

ENTRENAMIENTO EN SERVICIO EN OPERACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR GRAVEDAD Y ASPERSIÓN EN EL ESTADO DE GUANAJUATO



Informe final

Jiutepec, Morelos. Diciembre de 2006



GOBIERNO DEL ESTADO SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Entrenamiento en servicio en
operación de sistemas de riego
por gravedad y aspersión en el
estado de Guanajuato.



DIRECTORIO

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Director General

Dr. Polioptro Martínez Austria

Coordinador de Tecnología de Riego y Drenaje

Dr. Benjamín de León Mojarro

Subcoordinador de Ingeniería de Riego

M.C. Efrén Peña Peña

Jefe de Proyecto

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández

Secretaría de Desarrollo Agropecuario

Secretario

Ing. José M. Anaya Ochoa

Subsecretario del Riego

Ing. Miguel Angel Solís Montemayor

Director General de Agricultura

Ing. Fernando Medrano Ramírez

Director de Tecnificación del Riego con Agua Subterránea

M. C. Gustavo Magaña Sosa



GOBIERNO DEL ESTADO SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el estado de Guanajuato.



Participantes

IMTA

Juan Manuel Angeles Hernández
Pedro Pacheco Hernández
Waldo Ojeda Bustamante
Jorge Castillo González
Armando De Los Santos García
Araceli Nava Ocampo
Efrén Peña Peña
Benjamín de León Mojarro

Apoyo técnico

Vicente Maravilla Flores
José Gilberto Carreón

Subsecretaría del Riego del gobierno de Guanajuato

Gustavo Magaña Sosa
Basilio Hernández Ortiz
Ma. Dolores Garibay Ruiz

RESUMEN

En los últimos años, en el estado de Guanajuato se han desarrollado programas de apoyo al campo, con la finalidad de motivar y fomentar el buen aprovechamiento del agua de riego mediante la tecnificación de los aprovechamientos hidroagrícolas. Con estos apoyos se han instalado sistemas de riego por tuberías con compuertas, de aspersión, microaspersión y goteo. Sin embargo, se ha observado que se requiere un entrenamiento específico de los usuarios del agua de riego, en la operación y mantenimiento de los equipos y sistemas de riego, con la finalidad de que se use eficientemente el agua, que se ahorren volúmenes de agua y energía eléctrica y que se aprovechen plenamente los equipos de riego y fertirriego para lograr cosechas de buena calidad y altos rendimientos.

El gobierno del estado de Guanajuato, a través de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA) invitó al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) a participar en la capacitación y entrenamiento a técnicos en riego bajo el proyecto “Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el estado de Guanajuato”, con el objetivo de entrenar en servicio a técnicos responsables de realizar extensión agrícola en riego para el manejo adecuado de los sistemas de riego bajo su supervisión, sus diagnósticos y dictámenes respecto al uso eficiente del agua de riego y fertirriego, para que a su vez asesoren a los productores participantes para lograr el uso pleno de la infraestructura de riego y fertirriego en sistemas del estado de Guanajuato.

En una primera etapa se impartió capacitación teórica – práctica a través de dos eventos de capacitación. El primero en diseño, operación y manejo de sistemas de riego por gravedad y aspersión, y el segundo en el reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar; capacitando un total de 18 y 15 técnicos respectivamente; con una duración de 40 horas cada uno. Todos los capacitandos del segundo evento habían participado en el primer evento, lo que permitió que el nivel del segundo entrenamiento fuera más específico a las necesidades que el técnico en formación requería para el desarrollo de sus actividades de asesoría técnica en riego hacia los productores participantes. Dentro de las actividades de esta etapa, se realizó un foro de capacitación denominado “capacitación para la asistencia técnica en riego”, con la participación adicional de tres técnicos en riego y fertirriego de la Fundación Produce del estado de Michoacán; dentro de las principales conclusiones se recalcó que los resultados de la asistencia técnica deben de incidir de manera directa en el productor y verse reflejados en términos económicos. Además de que es necesario incorporar el fertirriego como parte fundamental de la asesoría técnica en riego.

En una segunda etapa, instructores del IMTA y los técnicos en proceso de entrenamiento de la SDA, revisaron de manera conjunta la información básica recabada por estos últimos en las parcelas de los productores participantes, asimismo se resolvieron dudas sobre la calibración, trazo y diseño del riego por gravedad, y del desarrollo e implementación de la receta de riego. Para lo cual se vio la necesidad de uniformizar el tipo de información para conformar un expediente único para la evaluación, diagnóstico y receta de riego; de esta manera se definieron y desarrollaron formatos de evaluación del riego, de diagnóstico del sistema de riego y del diseño y aplicación de la receta de riego.

Finalmente en la tercera etapa del proceso de entrenamiento se realizaron actividades de campo, aplicando la receta de riego en nueve parcelas de productores participantes; cuatro con sistemas de riego por gravedad y cinco de aspersión. Las evaluaciones y aplicaciones de la receta de riego se llevaron a cabo en parcelas con cultivos de lechuga, brócoli y alfalfa, ubicadas en los municipios de Romita, Irapuato, Comomfort y Apaseo El Grande, estado de Guanajuato.

Como conclusiones y recomendaciones podemos indicar las siguientes:

- (i) Con base en los resultados obtenidos en las sesiones teóricas, en los procedimientos y evaluaciones de campo, y en la elaboración y aplicación de la receta de riego; se concluye que los participantes de este proceso de entrenamiento en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión, disponen de los conocimientos y habilidades necesarias para manejar el proceso de asesoría técnica en riego a los productores.
- (ii) En cuanto a los productores, en donde se tuvo la oportunidad de aplicar la receta de riego, se pudo observar que la mayoría de ellos están realmente interesados en los trabajos que está llevando a cabo la SDA. Ha habido un cambio en la actitud y una respuesta positiva hacia el programa, sin embargo, con algunos de ellos falta aún más trabajo de concientización sobre la importancia de este tipo de trabajos para lograr el uso sustentable del recurso agua y el ahorro de energía eléctrica al bombear menos agua del acuífero.
- (iii) Explorar y ampliar el servicio de la asesoría técnica en riego y fertirriego en sistemas de riego por gravedad con agricultores líderes innovadores que estén al corriente con todos los pagos del consumo de energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad, esto es, donde sí se mida el efecto real de la tecnología en los aspectos económicos del uso del agua y de la producción.

INDICE GENERAL

I. ANTECEDENTES	1
II. OBJETIVOS GENERAL	1
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
III. DESARROLLO	3
3.1 Curso teórico práctico “operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión”	3
3.1.1 Inscripción al evento	6
3.1.2 Bienvenida e inauguración del evento	6
3.1.3 Contenido del curso	6
3.1.4 Evaluación diagnóstica	6
3.1.5 Tareas y/o evaluaciones parciales	6
3.1.6 Evaluación final a los participantes	8
3.1.7 Instructores	8
3.1.8 Evaluación general del curso y de las instalaciones	8
3.1.9 Evaluación a los instructores	8
3.1.10 Clausura del curso	8
3.2 Revisión de expedientes para el diagnóstico, diseño y receta del riego	8
3.2.1 Reunión con los técnicos en riego y con personal SDA	10
3.2.2 Revisión de los expedientes de cada técnico para revisar el avance en cuanto a la asistencia técnica en riego del área asignada	10
3.2.3 Evaluación y diagnóstico de un sistema de riego parcelario por gravedad para el entrenamiento a técnicos y usuarios de riego	10
3.3 Curso de reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar	10
3.3.1 Inscripción al evento	14
3.3.2 Bienvenida e inauguración del evento	14
3.3.3 Contenido y programa del curso	15
3.3.4 Evaluación diagnóstica	15
3.3.5 Tareas y/o evaluaciones parciales	15
3.3.6 Evaluación final	15
3.3.7 Instructores	15
3.3.8 Evaluación a los instructores	17
3.3.9 Evaluación general del curso y de las instalaciones	17
3.4 Aplicación de la receta de riego parcelario	17
IV. RESULTADOS	21
4.1 Curso teórico práctico “Operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión	21
4.1.1 Evaluación general de participantes	21
4.1.2 Evaluación general de instructores	23
4.1.3 Evaluación general del curso y servicios de la Sede	25

4.2	Revisión de expedientes para el diagnóstico, diseño y receta del riego.	27
4.2.1	Reunión con los técnicos en riego y con personal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA)	27
4.2.2	Revisión de los expedientes de cada técnico para revisar el avance en cuanto a la asistencia técnica en riego del área asignada.	28
4.2.2	Evaluación y diagnóstico de un sistema de riego parcelario por gravedad para el entrenamiento a técnicos y usuarios de riego.	32
4.2.4	Elaboración de formatos para el concentrado de la información de los expedientes de asistencia técnica en sistemas de riego parcelarios.	36
4.2.5	Revisión y adecuación de formatos para la captura, análisis y dictamen técnico	39
4.3	Curso de reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar	40
4.3.1	Participantes y evaluación general de los mismos	40
4.3.2	Evaluación de los instructores	41
4.3.3	Evaluación general del curso y servicios de la Sede	42
4.3.4	Foro de capacitación para la asistencia técnica en riego	44
4.4	Aplicación de la receta de riego parcelario	46
V.	CONCLUSIONES	64
VI	RECOMENDACIONES	66
VII	ANEXOS	68

INDICE DE CUADROS

Tabla 3.1.1 Programa temático del curso, con horario e instructor.....	4
Tabla 3.3.1 Programa temático del curso y del foro de capacitación, con horario y responsable	12
Tabla 3.4.1. Relación de los sitios y sistemas de riego en que se llevaron a cabo evaluaciones y/o aplicación de la receta del riego, en el periodo del 06 al 28 de noviembre de 2006.....	17
Tabla 4.1.1 Relación de participantes y calificaciones obtenidas en los exámenes y tareas asignadas en el curso de operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión	21
Tabla 4.1.2. Relación de calificaciones obtenidas por los instructores, según los indicadores que se presentan	23
Tabla 4.1.3. Resultados de la evaluación general del curso y de la Sede.....	25
Tabla 4.1.4 Comentarios generales del curso manifestados por los participantes	25
Tabla 4.2.1 Programa de actividades de la semana del 29 de mayo al 02 de junio de 2006.....	27
Tabla 4.2.2 Avances en la integración de la información básica, evaluación, diagnóstico y diseño de los sistemas de riego parcelarios (gravedad y aspersión); reportados por cada técnico durante la semana del 29 al 02 de junio de 2006.....	29
Tabla 4.2.2. Registro de los tiempos de avance, de recesión y de oportunidad de infiltración...	33
Tabla A. Información básica de la parcela en riego por gravedad	37
Tabla B. Diagnóstico del riego por gravedad parcelario	37
Tabla C. Diseño del riego por gravedad parcelario	38
Tabla 4.3.1 Participantes y calificaciones obtenidas en los exámenes y tareas asignadas en el curso de Cuándo, Cuánto y Cómo Regar en sistemas de riego por gravedad y Aspersión	40
Tabla 4.3.2. Relación de calificaciones obtenidas por los instructores, según los indicadores que se presentan	41
Tabla 4.3.3 Resultados de la evaluación general del curso y de la Sede (promedio).....	42
Tabla 4.3.4 Comentarios generales del curso manifestados por los participantes	43
Tabla 4.4.1. Datos de volumen, tiempo y gasto por aspersor.....	46
Tabla 4.4.2 Volúmenes de agua captados en la prueba de pluviometría.....	47
Tabla 4.4.3 Gastos y presiones en las dos líneas de operación del sistema de riego evaluado ...	50
Tabla 4.4.4 Datos de energía consumida.....	51
Tabla 4.4.5 Volúmenes de agua captados en la prueba de pluviometría.....	51
Tabla 4.4.6 Aforo del sistema de riego de tubería con compuertas	54
Tabla 4.4.7 Datos de tiempos de avance, recesión y tiempos de oportunidad de infiltración de la prueba de riego.	55
Tabla 4.4.8 Resultados del aforo de la tubería multicompuertas	58
Tabla 4.4.9. Datos de la prueba de avance y recesión, el tiempo de oportunidad de infiltración.	59
Tabla 4.4.10. Información básica de la evaluación y receta de riego del predio “Puente Blanco y las Crucitas”, municipio de Irapuato, Gto.	61
Tabla 4.4.11. Valores obtenidos	63

INDICE DE FIGURAS

Gráfica 4.1.1	Resultados de la evaluación diagnóstica y final de los participantes	22
Gráfica 4.1.2	Resultados de las evaluaciones parciales de los participantes	22
Gráfica 4.1.3.	Resultados de la evaluación de los instructores	23
Gráfica 4.1.4	Resultados de la evaluación general del curso y servicios de la sede	25
Gráfica 4.2.1	Curvas de avance y de recesión del riego por gravedad (surcos).....	35
Gráfica 4.3.1	Resultados de las evaluaciones a los participantes.....	40
Gráfica 4.3.2.	Resultados de la evaluación a los instructores	41
Gráfica 4.3.3	Resultados de la evaluación general del curso y servicios de la sede	42
Gráfica 4.4.2	Curvas de avance y de recesión.....	60
Gráfica 4.4.3	Gráfica de avance y recesión del riego.....	63

I. ANTECEDENTES

En los últimos años, en el estado de Guanajuato se han desarrollado programas de apoyo al campo, con la finalidad de motivar y fomentar el buen aprovechamiento del agua de riego mediante la tecnificación de los aprovechamientos hidroagrícolas. Con estos apoyos se han instalado sistemas de riego por tuberías con compuertas, de aspersión, microaspersión y goteo. Sin embargo, se ha observado que se requiere un entrenamiento específico de los usuarios del agua de riego, en la operación y mantenimiento de los equipos y sistemas de riego, con la finalidad de que se use eficientemente el agua, que se ahorren volúmenes de agua y energía eléctrica y que se aprovechen plenamente los equipos de riego y fertirriego para lograr cosechas de buena calidad y altos rendimientos.

Con la finalidad de preparar recursos humanos calificados para dar asesoría técnica a los productores que han recibido apoyos de sistemas de riego y fertirriego, se capacitará a dos grupos de 10 ingenieros agrónomos especialistas en irrigación o carreras afines para prepararlos en tecnología especializada sobre operación y evaluación de sistemas de riego y fertirriego.

La preparación de estos técnicos se realizará en una primera etapa mediante talleres y prácticas, realizada por especialistas del IMTA, para conocer los problemas de operación, conservación y fertirriego.

El IMTA complementará los resultados del entrenamiento mediante la formación en servicio para resolver problemas particulares planteados por productores, donde en una segunda etapa el IMTA realiza las evaluaciones, diagnósticos, recetas y entrenamiento a usuarios y los técnicos aprenden viendo hacer; en la tercera etapa el IMTA en conjunto con los técnicos realizan el proceso y en la cuarta etapa los técnicos realizan el proceso con la supervisión del IMTA. Un mes después, el IMTA refuerza el entrenamiento en aula, donde en una semana se tocarán los temas de cuándo y cuánto regar y los que solventen las deficiencias técnicas de los participantes.

II. OBJETIVOS GENERAL

Entrenar en servicio a técnicos responsables de realizar extensión agrícola en riego para el manejo adecuado de los sistemas de riego bajo su supervisión, sus diagnósticos y dictámenes respecto al uso eficiente del agua de riego y fertirriego, para que a su vez asesoren a los productores participantes para lograr el uso pleno de la infraestructura de riego y fertirriego en sistemas del estado de Guanajuato.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Entrenar en servicio a 10 ingenieros agrónomos especialistas en irrigación o carreras afines para realizar extensión agrícola en riego con capacidad de realizar evaluaciones, diagnósticos, programación del riego y dictámenes de sistemas de riego.



GOBIERNO DEL ESTADO SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el estado de Guanajuato.



III. DESARROLLO

Se realizó un primer curso teórico práctico con los técnicos previamente preseleccionados por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA), éste se llevó a cabo en las instalaciones y con equipo proporcionado por la misma dependencia. En este curso se incluyeron las bases teóricas del manejo del agua de riego para responder de forma eficiente a las preguntas de Cuándo, Cuánto y fundamentalmente Cómo regar. Una parte del taller se complementó con una práctica de campo utilizando un sistema de riego por aspersión en el municipio de Comonfort, estado de Guanajuato. La duración del evento fue de 40 horas.

Para la segunda semana, el IMTA de manera conjunta con algunos de los técnicos en riego, elaboraron los formatos para la captura de la información básica, del diagnóstico, del diseño y de la receta de riego para los sistemas de riego encomendados. En esta etapa se revisó la información básica, el diagnóstico, la calibración del programa de cómputo Rigrav, y la receta de riego; con cada uno de los participantes.

Se realizó un segundo curso teórico práctico con los técnicos en riego ya seleccionados, en las instalaciones y equipos proporcionados por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA), donde se incluyeron aspectos básicos y complementarios al primer curso impartido. Enfocándose este curso hacia las bases teóricas del Cuándo y Cuánto regar. Una parte del taller se complementó con una práctica de campo utilizando una parcela con sistema de riego por gravedad localizada en el municipio de Irapuato. Cabe mencionar que esta etapa del proceso de capacitación se adelantó en tiempo debido a que se tenía el período de lluvias, y no se podía atender la parte de campo. Como complemento de este segundo curso – taller, se realizó un foro de capacitación en el que además participaron técnicos de la Fundación Produce del estado de Michoacán, encargados de proporcionar asistencia técnica en riego y fertirriego.

Las últimas dos semanas del proceso de entrenamiento se realizaron por completo en actividades de campo, dedicando una semana para los sistemas de riego de la zona de Irapuato y de La Romita, y la otra para los sistemas de riego de la zona de Celaya, Comonfort y Apaseo El Grande, Gto. En esta última etapa del entrenamiento se realizaron evaluaciones de riego y/o aplicaciones de la receta de riego previamente elaboradas por los técnicos responsables de las áreas de riego seleccionadas. Las actividades realizadas fueron llevadas a cabo en su mayor parte por los técnicos en riego y guiadas únicamente cuando se requería por el instructor. En total se evaluaron nueve parcelas con sistemas de riego por gravedad y de aspersión. Finalmente se dedicó un día para revisar las dudas en cuanto al manejo de la información, al diseño y a la elaboración de la receta de riego, así como para reafirmar el tipo de conclusiones y recomendaciones que debe incluir el reporte de la receta de riego.

A continuación se describen cada una de las actividades realizadas.

3.1 Curso teórico práctico “operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión”.

Se llevó a cabo el curso teórico práctico “Operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión. El programa del curso por temas y horario se presenta en la tabla 3.1.1. La duración del curso fue de 40 horas, impartido del 15 al 19 de mayo del presente año.

Tabla 3.1.1 Programa temático del curso, con horario e instructor

HORA	TEMA	INSTRUCTOR
LUNES 15 MAYO		
08:00-09:00	Inscripción al Evento	M.C. Pedro Pacheco H
09:00-09:15	Bienvenida e Inauguración	SDA
09:15-09:45	Evaluación Diagnóstica	M.C. Pedro Pacheco H
09:45-10:45	Caracterización del suelo con fines de riego	M.C. Pedro Pacheco H
10:45-11:00	Receso	
11:00-12:00	Cálculos de parámetros físicos del suelo	M.C. Pedro Pacheco H
12:00-13:30	Necesidades de riego de los cultivos	M.C. Pedro Pacheco H
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Necesidades de riego de los cultivos	M.C. Pedro Pacheco H
16:45-17:00	Receso	
17:00-18:00	Cálculo de calendarios de riego y programación del riego	M.C. Pedro Pacheco H
MARTES 16 MAYO		
09:00-10:45	Métodos de riego parcelario	M.C. Juan M. Ángeles
10:45-11:00	Receso	
11:00-13:30	Diseño del riego por gravedad	M.C. Juan M. Ángeles
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Uso de software para diseño del riego por gravedad	M.C. Juan M. Ángeles
16:45-17:00	Receso	
17:00-18:00	Calibración del software para diseño del riego por gravedad	M.C. Juan M. Ángeles
MIÉRCOLES 17 MAYO		
09:00-10:45	Operación del riego por gravedad y de baja presión	M.C. Juan M. Ángeles
10:45-11:00	Receso	
11:00-13:30	Evaluación del riego por gravedad y de baja presión	M.C. Juan M. Ángeles
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Diagnóstico y receta del riego	M.C. Juan M. Ángeles
16:45-17:00	Receso	
17:00-18:00	Operación del fertirriego por gravedad y de baja presión	M.C. Juan M. Ángeles
JUEVES 18 MAYO		
09:00-13:30	Práctica de campo del riego por gravedad o de baja presión	M.C. Juan M. Ángeles
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Análisis de los datos de campo	M.C. Juan M. Ángeles
16:45-17:00	Receso	
17:00-18:00	Operación y evaluación del riego por aspersión	Ing. Jorge Castillo González
VIERNES 19 MAYO		
09:00-13:30	Práctica de campo del riego por aspersión	Ing. Jorge Castillo González
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Análisis de los datos de campo	Ing. Jorge Castillo González
16:45-17:00	Receso	
17:00-17:45	Evaluación final	Ing. Jorge Castillo González
17:45-18:00	Clausura de actividades de la semana	SDA

3.1.1 Inscripción al evento

El registro y control de la inscripción estuvo a cargo de personal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato. Se contó con la participación de 18 técnicos.

3.1.2 Bienvenida e inauguración del evento

La bienvenida de los participantes al curso, estuvo a cargo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato, por parte del M.C. Gustavo Magaña Sosa; y por parte del IMTA, del M.C. Pedro Pacheco Hernández.

3.1.3 Contenido del curso

El contenido del curso de agrupa en los siguientes temas:

- ✓ Caracterización física del suelo
- ✓ Necesidades de riego de los cultivos
- ✓ Calendario y programación del riego
- ✓ Métodos de riego
- ✓ Diseño del riego por gravedad
- ✓ Manejo del programa de cómputo Rigrav
- ✓ Calibración del programa de cómputo Rigrav
- ✓ Operación y evaluación de sistemas de riego por gravedad
- ✓ Información requerida para integrar la receta de riego
- ✓ El fertiriego en riego por gravedad
- ✓ Análisis de datos de campo en riego por gravedad
- ✓ Operación y evaluación del riego por aspersión
- ✓ Práctica de campo de riego por aspersión
- ✓ Análisis de los datos de la práctica de riego por aspersión

Cabe mencionar que se canceló la práctica de riego por gravedad debido a las fuertes precipitaciones ocurridas la noche anterior al evento. Sin embargo, con datos e información de otra prueba de riego se llevó a cabo el análisis y la evaluación del riego.

3.1.4 Evaluación diagnóstica

Con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos en el área de Ingeniería de riego por parte de los participantes al curso, se les realizó una evaluación diagnóstica, que consistió en un examen escrito de opción múltiple compuesto por una cantidad de 50 reactivos, en un tiempo para contestarla de 30 minutos.

3.1.5 Tareas y/o evaluaciones parciales

Para complementar la información con respecto al nivel de conocimientos adquiridos por los participantes, se realizaron dos evaluaciones parciales: (i) la primera sobre el tema de

caracterización física del suelo con fines de riego, (ii) y la segunda referente al manejo de los tiempos, láminas y anchos de tendidas de riego y sobre la calibración del modelo Rigrav.

3.1.6 Evaluación final a los participantes

Con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante el curso por los participantes, se le realizó una evaluación final, que consistió en un examen escrito de opción múltiple compuesto por una cantidad de 50 reactivos, los mismos reactivos de la evaluación diagnóstica, en un tiempo para contestarla de 30 minutos.

3.1.7 Instructores

El grupo de instructores por parte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) estuvo conformado por:

M.C. Pedro Pacheco Hernández

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández

Ing. Jorge Castillo González

Los temas impartidos por cada instructor y su duración se indican en la tabla 3.1.

3.1.8 Evaluación general del curso y de las instalaciones

Al final del curso, los participantes realizaron una evaluación escrita sobre el contenido del curso, los materiales didácticos utilizados, el aula, etc.

3.1.9 Evaluación a los instructores

Al final del curso, los participantes realizaron la evaluación al desempeño de los instructores participantes: M.C. Pedro Pacheco Hernández, M.C. Juan Manuel Angeles Hernández e Ing. Jorge Castillo González.

3.1.10 Clausura del curso

El evento de clausura del curso se llevó a cabo por el M.C. Gustavo Magaña Sosa, Director de Tecnificación del Riego con Agua Subterránea de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato; y por parte del IMTA, el Ing. Jorge Castillo González.

3.2 Revisión de expedientes para el diagnóstico, diseño y receta del riego

Se llevó a cabo el programa de la segunda semana de trabajo del proyecto de “Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el Estado de Guanajuato”. El objetivo consistió en que personal del IMTA, realizara la evaluación, diagnóstico, receta de riego y entrenamiento de los técnicos de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA) y usuarios cooperantes en sus respectivas parcelas, sin embargo, por la presencia de la temporada de lluvias solamente se logró realizar un evento de campo. El tiempo programado para los demás eventos de campo, se acordó, utilizarlo en revisar los expedientes de campo que llevan a cabo los técnicos y en reforzar el entrenamiento en el diagnóstico y la receta del riego.

A continuación se indican y se describen las actividades realizadas.

3.2.1 Reunión con los técnicos en riego y con personal SDA

En las oficinas del COTAS (Consejo Técnico de Aguas Subterráneas) de Celaya, se llevó a cabo una reunión con personal de la SDA y con los técnicos seleccionados para llevar a cabo la capacitación a usuarios y la asistencia técnica en riego. En la reunión se revisaron los puntos necesarios a cubrir en la integración del expediente de cada una de las parcelas de estudio, asimismo se elaboró el programa para la revisión de los avances de la integración de la información de cada técnico, así como resolver las dudas y comentarios encontrados en el proceso de la elaboración del diseño y de la receta de riego.

Se revisaron cada uno de los expedientes de las áreas asignadas a cada técnico, separando la información en los siguientes apartados: (i) información básica, (ii) diagnóstico de los sistemas de riego, y (iii) el diseño del riego parcelario por gravedad.

3.2.2 Revisión de los expedientes de cada técnico para revisar el avance en cuanto a la asistencia técnica en riego del área asignada.

Con base en un programa de revisión personalizada para cada técnico, se llevó a cabo la revisión y aclaración de dudas respecto a la información necesaria para realizar el diagnóstico y la evaluación de los sistemas de riego por gravedad, además de verificar la metodología para elaborar los diseños (prediseño) de riego para cada una de las parcelas (tablas).

La revisión y análisis de la información con cada uno de los técnicos se llevó a cabo en las oficinas del COTAS de Celaya, Gto. El tiempo promedio dedicado a cada uno de los técnicos fue de 3 horas. Dependiendo de las necesidades de entrenamiento de cada técnico, se le dedicó un tiempo adicional. Durante las sesiones de trabajo desarrollado con cada uno de los técnicos siempre estuvo presente el Coordinador de los mismos.

3.2.3 Evaluación y diagnóstico de un sistema de riego parcelario por gravedad para el entrenamiento a técnicos y usuarios de riego.

El martes 30 de mayo, se llevó a cabo en una parcela previamente concertada por la SDA, localizada en el predio Puente Blanco y las Crucitas, Municipio de Irapuato, una evaluación y diagnóstico de un sistema de riego parcelario por gravedad, en la que asistieron todos los técnicos involucrados en el programa.

La evaluación inicio aproximadamente a las 11 horas y concluyó a las 18:30 horas. El análisis de los datos y las conclusiones se llevaron a cabo el día jueves 01 de mayo de las 15:30-18:30, en las Oficinas del COTAS, de Celaya. En esta sesión faltó la presencia del técnico Ing. Gerardo López Moreno.

3.3 Curso de reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar

Se llevó a cabo el curso teórico práctico "Curso de reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar", en sistemas de riego por gravedad y aspersión. El programa del curso por temas, horario e instructor se presenta en la tabla 3.3.1. La duración del curso fue de 40 horas, impartido del 10 al 14 de julio del presente año. Dentro del curso se incluyó un foro de

capacitación en asistencia técnica en riego. Con la participación adicional de tres técnicos en riego y fertiriego de la Fundación Produce del Estado de Michoacán.

Tabla 3.3.1 Programa temático del curso y del foro de capacitación, con horario y responsable

HORA	TEMA	RESPONSABLE
LUNES 10		
08:30-09:00	Inscripción al Evento	Secretaría de Desarrollo Agropecuario.
09:00-09:15	Bienvenida e Inauguración	M.C Gustavo Magaña Sosa
09:15-09:45	Evaluación Diagnóstica	DR. Waldo Ojeda Bustamante
09:45-11:30	Caracterización del suelo con fines de riego <ul style="list-style-type: none"> i. Relaciones volumétricas en el sistema agua suelo ii. Capacidad de Campo iii. Punto de marchitamiento permanente iv. Lámina de riego aprovechable v. Ecuación de infiltración (Green y Ampt) 	DR. Waldo Ojeda Bustamante
11:45-12:00	Receso	
12:00-13:30	Caracterización del suelo con fines de riego <ul style="list-style-type: none"> vi. Relaciones volumétricas en el sistema agua suelo vii. Capacidad de Campo viii. Punto de marchitamiento permanente ix. Lámina de riego aprovechable x. Ecuación de infiltración (Green y Ampt) 	DR. Waldo Ojeda Bustamante
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:30	Ejemplo del cálculo de los principales parámetros físicos del suelo (contenido de humedad, lámina de riego, humedad aprovechable, infiltración, conductividad hidráulica, etc.)	DR. Waldo Ojeda Bustamante
16:30-16:45	Receso	
16:45-18:00	Necesidades de riego de los cultivos <ul style="list-style-type: none"> i. Evapotranspiración ii. Evapotranspiración de referencia iii. Evapotranspiración real de los cultivos iv. Precipitación efectiva v. Humedad aprovechable vi. Humedad fácilmente aprovechable vii. Intervalo de riego 	DR. Waldo Ojeda Bustamante
MARTES 11		
09:00-11:00	Necesidades de riego de los cultivos <ul style="list-style-type: none"> viii. Evapotranspiración ix. Evapotranspiración de referencia x. Evapotranspiración real de los cultivos xi. Precipitación efectiva 	DR. Waldo Ojeda Bustamante

HORA	TEMA	RESPONSABLE
	xii. Humedad aprovechable xiii. Humedad fácilmente aprovechable xiv. Intervalo de riego	
11:00-11:15	Receso	
11:15-13:30	Ejemplo del cálculo de calendarios de riego y programación del riego i. Requerimientos de riego ii. Intervalo de riego iii. Número de riegos iv. Próximo riego (fecha de riego)	DR. Waldo Ojeda Bustamante
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-17:00	Ejemplo del cálculo de calendarios de riego y programación del riego v. Requerimientos de riego vi. Intervalo de riego vii. Número de riegos viii. Próximo riego (fecha de riego)	DR. Waldo Ojeda Bustamante
17:00-18:00	Evaluación a participantes	DR. Waldo Ojeda Bustamante
MIÉRCOLES 12		
09:00-11:30	Conceptos básicos del diseño del riego por gravedad i. Gasto unitario ii. Curvas de avance y de recesión iii. Tiempos de avance, de oportunidad de infiltración y tiempo de riego iv. Gasto total y ancho de tendidas de riego v. Número de tendidas de riego y tiempo total de riego	M.C. Juan M. Ángeles
11:30-11:45	Receso	
11:45-13:30	Calibración con el programa de cómputo Rigrav i. Parámetros a calibrar ii. Riego de germinación iii. Riegos de auxilio iv. Requerimiento de información para predecir el gasto unitario del siguiente riego	M.C. Juan M. Ángeles
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:45	Videos y análisis de la información sobre la capacitación en riego	M.C. Juan M. Ángeles
16:45-17:00	Receso	
17:00-18:00	Instructivo para regadores	M.C. Juan M. Ángeles
JUEVES 13		
09:00-11:30	Revisión, análisis y receta del riego, utilizando datos de prueba de riego y empleando los formatos de trabajo del riego por gravedad	M.C. Juan M. Ángeles
11:30-11:45	Receso	
11:45-13:30	Revisión, análisis y receta del riego, utilizando	M.C. Juan M. Ángeles

HORA	TEMA	RESPONSABLE
	datos de prueba de riego y empleando los formatos de trabajo del riego por gravedad	
13:30-15:00	Receso para comida	
15:00-16:30	Revisión, análisis y receta del riego, utilizando datos de prueba de riego y empleando los formatos de trabajo del riego por aspersión	M.C. Juan M. Ángeles
16:30-16:45	Receso	
16:45-18:00	Revisión, análisis y receta del riego, utilizando datos de prueba de riego y empleando los formatos de trabajo del riego por aspersión	M.C. Juan M. Ángeles
VIERNES 14		
09:00-09:30	Foro de capacitación para la asistencia técnica en riego en el Estado de Michoacán	Ing. Armando De Los Santos García
09:30-10:30	Experiencias de la asistencia técnica en riego en el Estado de Michoacán	Técnicos en riego del Estado de Michoacán
10:30-11:30	Comentarios y análisis de la información	Todos los participantes
11:30-11:45	Receso	
11:45-12:15	Avances de la Asistencia técnica en riego en el Estado de Guanajuato	M.C Gustavo Magaña Sosa
12:15-13:00	Experiencias de la asistencia técnica en riego en el Estado de Guanajuato	Técnicos en riego del Estado de Guanajuato
13:00-14:00	Comentarios y análisis de la información	Todos los participantes
14:00-15:00	Receso para comida	
15:00-15:30	Programas de capacitación en riego impartidos por el IMTA	M.C. Juan Manuel Angeles Hernández
15:30-16:45	Resultados y conclusiones del foro de capacitación en asistencia técnica en riego	Ing. Armando De Los Santos García M.C. Gustavo Magaña Sosa
16:45-17:00	Receso	
17:00-17:45	Evaluación de participantes del curso	M.C. Juan M. Ángeles
17:45-18:00	Clausura de actividades de la semana	Secretaría de Desarrollo Agropecuario.

3.3.1 Inscripción al evento

El registro y control de la inscripción estuvo a cargo de personal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato. Se contó con la participación de 15 técnicos.

3.3.2 Bienvenida e inauguración del evento

Estuvo a cargo de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato, por parte del M.C. Gustavo Magaña Sosa; y por parte del IMTA, el Dr. Waldo Ojeda Bustamante.

3.3.3 Contenido y programa del curso

El contenido del curso se agrupa en los siguientes temas:

- ✓ Caracterización del suelo con fines de riego
- ✓ Ejemplo de cálculo de los principales parámetros físicos del suelo
- ✓ Necesidades de riego de los cultivos
- ✓ Calendario y programación del riego
- ✓ Ejemplo de calendarios de riego
- ✓ Conceptos básicos del diseño del riego por gravedad
- ✓ Calibración del programa de cómputo Rigrav
- ✓ Videos y análisis de la información sobre la capacitación a regadores
- ✓ Instructivo para regadores
- ✓ Revisión, análisis y receta del riego, con pruebas de riego por gravedad y aspersión de parcelas de Guanajuato.
- ✓ Capacitación para la asistencia técnica en riego en el Estado de Michoacán
- ✓ Experiencias de la asistencia técnica en riego en el estado de Michoacán
- ✓ Avances de la Asistencia técnica en riego en el estado de Guanajuato
- ✓ Experiencias de de la asistencia técnica en riego en el estado de Guanajuato
- ✓ Resultados y conclusiones del foro de capacitación en asistencia técnica en riego
- ✓ Evaluación de participantes y del curso

3.3.4 Evaluación diagnóstica

Con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos en el área de Ingeniería de riego por parte de los participantes al curso, se les realizó una evaluación diagnóstica, que consistió en un examen escrito de opción múltiple compuesto por una cantidad de 10 reactivos, en un tiempo para contestarla de 30 minutos. Cabe señalar que los resultados de los exámenes de diagnóstico fueron extraviados por el Dr. Waldo Ojeda Bustamante.

3.3.5 Tareas y/o evaluaciones parciales

Con la finalidad de complementar la evaluación de los participantes, se realizó una evaluación parcial sobre el tema de caracterización física del suelo con fines de riego y la calendarización del riego; que consistió en un examen escrito con respuestas de opción múltiple y de descripción, desarrollo y cálculo, compuesto por una cantidad de 10 reactivos, en un tiempo para contestarla de 30 minutos.

3.3.6 Evaluación final

Con la finalidad de determinar el nivel de conocimientos adquiridos durante el curso por los participantes, se le realizó una evaluación final, que consistió en un examen escrito con respuestas de opción múltiple y de descripción, desarrollo y cálculo, compuesto por una cantidad de 10 reactivos, con reactivos similares a la evaluación diagnóstica, en un tiempo para contestarla de 30 minutos.

3.3.7 Instructores

El grupo de instructores por parte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) estuvo conformado por:



GOBIERNO DEL ESTADO SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Entrenamiento en servicio en
operación de sistemas de riego
por gravedad y aspersión en el
estado de Guanajuato.



Dr. Waldo Ojeda Bustamante
M.C. Juan Manuel Angeles Hernández

3.3.8 Evaluación a los instructores

Al final del curso, los participantes realizaron la evaluación al desempeño de los instructores frente al grupo, en este caso los instructores fueron: Dr. Waldo Ojeda Bustamante y M.C. Juan Manuel Angeles Hernández.

3.3.9 Evaluación general del curso y de las instalaciones

Al final del curso, los participantes realizaron una evaluación escrita sobre el contenido del curso, los materiales didácticos utilizados, los servicios del centro de capacitación, etc.

3.4 Aplicación de la receta de riego parcelario

Se llevó a cabo el programa de la cuarta y quinta semana de trabajo del proyecto de “Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el Estado de Guanajuato”. El objetivo consistió en que personal del IMTA y en conjunto con los técnicos en riego de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, aplicaran la evaluación y receta de riego de los predios seleccionados, de aquellos productores cooperantes. La evaluación y la aplicación de la receta de riego en parcelas de riego por gravedad y aspersión de las zonas de Celaya y de Irapuato. La relación de los sitios y sistemas de riego en que se llevaron a cabo se presenta en la tabla 3.4.1.

Tabla 3.4.1. Relación de los sitios y sistemas de riego en que se llevaron a cabo evaluaciones y/o aplicación de la receta del riego, en el periodo del 06 al 28 de noviembre de 2006.

NO.	FECHA	LUGAR	TIPO DE SISTEMA DE RIEGO	CULTIVO	PRODUCTOR
1	06-11-2006	Romita, Gto.	Side Roll- Aspersión portátil (mixto)	Lechuga	
2	07-11-2006	Romita, Gto.	Side Roll	Lechuga (trasplante)	
3	08-11-2006	Irapuato, Gto.	Gravedad (surcos)	Brócoli	Juan Ramírez González
4	09-11-2006	Romita, Gto.	Gravedad (surcos)	Brócoli	Refugio Sánchez
5	10-11-2006	Irapuato, Gto.	Aspersión portátil	Alfalfa	Médico Jorge ...
6	21-11-2006	Comonfort, Gto.	Aspersión portátil	Alfalfa	José Miguel Villalpando G.
7	22-11-2006	Comonfort, Gto.	Melgas	Alfalfa	Jaime Labrada
8	23-11-2006	Comonfort, Gto.	Aspersión portátil	Alfalfa	José Alberto Méndez Pérez
9	28-11-2006	Apaseo El Grande, Gto.	Gravedad (surcos)	Brócoli	David Oliveros Esquivel

En la tabla 3.4.1 se muestra que se llevaron en total nueve evaluaciones, cuatro en riego por gravedad y cinco en riego presurizado para los cultivos de lechuga, brócoli y alfalfa.

Para tener un entrenamiento más personalizado, en esta fase el grupo se dividió en dos: en el grupo de Celaya y el de Irapuato. Enseguida se presenta la lista de Asistencia por día de los técnicos en riego de la zona de riego de Irapuato, en la semana del 06 al 10 de noviembre.

Lunes 06 de noviembre de 2006

1. Eduardo Pérez Cervantes
2. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
3. Leobardo Hernández Sandoval
4. Basilio Hernández Ortiz
5. Erik Bernabé Pérez
6. José Sabino Ibarra Mendoza
7. María Dolores Garibay Ruiz

Martes 07 de noviembre de 2006

1. Eduardo Pérez Cervantes
2. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
3. Leobardo Hernández Sandoval
4. Basilio Hernández Ortiz
5. Erik Bernabé Pérez
6. María Dolores Garibay Ruiz

Miércoles 08 de noviembre de 2006

1. Eduardo Pérez Cervantes
2. Leobardo Hernández Sandoval
3. Basilio Hernández Ortiz
4. Erik Bernabé Pérez
5. María Dolores Garibay Ruiz
6. José Sabino Ibarra Mendoza

Jueves 09 de noviembre de 2006

1. Eduardo Pérez Cervantes
2. Leobardo Hernández Sandoval
3. Erik Bernabé Pérez
4. José Sabino Ibarra Mendoza
5. María Dolores Garibay Ruiz

Viernes 10 de noviembre de 2006

1. Eduardo Pérez Cervantes
2. Leobardo Hernández Sandoval
3. Erik Bernabé Pérez
4. María Dolores Garibay Ruiz

Lista de Asistencia de los técnicos en riego, en las semanas del 21 al 23 y del 28 al 29 de noviembre. Recetas de riego puestas en operación en la zona de riego de Celaya, por lo tanto el compromiso de participación de los técnicos de esta zona.

Martes 21 de noviembre de 2006

1. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
2. Eduardo Pérez Cervantes
3. Basilio Hernández Ortiz
4. Abel Lorenzo Cabrera
5. Carlos Noel Valencia Ramos
6. Gerardo López Moreno
7. Ma. Dolores Garibay Ruiz
8. Carlos Alberto Gutiérrez Martínez
9. José Luis Orduña
10. Fernando Ramírez Govea

22 y 23 de noviembre de 2006

1. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
2. Eduardo Pérez Cervantes
3. Basilio Hernández Ortiz
4. Abel Lorenzo Cabrera
5. Carlos Noel Valencia Ramos
6. Ma. Dolores Garibay Ruiz
7. Fernando Ramírez Govea
8. Jesús Manuel Hernández Andrade

28 de noviembre de 2006

1. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
2. Eduardo Pérez Cervantes
3. Basilio Hernández Ortiz
4. Abel Lorenzo Cabrera
5. Carlos Noel Valencia Ramos
6. Gerardo López Moreno
7. Oscar R. González Ruvalcaba
8. Ma. Dolores Garibay Ruiz
9. Carlos Alberto Gutiérrez Martínez
10. Jesús Manuel Hernández Andrade
11. Luis Castañeda García

29 de noviembre de 2006

1. Jorge Slaimen Elachkar Henaine
2. Eduardo Pérez Cervantes
3. Basilio Hernández Ortiz
4. Leobardo Hernández Sandoval
5. Erik Bernabé Pérez
6. José Sabino Ibarra Mendoza
7. Abel Lorenzo Cabrera
8. Carlos Noel Valencia Ramos
9. Gerardo López Moreno
10. Oscar R. González Ruvalcaba
11. Ma. Dolores Garibay Ruiz



GOBIERNO DEL ESTADO SECRETARÍA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el estado de Guanajuato.



-
12. Carlos Alberto Gutiérrez Martínez
 13. Jesús Manuel Hernández Andrade
 14. Luis Castañeda García

IV. RESULTADOS

4.1 Curso teórico práctico “Operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión

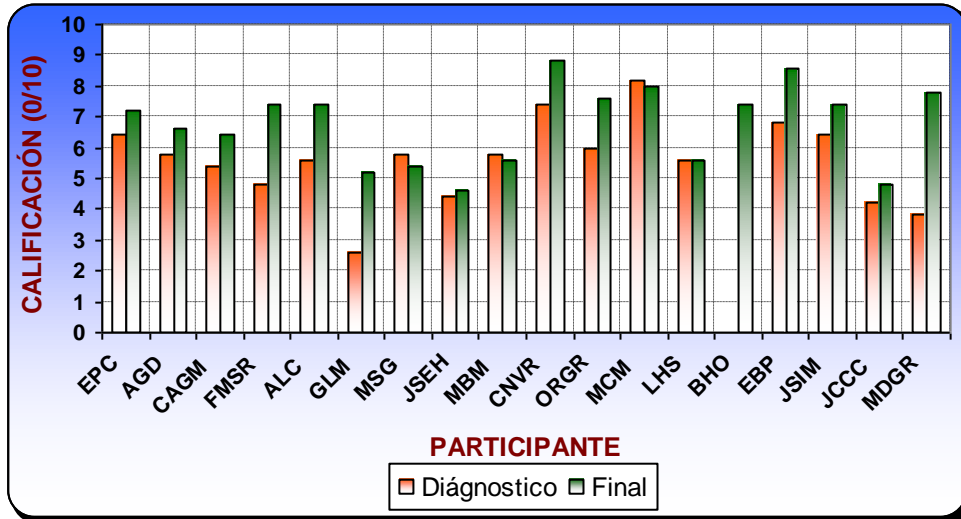
4.1.1 Evaluación general de participantes

Se capacitó en diseño, manejo y operación del riego por gravedad y de aspersión a un total de 18 participantes. En la tabla 4.1.1 se muestra la relación de participantes y las calificaciones obtenidas en las evaluaciones diagnóstica y final, y en las tareas asignadas o evaluaciones parciales.

Tabla 4.1.1 Relación de participantes y calificaciones obtenidas en los exámenes y tareas asignadas en el curso de operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión

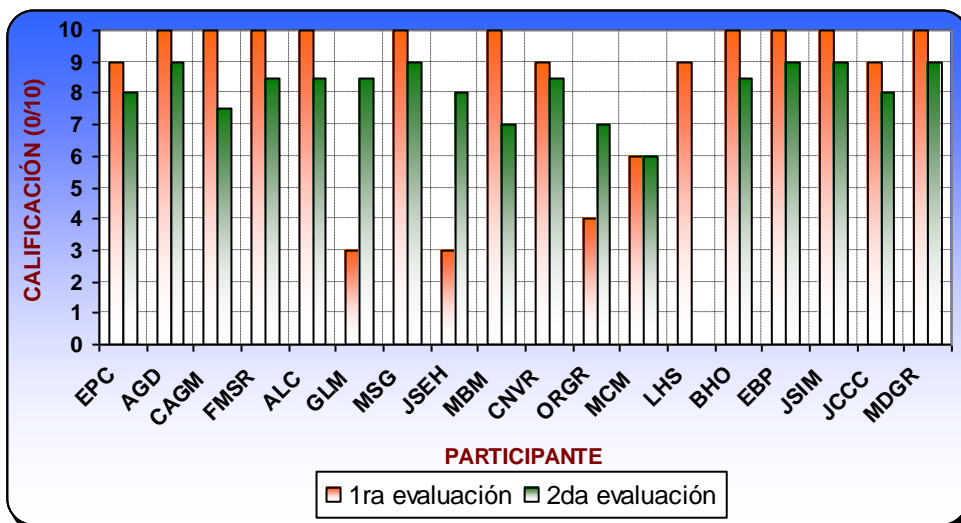
Nombre del participante	Evaluación				Evaluaciones parciales	
	Aciertos		Calificación		1	2
	Antes	Después	Antes	Después		
Eduardo Pérez Cervantes (EPC)	32	36	6.4	7.2	9.0	8.0
Alfonso Guzmán Delgado (AGD)	29	33	5.8	6.6	10.0	9.0
Carlos Alberto Gutiérrez Martínez (CAGM)	27	32	5.4	6.4	10.0	7.5
Flor María Segundo Roldán (FMSR)	24	37	4.8	7.4	10.0	8.5
Abel Lorenzo Cabrera (ALC)	28	37	5.6	7.4	10.0	8.5
Gerardo López Moreno (GLM)	13	26	2.6	5.2	3.0	8.5
Manuel Sánchez García (MSG)	29	27	5.8	5.4	10.0	9.0
Jorge Slaimen Elachkar Henaine (JSEH)	22	23	4.4	4.6	3.0	8.0
Mario Becerra Moreno (MBM)	29	28	5.8	5.6	10.0	7.0
Carlos Noel Valencia Ramos (CNVR)	37	44	7.4	8.8	9.0	8.5
Oscar R. González Ruvalcaba (ORGR)	30	38	6	7.6	4.0	7.0
Mateo Cornejo Montoya (MCM)	41	40	8.2	8	6.0	6.0
Leobardo Hernández Sandoval (LHS)	28	28	5.6	5.6	9.0	
Basilio Hernández Ortiz (BHO)		37		7.4	10.0	8.5
Erik Bernabé Pérez (EBP)	34	43	6.8	8.6	10.0	9.0
José Sabino Ibarra Mendoza (JSIM)	32	37	6.4	7.4	10.0	9.0
Julio César Cano Celedón (JCCC)	21	24	4.2	4.8	9.0	8.0
María Dolores Garibay Ruiz (MDGR)	19	39	3.8	7.8	10.0	9.0
Promedio	27.94	33.83	5.59	6.77	8.44	8.18

Gráfica 4.1.1 Resultados de la evaluación diagnóstica y final de los participantes



De la evaluación diagnóstica y final se observa que los Ingenieros Carlos Noel Valencia Ramos (CNVR) y Eric Bernabé Pérez son los participantes del curso que registraron avances congruentes en sus entrenamientos, al tener una evaluación diagnóstica promedio de 7.0 y posteriormente una evaluación final promedio de 8.5 de calificación. La calificación promedio del grupo en la evaluación diagnóstica fue de 5.6 y la calificación final promedio del grupo fue de 6.8. Lo que refleja que el aprendizaje no fue tan alto, pero si importante y significativo.

Gráfica 4.1.2 Resultados de las evaluaciones parciales de los participantes



Alfonso Guzmán Delgado (AGD), Manuel Sánchez García (MSG), Eric Bernabé Pérez (EBP), José Sabino Ibarra Mendoza (JSIM) y María Dolores Garibay Ruiz (MDGR) fueron los participantes que obtuvieron mejor desempeño en las dos evaluaciones parciales; con un

promedio de 9.5 en la escala del 1 al 10. La calificación promedio del grupo en las evaluaciones parciales fue de 8.3. Lo que refleja un aprendizaje en términos del grupo muy bueno.

4.1.2 Evaluación general de instructores

En la tabla 4.1.2 se presenta la evaluación de los instructores realizada por los participantes del curso. Se observa que la calificación promedio fue 9.2 en la escala de 1 a 10. La cual se considera muy buena.

Tabla 4.1.2. Relación de calificaciones obtenidas por los instructores, según los indicadores que se presentan

Indicador/Instructor	PPH	JMAH	JACG
1. Los objetivos de los temas desarrollados fueron expuestos por el expositor de forma:	9.1	9.2	9.1
2. El conocimiento del expositor sobre los temas que se impartieron fue de manera:	9.4	9.3	9.4
3. La información que se les proporcionó fue:	9.6	9.1	9.6
4. La exposición de los temas fue:	9.0	9.8	9.2
5. El ritmo en que se impartieron los temas fue:	8.5	8.9	8.2
6. Los materiales didácticos empleados por el expositor fueron:	9.1	9.3	9.0
7. Aclaró las dudas surgidas del tema de manera:	9.8	9.2	9.8
8. La puntualidad del expositor fue:	9.7	9.7	9.7
9. En general, el desempeño del expositor fue:	8.0	8.7	9.2
PROMEDIO	9.13	9.24	9.24

Instructores:

M.C. Pedro Pacheco Hernández = PPH

M.C. Juan Manuel Ángeles Hernández = JMAH

Ing. Jorge Andrés Castillo González = JACG

Indicadores de evaluación:

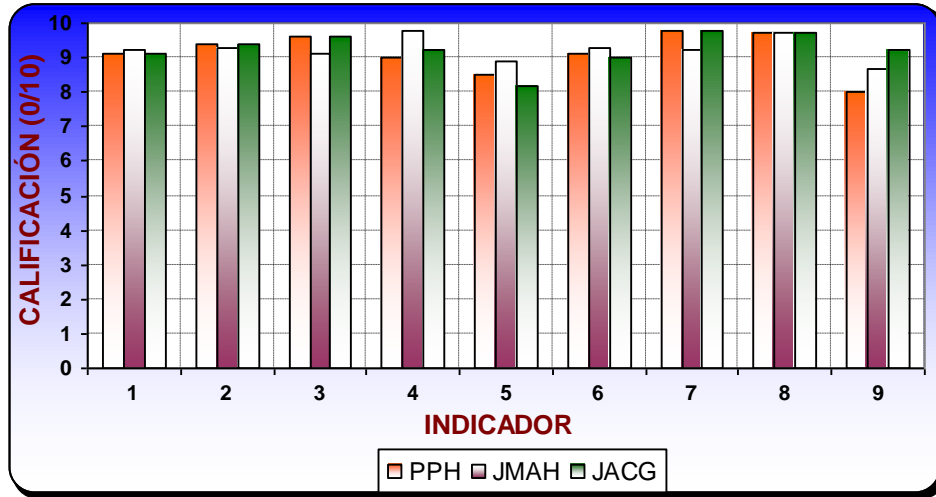
10 Muy bien

9 Bien

8 Regular

7 Deficiente

Gráfica 4.1.3. Resultados de la evaluación de los instructores



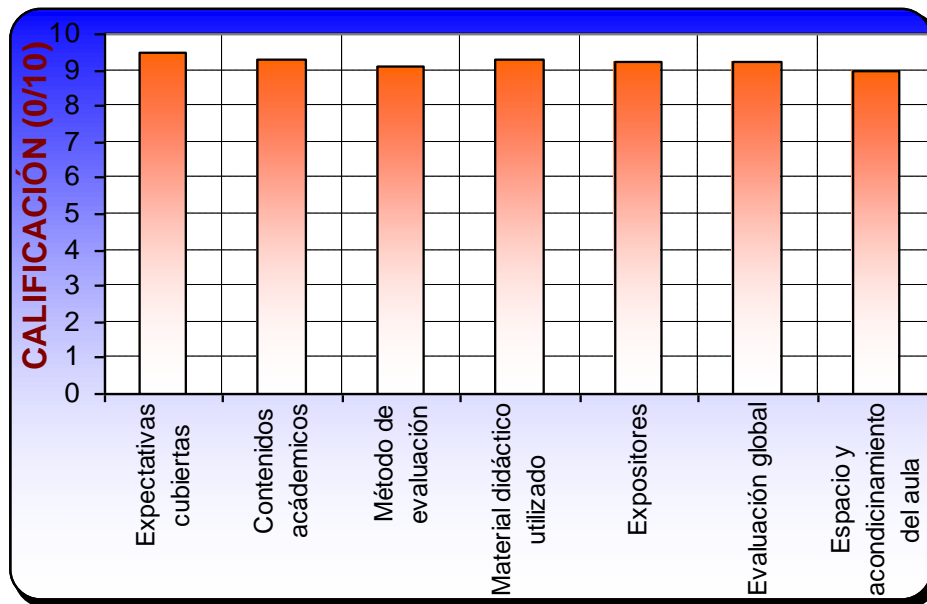
4.1.3 Evaluación general del curso y servicios de la Sede

En la tabla 4.1.3 se presentan los resultados de la evaluación general del curso y de la sede, obteniendo una calificación promedio de 9.2 en una escala del 1 al 10. La cual se considera muy buena.

Tabla 4.1.3. Resultados de la evaluación general del curso y de la Sede

1. Sus expectativas con respecto al curso fueron cubiertas:	9.5
2. Los contenidos académicos se cumplieron:	9.3
3. El método usado para evaluar a los capacitados fue:	9.1
4. El material didáctico (impreso y audiovisual) utilizado en el curso fue:	9.3
5. En general los expositores desarrollaron los temas:	9.2
6. Evalúe de manera global el curso:	9.2
7. El espacio y acondicionamiento del aula fue:	9.0
Promedio general	9.2

Gráfica 4.1.4 Resultados de la evaluación general del curso y servicios de la sede



En la tabla 4.1.4 se presentan los comentarios de los participantes del curso en relación al mismo.

Tabla 4.1.4 Comentarios generales del curso manifestados por los participantes

<p>Bueno, para reforzar los conocimientos que ya tenía, y se aclararon muchas dudas respecto al sistema de riego gravedad y aspersión.</p> <p>Muy bueno con mucha experiencia de los instructores y con mucha disponibilidad.</p> <p>Excelente.</p> <p>Excelente, claro y objetivo.</p> <p>Muy bueno ayudó para aclarar algunas dudas y tener conocimientos más claros sobre la aplicación de riego agrícola.</p>

Bueno.
Bueno en la forma que de esta manera se homogenizan los conocimientos en un área de trabajo.
De gran provecho, pues se nos ha dotado de información y material, para el desarrollo de nuestro trabajo.
Fue impartido de manera muy práctica.
Bien.
Bueno.
Bien.
Bueno falta hacer un ejemplo completo de calibración de parámetros Ks y hf.
Bien.
Muy bueno se confirmaron y afirmaron metodologías y criterios, se comprendió el RIGRAV y es muy valiosa la fertirrigación.
Interesante y de gran utilidad.
Muy bueno a excepción de algunos temas que se vieron muy rápido.

El curso mejoraría si:

Utilizaran mayor tiempo en la exposición y con más material para realizar ejercicios de los problemas en material impreso.
Tuviéramos más tiempo para el desarrollo de prácticas y ejercicios.
Yo pienso que estuvo muy completo, quizás con un poco más de tiempo del descanso para el expositor.
Si fuera más dinámico.
El grupo fuera más homogéneo y tuvieran bases de los conceptos hablados y fuera más práctico o problemas reales.
Si proporcionara un poco más de tiempo y un poco menos horas en el aula.

1. Tratamos de compartir más experiencias.
2. Si se pudieran trabajar más ejemplos y casos.
3. Si avanzara más a ritmo el curso.

Si ampliaran un poco más los temas.
Se coordina mejor entre las dos partes.
Se respetaron los tiempos para los temas, a demás se debe trabajar con más ejemplos y desarrollados peso por peso para revisar en la casa y que no haya dudas.
Más practica de campo.
Se deberían de tener datos reales y trabajar sobre ellos hasta una recomendación final.
Faltó ampliar los calendarios.
La exposición de temas se profundizara a los detalles que encontraremos en la realidad.
Si se tuviera una metodología de los sistemas para uniformizar procedimientos, por ejemplo para muestrear, topografía, etc.
Si fuera un poco mas practico.
Se diera más tiempo en días en jornadas máximo de 8 horas diarias.

Sugerencias para mejorar el servicio de la sede:

Felicidades me pareció buen servicio.

Gracias.
No cambiar tanto de aula.
Ninguna en especial.
Transporte y croquis de localización.
Si fuera más largo, Si compartiéramos, Si pudiéramos lograr al ingreso grupos más homogéneos.
Mejorar las butacas.
Que se programe y se tengan disponibles las cosas y edificios.
Es bueno no tengo sugerencias.
Más practica.
Introducir más cursos de capacitación y los espacios para prácticas en campo.

4.2 Revisión de expedientes para el diagnóstico, diseño y receta del riego

4.2.1 Reunión con los técnicos en riego y con personal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SDA)

De la reunión sostenida con los participantes, se determinó que los puntos principales a integrar para la revisión de cada uno de los expedientes, debía contener los siguientes puntos:

- (i) Información básica. La información básica del área de riego, como superficie, nombre del usuario, gasto del pozo, textura del suelo, pendiente, dirección del riego, longitud y ancho de la parcela, etc.
- (ii) Diagnóstico del sistema de riego. Con base en la prueba de riego realizada en al menos una parcela por pozo ó grupo de usuarios, se realizará la evaluación del riego, el ajuste de los parámetros del riego con el programa de cómputo Rigrav, y las conclusiones y recomendaciones para cada prueba de riego. Por otro lado, también se definió que para cada área de pozo o área compacta se integraran las recomendaciones generales con base en la información obtenida y analizada.
- (iii) Diseño del sistema de riego parcelario. Para cada una de las parcelas (tablas) que integran la superficie que domina cada pozo, elaborar el diseño (prediseño) del riego parcelario, es decir, determinar el gasto unitario o bien el gasto por surco, el ancho de tendida, el número de tendidas, el tiempo de riego por tendida y el tiempo de riego total.

Se elaboró el programa de revisión de los avances en la integración de la información de los expedientes, de cada uno de las áreas asignadas a los técnicos.

El programa de la semana se conformó de acuerdo a la tabla 4.2.1.

Tabla 4.2.1 Programa de actividades de la semana del 29 de mayo al 02 de junio de 2006.

Técnico	Día	Hora
1. José Sabino Ibarra Mendoza	29 mayo	15:30 - 18:30
2. Evaluación, diagnóstico y entrenamiento en campo a los técnicos y usuarios en un sistema de riego por gravedad (todos los técnicos)	30 de mayo	8:00 – 18:00

3. Jorge Slaimen Elackar Henaine	31 mayo	8:30 – 11:15
4. Julio César Cano Celedón	31 mayo	11:30 – 14:00
5. Eduardo Pérez Cervantes	31 mayo	15:30 – 18:30
6. Gerardo López Moreno y Mateo Cornejo Montoya	01 de junio	8:30 – 11:15
7. Leobardo Hernández Sandoval	01 de junio	11:30 – 14:00
8. Evaluación y diagnóstico de la información de campo, análisis en aula (todos los técnicos).	01 de junio	15:30 – 18:30
9. Segunda revisión expediente Jorge Slaimen	02 junio	8:30 – 11:30
10. Segunda revisión expediente Julio César Cano	02 junio	11:30 - 14:30

4.2.2 Revisión de los expedientes de cada técnico para revisar el avance en cuanto a la asistencia técnica en riego del área asignada

Los resultados se muestran en la siguiente tabla 4.2.2, en ésta se presenta el nombre del técnico, el avance y comentarios de cada uno de los apartados correspondientes a la información básica, la evaluación y diagnóstico, y el diseño del riego parcelario por gravedad.

Tabla 4.2.2 Avances en la integración de la información básica, evaluación, diagnóstico y diseño de los sistemas de riego parcelarios (gravedad y aspersión); reportados por cada técnico durante la semana del 29 al 02 de junio de 2006.

Técnico	Información básica	Evaluación y diagnóstico	Diseño	Comentarios
1. Sabino Ibarra Mendoza	Superficie de 160 ha, 3 pozos: (a) San Ignacio de Alvarez (1 pozo), (b) El infiernillo (2 pozos). Cuenta con la información necesaria, incluyendo la textura del suelo de 5 parcelas (tablas). Toda la información se capturó junto al parcelamiento en archivo de autocad.	Se realizaron 5 pruebas de riego, ajustando los parámetros de calibración del Rigrav (K_s , h_f , n) con el tiempo de riego obtenido. Faltan las conclusiones de las pruebas de riego, así como el diagnóstico de toda la superficie.	El día de la revisión no presentó avances, sin embargo, para el día 01 de junio presentó un avance aproximado del 50 %.	Se hizo la sugerencia al técnico, que para facilitar el manejo y actualización de la información, es necesario pasar la información a tablas de Excel o de Word y después insertarla al plano de parcelas en archivo de autocad.
2. Jorge Slaimen Elackar Henaine	8 productores cada uno con su pozo. Se tiene la textura y la pendiente de parcelas (tablas) en donde se realizó la prueba de riego, pero falta la textura de las demás tablas. Se tienen croquis de parcelamientos en power point.	Se realizaron 8 pruebas de riego, faltan las conclusiones de cada una de las pruebas de riego, también faltan las recomendaciones de toda el área de riego. Al igual que en algunas otras pruebas de riego resultó inconveniente ajustar parámetros del Rigrav, debido a que se empleó el gasto por surco y tiempo de riego que utiliza el productor, aunado a una topografía parcelaria muy irregular.	De la superficie correspondiente a los 8 pozos, se ha realizado el diseño de la superficie de 5 pozos.	Revisar a detalle las pruebas de riego realizadas, ya que al parecer los valores resultantes no se ajustan con los obtenidos con el Rigrav, debido a las razones indicadas anteriormente.

Técnico	Información básica	Evaluación y diagnóstico	Diseño	Comentarios
3. Julio César Cano Celedón	Superficie 150 ha Ranchos La Mira: 100 ha (6 áreas compactas) San Cristóbal: 50 ha Parcelamiento y curvas de nivel obtenidas con Estación total. Información topográfica presentada en planos.	Realización de 5 pruebas de riego.	Se tienen elaboradas 17 parcelas (tablas) de un total de 40.	No se pudieron revisar y constatar los avances de evaluación y diagnóstico, y diseño; ya que la información no estaba impresa y el archivo correspondiente nunca abrió.
4. Eduardo Pérez Cervantes	Superficie total de 216 ha: 140 ha de aspersión, 46 ha de gravedad y 30 ha de riego por goteo. La topografía se tiene levantada, a nivel de parcelamiento con curvas de nivel. Se tiene completa la información básica. En esta área los terrenos son más arenosos.	<u>En riego por aspersión</u> se han realizado tres evaluaciones de campo, falta análisis de datos, conclusiones y diagnóstico. <u>En riego por gravedad</u> Se han realizado tres pruebas de riego, se tienen conclusiones y diagnósticos parciales	Para las parcelas de riego por gravedad se tiene ya el diseño.	En estas áreas debido a que el suelo es más arenoso, un tanto diferente a la superficie asignada a los demás técnicos, se sugiere que el coordinador acompañe al técnico a realizar una prueba de riego por gravedad en alguna de estas parcelas.
5. Gerardo López Moreno (Mateo Cornejo Montoya)	Superficie 177 ha, 8 productores (11 pozos), 40 tablas en total, la lotificación a nivel de croquis y la superficie se tiene en 38 tablas faltan dos; la pendiente de las tablas se tiene en 20 y faltan 20. Se tiene una parcela para riego por aspersión.	<u>En riego por gravedad</u> Se realizaron 4 pruebas de riego. Faltan los resultados de la textura, aún no se han recogido del laboratorio. Las conclusiones y el diagnóstico se tienen en forma parcial <u>En riego por aspersión</u> Se realizó una	Falta el diseño de las 40 tablas (parcelas)	Para la lotificación y superficie de áreas nuevas se determinó que el uso de ortofotos puede facilitar esta actividad.

		evaluación de riego, falta el análisis de datos, y las conclusiones y el diagnóstico	
6. Leobardo Hdez. Sandoval	NO SE PRESENTÓ		La justificación presentada por el técnico, es que el expediente estaba en revisión en la SDA.

Observaciones generales:

En la mayoría de las corridas realizadas mediante el programa de cómputo Rigrav, resultó inconveniente e imposible en la mayoría de los casos ajustar los parámetros (K_s , h_f y n) de la ecuación de infiltración que utiliza este modelo, debido a que en algunas pruebas de riego realizadas, se empleó el gasto por surco y el tiempo de riego que de manera tradicional utiliza el productor, es decir, en la mayoría de los casos no es el gasto de riego más apropiado para obtener un riego eficiente, aunado a esto, se tiene una topografía parcelaria muy irregular. En resumen, no se utilizó en la prueba de riego el gasto obtenido mediante un diseño preliminar.

Los expedientes de los técnicos revisados (en cuanto a la información presentada) muestran interés en llevar a cabo el seguimiento a la información básica, diagnóstico, evaluación y diseño, sin embargo, en algunos de ellos no se manifiesta con el avance logrado hasta el momento, con el compromiso para llevarlo a cabo en los tiempos y con la calidad requerida.

4.2.2 Evaluación y diagnóstico de un sistema de riego parcelario por gravedad para el entrenamiento a técnicos y usuarios de riego.

Durante esta semana se aprovechó para realizar una evaluación y analizar la receta del riego, en un lote (foto 4.2.1) que maneja el técnico Leobardo Hernández Sandoval.

Los datos de la parcela y sus parámetros se muestran a continuación:

- Localización del lote: Predio Puente Blanco y las Crucitas, Irapuato
- Propietario: Juan Ramírez González
- Gasto total de la fuente de abastecimiento (l/s): 34 l/s
- Gasto por surco(litros): 1.93 l/s
- Textura del suelo: Franco arcillo arenoso
- Ks estimado: 1.8 cm/hr
- Contenido de humedad inicial del suelo (cm^3/cm^3): _____
- Pendiente del terreno (%): a nivel (0.05 %)
- Longitud de la parcela: 150 m.
- Hora de inicio del riego: 11:25 a.m.
- Hora del corte del riego: 4:46 p.m.
- Tiempo de riego: 321 minutos
- 15 surcos operando
- Gasto total: 28.95 l/s



Foto 4.2.1. Medición de la fase de avance en el riego por gravedad.

Los datos de la fase de avance y de recesión se presentan en la tabla 4.2.2.

Tabla 4.2.2. Registro de los tiempos de avance, de recesión y de oportunidad de infiltración.

ESTACION (METROS) (1)	TIEMPO DE AVANCE (2) HORA DEL DÍA	TIEMPO DE RECESION (3) HORA DEL DÍA	TIEMPO ACUMULADO (MINUTOS)		TIEMPO DE INFILTRACION (MINUTOS) (6)
			AVANCE (4)	RECESION (5)	
0	11:25	16:55	0	330	330
15	11:31	17:27	6	362	356
30	11:57	19:00	32	455	423
45	12:27	19:00	62	455	393
60	13:01	19:00	94	455	361
75	13:26	19:00	121	455	334
90	14:19	20:00	174	515	341
105	15:04	20:00	219	515	296
120	15:32	20:00	247	515	268
135	15:59	20:00	274	515	241
150	16:25	20:00	300	515	215



Foto 4.2.2. Aforo volumétrico de la tubería con compuertas.

Análisis de información

Volumen aplicado:
Vol. = 557.577 m³

Área regada:
A = 1,920 m²

Lámina de riego promedio aplicada: 29 cm.

Es importante mencionar que este riego fue de germinación del cultivo de sorgo, la preparación del surcado no fue la más apropiada para la aplicación del riego. Los surcos estaban bajos y con cierta cantidad de terrones pequeños lo que repercutió en un avance lento del frente del agua, esto es, un tiempo de avance grande y en consecuencia un tiempo de riego grande.



Foto 4.2.3. Determinación de las curvas de avance y de recesión registrada en campo.

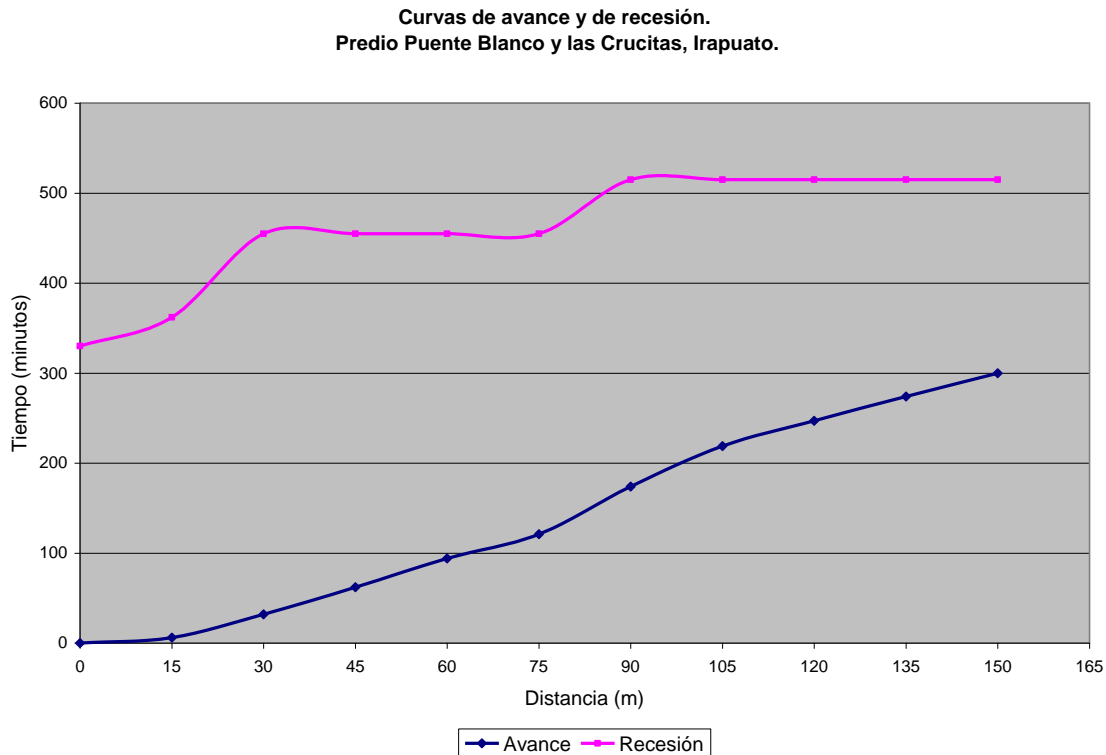
El tiempo de riego total fue de 5 horas con 21 minutos, con un gasto por surco/compuerta de 1.93 l/s, con un número de compuertas operando de 15, para hacer un gasto total de 28.95 l/s, sin embargo, el gasto del pozo, se reporta de aproximadamente 35 l/s, la diferencia es porque se presentaron muchas fugas de agua en las compuertas y en el tapón final de la tubería de compuertas. El volumen total aplicado fue de 557.577 m³. para la tendida de riego. La separación entre surcos fue de 0.80 m, para la determinación de la lámina promedio de riego se consideró la aplicación de 16 surcos puesto que existió durante el riego mucha transferencia subterránea del agua de la tendida de riego hacia los surcos dos primeros surcos de la

siguiente tendida. El área considerada fue de 1,920 m², para tener una lámina promedio aplicada de 29 cm.

Análisis de las curvas de avance y de recesión:

La fase avance avanzó conforme a lo esperado, es decir, al inicio del riego se registró un avance más rápido y conforme transcurría el riego el avance registrado fue más lento. El tiempo de la fase de avance resultó grande. Con respecto a la fase de recesión está se presentó inicialmente rápida, para después ser un tanto lenta, dando tiempo a que la lámina de riego infiltrada se uniformizara en toda la longitud del surco y de la tendida de riego. Con base en la gráfica 1, el tiempo de oportunidad de riego fue mayor hasta los 100 m de longitud (un tiempo superior a 5 horas) y a partir de este punto de la parcela se redujo el tiempo de oportunidad de infiltración de manera significativa (igual o menor a 4 horas en promedio).

Las curvas de avance y de recesión de presenta en la gráfica 4.2.1.



Gráfica 4.2.1 Curvas de avance y de recesión del riego por gravedad (surcos)

Diagnóstico y conclusiones del riego aplicado:

El gasto de riego por surco de 1.93 l/s (gasto unitario de 2.4 l/s) resultó ligeramente subestimado debido a que el tiempo de avance fue grande lo que incidió en una lámina de riego demasiado grande (29 cm), aunado a esto, la preparación del terreno y de los surcos no fue la más adecuada.

La longitud de riego de 150 m para el tipo de textura del suelo franco arcillo arenosa es muy aceptable.

Se recomienda sellar bien las compuertas y acoplar adecuadamente el tapón final de la tubería de compuertas para evitar y eliminar las fugas o pérdidas de agua de riego a través de éstas.

Al hacer un análisis del perfil de la lámina infiltrada, encontramos un perfil de humedecimiento uniforme, esto logrado a costa de aplicar un volumen de riego grande y en consecuencia una eficiencia de aplicación muy baja. Si consideramos que la lámina neta requerida era de 10 cm, entonces se obtuvo una eficiencia de aplicación promedio del 34.5 %. La cual es demasiado baja.

4.2.4 Elaboración de formatos para el concentrado de la información de los expedientes de asistencia técnica en sistemas de riego parcelarios.

Con el objetivo de facilitar la revisión y actualización de la información generada de cada parcela (tabla) de riego, se vio la necesidad de generar material de apoyo (formatos) para integrar la información recabada y generada por cada técnico. Esta información se integró de la siguiente manera:

- (i) Información básica (tabla A)
- (ii) Diagnóstico (tabla B)
- (iii) Diseño (tabla C)

En las tablas A, B y C, se presenta la información contenida en cada uno de los apartados anteriores. Cabe mencionar que la elaboración de estos formatos estuvo a cargo del Coordinador de los técnicos, EL Ing. Carlos Noel Valencia Ramos.

En la tabla A se captura la información básica de cada una de las tablas que conforman el área compacta o área de riego que domina cada pozo. La tabla B está diseñada para capturar la información únicamente de aquellas tablas o parcelas en donde se llevaron a cabo pruebas de riego y su diagnóstico respectivo. Finalmente en la tabla C, se captura la información referente al diseño (o prediseño) del riego parcelario por gravedad de cada una de las tablas que conforman el área compacta; es decir, se captura el mismo número de parcelas que para el formato de la tabla A.

Tabla A. Información básica de la parcela en riego por gravedad

Información Básica

Localidad

Asesor técnico:

Fecha:

Nº de Tabla	Nº de Riego	Cultivo	Fecha de siembra dd/mm/aa	Textura		Superficie tabla (has)	Longitud de tabla (m)	Ancho tabla (m)	Pendiente		Gasto del pozo (lps)	TR por tendido (Encuesta productor) (min)	Nº de compuertas por tendido	TR de toda la tabla (minutos)	Consumo de energía (KW-h)	Tabla de riego muestreada (sí ó no)	Observaciones (Estado de preparación, Residuos de cosecha, Tipo de labranza, Surcos de alfalfa chicos, Rentado, Grado de nivelación.)
				Grupo					Longitudinal (%)	Transversal (%)							
Primer productor, características, comentarios.																	
1																	
2																	
3																	
4																sí	
5																	
6																	
Segundo Productor, características, comentarios.																	
7																	
8																	
9																sí	
10																	
Tercer productor, características, comentarios.																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																sí	
15																	

Tabla B. Diagnóstico del riego por gravedad parcelario

Información del Diagnóstico

Localidad

Asesor técnico:

Fecha:

Nº de Tabla	Textura				Densidad aparente g/cm3	Humedad a saturación (decimal)	Humedad a capacidad de c. (decimal)	Humedad a pmp. (decimal)	Humedad inicial (decimal)	Ks. (decimal)	hf. (decimal)	n (decimal)	longitud tabla (m)	Pendiente longitudinal (%)	qs (lps)	Esp. surco (m)	qu (lps/m)	LR neta (m)	LR aplicada (m)	Ea %	CUC %	TR (minutos)	Profundidad de mojado (m)
	Arena	Limo	Arcilla	Grupo																			
Primer productor, características, comentarios.																							
4																							
Segundo Productor, características, comentarios.																							
9																							
Tercer productor, características, comentarios.																							
14																							

Tabla C. Diseño del riego por gravedad parcelario

Información del Diseño

Localidad:

Asesor técnico:

Fecha:

Nº de Tabla	Textura Grupo	Superficie tabla (has)	Humedad a saturación (decimal)	Humedad inicial (decimal)	Ks. (decimal)	hf. (decimal)	n (decimal)	Longitud de tabla (m)	Pendiente longitudinal (%)	qu (lps/m)	Esp. surco (m)	qs (lps)	LR neta (m)	LR aplicada (m)	Ea %	CUC %	TR de tendido (minutos)	Profundidad de mojado (m)	Gasto del pozo (lps)	Ancho de tendido (m)	Numero de tendidos (enteros)	TR por tendido (minutos)	TR por tabla (minutos)	Consumo de energía mejorado (KW-h)
Primer productor, características, comentarios.																								
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
Segundo Productor, características, comentarios.																								
7																								
8																								
9																								
10																								
Tercer productor, características, comentarios.																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								

4.2.5 Revisión y adecuación de formatos para la captura, análisis y dictamen técnico

Se prepararon los formatos para la captura, análisis y dictamen técnico de la información correspondiente a la evaluación, diagnóstico y receta de riego.

Consta de cinco formatos (anexo 2), los cuales son los siguientes:

1. Evaluación del riego por gravedad

Este formato únicamente se llena para cada uno de los pozos, e incluye la información de una tabla (o parcela) en donde se realiza la prueba de riego, está integrado por los siguientes apartados:

- a). Información general
- b). Características del suelo
- c). Características del tendido de riego
- d). datos del pozo

2. Gasto del riego por surco

Es el formato utilizado para el aforo volumétrico de la tubería con compuertas, o bien para el aforo de los surcos.

3. Fases de avance y de recesión

Es una tabla para la captura de los tiempos de avance y de recesión para cada una de las distancias seleccionadas por el técnico. Permite determinar el tiempo acumulado de los tiempos de avance y de recesión, para que de esta manera se pueda determinar por diferencia el tiempo de oportunidad de infiltración.

4. Resultados del Diagnóstico de la prueba de riego

Es un concentrado para indicar los parámetros del suelo y los datos utilizados en la prueba de riego, mostrando los resultados obtenidos al ejecutar el programa de cómputo Rigrav. Contiene un apartado para las conclusiones y recomendaciones, además de un anexo para insertar la gráfica de los datos de avance y de recesión obtenidos en campo y los obtenidos mediante la simulación con el Rigrav.

5. Diseño y receta del riego

Se indican el trazo, diseño y receta de riego para cada tabla (o parcela), señalando el gasto por surco, ancho de tendida, tiempo de riego por tendida, número de tendidas y tiempo de riego total, y las eficiencias de riego esperadas. Es la hoja resumen que se le tiene que entregar al final a los usuarios para cada una de sus parcelas. Se tiene un apartado para insertar un croquis o plano de la parcela con sus dimensiones, trazo, etc., el cual debe ir firmado por el asesor y de recibido por el productor, de esta manera el productor se comprometerá a utilizar la receta de riego generada para su parcela.

4.3 Curso de reforzamiento del Cuándo, Cuánto y Cómo regar

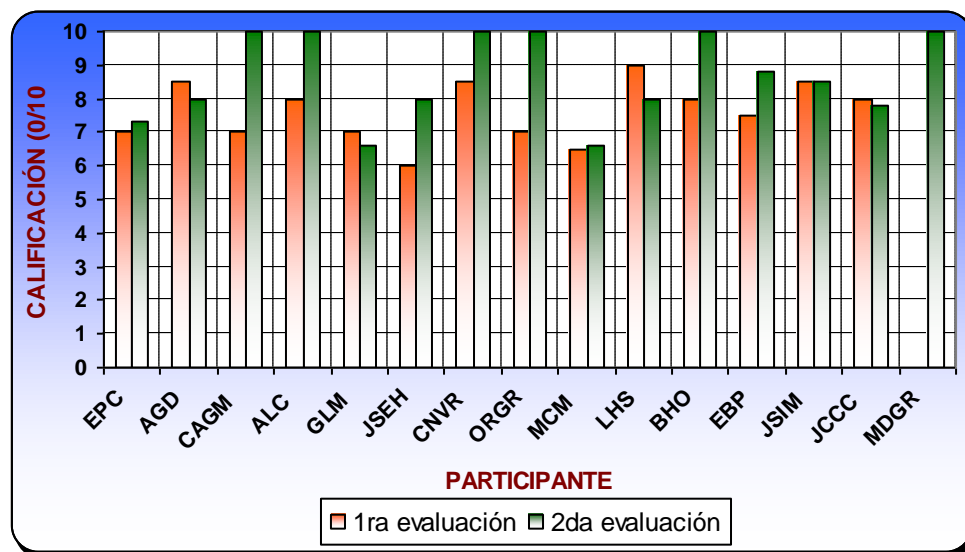
4.3.1 Participantes y evaluación general de los mismos

Se entrenó en servicio de Cuándo, Cuánto y Cómo regar por gravedad y aspersión a un total de 15 participantes. En la tabla 4.3.1 se muestra la relación de participantes y la relación de calificaciones obtenidas en las evaluaciones diagnóstica y final, y en las tareas asignadas o evaluaciones parciales.

Tabla 4.3.1 Participantes y calificaciones obtenidas en los exámenes y tareas asignadas en el curso de Cuándo, Cuánto y Cómo Regar en sistemas de riego por gravedad y Aspersión

Nombre del participante	Calificación		
	Parcial	Final	Promedio
Eduardo Pérez Cervantes (EPC)	70	73	71.5
Alfonso Guzmán Delgado (AGD)	85	80	82.5
Carlos Alberto Gutiérrez Martínez (CAGM)	70	100	85.0
Abel Lorenzo Cabrera (ALC)	80	100	90.0
Gerardo López Moreno (GLM)	70	66	68.0
Jorge Slaimen Elachkar Henaine (JSEH)	60	80	70.0
Carlos Noel Valencia Ramos (CNVR)	85	100	92.5
Oscar R. González Ruvalcaba (ORGR)	70	100	85.0
Mateo Cornejo Montoya (MCM)	65	66	65.5
Leobardo Hernández Sandoval (LHS)	90	80	85.0
Basilio Hernández Ortiz (BHO)	80	100	90.0
Erik Bernabé Pérez (EBP)	75	88	81.5
José Sabino Ibarra Mendoza (JSIM)	85	85	85.0
Julio César Cano Celedón (JCCC)	80	78	79.0
María Dolores Garibay Ruiz (MDGR)	No presentó	100	100.0
Promedio	76.07	86.4	81.2

Gráfica 4.3.1 Resultados de las evaluaciones a los participantes



Con base en las calificaciones obtenidas por el promedio de los dos exámenes considerados, se puede comentar en forma general que aquellos Técnicos que obtuvieron el promedio más bajo e inferior a 8.0, son: Mateo Cornejo Montoya, Gerardo López Moreno, Jorge Slaimen Elachkar Henaine, Eduardo Pérez Cervantes y Julio César Cano. Aunque el examen final consideró un poco de todo el curso y por tanto se podría considerar más representativo, en éste caso las calificaciones más bajas las tuvieron: Gerardo López Moreno, Mateo Cornejo Montoya y Eduardo Pérez Cervantes. La calificación final promedio del grupo fue de 8.1, Lo cual se considera de buena a muy buena.

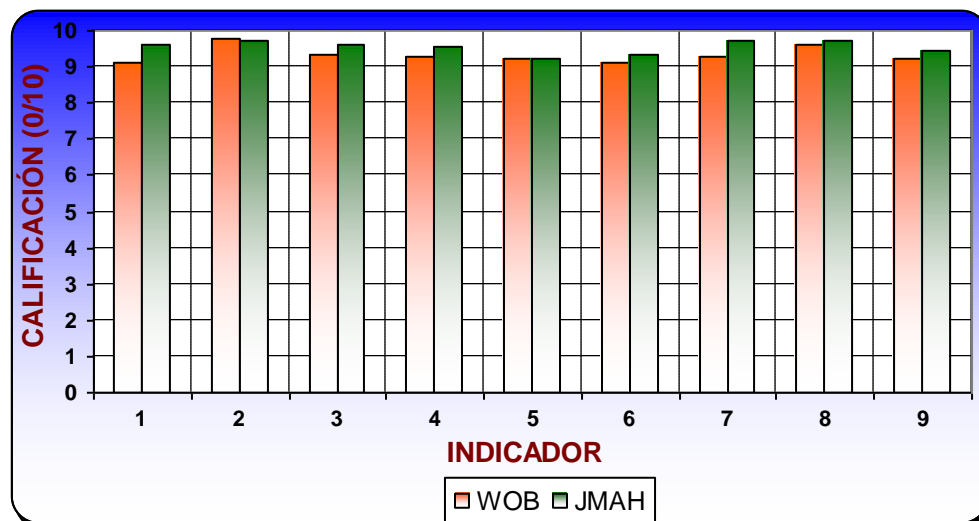
4.3.2 Evaluación de los instructores

En la tabla 4.3.2 se presenta la evaluación de los instructores realizada por los participantes del curso. Se observa que la calificación promedio fue de bien a muy bien, con un promedio de 9.45 en la escala de 1 a 10.

Tabla 4.3.2. Relación de calificaciones obtenidas por los instructores, según los indicadores que se presentan

Indicador/Instructor	WOB	JMAH
1. Los objetivos de los temas desarrollados fueron expuestos por el expositor de forma:	9.14	9.64
2. El conocimiento del expositor sobre los temas que se impartieron fue de manera:	9.79	9.71
3. La información que se les proporcionó fue:	9.36	9.64
4. La exposición de los temas fue:	9.29	9.57
5. El ritmo en que se impartieron los temas fue:	9.21	9.21
6. Los materiales didácticos empleados por el expositor fueron:	9.14	9.36
7. Aclaró las dudas surgidas del tema de manera:	9.29	9.71
8. La puntualidad del expositor fue:	9.64	9.71
9. En general, el desempeño del expositor fue:	9.25	9.46
PROMEDIO	9.35	9.56

Gráfica 4.3.2. Resultados de la evaluación a los instructores



INSTRUCTORES:

Dr. Waldo Ojeda Bustamante = WOB
M.C. Juan Manuel Ángeles Hernández = JMAH

Indicadores de evaluación:

- 10 Muy bien
- 9 Bien
- 8 Regular
- 7 Deficiente

En la tabla 4.3.2 se presenta la evaluación de los instructores realizada por los participantes del curso. Se observa que la calificación promedio fue 9.45 en la escala de 1 a 10. La cual se considera muy buena.

4.3.3 Evaluación general del curso y servicios de la Sede

Tabla 4.3.3 Resultados de la evaluación general del curso y de la Sede (promedio)

1. Sus expectativas con respecto al curso fueron cubiertas:	9.29
2. Los contenidos académicos se cumplieron:	9.29
3. El método usado para evaluar a los capacitados fue:	9.29
4. El material didáctico (impreso y audiovisual) utilizado en el curso fue:	9.43
5. En general los expositores desarrollaron los temas:	9.36
6. Evalúe de manera global el curso:	9.25
7. El espacio y acondicionamiento del aula fue:	9.14
Promedio general	9.29

Gráfica 4.3.3 Resultados de la evaluación general del curso y servicios de la sede

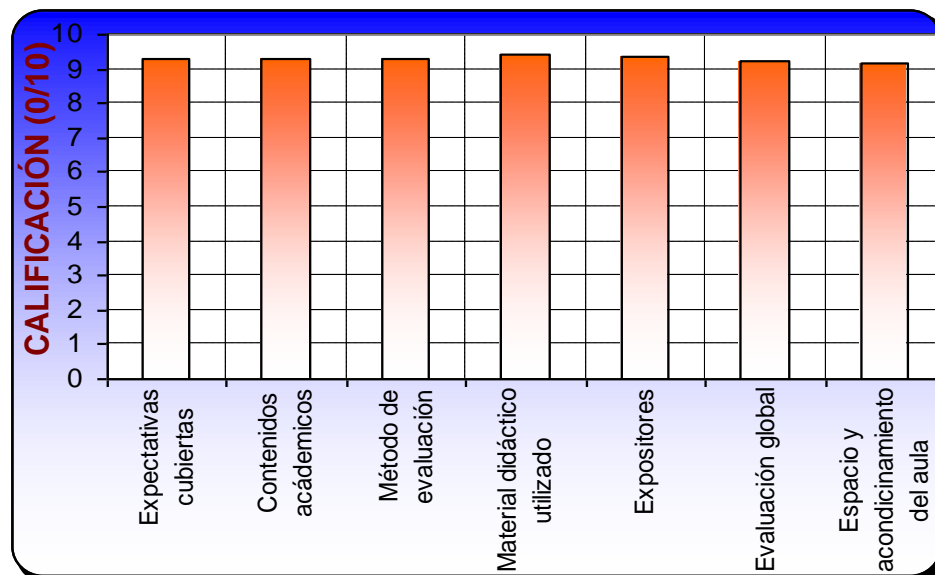


Tabla 4.3.4 Comentarios generales del curso manifestados por los participantes

Bueno, para reforzar los conocimientos que tenía, y se aclararon muchas dudas
Me parece de gran necesidad para las acciones laborales que tengo.
Bueno, ya que se reforzaron ciertas dudas que el técnico tiene arrastrando del curso anterior.
Que reforzó los conocimientos adquiridos en el curso anterior e incluyó un tema muy importante que fue la calendarización del riego con base a información meteorológica en tiempo real.
Excelente
Muy bueno solo que hubo temas que se vieron muy rápido por la prematura del tiempo.
Muy bien.
Bueno con mucha información para la exposición.
De buen nivel e indicativo para las actividades a realizar
Muy completo
De buena calidad
Bueno
La primera parte hizo falta más interacción con los técnicos.
Bien
Muy interesante

El curso mejoraría si:

Tal vez reducir el número de horas o el número de días.
En la realización de cada una de los ejemplos se vieran con datos reales y bien hecho ya que solo se suponen valores hipotéticos fuera de la realidad o son solo imaginarios.
Fuera más dinámico.
Fuera en más días con horario matutino y vespertino.
Se diera más tiempo para analizar los temas a exponer.
Se diera un poco más desarrollada en más días y menos horas.
Más tiempo a los temas.
Hubiera más tiempo para practicar ejercicios en la computadora.
Se considerará mayor profundidad en las condiciones específicas para el estado de Guanajuato.
Tiempo.
Se aplicaran más didácticos.
Hubiera 3 recesos de 10 minutos aunque fuera.
Se resolvieran más ejemplos en el curso para ver si se entendió todo lo expuesto.

Sugerencias para mejorar el servicio de la sede:

Aulas con mejor ventilación
La sede esta bien en lo referente a la instalación y lugar además de ser muy tranquila.
Que nos dieran sopa en la comida.
Todo bien
Impartir más cursos de capacitación sobre temas de interés para mejorar la técnica de evaluación de los métodos de riego empleados en campo.
Bien.
En general fue satisfactorio.
Ninguna, todo está bien.
Espacio.

Salones con más ventilación y más amplios.
Pedirla con anticipación, aire acondicionado o con clima.
Que nos presten el aula más amplia.

Nota.- Indicadores de evaluación:

Muy bien = 10, Bien = 9, Regular = 8, Deficiente = 7

Material Entregado

Se entregó a cada participante del curso material de refuerzo y de complemento del primer curso impartido, compuesto por lo siguiente:

1. Manual para la Programación y Calendarización del Riego en Tiempo Real.
2. Apuntes de Evaluación de sistemas de riego por aspersión

Así mismo se entregó una copia de los siguientes materiales:

3. Las presentaciones técnicas de cada instructor, en formato de Power Point.
4. La guía del riego eficiente para regadores
5. Videos de la programación del riego y de los conceptos básicos del riego por gravedad.

4.3.4 Foro de capacitación para la asistencia técnica en riego

Dada la importancia del manejo del agua para el riego, se llevó a cabo una reunión para compartir las experiencias y puntos de vista en relación a la capacitación para la asistencia técnica en riego, entre técnicos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, de la Fundación Produce del Estado de Michoacán y de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Guanajuato.

Por parte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) se presentó el trabajo: Asesoría técnica y entrenamiento en el uso pleno de la infraestructura de riego y fertiriego en Michoacán. Impartida por el Ing. Armando de Los Santos García. Se mencionó que los trabajos que se están desarrollando en Michoacán por la Fundación Produce, es para obras con inversión del Programa de Alianza Para el Campo, para evaluar los sistemas de riego parcelarios y los equipos de bombeo. Como parte de los resultados, el IMTA realizó la caracterización y el diagnóstico del suelo para hacer las respectivas recomendaciones del fertiriego.

Por parte de los Técnicos de la Fundación Produce del Estado de Michoacán participaron los C. Ings. Carlos Misael Moreno, Froylán Barroso y Luis Manuel Alvarado Hernández., presentando las experiencias de la Asistencia Técnica en riego en el estado de Michoacán. Se indicó que los resultados de la asistencia técnica deben de incidir de manera directa en el productor y verse reflejados en términos económicos. Además de que es necesario incorporar el fertiriego como parte fundamental de la asesoría técnica en riego.

Por parte de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Gobierno de Guanajuato, participó el M.C. Gustavo Magaña Sosa presentando los Avances de la Asistencia Técnica en riego en Guanajuato. Se indicó que como una primera etapa, actualmente se tienen 11 técnicos capacitados en aspectos del diseño, manejo y operación del riego por gravedad, con una

superficie asignada en promedio de 150 ha por técnico. Mediante este programa se pretende que a través de la elaboración de los trazos y diseños de riego de cada lote o parcela, junto con la capacitación al regador/usuario se puedan incrementar de manera significativa las eficiencias de aplicación del riego por gravedad.

Los Ings. Sabino Ibarra Mendoza, Leobardo Hernández Sandoval y Gerardo López Moreno, entre otros, comentaron las experiencias de la Asesoría técnica en riego en el estado de Guanajuato, coincidieron en que para lograr realmente un impacto en el riego es necesario incidir de manera directa en el regador, a través de su participación en las pruebas y evaluaciones de riego parcelarias y en su la capacitación y entrenamiento a través de talleres de riego.

Posteriormente, el M.C. Juan Manuel Angeles Hernández presentó las experiencias de la capacitación impartida por el IMTA a los usuarios y regadores a nivel Nacional, señalando las temáticas, duración de los entrenamientos, las necesidades de elaborar material gráfico, guías del regador y videos de capacitación entre otros.

4.4 Aplicación de la receta de riego parcelario

Se presentan los resultados de algunas de las evaluaciones y/o receta de riego.

EVALUACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL PREDIO DEL SEÑOR JOSE MIGUEL VILLALPANDO GONZALEZ

El 21 de noviembre de 2006 se realizó una evaluación de riego por aspersión en el predio del señor Miguel Villalpando, del municipio de Comonfort, Gto., teniendo cultivo de alfalfa.

Gasto de aspersores:

Los datos de gasto de los aspersores para cada una de las dos boquillas se presentan en la tabla 4.4.1.

Tabla 4.4.1. Datos de volumen, tiempo y gasto por aspersor.

Aspersor	Tiempo (segundos)		Volumen (litros)	Gasto (l/s)		Gasto (l/s)
	boq. Chica	boq. Gde		boq. Chica	boq. Gde	
{1,1}	1' 4.5"	2' 10.81"	20	0.31	0.15	0.46
{3,1}	1' 7.19"	2' 9.44"	20	0.30	0.15	0.45
{5,1}	1' 2.72"	2' 9.78"	20	0.32	0.15	0.47
{7,1}	1' 8.43"	2' 11.78"	20	0.29	0.15	0.44
{9,1}	1' 1.22"	2' 5.22"	20	0.33	0.16	0.49
{10,2}	1' 7.75"	2' 17.13"	20	0.30	0.15	0.44
{5,2}	1' 6.21"	2' 15.03"	20	0.30	0.15	0.45
{1,3}	1' 10"	1' 54.31"	20	0.29	0.17	0.46
{1,2}	1' 6.12"	2' 18.62"	20	0.30	0.14	0.45
{5,3}	1' 4.69"	2' 10.28"	20	0.31	0.15	0.46
{10,3}	1' 7.03"	2' 5.34"	20	0.30	0.16	0.46
Promedio						0.46

Tiempo de aplicación del riego: 3 horas

En total estaban operando 29 aspersores, el gasto total de riego a nivel de la parcela se obtuvo con el gasto promedio por aspersor, multiplicado por 29. El gasto promedio fue de 0.46 l/s; para obtener un total de 13.25 litros por segundo. La presión de los aspersores oscila entre 1.4 y 1.6 kg/cm². Esta presión debe ser corregida para que resulte el traslape adecuado.

El gasto anterior se verificó con la lectura del medidor volumétrico totalizados instalado en el cabezal del pozo. El gasto extraído se obtiene restando la lectura final con la inicial del medidor de flujo volumétrico y ese resultado se divide entre el tiempo de aplicación.

Volumen inicial registrado: 702,525 m³

Volumen final registrado: 702,690 m³

qt extraído = (702,690 – 702,525)/3 horas = (165 m³* 1000 l/m³)/(3 horas *3600 seg)

qt extraído = 15.28 l/s

La diferencia de gasto de 2 l/s se debe seguramente a fugas en la red de conducción y de distribución.



Fotos 4.4.1 y 4.4.2 Ubicación del pozo y la lectura del medidor volumétrico respectivamente

Receta de riego:

Inicialmente el productor colocaba la tubería regante a cada 18 metros, después del diagnóstico el técnico de la SDA, le recomendó colocar la tubería regante a una separación máxima de 15 metros. En esta prueba el espaciamiento entre regantes quedó de 16 metros y el de aspersores de 9.15 metros.

Área de mojado = $9.15 * 16 * 29 = 4,246 \text{ m}^2$

La lámina bruta es: $165 \text{ m}^3 / 4,246 \text{ m}^2 = 3.77 \text{ cm}$.

Para aplicar una lámina de 10 cm el tiempo de riego debe de ser de 8 horas.

Prueba de pluviometría. Cabe mencionar que en el momento en que se realizó esta prueba de riego había mucho viento que hacía que el radio de mojado de los aspersores en el sentido del viento llegara hasta 16 metros y en sentido opuesto al viento el radio de mojado era de 5 metros. Los valores se encuentran en la tabla 4.4.2.

Tabla 4.4.2 Volúmenes de agua captados en la prueba de pluviometría

Nº de recipiente	Volumen captado (mL)	Volúmenes Ordenados (mL)	/Vi-Vm/ (mL)
1	400	770	408
2	380	630	268
3	170	550	188
4	180	470	108
5	210	450	88
6	440	440	78
7	420	420	58
8	380	400	38
9	200	380	18
10	250	380	18
11	450	380	18
12	630	260	102
13	470	250	112
14	250	250	112

15	200	250	112
16	250	210	152
17	380	200	162
18	550	200	162
19	770	180	182
20	260	170	192
Promedio	362	362	
Suma			2576



Foto 4.4.3 Medición del gasto y presión de los aspersores

Uniformidad de distribución (UD): Se obtiene a partir de los datos de campo resultantes de la evaluación y es un indicador de la distribución de la lámina infiltrada en el conjunto de datos evaluados. Se expresa generalmente en %. Relaciona la altura media del agua infiltrada en el 25 % del área menos regada y la altura promedio aplicada o infiltrada en la parcela.

Se utiliza como indicador de la magnitud de los problemas en el proceso de aplicación de agua. La uniformidad de distribución de área correspondiente al marco evaluado se puede estimar de la siguiente manera:

$$UD = \frac{\bar{V}_{1/4}}{\bar{V}} 100$$

Donde:

$\bar{V}_{1/4}$ = Media de la cuarta parte de valores más bajos del total, ml.

\bar{V} = Media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, ml.

Sustituyendo datos:

$$UD = (191.67) / 362 = 53.24 \%$$

Coeficiente de Uniformidad (CUC): El Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CUC) es una representación estadística de la uniformidad de aplicación del agua por los aspersores y representa la variación de las láminas captadas en cada pluviómetro con respecto a la media colectada en todos los pluviómetros. Se expresa generalmente en % mediante la expresión:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{n \cdot \bar{V}}\right) 100$$

Donde:

V_i = Volumen captado en cada pluviómetro, en ml.

\bar{V} = Media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, en ml.

N = Número total de pluviómetros en la prueba de evaluación.

$$CUC = (1 - (2576/(20 \cdot 362))) \cdot 100 = 64.42 \%$$

Recomendaciones:

- 1 Con base en la presión de los aspersores y en la eficiencia de distribución, es necesario disminuir la separación entre laterales a un marco de 12 x 9 metros.
- 2 Corregir fugas de agua en la red de distribución.
- 3 Suministrar al regador las herramientas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento y operación del sistema de riego
- 4 Con base en el intervalo de riego y el consumo de agua por el cultivo (estimado de 3mm/día) de 20 días, reducir tiempo de riego, y en consecuencia la lámina de riego a 8 cm; ajustando el tiempo de riego a 6.5 horas
- 5 Llevar un registro de los consumos de agua y energía eléctrica

EVALUACIÓN DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL PREDIO DEL SR. JOSE ALBERTO MENDEZ PEREZ.

El 23 de noviembre de 2006 se realizó la evaluación del riego en el predio del señor José Alberto Méndez, para el cultivo de alfalfa, los datos de gastos y presiones de los aspersores se presentan en la tabla 4.4.3.

Hora de inicio del Riego: 10:30

Hora de la finalización del Riego: 13:46

Tabla 4.4.3 Gastos y presiones en las dos líneas de operación del sistema de riego evaluado

Aspersor	Tiempo (segundo)		Volumen (litros)		Gasto (l/s)		Presión (kg/cm ²)		Gasto (l/s)
	boquilla Grande	boquilla Chica	boquilla Grande	boquilla Chica	boquill a Grande	boquill a Chica	boquill a Grande	boquill a Chica	
Línea 2									
1	1' 5.62"	4' 1"	20	20	0.30	0.08	1.80	1.80	0.46
6	0' 39.13"	0' 57"	12	10	0.26	0.18	1.80	1.80	0.43
12	0' 17.25"	0' 43.22"	8	8	0.46	0.19	1.80	1.80	0.65
17	0' 25.91"	1' 33.72"	8	8	0.31	0.09	1.80	1.80	0.39
Línea 1									
17	0' 23.53"	0' 48.31"	8	8	0.34	0.17	1.80	1.90	0.51
12	0' 25.53"	0' 44.34"	8	8	0.31	0.18	1.80	1.80	0.49
5	0' 23.72"	0' 45.94"	8	8	0.34	0.17	1.90	1.90	0.51
1	0' 24.5"	0' 32.94"	8	8	0.33	0.24	2.00	2.00	0.57
Promedio									0.50

El tiempo de aplicación fue de 196 minutos.

Gasto y presión de aspersores:

La aplicación del riego se realizó en las dos líneas de aspersores existentes, con 17 aspersores cada una; para un total 34 aspersores por lo que el gasto promedio por aspersor se multiplica por 34 y se obtiene el gasto total de aplicación. El gasto promedio fue de 0.50 l/s.

qt aplicado = 17 l/s

El gasto anterior se verificó con la lectura del medidor volumétrico totalizados instalado en el cabezal del pozo. El gasto extraído se obtiene restando la lectura final con la inicial del medidor de flujo volumétrico y ese resultado se divide entre el tiempo de aplicación.

Volumen inicial registrado: 42,298.3 m³

Volumen final registrado: 42,497.8 m³

qt extraído = (42,497.8 – 42,298.3)/196 minutos = (199.5 m³* 1000 l/m³)/(196 min *60 seg)

qt extraído = 16.96 l/s

Receta de riego:

Inicialmente el productor colocaba la tubería regante a cada 18 metros, después del diagnóstico se recomendó colocar la tubería regante a una separación máxima de 15 metros. En esta prueba el espaciamiento entre regantes quedó de 15.7 metros y el de aspersores de 9.15 metros.



Fotos 4.4.4 y 4.4.5 Ubicación del pozo y la lectura de medidor volumétrico, respectivamente

Área de mojado = $9.15 * 15.7 * 29 = 4,884 \text{ m}^2$

La lámina bruta es: $199.5 \text{ m}^3 / 4,884 \text{ m}^2 = 4.08 \text{ cm}$.

Para aplicar una lámina de 10 cm el tiempo de riego debe de ser de 8 horas.

Adicionalmente se tomaron las lecturas del medidor de luz, tabla 4.4.4.

Tabla 4.4.4 Datos de energía consumida

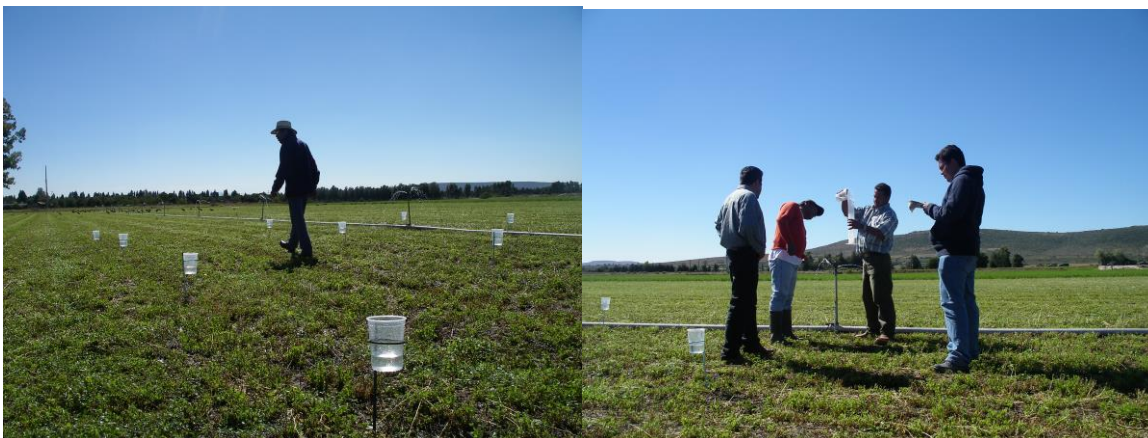
	Medidor de luz	
	Inicio	Final
fecha	11-23-06	11-23-06
hora	10:44	13:58
kw noche	264	264
kw día	24,456	24,565
suma	24,721	24,830
kvar	10,869	10,986

Prueba de Pluviometría: En esta prueba se deshecho el valor de 580 ya que corresponde a un bote que estaba muy cerca de un aspersor y seguramente después de terminada la prueba, estuvo goteando agua del aspersor, razón por la cual es un valor muy alto con respecto al resto de los datos, tabla 4.5.5.

Tabla 4.4.5 Volúmenes de agua captados en la prueba de pluviometría

Nº de recipiente	Volumen captado (mL)	Volúmenes Ordenados (mL)	/Vi-Vm/ (mL)
1	580		
2	355	430	92.17
3	370	410	72.17
4	340	370	32.17
5	370	370	32.17

6	310	360	22.17
7	310	355	17.17
8	353	353	15.17
9	310	350	12.17
10	280	340	2.17
11	290	330	7.83
12	295	310	27.83
13	310	310	27.83
14	310	310	27.83
15	275	310	27.83
16	270	310	27.83
17	300	300	37.83
18	360	300	37.83
19	330	300	37.83
20	300	295	42.83
21	430	290	47.83
22	300	280	57.83
23	350	275	62.83
24	410	270	67.83
Promedio	337.83	327.30	
Suma			837.16



Fotos 4.4.6 y 4.4.7- Medición de los volúmenes de agua captada por los pluviómetros.

Uniformidad de distribución (UD): Se obtiene a partir de los datos de campo resultantes de la evaluación y es un indicador de la distribución de la lámina infiltrada en el conjunto de datos evaluados. Se expresa generalmente en %. Relaciona la altura media del agua infiltrada en el 25 % del área menos regada y la altura promedio aplicada o infiltrada en la parcela.

Se utiliza como indicador de la magnitud de los problemas en el proceso de aplicación de agua. La uniformidad de distribución de área correspondiente al marco evaluado se puede estimar de la siguiente manera:

$$UD = \frac{\bar{V}_{1/4}}{\bar{V}} \cdot 100$$

Donde:

$\bar{V}_{1/4}$ = Media de la cuarta parte de valores más bajos del total, ml.

\bar{V} = Media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, ml.

$$UD = (191.67) / 327 = 87 \%$$

Coefficiente de Uniformidad (CUC): El Coeficiente de Uniformidad de Christiansen (CUC) es una representación estadística de la uniformidad de aplicación del agua por los aspersores y representa la variación de las láminas captadas en cada pluviómetro con respecto a la media colectada en todos los pluviómetros. Se expresa generalmente en % mediante la expresión:

$$CUC = \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |V_i - \bar{V}|}{n \cdot \bar{V}}\right) 100$$

Donde:

V_i = Volumen captado en cada pluviómetro, en ml.

\bar{V} = Media de los volúmenes recogidos en cada pluviómetro, en ml.

N = Número total de pluviómetros en la prueba de evaluación.

$$CUC = (1 - (837/(23 \cdot 327))) \cdot 100 = 88.87\%$$



Fotos 4.4.8 y 4.4.9. Procesamiento y análisis de la información, en las instalaciones del COTAS de Celaya, Gto.

Recomendaciones:

- 6 Corregir fuga en conector de tubería de distribución a línea regante
- 7 Realizar una correcta instalación (separación y ensamble) de la tubería regante
- 8 Suministrar al regador las herramientas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento y operación del sistema de riego
- 9 Emplear marco de aspersores de 15 x 9 metros
- 10 Con base en el intervalo de riego y el consumo de agua por el cultivo (estimado de 3mm/día) de 20 días, reducir tiempo de riego, y en consecuencia la lámina de riego a 8 cm; ajustando el tiempo de riego a 6.5 horas
- 11 Llevar un registro de consumos de agua y energía eléctrica.

EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE LA RECETA DE RIEGO POR COMPUERTAS PREDIO DEL SEÑOR JAIME LABRADA.

El 22 de noviembre de 2006 se realizó la prueba en el predio del señor Jaime Labrada, para el cultivo de alfalfa sembrada en melgas. Los datos del aforo de la tubería con compuertas y de los tiempos de avance y recesión se encuentran en las tablas 4.4.6 y 4.4.7 respectivamente.

Inicio del Riego: 11:13 a.m. 22-nov-06

Final del Riego: 2:00 a.m. 23-nov-06

Ancho de la melga: 6.70 metros

Longitud de la melga: 255 metros



Fotos 4.4.10 y 4.4.11 Ubicación del pozo, y fugas de agua en la red de distribución e hidrantes, respectivamente.

Tabla 4.4.6 Aforo del sistema de riego de tubería con compuertas

Compuerta	Tiempo (seg)	Volumen (litros)	Gasto (l/s)
1	10.49	14.10	1.34
2	15.29	19.50	1.28
3	15.41	22.65	1.47
4	15.25	22.51	1.48
5	14.56	20.20	1.39
6	14.19	20.73	1.46
7	14.47	20.00	1.38
Suma			9.80

En otro aforo que se hizo se midió toda el agua que salía del tubo resultaron los siguientes datos.

Tiempo: 7.08 segundos

Volumen: 7.3 litros

Gasto: 10.4 l/s

Se observaron muchas fugas de agua.



Fotos 4.4.12 y 4.4.13. Aforo del tubo completo y toma de muestra de suelo para contenido de humedad

Receta de riego:

La receta de riego definida por el técnico de la SDA para el productor de esta parcela, indica que la tirada de riego se debe de reducir al menos a la mitad, así como levantar los bordos de la melga. Esta recomendación aún no la lleva a cabo el productor. Por lo tanto la evaluación se llevó a cabo con la longitud de riego que desde siempre viene utilizando el productor, esto es, de 255 metros.

Los datos de la prueba de avance recesión se muestran en la tabla 4.4.7.

Tabla 4.4.7 Datos de tiempos de avance, recesión y tiempos de oportunidad de infiltración de la prueba de riego.

Distancia (metros)	Avance (hora)	Recesión (hora)	Avance acumulado (minutos)	Recesión acumulada (minutos)	Tiempo de oportunidad (minutos)
0	11:13	02:40	0	927	927
20	11:30	03:20	17	967	950
40	12:12	03:45	59	992	933
60	12:46	04:03	93	1010	917
80	13:40	04:28	147	1025	878
100	14:57				
120	16:12				
140	18:04				
160	20:50				
180	23:40				
200	02:00	06:50	887	1177	290

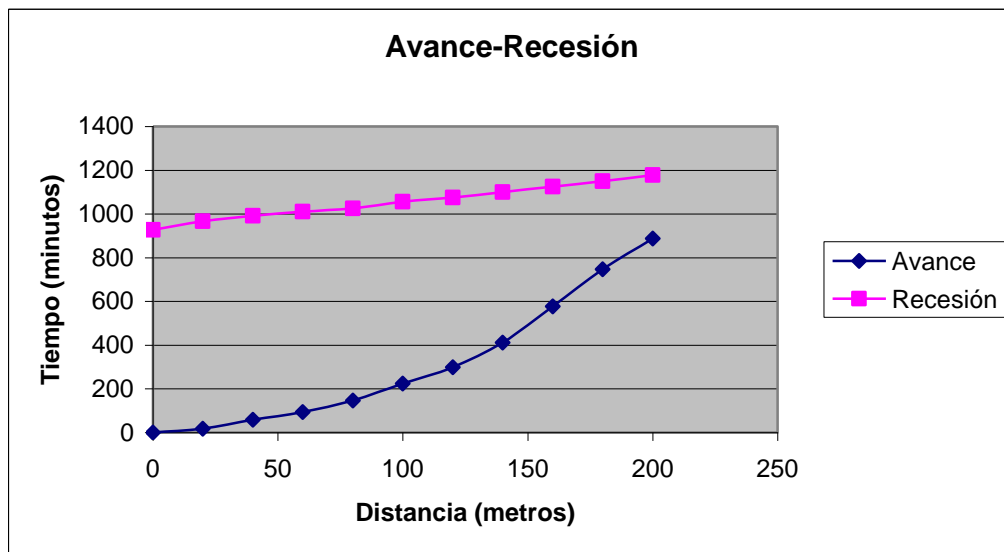
El registro se tomó hasta la longitud de 200 m., porque el frente de avance del agua ya no avanzó más en el tiempo.



Foto. 4.4.14 Procesamiento de la información. El Ing. Abel Lorenzo Cabrera frente al grupo.

En la grafica 4.4.1 se representan las curvas de avance y de recesión, se observa que la fase de avance fue demasiado lenta, de tal manera que el tiempo de oportunidad de infiltración es mucho muy grande al inicio de la melga con respecto al final de la misma.

Gráfica 4.4.1 Curvas de avance y de recesión



Área del tendido: 1340 m².

De los resultados del estudio de diagnóstico del riego, se determinó para esta parcela reducir la longitud de riego, esto es, colocar una regadera intermedia, sin embargo, como el cultivo es alfalfa, el productor aún no se ha atendido dicha recomendación. Por lo que la evaluación se realizó utilizando la longitud de riego original.

En esta prueba de riego se utilizó una estación total para determinar la pendiente del terreno, como información adicional, debido a la fuerte pendiente perpendicular al sentido del riego, el agua de la melga con el riego en turno se pasaba a las melgas contiguas.

Con esta otra prueba de riego, se generó una nueva recomendación, la cual consiste en cambiar el sentido de riego por las siguientes dos razones: primero porque la pendiente mayor está en sentido transversal a la dirección actual del riego, segundo porque la longitud transversal del terreno es de 70 metros.

Los datos de la prueba son los siguientes:

El volumen aplicado fue de 553.4 m³
La lámina aplicada fue de 41.3 cm.

Recomendaciones:

1. Colocar tapón final en la tubería con compuertas
2. Sellar salidas en tubería con compuertas y en codos de arranque
3. Verificar posibles fugas de agua en red de conducción
- 4.
5. Reducir longitud de riego de las melgas.
6. Cambiar la dirección del riego. Ya que la actual dirección transversal es la que presenta la mayor pendiente.
7. Revisar la correcta instalación y funcionamiento del medidor de agua.
8. Reducir las láminas de riego. De manera inmediata se puede realizar mediante la instalación de tubería superficial para conducir el agua de riego hasta la segunda mitad de la longitud actual de las melgas. Es decir, implementar dos tiradas de riego.
9. Esta parcela evaluada, bien puede usarse para un evento demostrativo en riego, pero, para mostrar a los usuarios lo que ya no se debe de hacer en riego por gravedad.

EVALUACIÓN DE RIEGO POR COMPUERTAS EN EL PREDIO DEL SR. DAVID OLIVEROS ESQUIVEL

El 29 de noviembre de 2006 se realizó la prueba en el predio del señor David Oliveros, con un sistema de riego de tubería con compuertas en surcos, para el riego del cultivo de brócoli. Los datos del aforo de la tubería con compuertas y de los tiempos de avance y de recesión se presentan en las tablas 4.4.8 y 4.4.9 respectivamente.

Inicio del Riego: 11:30 a.m. 29-nov-06
 Final del Riego: 12:30 a.m. 29-nov-06
 Parcela nivelada con equipo Laser
 Textura: Arcillosa
 Ancho del tendido: 31.50 metros
 Longitud del tendido: 131 metros
 Ancho del surco: 1.6 metros

Tabla 4.4.8 Resultados del aforo de la tubería multicompuertas

Aforo de compuertas			
Compuerta	Gasto (l/s)	Compuerta	Gasto (l/s)
1	1.36	11	1.34
2	1.50	12	1.11
3	1.55	13	1.37
4	1.37	14	1.47
5	1.45	15	0.65
6	1.54	16	1.22
7	1.78	17	1.58
8	1.80	18	1.44
9	1.40	19	1.79
10	1.50	20	1.80
Suma	15.25		13.77



Fotos. 4.4.15 y 4.4.16 Preparando la tubería con compuertas para la aplicación del riego. Vemos al lado izquierdo al regador conectando la tubería con el codo de arranque.

La suma de las 20 compuertas abiertas dio un gasto total de 29.02 l/s

De esta prueba también se tomó una muestra de suelo y se obtuvieron los siguientes datos:

Peso de suelo húmedo + bote = 160 gramos.

Peso de bote = 40 gramos

Peso de suelo húmedo = 120 gramos

Peso de suelo seco 95 gramos.



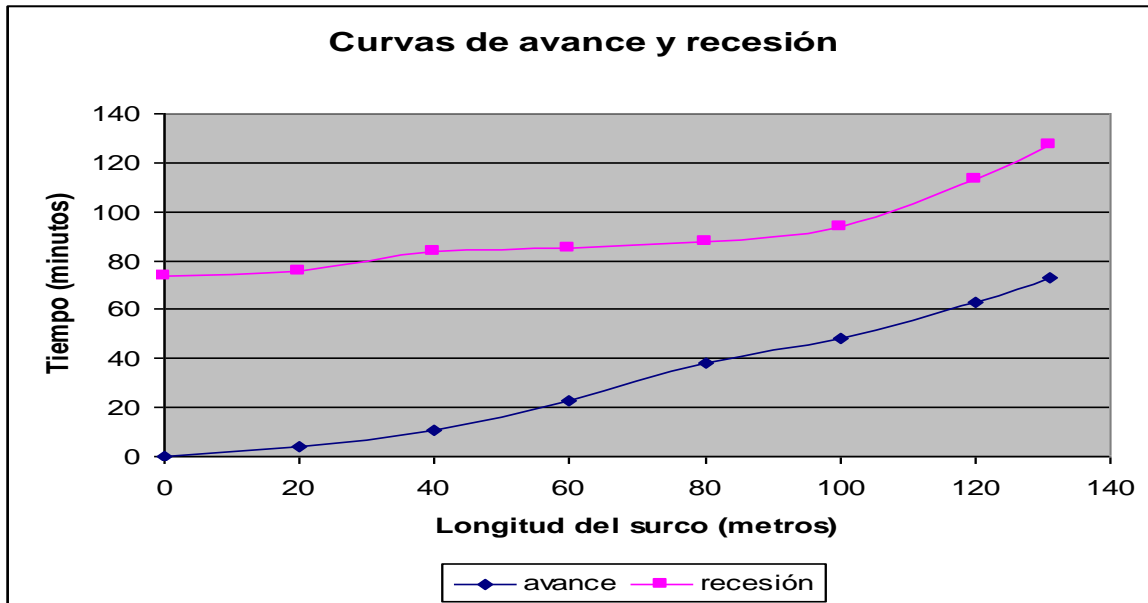
Fotos. 4.4.17 y 4.4.18 Aforo de la tubería con compuertas y medición de la fase de avance del riego del riego en surcos en brócoli.

Tabla 4.4.9. Datos de la prueba de avance y recesión, el tiempo de oportunidad de infiltración.

Distancia (metros)	Avance (hora)	Recesión (hora)	Avance acumulado (minutos)	Recesión acumulado (minutos)	Tiempo de oportunidad (minutos)
0	12:27	13:41	0	74	74
20	12:31	13:43	4	76	72
40	12:38	13:51	11	84	73
60	12:50	13:52	23	85	62
80	13:05	12:55	38	88	50
100	13:15	14:01	48	94	46
120	13:30	14:20	63	113	50
131	13:40	14:34	73	127	54

En la gráfica 4.4.2 se representan las curvas de avance y de recesión. Se observa que el tiempo de oportunidad de infiltración es mayor al inicio del surco y es menor a partir de la mitad del surco y así continúa hasta el final del mismo.

Gráfica 4.4.2 Curvas de avance y de recesión



Área del tendido: 4126.5 m²

El volumen aplicado fue de 104.4 m³

La lámina de riego promedio aplicada fue de 2.53 cm. Esta lámina no era la inicialmente programada, sin embargo, dado el gasto obtenido en la receta de riego y aplicado en las condiciones actuales de la parcela, permitió aplicar una lámina de riego muy pequeña, con una uniformidad de riego aceptable, tal y como se puede deducir de las curvas de avance y de recesión mostradas en la gráfica 4.4.2.

Se hizo un estimado de lámina requerida por varios métodos.

1.- $Lr = pr \cdot (CC - PMP) \cdot f = 0.60 \cdot (0.4812 - 0.1748) \cdot .4 = 0.074 \text{ m} = 7.4 \text{ cm}$

2.- $Lr = pr \cdot (CC - Inicial) = 0.060 \cdot (0.4812 - 0.364) = 0.0703 \text{ m} = 7.03 \text{ cm}$

3.- Por el tipo de clima, considerando que el cultivo de brócoli en este mes de noviembre consume entre 3 y 3.5 mm/día, en un intervalo de riego de 20 días que utiliza el productor, el cultivo requiere aproximadamente 7 cm. de lámina de riego. Entonces se vio que la lámina aplicada no repone la lámina consumida por la planta en el intervalo de 20 días.

Recomendaciones:

1. Colocar siempre el tapón final en la tubería con compuertas
2. Sellar salidas en tubería con compuertas, cuando la tubería opera como conducción
3. Reducir anchos de tendidas de riego
4. Con los riegos ligeros que se pueden aplicar en estas parcelas, se podría aplicar el fertilizante junto con el agua, mediante la instalación de un equipo de fertiriego.
5. Con el tipo de manejo del agua de riego que tiene este productor, se pueden utilizar estas parcelas para futuros eventos demostrativos de riego.

EVALUACIÓN Y APLICACIÓN DE LA RECETA DE RIEGO POR GRAVEDAD EN EL PREDIO DEL SEÑOR JUAN RAMÍREZ GONZÁLEZ.

Se aplicó la receta de riego en el cultivo de brócoli, para el cuarto riego de auxilio, se proyectó un gasto por surco de 3.2 l/s, sin embargo, se aplicó un gasto de 2.8 l/s. Los datos se presentan en la tabla 4.4.10.

Tabla 4.4.10. Información básica de la evaluación y receta de riego del predio “Puente Blanco y las Crucitas”, municipio de Irapuato, Gto.

Nombre del productor:	Ma. De la Luz González Aguilera (Juan Ramírez González)
Predio:	"Puente Blanco y Las Crucitas"
Localidad:	El Tope
Municipio:	Irapuato, Guanajuato.
Gasto (l/s) en la fuente de abastecimiento.	<u>37.86</u>
Cultivo.	Broccoli
Fecha de siembra.	
Superficie de la parcela (ha).	1.0368
Pendiente del terreno (%).	0.273
Fecha de realización de la prueba.	08/11/2006
Tiempo de riego por tendido estimado por el productor.	
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Textura del suelo.	Franco Limoso.
% de arena.	30
% de arcilla.	14
% de limo.	56
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.44
Contenido de humedad inicial (% ó cm ³ /cm ³).	0.204
Contenido de humedad a saturación (% ó cm ³ /cm ³).	0.456
Contenido de humedad a capacidad de campo (cm ³ /cm ³).	0.269
Contenido de humedad a PMP (% ó cm ³ /cm ³).	0.104
Conductividad hidráulica a saturación, Ks (cm/hr).	1.89
hf (cm).	30
CARACTERÍSTICAS DEL TENDIDO DE RIEGO	
Gasto en la entrada de la parcela (l/s).	<u>37.86</u>
No. De Riego.	5
No. De surcos (melgas) por tendido de riego.	12
Longitud de la parcela (surco/melga) (m).	132
Ancho del surco (melga) (m).	0.9
Superficie del tendido (m ²).	1425.6
DATOS DEL POZO	
Gasto total al inicio (l/s).	<u>37.86</u>
Hora de inicio de la prueba.	11:11:00 a.m.
Lectura inicial en el medidor de flujo (m ³).	
Lectura inicial en el medidor de CFE (Kw-h/día).	
Fecha final de la prueba.	08/11/2006
Hora final de la prueba.	12:02:00 p.m.
Lectura final en el medidor de flujo (m ³).	Rebombero.
Lectura final en el medidor de CFE (Kw-h/día).	

Lectura final en el medidor de CFE (Kw-h/noche).		
LAMINAS DE RIEGO Y EFICIENCIAS		
Numero de tendidos totales.		
Tiempo final de riego de toda la tabla.		
Lámina de riego teórica.		65
Lámina de riego bruta. (campo).		81.27
Lamina aplicada en RIGRAV		81.1
Eficiencia de aplicación.		90.3
Coeficiente de uniformidad Christiansen.		72.2
Tiempo de riego (campo).		51
Tiempo de riego (RIGRAV)		50.4
<i>Tendido de Riego 1</i>		
Fecha	08/11/2006.	Unidades
Área del tendido de riego.	1425.6	m ²
Lámina de riego bruta	81.27	mm.
Volumen de agua aplicado.	115.858512	m ³
Consumo de energía	20.04	Kw-Hr.
Consumo kw-Hr/m ³ agua.	0.172969596	Kw-Hr./m ³ agua.

El desperdicio del agua que se aprecia en la foto 4.4.20 se debió a que el tiempo de riego seleccionado por el técnico resultó sobreestimado, entonces para la segunda tendida de riego se ajustó el tiempo de riego, esto es, se suspendió la entrada del agua al grupo de surcos a una distancia de avance menor. Un aspecto a comentar es que este productor dispone de los conocimientos y habilidades para manejar gastos adecuados para regar con láminas de riego pequeñas y riegos frecuentes, con una uniformidad muy aceptable, ya que no se puede permitir el tirar agua cuando aplica fertiriego.

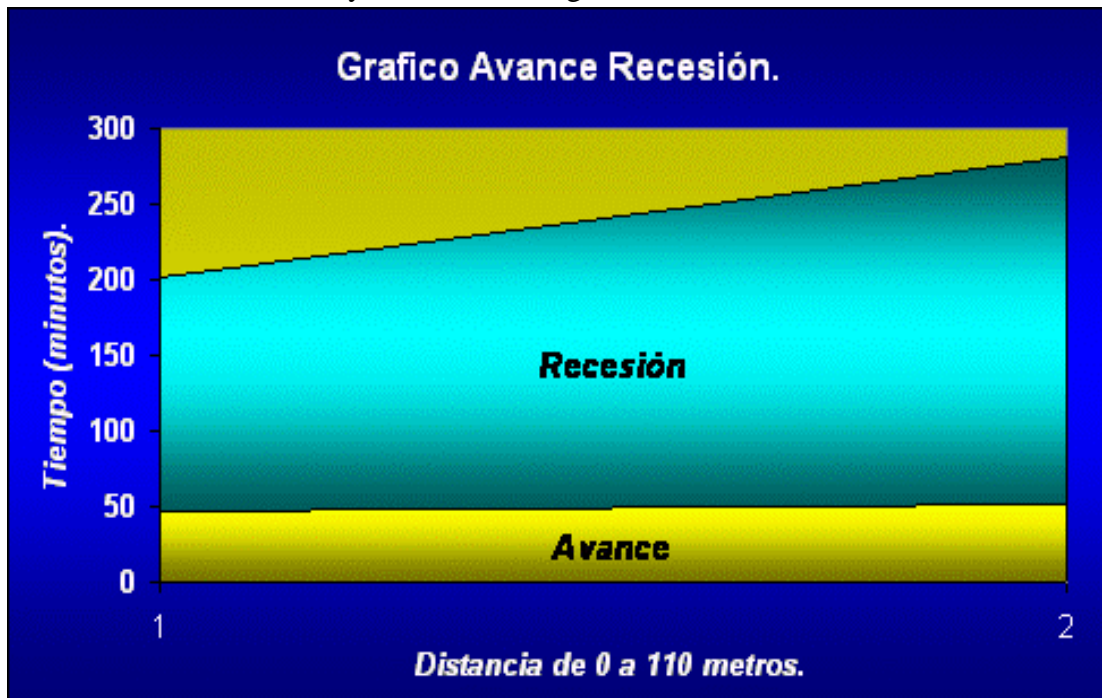


Fotos. 4.4.19 y 4.4.20 Aforo de la tubería con compuertas y medición de la fase de avance del riego en surcos en el cultivo de brócoli.

Tabla 4.4.11. Valores obtenidos

Curva de Avance - recesión		
Distancia.	Avance	Recesión
0	0	51
1	7	79
2	15	104
3	24	119
4	33	
5	47	154
6	51	230

Gráfica 4.4.3 Gráfica de avance y recesión del riego



Recomendaciones:

1. Recortar a longitudes de riego de 125 metros (en aquellas parcelas que aún no lo tengan)
2. Corregir fugas en codo de arranque
3. Empareje y/o nivelación de algunas parcelas
4. Aplicar la receta de riego, para hacer una eficiente aplicación de fertilizante.
5. Alternar el paso de la rodada del tractor en todos los surcos para uniformizar el riego.
6. Con el grado de tecnología de riego y fertirriego que manejo este productor, se recomienda ampliamente aprovecharlo para futuros eventos demostrativos.

V. CONCLUSIONES

1. Se capacitó en diseño, manejo y operación del riego por gravedad y de aspersión a un grupo conformado por 18 participantes.
2. En el proceso de capacitación participaron 4 instructores del IMTA, lo que permitió mostrar mayor diversidad de experiencias para los participantes.
3. En el curso de reforzamiento de la capacitación en aspectos del Cuándo, Cuánto y Cómo regar, participaron 15 de los 18 participantes del primer evento.
4. Se entregó a cada participante el siguiente material de apoyo:
 - a). Documento de apoyo para el proyecto: Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el Estado de Guanajuato.
 - b). Manual para la Programación y Calendarización del Riego en Tiempo Real.
 - c). Apuntes de Evaluación de sistemas de riego por aspersiónAsí mismo se entregó una copia de los siguientes materiales:
 - ✓ Las presentaciones técnicas de cada instructor, en formato de Power Point.
 - ✓ La guía del riego eficiente para regadores
 - ✓ Videos de la programación del riego y de los conceptos básicos del riego por gravedad.
5. En total se realizaron 11 evaluaciones de riego parcelarios, con y sin receta de riego, cinco en riego por gravedad y seis en riego por aspersión. Las láminas de riego variaron en función del tipo de sistema de riego. En riego por gravedad dependiendo del tipo de riego (germinación ó de auxilio) se obtuvieron láminas de riego desde 2.5 cm hasta 40 cm., en aspersión láminas de riego de 8 a 12 cm.
6. Con base en los resultados obtenidos en las sesiones teóricas, los procedimientos de las evaluaciones de campo, en la elaboración y aplicación de la receta de riego, los participantes en el entrenamiento, tienen los elementos suficientes para manejar todo el proceso de asesoría técnica en riego a los productores.
7. Existen entre los participantes, como en todo grupo, personas que manejan con mayor habilidad la parte de diseño, calibración, y manejo del software, otras con mayores habilidades en el trato y comunicación con el productor y regador, y aún otras, más desarrolladas e interesadas con el procedimiento y el trabajo de campo.
8. En cuánto a los productores, se pudo observar que la mayoría de ellos están realmente interesados en los trabajos que se están llevando a cabo. Ha habido un cambio en la actitud y una respuesta positiva hacia el programa, sin embargo, con algunos de ellos falta aún más trabajo de concientización sobre la importancia de este tipo de trabajos en el uso sustentable del recurso agua y en el ahorro de energía eléctrica, al bombear menos agua del acuífero.

VI RECOMENDACIONES

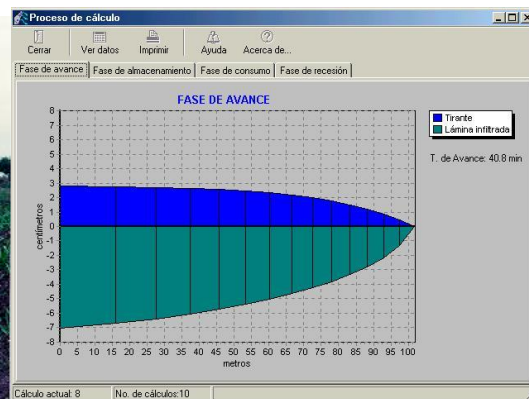
1. Para lograr los objetivos del Programa es necesario que el técnico tenga más trabajo de comunicación directa con el productor, de manera que desde la primera actividad de reconocimiento y obtención de la información básica y en la evaluación de campo del sistema de riego, participe el productor junto con el regador de manera más significativa.
2. Para lograr un avance más eficiente en el Programa, se recomienda especializar las actividades de los técnicos, esto es, que algunos se dediquen a las actividades de gabinete (diseño, calibración del Rigrav, análisis de datos y elaboración de la receta de riego), otros a la toma de información general (obtención de muestras de suelo, determinación de pendientes del terreno, etc.) y los demás a las evaluaciones de los riegos, capacitación y del productor - regador.
3. El técnico debe elaborar la receta de riego una por una. Al atender una sola problemática (un solo productor), el técnico se enfoca y se concentra a solucionar el problema que tiene en turno únicamente. Por supuesto esto no limita, que cuándo el técnico ya esté concluyendo una determinada receta de riego y tenga que esperar para afinarla y pueda ser revisada por su supervisor, éste puede a la vez ya tener ciertos avances de la información básica de las parcelas de un siguiente productor.
4. Realizar de la manera más formal posible, el inicio de las actividades con los productores, esto es, que mediante oficio de parte de la SDA dirigido hacia el productor, el técnico se presente con el productor y regador, y les exponga los objetivos y resultados esperados; utilizando como información los resultados y las experiencias ya obtenidas con otros productores.
5. La entrega de los resultados y de la receta final al productor, que sea acompañada mediante oficio de parte de la SDA, con la finalidad de que el usuario valore el apoyo y el esfuerzo que se está haciendo e implementando, para hacer un uso sustentable del acuífero y un uso eficiente de la energía eléctrica en el estado de Guanajuato.
6. Explorar y ampliar el servicio de la asesoría técnica en riego y fertirriego en sistemas de riego por gravedad con agricultores líderes innovadores que estén al corriente con todos los pagos del consumo de energía eléctrica a la Comisión Federal de Electricidad, esto es, donde sí se mida el efecto real de la tecnología en los aspectos económicos del uso del agua y de la producción.

VII ANEXOS



SECRETARÍA DE
DESARROLLO
AGROPECUARIO

ENTRENAMIENTO EN SERVICIO EN OPERACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO POR GRAVEDAD Y ASPERSIÓN EN EL ESTADO DE GUANAJUATO



Anexo 1 instructivo para la calibración del programa de cómputo rigrav

M.C. Juan Manuel Angeles Hernández

Mayo, 2006

Introducción

En el marco del proyecto denominado “Entrenamiento en servicio en operación de sistemas de riego por gravedad y aspersión en el Estado de Guanajuato”, se elaboró este instructivo para facilitar la tarea de los técnicos en riego y responder a la pregunta del Cómo regar con sistemas de riego por gravedad utilizando como herramienta de apoyo el programa de cómputo Rigrav.

El programa de cómputo Rigrav, es una herramienta informática que permite diseñar y evaluar sistemas de riego por gravedad parcelarios en forma sencilla y rápida, para seleccionar el gasto de riego óptimo que permita incrementar la eficiencia y la uniformidad de riego, con un mínimo de conocimientos y experiencia en riego por gravedad.

Como todo software, el Rigrav también requiere ser previamente calibrado, para su correcta operación y aplicación en el diseño del riego de las parcelas o áreas de riego en donde sea requerido. A continuación se presenta la metodología general para la calibración del modelo Rigrav, retomando aspectos importantes de la propuesta hecha por el Dr. Luis Rendón Pimentel Rendón, IMTA (1997).

Métodología general para la calibración del modelo rigrav

1. Seleccionar la parcela de un agricultor cooperante

- .1 Nombre del agricultor
- .2 Tenencia de la tierra
- .3 Ubicación de la parcela
- .4 Superficie (ha)
- .5 Gasto de la fuente de abastecimiento
- .6 Distancia de la fuente de abastecimiento a la parcela

2. Caracterizar la parcela

- 2.1 Textura de la parcela
- 2.2 Trazo actual del riego
- 2.3 Forma de aplicar el riego (sifones, bocas, tubería con compuertas)
- 2.4 Método de riego (surcos, melgas, etc.)
- 2.5 Gasto de riego en parcela
- 2.6 Pendiente
- 2.7 Longitud
- 2.8 Ancho
- 2.9 Ubicación de regaderas
- 2.10 Ubicación de desagüe
- 2.11 Indicar grado de preparación del terreno con fines de riego

3. Elaborar un prediseño

- 3.1 Estimar parámetros físicos del suelo con base en la textura del suelo
- 3.2 Estimar o determinar el contenido de humedad inicial del suelo
- 3.2 Determinar lámina de riego
- 3.3 Seleccionar gasto unitario
- 3.4 Gasto por surco o melga
- 3.5 Ancho de tendidas de riego
- 3.6 Tiempo de riego por tendida
- 3.7 Tiempo de riego por parcela

4. Aplicar el gasto seleccionado en la parcela y determinar curvas de avance y de recesión

- 4.1 Estacar o marcar la longitud total del surco o de la melga en distancias iguales (cada 10, 20, 30, 40 m, etc.), tratando en lo posible que el número de puntos sea alrededor de 10.
- 4.2 Aplicar el gasto unitario (ajustar con base en el ancho del surco o de la melga)
- 4.3 Ajustar el ancho de la tendida con base en el gasto
- 4.4 Método de aplicación

(i) Riego con sifones

Actividades previas en la regadera

- (a). Si el riego se hace con sifones, se recomienda tener en buenas condiciones la regadera. Es decir lo suficientemente profunda y ancha para la adecuada operación de los sifones
- (b) Medir el diámetro de los sifones, y disponer de la tabla o gráfica de calibración de los mismos.

(ii) Riego con Tubería de compuertas

- (a) Se debe de instalar correctamente, es decir, que cada compuerta quede direccionada para abastecer a un solo surco
- (b) La tubería con compuertas comprendida en la sección o grupo de surcos por evaluar debe quedar a nivel.

En general, en ambos casos la lista de materiales para la aplicación del riego, aforo y registro de la información, es la siguiente:

- a. Sifones ó codos de arranque y tubería con compuertas
- b. Cronómetro
- c. Manguera de nivel
- d. Regla graduada y cinta métrica
- e. Probeta, recipiente y bolsa de plástico
- f. Palas
- g. Formato de registro de información
- h. Estacas de madera
- i. Calculadora
- j. Aparato o instrumentos para determinar contenido de humedad del suelo

5. Procedimiento de la prueba de riego

- 5.1 Aforar la regadera o la tubería con compuertas. En el caso de la regadera el aforo debe realizarse en un tramo de regadera uniforme y recto que sea lo más cercano de la parcela.
- 5.2 Registrar la hora de inicio del riego al grupo de surcos previamente seleccionados.
- 5.3 Anotar el tiempo (la hora) en que el frente de avance del agua de un grupo de surcos o de aquel surco que sea representativo, alcanza cada una de las estacas previamente colocadas, de acuerdo al formato de la tabla 1, misma que se presenta más adelante.
- 5.4 Aforar sifones o tubería con compuertas para conocer el gasto de riego por surco.
- 5.5 Anotar el tiempo en que el frente de avance alcanza el final del surco, utilizando la tabla 1 del anexo.
- 5.6 Anotar el tiempo en que se suspende la aplicación del agua al grupo de surcos.
- 5.7 Anotar el tiempo promedio en que desaparece el agua de la superficie del suelo para cada estaca.

6. Ajuste de los datos de avance y recesión

Ajustar los datos de avance y de recesión de la simulación del riego obtenidos con el Rigrav, consiste en encontrar los valores de los parámetros conductividad hidráulica a saturación (K_s), potencial de presión en el frente de humedecimiento (h_f) y el coeficiente de rugosidad (n) de la ecuación de Green y Ampt, que permiten representar los datos medidos de avance y recesión. El proceso de ajuste con los datos de campo es el siguiente:

1. Graficar los valores de campo correspondientes a las curvas de avance y de recesión obtenidos en la prueba de riego.
2. Con los datos de gasto, lámina de riego por aplicar, datos de la parcela y los parámetros físicos del suelo, correr el programa de cómputo. Graficar los valores de avance y de recesión obtenidos.
3. Comparar éstas curvas de avance y de recesión con las obtenidas en campo.
4. Como primer parámetro de verificación debemos de comparar el tiempo de avance. Si éste valor es menor que el de campo quiere decir que en la simulación, el agua está avanzando más rápidamente, entonces, tenemos que aumentar el valor de K_s , manteniendo o en su caso disminuyendo el valor de h_f , y manteniendo o en su caso aumentando el valor de n . Por el contrario, si el tiempo de avance es mayor que el de campo quiere decir que en la simulación, el agua está avanzando más lentamente, entonces, tenemos que disminuir el valor de K_s , manteniendo o en su caso aumentando el valor de h_f , y manteniendo o en su caso disminuyendo el valor de n . En ambos casos verificar también que las fases de recesión sean similares.
5. En todo el proceso del punto anterior (4), siempre se debe revisar que en los parámetros de la evaluación del riego tales como la eficiencia de aplicación y el coeficiente de uniformidad del riego sean los más altos posibles.

7. Calibración del modelo Rigrav

- 7.1 Caracterizar la parcela de acuerdo al punto 2.
- 7.2 Elaborar un prediseño de acuerdo al punto 3. Se puede utilizar el método simplificado, o bien, el programa Rigrav.
- 7.3 Aplicar el riego con el gasto unitario seleccionado, de acuerdo al procedimiento de los puntos 3 y 4.
- 7.4 Ajustar datos de avance y de recesión de acuerdo al punto 6, y obtener los nuevos valores de K_s , h_f y n .
- 7.5 Determinar el nuevo gasto unitario para el contenido de humedad inicial del suelo, con los nuevos valores de K_s , h_f y n obtenidos en el punto anterior (7.4).
- 7.6 Se repite el procedimiento de los puntos 7.3, 7.4 y 7.5 hasta que los valores de K_s , y h_f obtenidos en el punto 7.5 no varíen de manera significativa. Para llegar a este resultado es posible que se requiera aplicar tres o hasta cuatro riegos. Al lograr esto se considera que se ha calibrado el modelo Rigrav para la parcela o grupo de parcelas afines.

Bibliografía

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (1997). Manual de diseño de zonas de riego pequeñas. Jiutepec, Morelos, México.

Procedimiento de registro de información del formato de evaluación:

Columna 1. Se anota la distancia acumulada de la localización de las estacas. Inicia con cero (0) en la primera línea y termina con el registro de la longitud total del surco.

Columna 2. Se anota el tiempo acumulado (hora del reloj) de llegada del frente de agua a cada una de las estaciones (frente de avance).

Columna 3. Se anota el tiempo acumulado (hora del reloj) en que desaparece la lámina de agua en cada una de las estaciones. Al igual que la columna anterior, el tiempo que se anota es el promedio obtenido en el grupo de surcos o bien de aquellos surcos que se mantengan con un avance similar.

Columna 4. Los valores de esta columna se calculan a partir de los datos registrados en la columna 2. Se calcula el tiempo de avance acumulado, inicia en ceros y termina según el tiempo total que tardó el frente de avance en llegar al final del surco. Se obtiene restando al tiempo inicial (primer renglón) el tiempo de avance de cada renglón considerado.

Columna 5. Al igual que la columna anterior, se calcula a partir de los datos registrados en la columna 3. Se calcula el tiempo acumulado de la recesión. Inicia con el tiempo acumulado del último renglón del avance y concluye con el tiempo en que desaparece el agua de la superficie regada

Columna 6. El tiempo de oportunidad de infiltración requerido en la columna 6, se obtiene restando la columna 4 de la columna 5



SECRETARÍA DE
DESARROLLO
AGROPECUARIO

ENTRENAMIENTO EN SERVICIO EN OPERACIÓN DE SISTEMAS DE
RIEGO POR GRAVEDAD Y ASPERSIÓN EN EL ESTADO DE
GUANAJUATO

Anexo 2 Formatos para la evaluación del riego

M.C. JUAN MANUEL ANGELES HERNÁNDEZ

MAYO, 2006



INFORMACIÓN GENERAL	
Nombre del productor:	
Predio:	
Localidad:	
Municipio:	
Gasto (l/s) en la fuente de abastecimiento:	
Cultivo:	
Fecha de siembra:	
Superficie de la parcela (ha):	
Pendiente del terreno (%):	
Fecha de realización de la prueba:	
Tiempo de riego por tendido estimado por el productor:	
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	
Textura del suelo:	
% de arena:	
% de arcilla:	
% de limo:	
Densidad aparente (gr/cm ³):	
Contenido de humedad a saturación (% ó cm ³ /cm ³):	/
Contenido de humedad a capacidad de campo (% ó cm ³ /cm ³):	/
Contenido de humedad a PMP (% ó cm ³ /cm ³):	/
Contenido de humedad inicial (% ó cm ³ /cm ³):	/
Conductividad hidráulica a saturación, Ks (cm/h)	
CARACTERÍSTICAS DEL TENDIDO DE RIEGO	
Gasto en la entrada de la parcela (l/s):	
No. de riego:	
No. de surcos (melgas) por tendido de riego:	
Gasto por surco (l/s):	
Longitud de la parcela (surco/melga) (m):	
Ancho de surco (melga) (m):	
Ancho del tendido del riego (m):	
Superficie del tendido (m ²):	
DATOS DEL POZO	
Gasto total al inicio (l/s):	
Hora de inicio de la prueba:	
Lectura inicial en el Medidor de flujo (m ³):	
Lectura inicial en el Medidor de CFE (kw-h/día):	
Lectura inicial en el Medidor de CFE (kw-h/noche):	
Fecha y hora final de la prueba:	
Lectura final en el Medidor de flujo (m ³):	
Lectura final en el Medidor de CFE (kw-h/día):	
Lectura final en el Medidor de CFE (kw-h/noche):	

Nombre del productor:									
Predio:									
Localidad:									
Municipio:									
Fecha de realización:									
Surco	Repetición 1			Repetición 2			Promedio		
	Tiempo (seg)	Volumen (l)	Gasto (l/s)	Tiempo (seg)	Volumen (l)	Gasto (l/s)	Tiempo (seg)	Volumen (l)	Gasto (l/s)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
								Suma:	

Nombre del productor:					
Predio:					
Localidad:					
Municipio:					
Fecha de realización:					
Hora de inicio:					
Hora de término:					
Textura del suelo:					
Gasto por surco (l/s):					
Contenido de humedad inicial del suelo (cm ³ /cm ³):					
Distancia (m)	Tiempo de avance	Tiempo de recesión	Avance	Recesión	Tiempo de infiltración (minutos)
	(Se registra la hora del día)		(Acumulado, en minutos)		
10					
20					
30					
40					
50					
60					
70					
80					
90					
100					
110					
120					
130					
140					
150					
160					
170					
180					
190					
200					
				Suma:	

Localidad	
Fecha:	
Gasto del pozo (l/s)	
Parcela	
Textura	
Densidad Aparente (gr/cm ³)	
Contenido de humedad a saturación (cm ³ /cm ³)	
Contenido de humedad inicial (cm ³ /cm ³)	
Conductividad hidráulica a saturación, Ks (cm/h)	
Parámetro hf de la ecuación de infiltración (cm)	
Coeficiente de rugosidad n, (s/m ^{1/3})	
Longitud de la parcela	
Pendiente de la parcela (%)	
Espaciamiento entre surcos (m)	
Gasto por surco (l/s)	
Gasto unitario (l/s/m)	
Lámina de riego neta (cm)	
Ancho de tendida (m)	
Tiempo de riego (minutos)	
Lámina de riego aplicada (cm)	
Consumo de energía (KW-h)	
Eficiencia de aplicación, Ea (%)	
Coeficiente de uniformidad, CUC (%)	
Conclusiones y recomendaciones:	
Nombre del Asesor: _____	
Firma: _____	

Anexo.
Gráfica de los datos de avance y de recesión
de los obtenidos en campo y los simulados
con el programa de cómputo Rigrav.

Asesor técnico:	
Fecha:	
Localidad	
Productor	
Parcela	
Gasto del pozo (l/s)	
Cultivo principal	
Superficie (ha)	
Textura	
Longitud de la parcela	
Espaciamiento entre surcos (m)	
Gasto por surco (l/s)	
Lámina de riego neta (cm)	
Ancho de tendida (m)	
Tiempo de riego (minutos)	
Número de tendidas	
Tiempo de riego por parcela (horas)	
Lámina de riego aplicada (cm)	
Consumo de energía con diseño y receta (KW-h)	
Eficiencia de aplicación, Ea (%)	
Coefficiente de uniformidad, CUC (%)	

**Croquis o plano de la parcela, indicando
dimensiones, pendiente, ubicación de regadera
o de la tubería de compuertas y trazo de riego.**
Firmado por el Asesor
Aprobado por el Productor