corte:	420	min
Pendiente:	0.9	%	Cont. de hum. a sat.:	0.49	cm ³ /cm ³	Tiempo estimado de avance:	390.3	min
Espacio del surco:	1.5	m	Cont. de hum. inicial:	0.19	cm ³ /cm ³	Coefficiente de uniformidad:	79.01	%
Rugosidad:	0.04	adim	Lámina de riego aplicada:	19.09	cm	Eficiencia de aplicación:	50.88	%
Comentarios:			Lámina de riego requerida:	10.00	cm	Eficiencia de requerimiento:	100	%

At the bottom, there is a 'CAPTURA' label and buttons for 'Revisar' and 'Modificar'.

Figura 12. Resumen de los valores de los parámetros, una vez ajustado el modelo.

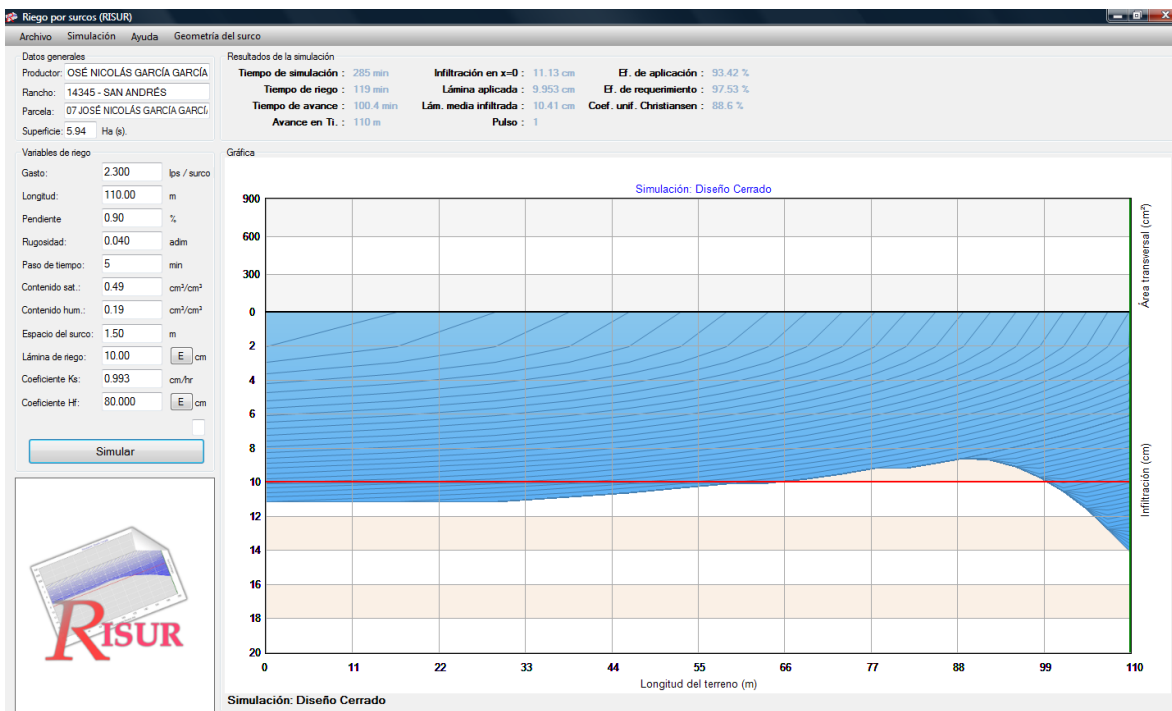


Figura 13. Perfil de la distribución del agua a lo largo del surco, correspondiente a la receta de riego generada a partir del modelo de simulación (RISUR).

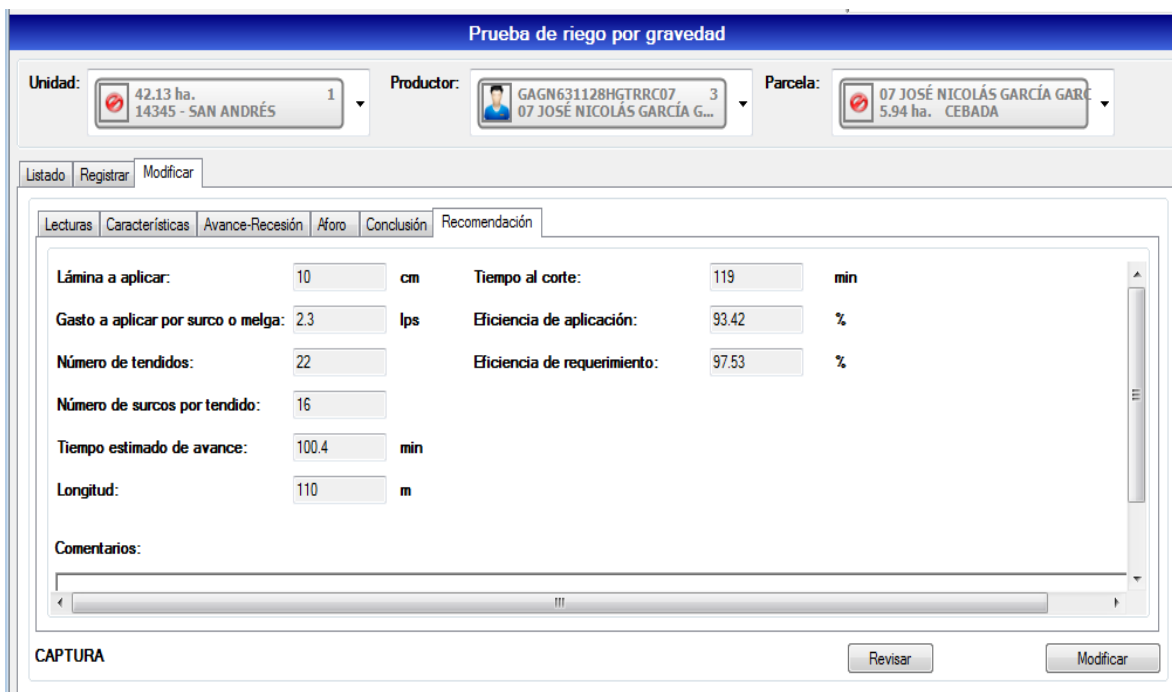


Figura 14. Resumen de la receta de riego generada.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO RECETA DE RIEGO	
Fecha:	30/07/2012
Nombre del productor:	<u>07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARCÍA</u>
Nombre de la unidad:	<u>14345 - SAN ANDRÉS</u>
Parcela:	<u>07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARCÍA</u>
Recomendación.	
Número de surcos portendido:	<u>16</u>
Número de tendidos por parcela:	<u>22</u>
Tiempo de riego portendido:	<u>1 hrs. 59 min.</u>
Lámina a aplicar:	<u>10 cm.</u>
Gasto a aplicar por surco o melga:	<u>2.3 lps.</u>
Eficiencia de aplicación esperada:	<u>93.42 %</u>
<p>Esta receta sustituye a las anteriores que pudieran haberse entregado. No es definitiva, y puede presentar algunos cambios, por lo que deberá comentar éstos con el Técnico responsable. En función de los trabajos que se realicen en la parcela, se obtendrá la receta definitiva.</p>	
<p><u>Carlos Noel Valencia Ramos</u> Nombre y Firma del Técnico</p>	<p>FO-AT-05</p>

Figura 15. Resumen de la receta de riego generada tal y como se entrega al productor.

Una vez que se han realizado las pruebas de riego suficientes para generar la receta definitiva, el sistema proporciona una tabla, misma que también se entrega al productor. En esta tabla se indica el número de puestas de riego y sus respectivos tiempos de aplicación, en función del espaciamiento entre surcos y de la lámina de riego que desee aplicar el productor, lo cual es útil para otras opciones de siembra en ciclos agrícolas posteriores. Con esto, el productor puede aplicar de manera eficiente el riego para el ciclo en que se generó la receta, que pudo haber sido, por ejemplo, para un cultivo de hortalizas con espaciamiento de surco de 0.75 m, como también puede regar eficientemente para un cultivo de maíz sembrado en surcos de 1.2 m, sin que haya la necesidad de realizar nuevamente el trabajo. En la Figura 16 se muestra la tabla señalada y en la Figura 17 el reporte que se entrega al productor.

Recetas de riego

Unidad: 42.13 ha. 14345 - SAN ANDRÉS 1 Productor: GAGN631128HGTRRC07 3 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA G... Parcela: 07 JOSÉ NICOLÁS GARCÍA GARCÍA 5.94 ha. CEBADA

Lamina de riego por aplicar (cm)	Espaciamento entre surcos (m)	Gasto por surco (lps)	Tiempo de riego (min)	Tiempo de avance (min)	Número de surcos por tendido	Número de tendidos por tabla
10 (Inicial)	0.75	3.000	79 min	53.43 min	37	15
	0.9	3.000	95 min	72.95 min	38	12
	1	3.000	105 min	88.44 min	38	11
	1.2	3.000	126 min	126 min	38	9
6	0.75	3.000	47 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	57 min	65 min	38	12
	1	3.000	63 min	80 min	38	11
	1.2	3.000	76 min	95 min	38	9
8	0.75	3.000	63 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	76 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	84 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	101 min	104.7 min	38	9
10	0.75	3.000	79 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	95 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	105 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	126 min	104.7 min	38	9
12	0.75	3.000	95 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	114 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	126 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	152 min	104.7 min	38	9

Figura 16. Resumen de la receta de riego generada para diferentes opciones de riego.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO
RECETAS DE RIEGO

Unidad: 14345 - SAN ANDRÉS

Productor: 07 JOSE NICOLÁS GARCÍA GARCÍA Parcela: 07 JOSE NICOLÁS GARCÍA GARCÍA

Pozo: 14345 - SAN ANDRÉS Gasto: 25 lps

Lamina de riego por aplicar (cm)	Espaciamento entre surcos (m)	Gasto por surco (lps)	Tiempo de riego (min)	Tiempo de avance (min)	Número de surcos por tendido	Número de tendidos por tabla
10	0.75	3.000	79 min	53.43 min	37	15
	0.9	3.000	95 min	72.95 min	38	12
	1	3.000	105 min	88.44 min	38	11
	1.2	3.000	126 min	126 min	38	9
6	0.75	3.000	47 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	57 min	65 min	38	12
	1	3.000	63 min	80 min	38	11
	1.2	3.000	76 min	95 min	38	9
8	0.75	3.000	63 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	76 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	84 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	101 min	104.7 min	38	9
10	0.75	3.000	79 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	95 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	105 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	126 min	104.7 min	38	9
12	0.75	3.000	95 min	46.2 min	37	15
	0.9	3.000	114 min	62.07 min	38	12
	1	3.000	126 min	74.56 min	38	11
	1.2	3.000	152 min	104.7 min	38	9

Figura 17. Resumen de la receta de riego generada para diferentes opciones de riego tal y como se entrega al productor.

3.3.8. Prueba de riego por aspersión.

La prueba de riego por aspersión se realiza de acuerdo a lo especificado en el punto 3.4.2 arriba descrito. En las Figuras 18, 19, 20 y 21 se muestran los formularios de captura de la información de campo.

The screenshot shows a web application interface for recording irrigation test data. At the top, there are dropdown menus for 'Unidad' (48.77 ha. GRANJA Sta. AMALIA), 'Productor' (SACC400803MGTNLR12 Ma. CARMEN LETICIA SANC...), and 'Parcela' (3 7.81 ha. ALFALFA). Below these are tabs for 'Listado', 'Registrar', and 'Modificar'. The main content area has sub-tabs: 'Lecturas', 'Detalles', 'Caudal y presión', 'Pluviometría', and 'Resultados'. The 'Lecturas' tab is active, showing two date ranges for 'Fechas de la prueba' and 'Fechas de lectura del medidor de CFE'. Below that, there are input fields for 'Lecturas del medidor de CFE' with 'Inicial' (122147) and 'Final' (122279) values, both labeled 'KWh'. A 'Comentarios' text area is at the bottom, and a 'Prueba final' checkbox and 'Modificar' button are in the bottom right corner.

Figura 18. Captura de las lecturas del medidor de CFE para determinar el consumo de energía en una prueba de riego por aspersión.

This screenshot shows the 'Detalles' tab of the same irrigation test form. It contains various technical parameters in a grid layout: 'Potencia de bomba' (45), 'Potencia de salida' (45), 'Presión de salida' (2), 'Longitud de la línea' (360 m), 'Diámetro de la tubería' (3 in), 'Espacio entre aspersores' (9 m), 'Total de aspersores' (20), 'Espacio entre líneas' (9 m), 'Diám. botes captación' (10.5 cm), 'Lámina deseada' (14 cm), 'Duración del tendido' (480 min), and 'Duración de la prueba' (290 min). There are also dropdown menus for 'Etapas fenológicas' (Pre-siembra), 'Regador' (El mismo productor), and 'Fecha de siembra' (06/01/2011). A 'Riego anterior' date field is set to 06/12/2010. A 'Comentarios' text area contains the text: 'El cultivo establecido es alfalfa, la cual se riega cada mes. la disatancia entre lineas es de 9 metros.' (Note the typo 'disatancia'). A 'Prueba final' checkbox and 'Modificar' button are in the bottom right corner.

Figura 19. Captura de los detalles en una prueba de riego por aspersión.

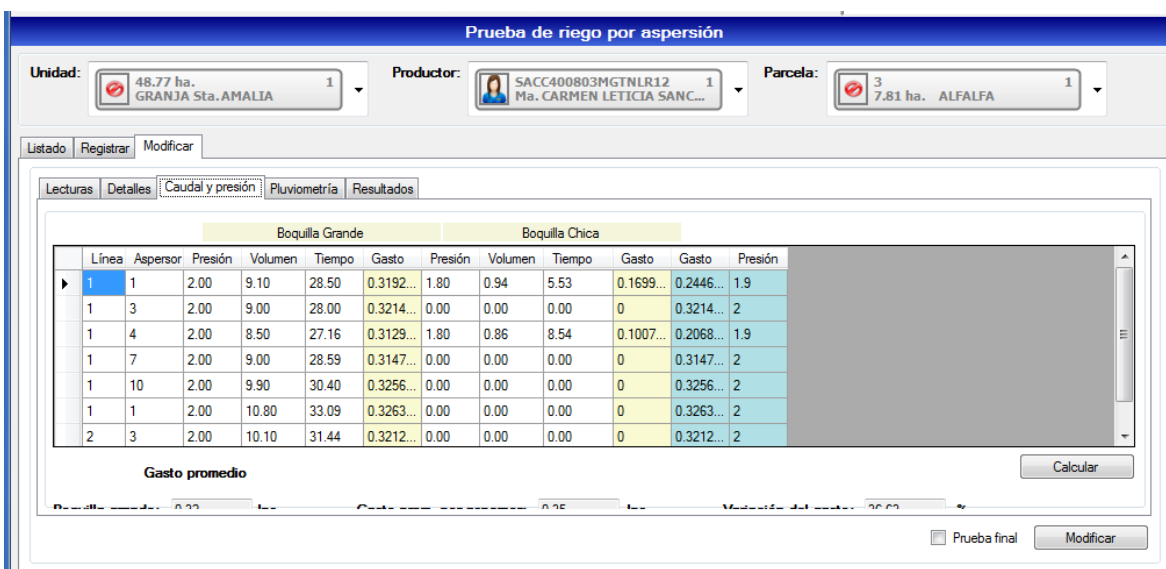


Figura 20. Captura de la presión y volumen captado en las boquillas de los aspersores en una prueba de riego por aspersión.

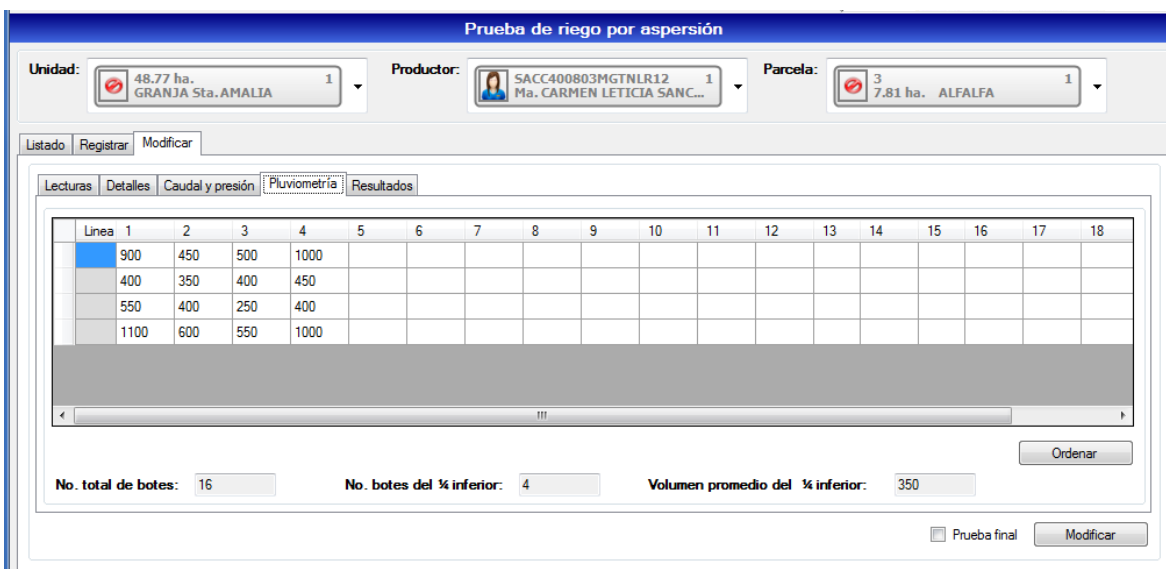


Figura 21. Captura de los volúmenes de agua captados en los recipientes instalados para la pluviometría.

Con la información obtenida durante la prueba, el **MATRI** realiza el análisis de la misma, y muestra los resultados, tal y como se observa en la Figura 22. En Riego por aspersión, la eficiencia de aplicación mínima aceptable es del 75%; entre 75 y 80% se considera aceptable; entre 80 y 85% es buena y más del 85% se considera excelente.

Prueba de riego por aspersión

Unidad: 48.77 ha. GRANJA Sta. AMALIA 1 Productor: SACC400803MGTNLR12 Ma. CARMEN LETICIA SANC... 1 Parcela: 3 7.81 ha. ALFALFA 1

Listado Registrar Modificar

Lecturas Detalles Caudal y presión Pluviometría **Resultados**

Total de aspersores:	20	Gasto total del sistema:	7	lps	Coef. de Unif. de Christiansen:	63.58	%	
Total de botes:	16	Volumen captado por bote:	36.33	mL	Uniformidad del distribución:	60.22	%	
Área de botes:	86.59	cm ²	Volumen promedio por bote:	581.25	mL	Lámina aplicada:	12.44	cm
Variación de gasto:	36.63	%	Volumen total en los botes:	9.3	L	Lámina aplicada en la prueba:	7.52	cm
Variación de presión:	5	%	Eficiencia de aplicación:	88.89	%	Pluviometría media en la prueba:	6.71	cm
Gasto aspersor:	0.35	lps	Eficiencia de descarga:	89.28	%	Lámina horaria:	1.56	cm/hora
Vol. aplic. en la prueba:	121.8	m ³	Eficiencia de conducción:	14	%	Pluviometría media horaria:	1.39	cm

Comentarios:

Prueba final

Figura 22. Resultados de la prueba de riego por aspersión.

3.3.9. Reportes del MATRI.

Una de las grandes ventajas potenciales del **MATRI** es su capacidad de generar reportes, pues ello permite, aparte de reducir grandes volúmenes de papel en el trabajo diario de los técnicos capacitadores, hacer eficiente el uso del tiempo de todo el personal que participa en el programa. De igual forma, permite visualizar detallada o globalmente el trabajo realizado con fines de dar seguimiento preciso a las actividades del programa en sus diferentes niveles de acceso. En las Figuras 23 a la 30 se muestran solo algunos de los diferentes reportes generados por el **MATRI**.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO
INFORME MENSUAL DEL TÉCNICO
 Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO - 2012

Página 1 de 1

Nombre del productor	Sup. total	Superficie caracterizada			Pruebas de riego			Superficie concluida con actia E-R			Capacitación concluida	Productor concluido
		Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual		
Adolfo Palacios Álvarez	4,09	4,09		4,09	2		2					
Álvaro Martínez Sánchez	0,90	0,90		0,90	1		1					
Amalia Mejía Patiño	3,23	3,23		3,23								
Aristeo Palacios Guillén	4,04	4,04		4,04								
Diodoro Álvarez Sánchez	2,03	2,03		2,03								
J. Guadalupe Vera Álvarez	2,45	2,45		2,45	2		2					
Juan Álvarez Lara	3,09	3,09		3,09								
Melquiades Álvarez Guillén	3,67	3,67		3,67	1		1					
Raúl Vera Álvarez	4,17	4,17		4,17	1		1					
Roberto Vera Álvarez	4,14	4,14		4,14	1		1					
Rogelio Sánchez Martínez	3,08	3,08		3,08								
Rosendo Álbarez Guillén	2,25	2,25		2,25								
Sergio Palacio Cruz	0,90	0,90		0,90								
Totales	38.04	38,04	0.00	38.04	8	0	8	0.00	0.00	0.00	0	0

 Humberto Vergara Gonzalez
 Nombre y firma del técnico

RE-MT-03

Figura 23. Reporte en PDF generado por el técnico para visualizar de manera global el avance de sus productores.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO
 INFORME MENSUAL DEL COORDINADOR
 Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO - 2012

Nombre del técnico	No. de prod.	Sup. total	Superficie caracterizada			Pruebas de riego			Superficie concluida con acta E-R			Productores con capacitación concluida			Productores concluidos		
			Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual
Antonio Hernández Chan	41	173,76	173,76		173,76	43		43				41		41			
Carlos Noel Valencia Ramos	33	157,12	157,12		157,12	32		32				66		66			
ERIK BERNABE PEREZ	20	103,65	103,65		103,65	28		28				20		20			
Gregorio Gonzalez Perea	24	64,60	64,60		64,60	14		14									
Jésus Manuel Perez Roblero	33	140,15	140,15		140,15	23		23				33		33			
José Carmen Corona Pérez	36	169,70	169,70		169,70	34		34				36		36			
Moraima Mima González Ledesma	35	122,58	122,58		122,58	39		39	21,77		21,77	31		31	29		29
Rodolfo Galindo Pérez	47	134,92	134,92		134,92	41		41				45		45			
Totales	269	1,066,48	1,066,48	0,00	1,066,48	254	0	254	21,77	0,00	21,77	272	0	272	29	0	29

Erik Bernabe Perez

 Nombre y firma del coordinador

RE-AT-03

Figura 24. Reporte en PDF generado por el Coordinador para visualizar de manera global el avance de cada uno de los técnicos.

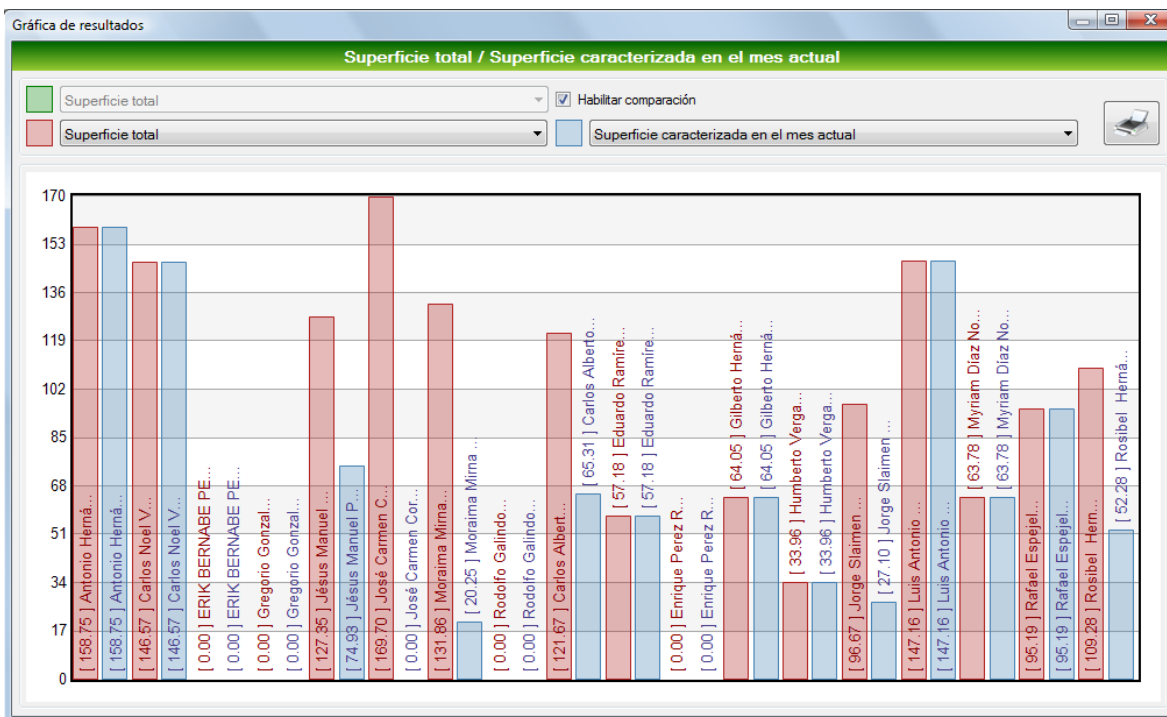


Figura 25. Reporte en PDF generado por el Administrador para visualizar de manera gráfica el avance de cada uno de los técnicos.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO														Página 1 de 2			
INFORME MENSUAL DEL ADMINISTRADOR																	
Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO -2012																	
Nombre del técnico	No. de prod.	Sup. total	Superficie caracterizada			Pruebas de riego			Superficie concluida con acta E-R			Productores con capacitación concluida			Productores concluidos		
			Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual	Acumulado mes anterior	Realizado durante el mes	Acumulado mes actual
Antonio Hernández Chan	41	173,76	173,76		173,76	30		30				41		41			
Carlos Noel Valencia Ramos	33	157,12	157,12		157,12	32		32				66		66			
ERIK BERNABE PEREZ	20	103,65	103,65		103,65	28		28				20		20			
Gregorio Gonzalez Perea	24	64,60	64,60		64,60												
Jésus Manuel Perez Roblero	33	140,15	140,15		140,15	23		23				33		33			
José Carmen Corona Pérez	36	169,70	169,70		169,70	34		34				36		36			
Moraima Mirna González Ledesma	35	122,58	122,58		122,58	39		39				31		31			
Rodolfo Galindo Pérez	56	152,44	152,44		152,44	46		46				36		36			
Carlos Alberto Gutiérrez Martínez	37	155,24	155,24		155,24	28		28				36		36			
Eduardo Ramírez Molina	40	144,16	144,16		144,16	28		28				24		24			
Enrique Perez Ruiz	21	88,12	88,12		88,12	12		12				21		21			
Gilberto Hernández García	37	151,25	151,25		151,25	11		11				33		33			
Humberto Vergara Gonzalez	13	38,04	38,04		38,04	8		8				13		13			
Jorge Slaimen Elachkar Henaine	35	152,30	152,30		152,30	46		46				34		34			
Luis Antonio Gómez Córdova	37	147,16	147,16		147,16	30		30				37		37			
Myriam Díaz Noriega	38	150,07	150,07		150,07	22		22				38		38			

Gustavo Magaña Sosa
Nombre y firma del administrador

REAT-01

Figura 26. Reporte en PDF generado por el Administrador para visualizar de manera global el avance de cada uno de los técnicos.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO							
INFORME ACUMULADO DEL ADMINISTRADOR							
Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO - 2012							
Técnico	Superficie			Pruebas de riego	Productores		
	Total	Caracterizada	Acta E-R		Capacitados	Concluidos	Totales
Antonio Hernández Chan	173.76	173.76	0.00	30	41	0	41
Carlos Alberto Gutiérrez Martínez	155.24	155.24	0.00	28	36	0	37
Carlos Noel Valencia Ramos	157.12	157.12	0.00	32	66	0	33
Eduardo Ramírez Molina	144.16	144.16	0.00	28	24	0	40
Enrique Perez Ruiz	88.12	88.12	0.00	12	21	0	21
ERIK BERNABE PEREZ	103.65	103.65	0.00	28	20	0	20
Gilberto Hernández García	151.25	151.25	0.00	11	33	0	37
Gregorio Gonzalez Peña	64.60	64.60	0.00	0	0	0	24
Humberto Vergara Gonzalez	38.04	38.04	0.00	8	13	0	13
Jésus Manuel Pérez Roblero	140.15	140.15	0.00	23	33	0	33
Jorge Slaimen Elachkar Henaine	159.71	159.71	0.00	46	34	0	35
José Carmen Corona Pérez	169.70	169.70	0.00	34	36	0	36
Luis Antonio Gómez Córdova	147.16	147.16	0.00	30	37	0	37
Morsima Mirna González Ledesma	131.86	131.86	0.00	39	31	0	36
Myriam Díaz Noriega	150.07	150.07	0.00	22	38	0	38
Rafael Espejel Trujano	120.73	120.73	0.00	20	25	0	25
Rodolfo Galindo Pérez	152.44	152.44	0.00	46	36	0	56
Rosibel Hernández García	146.55	146.55	0.00	29	35	0	35
Totales:	2,394.31	2,394.31	0.00	466	559	0	596

Gustavo Magaña Sosa
 Nombre y firma del administrador

RE-AT-02

Figura 27. Reporte en PDF generado por el Administrador para visualizar de manera global el avance global del programa.

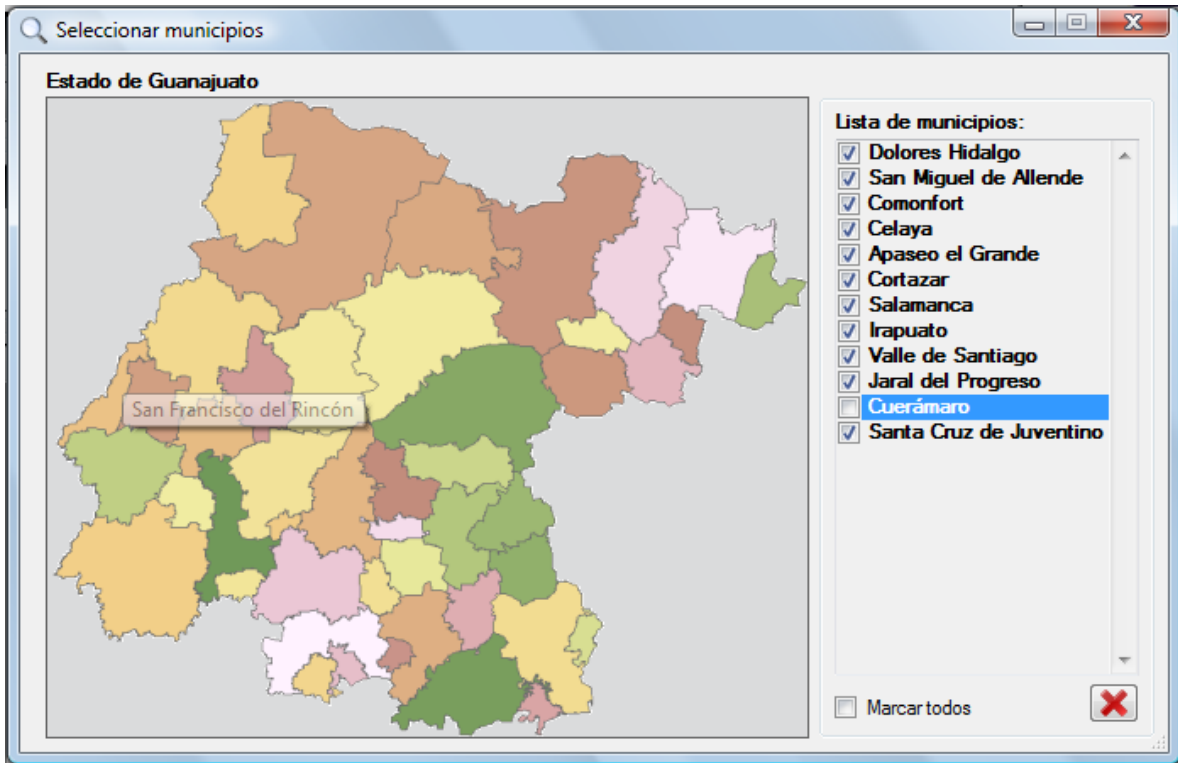


Figura 28. Plantilla para seleccionar los municipios a incluir en un reporte de avances.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO
INFORME GLOBAL POR MUNICIPIOS
 Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO - 2012

Página 1 de 1

Municipio	Superficie			Productores			Regadores		Pruebas de riego		
	Total	Caracterizada	Acta E-R	Total	Concluidos	Capacitados	Total	Capacitados	Diagnóstico	Seguimiento	Finales
Apaseo el Grande	233.21			65							
Celaya	228.32			68							
Comonfort	142.56			35							
Cortazar	92.69			16							
Irapuato	180.50			31			1				
Jaral del Progreso	105.10			22							
Salamanca	350.28			126							
Santa Cruz de Juventino Rose	91.30		21.77	29			2				
Valle de Santiago	116.62			36			23				
Totales	1,540.58	0.00	21.77	428	0	0	26	0	0	0	0

Ma. Dolores Garibay Ruiz
 Nombre y firma

Figura 29. Reporte en PDF generado por el Administrador para visualizar de manera global el avance de los municipios seleccionados.

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA EN RIEGO
 INFORME GLOBAL POR MUNICIPIOS
 Ejercicio: 2011-2012 Mes: JULIO - 2012

Página 1 de 1

Municipio	Superficie			Productores			Regadores		Pruebas de riego		
	Total	Caracterizada	Acta E-R	Total	Concluidos	Capacitados	Total	Capacitados	Diagnóstico	Seguimiento	Finales
Abasolo				1							
Acámbaro	310.95			77							
Apaseo el Alto	77.09			12							
Apaseo el Grande	233.21			65							
Celaya	228.32			68							
Comonfort	142.56			35							
Cortazar	92.69			16							
Irapuato	180.50			31			1				
Jaral del Progreso	105.10			22							
Jerécuaro	113.01			29							
Salamanca	350.28			126							
Salvatierra	57.08			16							
Santa Cruz de Juventino Rose	91.30		21.77	29			2				
Tarimoro	90.08			21							
Valle de Santiago	116.62			36			23				
Villagrán	22.60			3							
Totales	2,211.39	0.00	21.77	587	0	0	26	0	0	0	0

Ma. Dolores Garibay Ruiz
 Nombre y firma

Figura 30. Reporte en PDF generado por el Administrador para visualizar de manera global el avance todos los municipios en los que se trabaja en el programa.

Finalmente, en la Figura 31 se observa una vista general del MATRI, donde se tuvo acceso con clave de administrador general, en la cual se revisa la información de un productor capturada por un técnico.

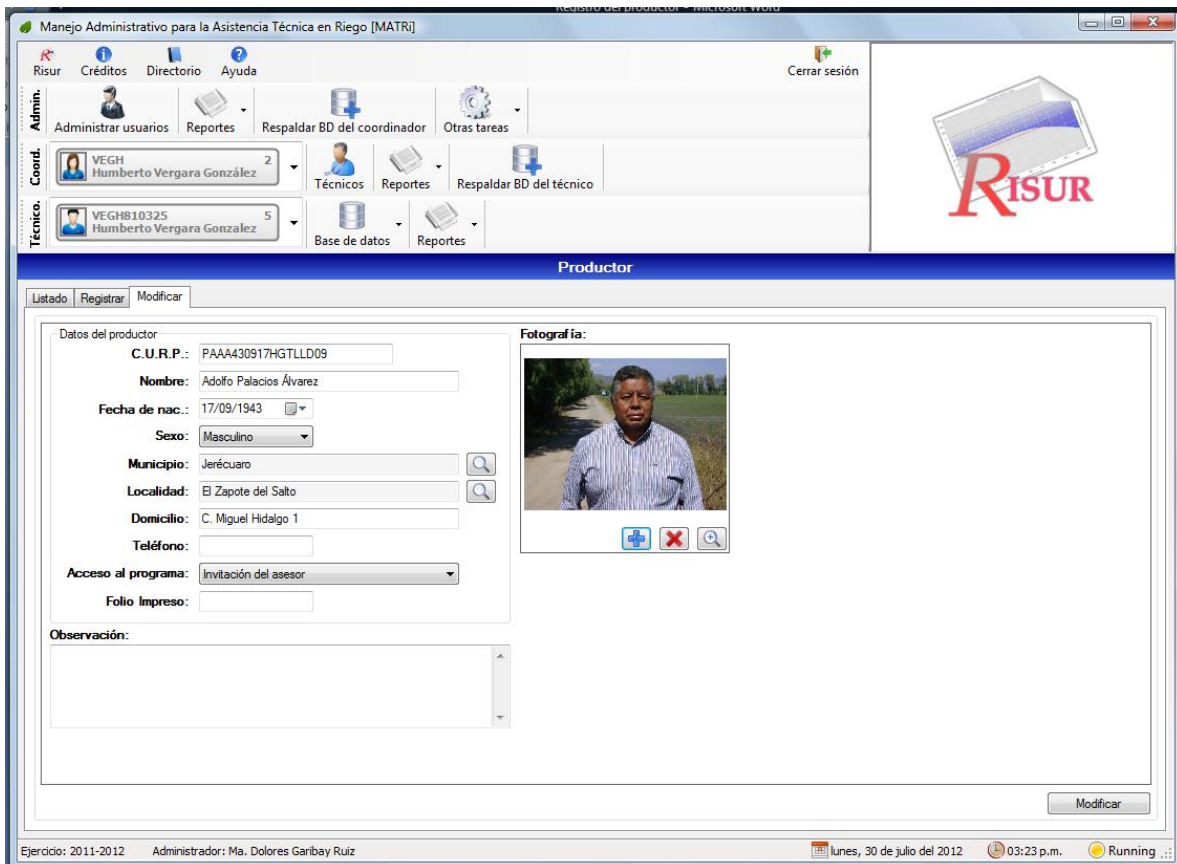


Figura 30. Vista general del **MATRI**, donde se tuvo acceso con clave de administrador general.

4. Hipótesis

- La capacitación y asistencia técnica en riego representa una acción muy eficaz para lograr grandes ahorros del agua utilizada con fines de uso agrícola, lo que representa una potencial contribución a la sustentabilidad de este vital recurso.
- El software desarrollado **MATRI** es una herramienta que facilita la ejecución y administración de la asistencia técnica en riego en el estado, lo que permite alcanzar los objetivos del programa de manera más eficaz.

5. Conclusiones

- La capacitación y asistencia técnica en riego en Guanajuato ha demostrado su eficacia en más de 10,700 hectáreas en que ha sido proporcionada, y representa una excelente opción que contribuye a alcanzar la sustentabilidad del recurso agua en Guanajuato.
- Las acciones realizadas en los últimos años en materia de capacitación y asistencia técnica en riego, han establecido las condiciones para alcanzar ahorros anuales de agua de al menos, 10 millones de metros cúbicos, volumen suficiente para suministrar el agua que consume una ciudad como Guanajuato.
- La energía eléctrica asociada al ahorro de agua, es suficiente para abastecer con ese servicio a una comunidad de unos 15,000 habitantes.
- El software desarrollado **MATRi** demostró en los tres últimos ejercicios fiscales ser una herramienta que facilitó la ejecución y administración de la asistencia técnica en riego en el estado, lo que permitió alcanzar los objetivos del programa de manera más eficaz.
- El **MATRi** se consolidó como una herramienta para un manejo fácil, eficiente y seguro de la información generada en el programa de capacitación y asistencia técnica en riego.

6. Referencias bibliográficas

Burt Ch. M. y Wolter H. W., 1992. Lineamientos para la modernización de los distritos de riego en México. Reporte del Programa Internacional para la Investigación Tecnológica en Riego y Drenaje, preparado para la Comisión Nacional del Agua.

Comisión Estatal del Agua de Guanajuato (CEAG). 2001. Boletines técnicos informativos. Guanajuato, Guanajuato.

Gobierno del Estado de Guanajuato, 2000. Plan estatal hidráulico de Guanajuato, 2000-2025. Guanajuato, Guanajuato.

Guerrero R.V., 1998. Participación social en el aprovechamiento sustentable de las aguas subterráneas. El caso de Guanajuato. Memorias del Simposio de Aguas Subterráneas. León, Guanajuato.

Guerrero R. V., 2003. Areas de oportunidad para el manejo del agua dulce en Guanajuato. Memorias de la Novena Expoagua. Guanajuato, Guanajuato.

Magaña S. G., 2001. La Tecnificación del Riego en el Estado de Guanajuato. Memorias del XI Congreso Nacional de Irrigación. Guanajuato, Guanajuato.

Marañón. B. 1999. La gestión del agua subterránea en Guanajuato. La experiencia de los COTAS. http://www.pa.gob.mx/publica/re_12/.

Muñoz H. B., 1998. El modelo de la onda cinemática aplicado al diseño de sistemas de riego por surcos, continuo y por pulsos. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Estado de México.

Pérez C. E. y Hawn V. C., 2003. Escenario del Acuífero Pénjamo-Abasolo. Memorias de la Novena Expoagua. Guanajuato, Guanajuato.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario. 2012. Base de datos del Programa de Tecnificación del Riego. Celaya, Guanajuato.

Tortajada Q. H. C., 2002. Agendas internacionales: de la teoría a la realidad. Memorias de la Octava Expoagua. Guanajuato, Guanajuato.

Varios, 2007. Manual para diseño de zonas de riego pequeñas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2ª. Edición. Jiutepec, Morelos.