

## INVESTIGACIONES SOBRE FRECUENCIAS DE RIEGO Y EVAPOTRANSPIRACION

*Ing. Agr. MC. Jorge Sandoval (\*)*  
*Ing. Agr. MC. César Cisneros (\*\*)*

### 1. INTRODUCCION

Para la planificación, diseño y operación de sistemas de riego, es indispensable el conocimiento de la cantidad de agua por aplicar y el momento de hacerlo, principalmente cuando el recurso agua es escaso y/o de alto costo. El usuario del agua en las regiones irrigadas de Guatemala tiende a aplicar riegos frecuentes con la finalidad de prevenir cualquier disminución en la producción de su cultivo; lo anterior posiblemente no es lo más adecuado, ya que no necesariamente se obtienen los mejores rendimientos y además conlleva un mayor gasto de recursos naturales y humanos.

El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA) y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), a través de un convenio de cooperación técnica, están desarrollando un programa de investigación en diferentes áreas bajo riego del país, el cual persigue los objetivos siguientes:

- 
- \* Graduado en la Facultad de Agronomía, USAC., con Maestría en Riegos y Suelos en la Universidad de Arizona, USA.
- \*\* Graduado en la Facultad de Agronomía, USAC., con Maestría en Riego y Drenaje. Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México.

- a) Determinar el efecto de diferentes frecuencias de riego sobre el rendimiento de los principales cultivos hortícolas en las zonas de riego de Guatemala.
- b) Determinar el intervalo de riego más recomendable para la época de siembra y condiciones del área.
- c) Determinar la lámina total de agua consumida en el ciclo del cultivo así como la lámina a aplicar en cada riego.
- d) Comparar la evapotranspiración medida en las parcelas de campo, con la estimada en base de diferentes fórmulas empíricas desarrolladas en otros países.

El programa de investigación sobre frecuencias de riego y determinación de evapotranspiración dió inicio en 1982 como parte de la "Propuesta para la investigación de riego en Guatemala", presentada en el "Segundo seminario de suelos", realizado en noviembre de 1982 por los autores de este artículo.

Hasta la fecha han sido obtenidos algunos resultados, los cuales no pueden considerarse definitivos, pues para que éstos sean confiables y su rango de validez sea amplio, las investigaciones deberán ser continuadas en el tiempo necesario hasta la obtención de resultados consistentes en las diferentes áreas irrigadas en Guatemala.

Además, se considera muy importante la participación de otras instituciones afines al riego, principalmente la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA), lo cual permitiría darle mayor impulso al programa.

## 2. METODOLOGIA

La evapotranspiración se mide directamente, sembrando el cultivo en parcelas experimentales en el campo y aplicando en algunos casos las técnicas de cultivo recomendadas por el ICTA y en otros la experiencia de los agricultores de la región.

El diseño experimental a usar y tamaño de parcela es definido, en cada caso, por el Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía y por personal del ICTA.

Los tratamientos consisten en aplicar el agua a un intervalo de riego en número preestablecido de días, incorporando dentro de los mismos un testigo con la o las frecuencias de riego usadas por los agricultores del lugar, tratando de cubrir un amplio rango que va desde intervalos cortos hasta relativamente largos, lo cual permite explorar el comportamiento de la planta cuando se somete a tensiones de humedad que van desde muy altas a bajas. Lo anterior implica que la frecuencia de riego se mantenga fija para cada tratamiento, y la lámina a reponer en cada riego varíe de acuerdo a la cantidad de agua consumida en el período entre un riego y el subsiguiente.

El método de riego utilizado es el de surcos, por ser el más empleado en Guatemala y por la facilidad en el manejo del agua. El agua se deriva de las tomas mediante sifones previamente calibrados, o usando orificios previamente aforados, con una carga de agua constante para asegurar de que la cantidad de agua aplicada sea la necesaria para elevar la humedad del suelo, del valor que tenga antes del riego, a capacidad de campo en toda la profundidad radicular.



Surcos de riego listos para ser utilizados a partir de una toma.

Para calcular la evapotranspiración se determina la humedad del suelo en el período comprendido entre dos riegos; o sea, se muestrea después de haber aplicado el riego (cuando el suelo está a capacidad de campo) y luego se muestrea un día antes de el riego siguiente; la diferencia entre los dos contenidos de humedad así determinados es la cantidad de agua evapotranspirada en el período. El método gravimétrico, usando horno para secado de suelo, es usado para determinar la humedad del mismo; se toman 2 ó 3 muestras de suelo por cada parcela y por cada estrato de 30 centímetros de espesor (hasta completar la profundidad radicular); a cada muestra se le calcula el porcentaje de humedad en base a peso del suelo seco, y al final se promedia el resultado obtenido de las 2 ó 3 muestras por cada parcela, para así obtener un solo dato de porcentaje de humedad por parcela.

### 3. EXPERIMENTOS REALIZADOS

En agosto de 1983 fueron presentados los resultados de dos experimentos llevados a cabo en la unidad de riego el Rancho Júcaro; dichos trabajos fueron publicados como tesis de grado por los estudiantes J. L. Soberanis y C. A. Tello, y auspiciados en parte por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la USAC. Las investigaciones consistieron en determinar el efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración de tomate y de chile pimiento.

A continuación se presenta un breve resumen de estos experimentos y de los resultados obtenidos.

El experimento en tomate se condujo de diciembre a febrero de 1982 en un suelo franco arenoso, evaluándose los intervalos de riego de 4, 6, 8 y 12 días (el agricultor de la región acostumbra regar cada 8 días) y su efecto sobre las variables de rendimiento en peso, número de plantas vivas y número de frutos recolectados.

En el cuadro número 1 se presentan los resultados obtenidos:

CUADRO No. 1  
 RESULTADOS PROMEDIO DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA  
 POR TRATAMIENTO PARA EL CULTIVO DE TOMATE

TRATAMIENTO	PROMEDIO POR PARCELA		
	PRODUCCION KG.	NUMERO DE FRUTOS	NUMERO DE PLANTAS
A ( 4 días )	299.18	1,126	127
B ( 6 días )	292.60	1,310	125
C ( 8 días )	282.92	1,303	122
D ( 10 días )	271.39	1,318	122
E ( 12 días )	297.53	1,187	123

En base al análisis de los resultados obtenidos, se concluyó que las cinco frecuencias de riego tienen el mismo efecto sobre las variables medidas: o sea, el tomate sembrado en esa región y época, puede regarse indistintamente cada 4, 6, 8, 10 ó 12 días.

En el cuadro número 2 se presentan las láminas de agua consumidas por el tomate y el número de riegos por tratamiento durante todo el ciclo del cultivo. Puede observarse que a medida que el intervalo de riego es más largo, el consumo total de agua se reduce; esto, aunado a la reducción en el número de riegos y el consiguiente ahorro en agua y mano de obra, hace al intervalo de 12 días ser el más recomendable de los cinco tratamientos.



El experimento en chile pimiento se condujo de diciembre a principios de marzo de 1982, usándose las mismas frecuencias de riego y textura de suelo que para el tomate; también en este cultivo se acostumbra regar cada 8 días en el área. En el cuadro No. 3 se presentan los resultados obtenidos en cuanto a variables respuesta.

CUADRO No. 3  
RESULTADOS PROMEDIO DE LOS VARIABLES DE RESPUESTA  
POR TRATAMIENTO PARA EL CULTIVO DE CHILE PIMIENTO

TRATAMIENTO	PRODUCCION Kg.	PROMEDIO POR PARCELA				
		NUMERO FRUTAS	NUMERO PLANTAS	ALTURA DE PLANTAS (cm)	LONG. PRO- MEDIO FRUTO (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)
A ( 4 días )	53	759	71	53	11.7	5.8
B ( 6 días )	63	929	75	50	11.5	5.7
C ( 8 días )	64	1,003	76	51	11.7	5.9
D ( 10 días )	59	926	75	49	11.6	5.8
E ( 12 días )	63	1,001	74	52	11.6	5.9

Basados en el análisis estadístico de los datos obtenidos, puede concluirse que las distintas frecuencias de riego produjeron rendimientos, tamaño de fruto y altura de planta similares. En lo referente al número de plantas vivas al final y número de frutos recolectados, sí hubo diferencia entre tratamientos, siendo la frecuencia con intervalo de 4 días la que produjo menos plantas vivas y frutos con respecto a las demás.

En el cuadro No. 4, se presentan las láminas de agua consumidas por el chile pimiento y el número de riegos por tratamiento durante todo el ciclo del cultivo. Al igual que en el tomate, a medida que la frecuencia de riego se reduce, el consumo de agua y el número de riegos aplicados es mayor. Lo anterior nos conduce a recomendar el intervalo de riego de 12 días como el más adecuado de los cinco tratamientos, ya que produce igual que los otros, pero usando menos agua y menor número de riegos.

**CUADRO No. 4**  
**LAMINAS DE AGUA CONSUMIDAS POR EL CULTIVO DE CHILE**  
**PIMIENTO Y NUMERO DE RIEGOS APLICADOS POR CADA**  
**TRATAMIENTO DURANTE TODO EL CICLO DE CULTIVO**

TRATAMIENTO	NUMERO DE RIEGOS	LAMINA TOTAL CONSUMIDA (cm)
A ( 4 días )	22	59.90
B ( 6 días )	15	45.77
C ( 8 días )	11	34.27
D ( 10 días )	9	32.13
E ( 12 días )	7	31.09

La evapotranspiración calculada con la fórmula de Blaney y Criddle da valores menores que las medidas en todos los tratamientos, por lo que se concluye que esta fórmula no se adapta a las condiciones en las cuales se desarrolló el experimento.

#### 4. INVESTIGACIONES EN FASE DE EJECUCION Y PLANIFICACION DE FUTUROS EXPERIMENTOS

En noviembre de 1983 fueron plantados dos experimentos en tomate en la finca el Oasis, La Fragua, Zacapa, en dos diferentes tipos de suelo. Estos trabajos son parte del Convenio de Cooperación en investigación entre el IIA de la USAC y el ICTA; el tomate fue cosechado en febrero de 1984, encontrándose actualmente los datos en la fase de análisis. Las frecuencias de riego usadas fueron 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.

En enero y febrero del presente año se iniciaron dos experimentos con melón en la Finca el Oasis, los cuales también forman parte del convenio mencionado. Uno de los experimentos terminará de cosechar-

se la primera semana de abril y el otro a finales del mismo mes. Las frecuencias de riego usadas para melón fueron las mismas que para el tomate en el Oasis.

De inicios de diciembre de 1983 a finales de febrero de 1984, se condujo otro trabajo de investigación, en cebolla, en los terrenos del Instituto Técnico de Agricultura (ITA) Bárcena, Villa Nueva, encontrándose actualmente en la fase de análisis de los datos obtenidos; las frecuencias de riego usadas fueron 4, 8, 12, 16, 20 y 24 días. También en el ITA se tienen actualmente dos experimentos: uno en frijol ejotero y otro en remolacha. Los resultados de evapotranspiración se comparan con los calculados con las fórmulas de Blaney y Criddle, Heargreaves, y Evaporación de tanque tipo A. Por último en la unidad de riego del Progreso se está conduciendo otro trabajo más en el cultivo de melón.

Para finales del presente año e inicios del año 1985, se tiene planificado experimentar de nuevo en la finca el Oasis con tomate, melón y cebolla, efectuando dos experimentos en cada uno de los cultivos mencionados. Además en los campos de la Facultad de Agronomía se tiene planificado iniciar 6 trabajos más cultivos hortícolas a finales de este año.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Aguilera Contreras, M. y Martínez, Elizondo, R. Relaciones Agua-suelo-planta-atmósfera. México, Editora de Periódicos Libros y Revistas, 1980. pp. 206-207.
2. Búcaro, G. A. Determinación de evapotranspiración y balance hídrico en base a datos climáticos en distrito de riego. Asunción Mita, San Jerónimo, Laguna de Hoyo, La Fragua. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía USAC, 1972. 36 p.
3. Cisneros Aragón, C. E. Efecto de las Variaciones de Humedad del Suelo en diferentes etapas de crecimiento del cultivo del trigo. Tesis MSc. Chapingo México, Colegio de Post Graduados, 1979. pp 7-18.
4. González Hernández, O. A. 1974. Estimación de los requerimientos de riego en Guatemala. Tesis MSc. Chapingo, México, Colegio de Post-Graduados, 1974. 101 p.

5. Ministerio de Agricultura. Estadísticas Agrícolas de las Unidades de riego. Boletín No. 4. Guatemala, 1979. pp. 9-13.
6. Martínez Gómez. Influencias de la lámina de riego y frecuencia de riego sobre el rendimiento del cultivo de frijol en la unidad de riego San Jerónimo. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC. 1977. 67 p.
7. Mazariegos, E. J. Influencias de la frecuencia de riego aplicada sobre la calidad de rendimiento del cultivo del tabaco en la unidad de riego Laguna El Hoyo, Monjas Jalapa. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC. 1976. 44 p.
8. Menéndez Chavarría, L. A. Respuesta del pasto Napier (*Pennisetum purpureum*) a diferentes regímenes de humedad y niveles de fertilización. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC., 1980. pp. 51-52.
9. Reyes Rodríguez, L. I. Frecuencia de riego en el cultivo de maíz con cuatro diferentes láminas de agua, longitudes de surco y niveles de abonamiento químico en el área de la Fragua, Zacapa. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC., 1979. 56 p.
10. Soberanis López, J. L. Efecto de la frecuencia de riego en los rendimientos y mediciones de la evapotranspiración en tomate en la unidad de riego El Rancho, Jícaro. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC., 1983. 64 p.
11. Tello Samayoa, C. A. Efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración del chile pimiento en la unidad de riego Rancho, Jícaro. Tesis de grado. Guatemala, Facultad de Agronomía, USAC., 1983. 70 p.