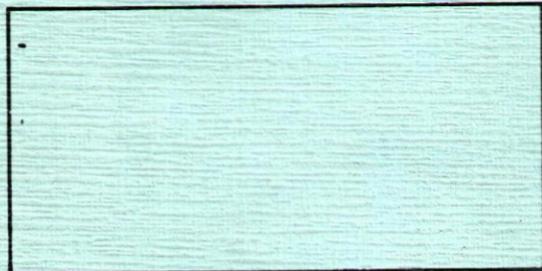


modelos de uso del agua de riego a nivel parcelario para ballico anual y algodonoero en la región lagunera



carlos hernández y.



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES
FORESTALES Y AGROPECUARIAS
CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DISCIPLINARIA
EN LA RELACION AGUA -SUELO- PLANTA-ATMOSFERA
Gómez Palacio, Dgo. México
Folleto Técnico Num. 3

Enero 1991

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS

Secretario

Profr. Carlos Hank González

Subsecretario de Agricultura

Lic. Ernesto Enriquez Rubio

Subsecretario de Ganadería

Dr. Gustavo Reta Peterson

Subsecretario Forestal

Dr. Manuel Mondragón y Kalb

Subsecretario de Política y Concertación

Dr. Gustavo Gordillo de Anda

Subsecretario de Planeación

Dr. Luis Téllez Kuenzler

Oficial Mayor

Ing. Alfredo Rojas Cabrera

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES
Y AGROPECUARIAS**

Vocal Ejecutivo

Dr. Ernesto Samayoa Armienta

Vocal Secretario Región Norte

Dr. Miguel Caballero Deloya

Vocal Secretario Región Centro

Dr. Ramón A. Martínez Parra

Vocal Secretario Región Sur

Dr. Everardo González Padilla

**CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION DISCIPLINARIA
RELACION AGUA-SUELO-PLANTA-ATMOSFERA
(CENID-RASPA)**

Director

Dr. Luis Fernando Flores Lui

Subdirector

Dr. Angel Lagarda Murrieta

**modelos de uso
del agua de riego
a nivel parcelario
para ballico anual
y algodnero en
la región lagunera**

carlos hernández y.

**CENID - RASPA
Gómez Palacio, Dgo., México, Ene. 1991**

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	2
REVISION DE LITERATURA.....	2
Sistemas de Producción.....	2
El Riego Visto como Sistema.....	4
Evaluación de Sistemas de Riego.....	6
MATERIALES Y METODOS.....	8
RESULTADOS Y DISCUSION.....	11
Ballico Anual.....	11
Aplicación.....	12
Conducción.....	15
Algodonero.....	19
Aplicación.....	20
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	24

MODELOS DE USO DEL AGUA DE RIEGO A NIVEL PARCELARIO
PARA BALLICO ANUAL Y ALGODONERO EN LA
REGION LAGUNERA

Carlos HERNANDEZ YAÑEZ¹

INTRODUCCION

La agricultura de riego es una serie de actividades ligadas entre sí a través del agua de riego.

Cuando se habla de baja productividad del agua de riego, se entiende como la inversión de mucho recurso y la obtención de poco producto, el cual se presenta como un problema a resolver.

Para establecer soluciones al anterior problema es necesario primero entender las diferentes relaciones que guardan tanto los factores técnicos como los sociales en el proceso integral del riego, para posteriormente trazar los mecanismos de solución pertinentes.

De acuerdo a estadísticas en el período de 1978 a 1982, en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) se desarrollaron 188 investigaciones en uso y manejo del agua, cuyo objetivo principal fue determinar el programa de riego para un cultivo específico, considerando un 100 por ciento de eficiencia de aplicación del riego, y olvidandose por completo de que existen pérdidas de agua durante su conducción y aplicación.

¹ Ph.D. Investigador del CENID-RASPA

El hecho de que la mayoría de estas investigaciones desarrolladas no contemplen la aplicación y conducción es debido a que generalmente están justificadas a partir de un marco de referencia del uso del agua incompleto, pues sólo contempla información de la superficie del suelo hacia arriba, sin tomar en cuenta lo que sucede en el seno del suelo. Este marco de referencia incompleto generalmente lleva a una mala interpretación de las necesidades de inversión tanto en investigación como en programas de operación y extensión.

OBJETIVOS

- Establecer una metodología en el diagnóstico de las desviaciones en las eficiencias de riego superficial.
- Proporcionar a los investigadores/operadores de los sistemas de riego por superficie en la Región Lagunera argumentos sólidos para planear y ejecutar las acciones que conlleven a un mejor uso del agua de riego.

REVISION DE LITERATURA

Sistemas de Producción

Van (1981), asentó que un sistema es el conjunto o reunión de elementos relacionados entre sí, de tal manera que cuando se concibe un problema en el sistema, la solución debe ser como tal y así evitar caer en pequeñas soluciones que sólo abarcan una parte del sistema. Según Spedding (1979), cuando se pretende conocer a un sistema de

producción agrícola con el fin de hacerlo más eficiente, este se debe conceptualizar a través de la relación entre la salida del sistema y el recurso limitante como entrada. En el caso de la agricultura de riego, la relación deberá hacerse entre el producto comercial perseguido y la cantidad de agua invertida para su producción. Hart (1980), asentó que hacer el análisis de un sistema consiste en relacionar su estructura y su función; asimismo, señala el mismo autor que la estructura es el resultado de las interacciones entre el tipo y número de componentes y entre éstos y sus flujos, mientras que la función es el proceso de recibir entradas y producir salidas, la cual se puede caracterizar a través de su producción, eficiencia y variabilidad. El mismo Speding (1979), indicó que los pasos principales en el análisis de un sistema son: (a) construcción del modelo conceptual, (b) validación del modelo y (c) modificación y revalidación del modelo si es necesario.

Innis (1975), citado por Hart (1980), asentó que los modelos que normalmente se utilizan en investigación de agroecosistemas se pueden dividir en físicos y abstractos, y estos a la vez en dinámicos y estáticos y lineales y no lineales. Hart (1980), mencionó que por lo complejo que resultan los modelos que tratan de involucrar gran cantidad de componentes en donde ha habido mayor adelanto, y sobre todo con modelos del tipo físico-estático-lineal, es en el área de sistemas de riego. Según Hanks y Hill (1980), el

modelo más simple de este tipo es el que expresa el rendimiento como una función lineal de la ET; un ejemplo de este tipo de modelos es el de Stewart (1973), el de Cole y Mathews (1923) y Mathews y Brown (1938), citados por Hanks y Rasmussen (1982). Tratando de trabajar con un modelo más dinámico, Hanks y Hill (1980) describieron uno, en donde la ET es dependiente del movimiento del agua y la presión osmótica por presencia de sales en el suelo, a la vez que el rendimiento, es función de estos dos componentes.

El Riego Visto Como Sistema

El riego visto como sistema se muestra en la Figura 1. (Spedding, 1979), en donde se puede observar que el consumo de agua no sólo depende de los factores primarios expuestos en la misma, sino que también de sus propias interacciones.

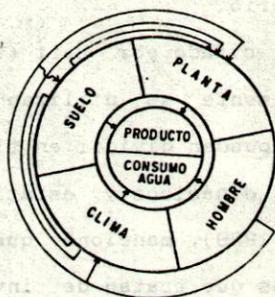


Figura 1. El Riego como Sistema.

En la misma figura se observa que el hombre es el único componente del sistema que interactúa con todo el resto de los componentes, mientras que el suelo y el clima sólo interactúan con la planta; asimismo, se observa en la Figura 1 la interacción suelo-clima. En este sistema el consumo de agua corresponde a la evapotranspiración ET del cultivo más una cierta cantidad que se pierde durante los procesos de conducción y aplicación, y que es producto en parte del nivel tecnológico sobre irrigación que posee el hombre como usuario. De acuerdo a lo anterior, la Figura 1 puede esquematizarse como se muestra en la Figura 2.

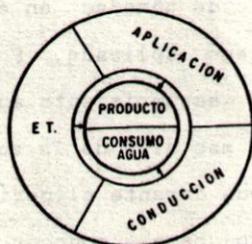


Figura 2. El Riego Como Resultado de la Conducción Aplicación y ET.

La mayoría de las investigaciones desarrolladas en riego en México han sido encaminadas a determinar la ET y muy pocas en conducción y aplicación del agua de riego, y

menos aún trabajos que contemplen la integración de los tres componentes mostrados en la Figura 2.

Evaluación de Sistemas de Riego

Walker y Skogerboe (1986), señalaron que el primer paso para mejorar cualquier sistema de riego por superficie es evaluar el funcionamiento hidráulico del sistema de predios individuales; estos mismos autores señalaron que dicha evaluación se logra a través de un balance volumétrico para cada riego durante la estación de crecimiento de los cultivos. Según Hanks y Hill (1980), el balance volumétrico se expresa de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$dS = I + P - Esc - D - ET \quad (1)$$

donde dS es el cambio de humedad en el perfil del suelo, I es la lámina de riego aplicada, P es la precipitación efectiva, Esc es el escurrimiento superficial, D es la percolación profunda más allá de la zona radicular y ET es la ET actual que sucede durante el período de evaluación.

Como un intento para conocer las eficiencias de aplicación del riego a nivel parcelario, Macías y Hernández (1980), Tavera (1982) y Hernández (1983), al trabajar en la Región Lagunera, concluyeron que la rugosidad (grado de preparación del terreno) tiene fuerte influencia sobre la lámina de riego aplicada y, por consecuencia, sobre la eficiencia de aplicación; también estos mismos autores

7

reportaron que además de la rugosidad, otros factores como el contenido de humedad en el suelo al momento del riego, gasto unitario, pendiente y manejo del agua por parte del usuario, también tienen un fuerte efecto sobre la misma variable.

Hulsman (1984), al hacer una evaluación en melgas rectas al sureste de Nuevo México, E.U.A., a lo largo del Rio Grande en 134 riegos aplicados en 16 fincas para nueve cultivos durante tres años, indicó que las eficiencias de almacenamiento, percolación y la relación de pérdidas fueron los parámetros que mejor reflejaron el manejo del agua a nivel parcelario. Al concluir este autor asentó que en el 33, 84 y 8 por ciento de los riegos evaluados se presentaron eficiencias de almacenamiento, percolación y relación de pérdidas mayores del 80 por ciento, consideradas como excelentes, mientras que el resto fluctuó de satisfactorio de 51 a 81 por ciento, y pobres menores de 51 por ciento. Hulsman (1984), también señaló que los cultivos de sistema radicular superficial generalmente son sobreirrigados, de tal manera que el usuario requiere de una mejor tecnología de riego que aquellos que manejan cultivos con un sistema radicular más profundo.

Algunos autores como Palacios (1977) y Leonville (1980), al efectuar evaluaciones en canales de riego, encontraron que de las pérdidas totales por conducción el 40 por ciento son proporcionales al caudal medio servido, y el

80 por ciento restante se pueden considerar como pérdidas intrínsecas. También señalaron los autores que las pérdidas por conducción como fenómeno físico no dependen exclusivamente de la infiltración sino que son funciones complejas de las condiciones de infiltración y de operación deficiente, y que estas últimas pueden ser superiores a las primeras.

Aunque existe el concepto del riego como sistema bien definido, así como la metodología de evaluación pertinente, la identificación de los componentes y sus interacciones de mayor peso normalmente no se llevan a cabo en el proceso de planeación e inversión de esfuerzos.

MATERIALES Y METODOS

Este reporte constituye el analisis en conjunto de trabajos de muestreo desarrollados durante tres años (1982, 1983, 1984). El Cuadro 1 muestra los cultivos, número de riegos y predios en donde se llevaron a cabo dichos muestreos.

CUADRO 1. NUMERO DE RIEGOS, CULTIVOS Y PREDIOS MUESTREADOS.

Cultivo	Riego	Predios
Ballico anual	36	6
Algodonero	42	40
Total	78	46

De los 42 riegos muestreados en algodónero, 39

correspondieron al riego de presiembra y los 3 restantes a un primero, segundo y tercer auxilio, respectivamente, mientras que en ballico, el total de los riegos correspondieron al período de establecimiento (riego de germinación-primer corte). La evaluación de los riegos fue hecha de acuerdo a Walker y Skogerboe (1986), Hanks y Hill (1980) y Merriam y Keller (1978).

El análisis de la información por cultivo se elaboró de acuerdo a la Figura 2 a través de un análisis de regresión múltiple, para lo cual se utilizó el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science). La definición de variables en la regresión estuvo de acuerdo a los componentes principales y sus interacciones, correspondientes al modelo teórico de uso de agua que se muestra en la Figura 3, donde P_s es el contenido de humedad promedio del suelo en los primeros 90 cm (%), N es la rugosidad del terreno al momento del riego, la cual fue definida de acuerdo al grado de preparación del terreno y/o la densidad vegetativa del cultivo, L la longitud de riego (m), Q_u es el gasto unitario por unidad de ancho de melga (l/seg/m), I_b es la infiltración básica (cm/hr), O otros; en este último concepto se involucraron aquellos componentes de difícil cuantificación y de tipo social;

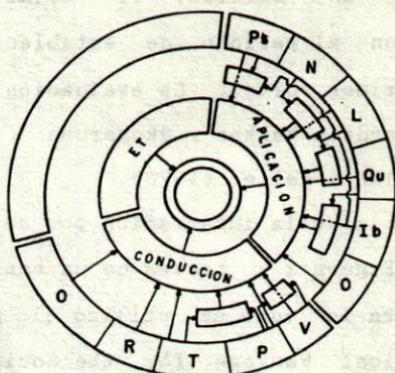


Figura 3. Modelo Teórico de Uso de Agua en Riego por Superficie.

el valor numérico de este último componente se definió como el residual después de haber cuantificado el valor de los componentes técnicos, R es el tipo de revestimiento en las regaderas; el valor numérico de este componente se definió como 1 ó 2 para revestimiento o no revestimiento, T es el tirante de operación en las regaderas (m), P es el perímetro de mojado en las regaderas (m) y V es la velocidad del agua en las regaderas (m/seg). El grado de explicación de las variables estuvo evaluado con el coeficiente de determinación aditivo de cada una de ellas en el modelo de regresión. Como se puede observar en la Figura 3, los

componentes del modelo están más cargados hacia la aplicación y la conducción, debido a que este trabajo estuvo encaminado a determinar las desviaciones que limitan las eficiencias de riego tanto de aplicación como de conducción.

RESULTADOS Y DISCUSION

Ballico Anual

El modelo de este cultivo fue representado de acuerdo a Hart (1980), el cual expresa su función respecto a producción, eficiencia y variabilidad, y que es mostrado por la Figura 4 a nivel de componentes principales (ET, aplicación y conducción).

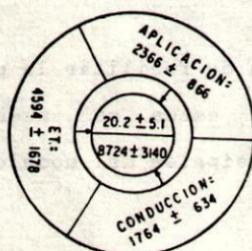


Figura 4. Modelo de Uso de Agua (m³/ha) como Resultado de la ET, Aplicación y Conducción para Ballico Anual al Primer Corte.

De acuerdo a la Figura 4, el sistema de producción de ballico anual en la Región Lagunera tiene una eficiencia de producción promedio de 2.31 kg de forraje verde al primer corte por cada m³ de agua invertido, reflejando que la producción de éste además del agua, es función de otro componente principal, i.e. fertilización, o bien, que el criterio de aplicación del riego por parte del usuario es muy diverso. De los 8.724 m³ de agua que se emplean para producir 20.2 toneladas de forraje verde, el 52.8, 27.1 y 20.2 por ciento se invierten en la ET del cultivo, aplicación y conducción, respectivamente.

De la observación de los valores y sus desviaciones en los tres componentes, es fácilmente inferible que así como existen usuarios que le dan un mal manejo al agua, los hay que la manejan con mayor eficiencia tanto en la melga como en la regadera.

Con el fin de facilitar la presentación y discusión de los resultados, estos se muestran de acuerdo a los componentes principales del modelo en la Figura 3.

Aplicación

En la Figura 5 se muestra el modelo de aplicación del riego (%), con una significancia de sus componentes que va del 85 al 95 por ciento.

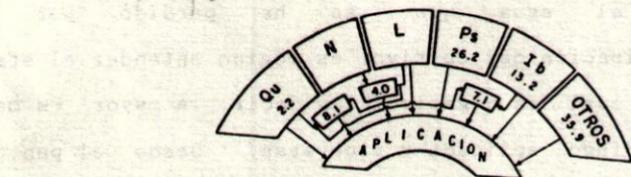


Figura 5. Modelo de Aplicación del Riego (%) para Ballico Anual al Primer Corte.

Según la Figura 5, la aplicación del agua en ballico anual se explica en un 84.1 por ciento a través del contenido de humedad (Ps), rugosidad (N), longitud (L), gasto unitario (Qu), infiltración básica (Ib), las interacciones gasto unitario-longitud (Qu-L), gasto unitario-infiltración básica (Qu-Ib) y rugosidad-longitud (N-L). En el componente otros (O), se trata de incluir a los componentes e interacciones de poco valor técnico, así como el aspecto social tecnológico sobre manejo del agua del usuario. Los componentes que mayor efecto tienen sobre la aplicación del agua es el Ps, Ib y las interacciones Qu-L y

Qu-Ib, mientras que los de menor efecto son Qu y la interacción N-L. En el caso de la rugosidad (N) y longitud por sí solas se encontró que son de nulo efecto.

El hecho de que el riego tiene la finalidad de sustituir el agua que se ha perdido por la evapotranspiración del cultivo, es lógico entender el efecto del Ps, el cual es negativo; es decir, a mayor Ps menor lámina de riego aplicada y viceversa. Desde el punto de vista riegos, la infiltración es la característica física del suelo más importante debido a lo cual en el modelo éste es uno de los componentes que mayor efecto tienen sobre la variable dependiente.

Para lograr una buena eficiencia de aplicación del riego se debe considerar que el Qu debe estar en función de la Ib, L, N y la pendiente del terreno; esto lo demuestra el efecto que tienen las interacciones Qu-L y Qu-Ib. Aunque aisladamente no hubo efecto de la rugosidad, al interaccionar con la longitud toma su importancia debido a que equivale a una expansión multiplicativa de obstáculos para un mismo Qu. La acción de esta interacción provoca una mayor lámina de riego aplicada.

El nulo o poco efecto de L, N y Qu se debió a su pequeño rango de valores encontrado, pues en el Cuadro 2 se observa que la información de L es muy compacta y de poca magnitud; lo mismo se observa para Qu y para N, este último factor constituye un rango de valores de 0.5 a 4.0, según el

grado de preparación del terreno para el riego de germinación y la altura y/o población observada al riego.

CUADRO 2. VALORES MEDIOS Y SU DESVIACION DE LOS COMPONENTES PRINCIPALES DE APLICACION DEL AGUA DE RIEGO EN BALLICO ANUAL.

Componente	Media	Desviación Estándar
Qu (l/seg/m)	4.8	2.9
N	1.7	0.7
M (m)	108.3	16.9
Ps (%)	20.7	3.2
Ib (cm/hr)	1.4	0.6

Los resultados respecto a N aparentemente son contradictorios con los obtenidos por Macías y Hernández (1980), Tavera (1982) y Hernández (1983), debido a que los primeros y último autor trabajaron con el riego de presiembrado para el algodón, en donde la preparación del terreno es muy diferente a la hecha para ballico anual. Respecto al segundo autor, la diferencia estriba en que esa aseveración es producto de la interacción preparación del terreno-riego de germinación, perdiéndose su efecto en los posteriores riegos, además de que su análisis es singular y no plural como se hace a través de modelos como es este trabajo.

Conducción

Según la Figura 6, los componentes que más explican las pérdidas de agua por conducción en regaderas en la Región

Lagunera son los componentes de conservación, operación y evaporación, catalogados en el modelo como otros (O), revestimiento (R), tirante (T), perímetro (P) y las interacciones perímetro-tirante y velocidad-perímetro, respectivamente, con una significancia que va del 85 al 95 por ciento.

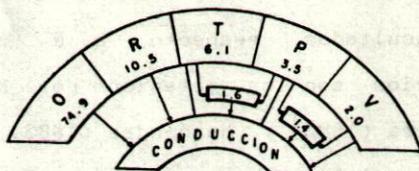


Figura 6. Modelo de Conducción (%) del Agua de Riego.

El hecho de que el componente otros (O) tenga mayor efecto sobre las pérdidas por conducción significa que el factor hombre, implícito en la operación y conservación, en muchos casos aún no tiene conciencia de la importancia que tienen estos factores en el buen uso y manejo del agua de riego; según Hernández (1984), en la Región existen usuarios que manejan sus regaderas revestidas como si fueran de

tierra, pues sus pérdidas por cada 100 metros van más allá de su media, aunque también existen aquellos que por el manejo dado a sus regaderas de tierra, éstas se comportan como revestidas, las cuales operan bajo condiciones de mínimas pérdidas por conducción. Este factor, por su valor en el modelo, es más importante que todos los componentes de tipo hidráulico que rigen el flujo del agua en canales.

De acuerdo a los valores expuestos por la Figura 6, el revestimiento tan sólo explica las pérdidas de agua por conducción en un 10.5 por ciento, siendo que debería ser mayor, pues precisamente el objetivo de este factor es reducir dichas pérdidas, aunque probablemente este pequeño valor se deba a que en la región sólo se presentaron dos alternativas: regaderas revestidas con concreto y de tierra. Sin embargo, al hacer una comparación de medias para los dos tipos de regadera, se encontró que existe diferencia entre ellas al 95 por ciento de significancia; las pérdidas medias por cada 100 metros de regadera de conducción para las dos modalidades resultó ser de 1.34 y 0.85 l/seg/100 m para las de tierra y las revestidas, respectivamente.

En condiciones de saturación, como sucede en canales en operación, el factor que más efecto tiene sobre el movimiento del agua a través del seno del suelo es la carga hidráulica representada por el tirante; esta es la razón por la cual en este análisis el componente T explica las pérdidas de agua por conducción en un 6.1 por ciento.

Aunque con pequeños valores de explicación sobre la conducción, las interacciones P-T y V-P tienen significancia dentro del modelo de 90 y 95 por ciento, respectivamente. Igual que en la aplicación, los pequeños efectos que tienen estos últimos componentes sobre la variable dependiente es debido al poco rango de valores y a la amplia desviación estándar encontrados, pues estos últimos representan el 41 y 50 por ciento de su valor medio; lo anterior se muestra en el Cuadro 3.

CUADRO 3. VALORES MEDIOS Y SU DESVIACION DE LOS COMPONENTES DE PERDIDAS POR CONDUCCION DEL AGUA DE RIEGO.

Componente	Media	Desviación estándar
Velocidad (m/seg)	0.27	0.13
Perímetro (m)	1.50	0.36
Tirante (m)	0.20	0.08
V-P	0.39	0.16
P-T	0.32	0.16

Con un 3.5 por ciento de explicación sobre la conducción resultó el componente perímetro (P), el cual es una respuesta positiva del contacto superficial del suelo-agua. Entre mayor es el valor de este contacto (perímetro), mayores son las pérdidas por infiltración, aun en condiciones de saturación.

En este trabajo, el componente velocidad se tomó como una respuesta negativa a la rugosidad en el lecho del canal.

Algodonero

En esta parte se muestran los resultados únicamente de los 39 riegos de presiembra en donde se deriva el modelo que se muestra en la Figura 7.

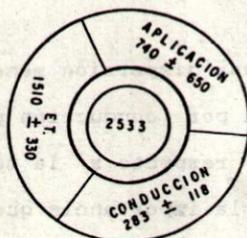


Figura 7. Modelo de Uso de Agua (m^3/ha) como Resultado de la ET, Aplicación y Conducción para Algodonero.

A juzgar por el modelo, de los 2,533 m^3 de agua por hectárea que se invierten en el riego de presiembra del algodón en la Región Lagunera, el 11.2, 29.2 y 59.6 por ciento se pierden en conducción, aplicación y ET, respectivamente. De los componentes, la aplicación es la más variable, pues según la información captada, en el 25.6 por ciento de los lotes muestreados se aplicó una lámina de riego menor que la necesaria para llevar a capacidad de campo el perfil de suelo explorable por la raíz, que en este

trabajo se consideraron 90 cm, mientras que en el 12.9 y 87.1 por ciento se regó según las necesidades y se sobreirrigó, respectivamente. Asimismo, esta variabilidad se debe a la conjunción de los componentes técnicos de la aplicación y a los de tipo socioeconómicos del usuario, los cuales inciden directa o indirectamente sobre la lámina de riego aplicada.

Aunque con una dispersión menor de la información, las pérdidas de agua por conducción poseen una desviación del 41.7 por ciento respecto a la media; este valor se debe principalmente a la importancia que tiene el revestimiento, perímetro y tirante hidráulico sobre dichas pérdidas.

El concepto ET es el más compacto debido a que en este caso al agua retenida en el perfil del suelo de 90 cm se le consideró como potencialmente evapotranspirable, de tal manera que este valor en cierta manera dependió de la capacidad de retención de los suelos, y como la predominancia de los suelos en la región es del tipo migajón (Ramírez, 1976), es la razón principal de la poca variabilidad encontrada.

Aplicación

Conforme al modelo de aplicación del agua de riego de la Figura 8, los componentes que mayor significancia tienen (del 85 al 95 por ciento) son los concernientes a los aspectos socio culturales del usuario y pequeños efectos de

algunos componentes y sus interacciones denotadas por otros (0), la interacción gasto unitario-infiltración básica (Qu-Ib), longitud (L), y grado de preparación del terreno (Gr), con explicaciones parciales sobre la variable dependiente de 78.7, 10.9, 5.2, y 5.2 por ciento, respectivamente.



Figura 8. Modelo de Aplicación (%) del Riego de Presiembra del Algodonero.

El hecho de que pocos componentes técnicos hayan tenido significancia en el modelo se debe a la magnitud del efecto del componente socio cultural, pues de acuerdo a su valor, este llega a enmascarar en gran medida la acción del resto de los componentes; esto lo pone de manifiesto el hecho de que se hayan detectado riegos sub y sobreaplicados. No se expone el modelo de conducción para el algodón por considerarse que las regaderas a nivel parcelario con que

se riega tanto el ballico como el algodnero, generalmente son las mismas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de la regresión múltiple como procedimiento para identificar los factores de mayor influencia en las eficiencias tanto de aplicación como de conducción resultó bueno. Por los valores que se observan tanto en el modelo de uso de agua para ballico como en el de algodnero, el componente que más importancia tiene es la evapotranspiración seguida por la aplicación y conducción, de tal manera que para fines de investigación, esta debe ser enfocada considerando tanto la importancia de los componentes de los modelos como el tiempo y facilidad para provocar el cambio. De acuerdo a lo anterior, se deben proyectar acciones que lleven a reducir tanto la ET como su variación; con respecto a esta última se estima que existen usuarios que aplican tanto agua de más como de menos.

Por los valores que representan las pérdidas por conducción y aplicación (20.2 y 27.1 por ciento para ballico y 11.2 y 29.2 por ciento para algodnero), además de ser los componentes en que más rápidamente se puede lograr el cambio, se deben implementar acciones tanto de investigación como de operación para mejorarlos.

De los componentes que mayor efecto tienen sobre la aplicación, además de los de tipo técnico-social son el Ps,

Ib y las interacciones Qu-L y Qu-Ib, lo que implica la necesidad de proyectar investigaciones tendientes a determinar el Qu en función de la Ib y L; además de establecer programas de convencimiento a nivel usuario sobre la importancia que tiene el cuándo regar, el cual debe estar en función del cultivo y tipo de suelo. Por la importancia que representan el Ps y la rugosidad (grado de preparación del terreno, Gr) en el algodónero y por la superficie regada de este cultivo, estos factores deben ser tomados en cuenta en cualquier programa de investigación y/o extensión. En el caso de Ps, las acciones deben ir encaminadas a la conservación y/o captación de agua de lluvia durante el periodo correspondiente a uno y otro ciclo agrícola.

En la conducción, el componente de mayor efecto fue el concerniente a la conservación y operación, catalogados como los de aspecto social seguido por el revestimiento (R), tirante (T), perímetro (P) y las interacciones perímetro-tirante (P-T) y velocidad-perímetro (V-P). Las acciones pertinentes en este aspecto deben ir encaminadas primero a mejorar el aspecto técnico-social, sobre todo al convencimiento de la importancia que tiene la conservación de las regaderas en el buen uso y manejo del agua y posteriormente las de tipo netamente técnico a través de la investigación.

BIBLIOGRAFIA

- Hanks, R. J. y R. W Hill. 1980. Modeling crop response to irrigation in relation to soils, climate and salinity. Department of Soil Science and Biometeorology. Utah State University. U.S.A.
- Hanks, R. J. y U. P. Rasmussen. 1982. Predicting crop production related to plant water stress. Department of Soils Science and Biometeorology. Utah State University. Logan, Utah, U.S.A.
- Hart, D. R. 1980. Agroecosistemas, conceptos básicos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialva, Costa Rica.
- ✓ (1) Hernández Y., C. 1983. Evaluación del riego de presiembradel algodón en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CENAMAR-SARH.
- Hernández Y., C. 1984. Evaluación de las pérdidas de agua por conducción a nivel parcelario en la Región Lagunera. Memorias del XVII Congreso Nacional de la S.M.C.S., Guadalajara, Jal.
- Hulsman, R. B. 1984. Closed border irrigation. evaluation. Agricultural Water Management. 9: 139-148.
- Leonnille, S. A. 1980. Calibración y evaluación de un modelo para estimar pérdidas por conducción en canales, considerando profundidad del manto freático. Tesis inédita, C.P. Chapingo, México.
- ✓ (4) Macías R., H. y C. Hernández Y. 1980. Evaluación del riego bajo diferentes grados de preparación del terreno en el cultivo del algodón. Memorias del XV Congreso de la S.M.C.S., San Luis Potosí, Mex.
- Merriam, S. L. y J. Keller. 1978. Farm irrigation systems evaluation: a guide for management. Utah State University, Logan, Utah, U.S.A.
- Palacios V., E. 1977. Introducción a la teoría de la operación de sistemas de riego. C. P., Rama de Riego y Drenaje. Chapingo, Mex.
- Ramírez C., J. 1978. Características generales de las series de suelos en la Región Lagunera, Coah. y Dgo., SARH.
- Spedding, C. R. W. 1979. Ecología de los sistemas Agrícolas. Traducción de Juan M. F. D., Ed. H. Blume, Madrid, España.

5

Tavera y S.G., G. 1982. Relación labranza-humedad del suelo en ballico anual (Lolium multiflorum). Informe de Investigación. CENAMAR-SARH.

Van. S. P. 1981. Análisis de sistemas Aplicados. Edit. Uthea. España.

Walker, W. R. y G. V Skogerboe. 1986. The theory and practice of surface irrigation. Utah State University, Logan, Utah, U.S.A.

2

Hernández Y., C. 1991. Modelos de uso del agua de riego a nivel parcelario para ballico anual y algodónero en la región lagunera. Folleto Técnico Num. 3. CENID RASPA INIFAP, Gómez Palacio, Durango, México.

3

Inzunza I., M. A. 1989. Comportamiento de la alfalfa en respuesta al déficit evapotranspirativo en la fase de producción. Informes de Investigación Vol. 3. CENID RASPA INIFAP, Gómez Palacio, Durango, México

COLABORARON EN EL PROCESO EDITORIAL DE ESTA PUBLICACION

Revisión Técnica

Dr. Luis Fernando Flores Lui

Edición

Ing. Raquel Anguiano Gallegos

Portada y Gráficas

Gilberto Rodríguez Hernández

Impresión

Juan Martínez Rojas
Lucio Arreola Ramírez
Candelario Salazar Rodríguez

Coordinación de la Producción

Ing. Raquel Anguiano Gallegos

**Esta publicación se terminó de imprimir el mes de enero de 1991
en los Talleres Gráficos del CENID-RASPA
Km. 6+500 Canal Sacramento
Gómez Palacio, Dgo. Méx.**

Tiraje 150 ejemplares

