

ANALISIS DE LA RELACION CLIMA-AGUA DE ALGUNOS CULTIVOS COMO APOYO
A LA CALENDARIZACION Y CUANTIFICACION DEL AGUA DE RIEGO¹/

JUAN D. VEGA*
FRANCISCO CANTU**

Abstract

The determination of the scheduling and quantity of irrigation is a research activity of great importance because of the intimate relationship between water and production. This relationship varies as a function of the climate and crop in question.

The purpose of this study was to determine the relationship between the evapotranspiration of different crops and the evaporation of a class A tank as an integrator of climatological characteristics. For each crop under study, an analysis was made of the dependence on the environment, differences between consumption patterns, and the efficiency of evapotranspiration.

Introducción

De acuerdo con la ecuación del balance de la energía, el flujo de radiación neta que incluye radiaciones de longitudes de onda corta y larga puede ser utilizada básicamente en a) intercambio de calor dentro del perfil del suelo, b) transferencia de calor sensible hacia o de la atmósfera y c) evaporación del agua. Cuando hay agua en el suelo, ésta controla la forma en que la energía solar neta es utilizada (4). Por otra parte, si se comparan las resistencias al flujo del agua en un sistema tanque de evaporación-atmósfera con el sistema suelo-planta atmósfera se observará que en este último caso la resistencia al flujo es mayor; por lo tanto, asumiendo que no existe

energía advectiva, la evapotranspiración de un cultivo es menor que la evaporación de tanque por unidad de energía radiante recibida (1,2).

Cada cultivar tiene características propias de desarrollo del área foliar así como de la morfología y arreglo de su sistema transpirante, por lo tanto, existe una relación entre evapotranspiración y evaporación propia para cada cultivo y fase de desarrollo del mismo, relación que combinada con el almacenamiento del agua disponible puede utilizarse para programar riegos eficientemente (1, 3).

Los problemas que se presentan en el uso del evaporímetro clase A son: a) el efecto del medio ambiente de la localidad como viento (magnitud y dirección) y área de protección verde alrededor del evaporímetro y b) efecto de la energía advectiva, es decir, temperatura y humedad de la atmósfera que en ciertos días, debido al movimiento del viento producen resultados que se desvían fuertemente de las medias observadas (1, 3).

¹ Recibido para publicación 17 de abril de 1981.

* Investigador del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

** Alumno de la carrera de Ing. Agrónomo en Producción.

Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo del 9 de marzo de 1979 al 7 de julio de 1979, en el Campo Agrícola Experimental del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey en Apodaca, N. L.

El suelo en el que se llevó a cabo el experimento, almacena 14 cm/metro de agua disponible y se utilizó el criterio de regar cuando se hubiera consumido entre el 60 y el 70% del agua disponible del estrato explorado por las raíces.

Los cultivares que se sometieron a estudio fueron:

1. Sorgo (*Sorghum vulgare*) var. Topaz
2. Maíz (*Zea mays*) NLVS-1 Enano
3. Maíz (*Zea mays*) NLVS-1
4. Girasol (*Helianthus annuus*) TECMON-1
5. Frijol (*Phaseolus vulgaris*) Delicias 71

La distribución de las parcelas en el campo fue la de bloques al azar con cuatro repeticiones; cada unidad experimental consistió de 6 surcos de ancho por 5 m de largo y se cosecharon para evaluar rendimiento los dos surcos centrales. La decisión de regar se tomó cuando al analizar la información de los muestreos gravimétricos de suelo indicara que ya se había evapotranspirado del 60-70% del agua disponible;

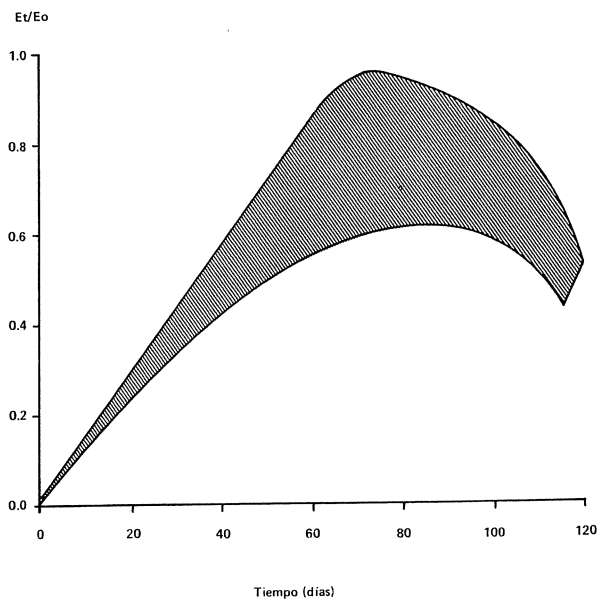


Fig. 1. Área dentro de la cual están comprendidos los distintos cocientes Et/Eo para los cultivares de maíz normal, maíz enano, girasol, sorgo y frijol.

cuando esto ocurría se cuantificaba al mismo tiempo la cantidad de agua perdida por evaporación de un tanque evaporímetro clase A. Con los datos de evapotranspiración (Et) y evaporación (Eo) se obtuvo el cociente $C = \frac{Et}{Eo}$, según el cultivo fue avanzado en

su ciclo de desarrollo. Al finalizar el experimento se obtuvo también la eficiencia del uso del agua para cada cultivar expresado en gramos de grano/kg de agua evapotranspirada.

Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestra el área dentro de la cual están comprendidos los cocientes Et/Eo de todos los cultivares que se estudiaron. En ningún caso, la relación Et/Eo fue mayor que 1, indicando probablemente que la ganancia de calor por advección no fue de gran magnitud y no contribuyó en forma apreciable a la evapotranspiración.

Las Figuras 2 a 6 se muestra la relación Et/Eo para sorgo, girasol, frijol, maíz enano y maíz normal. Si se comparan los comportamientos de cada cultivar se observará que, partiendo de una misma fecha de siembra, todos presentan la máxima relación Et/Eo entre los 70 y los 80 días de ciclo con excepción del maíz

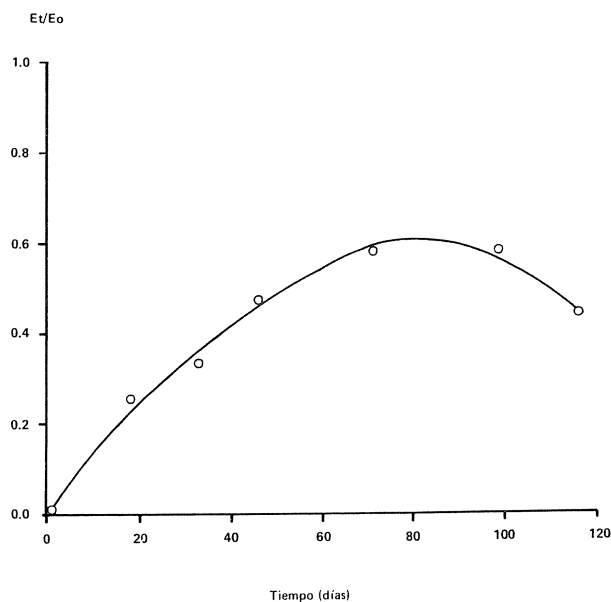


Fig. 2. Relación entre la edad de un cultivar de sorgo variedad Topaz y el cociente evapotranspiración/evaporación de agua libre.

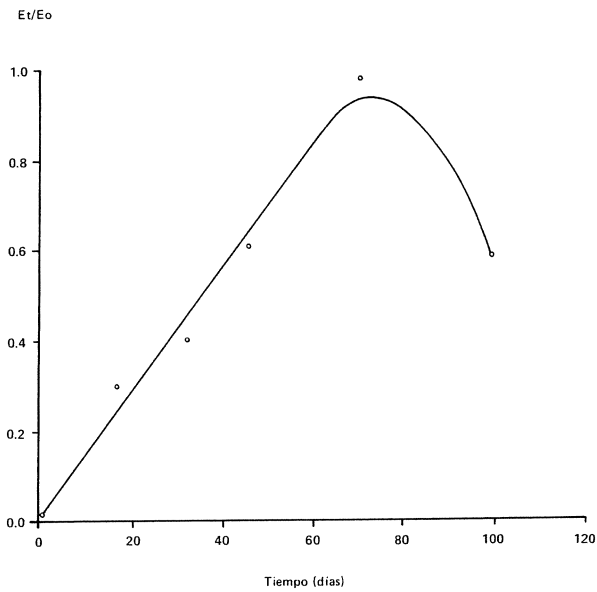


Fig. 3. Relación entre la edad de un cultivar de girasol variedad Tecmon 1 y el cociente evapotranspiración/evaporación de agua libre.

normal cuyo máximo cociente se obtuvo hasta los 95 días del ciclo.

El sorgo (Figura 2) es el cultivo que mostró una velocidad de transpiración menor; el frijol y las dos

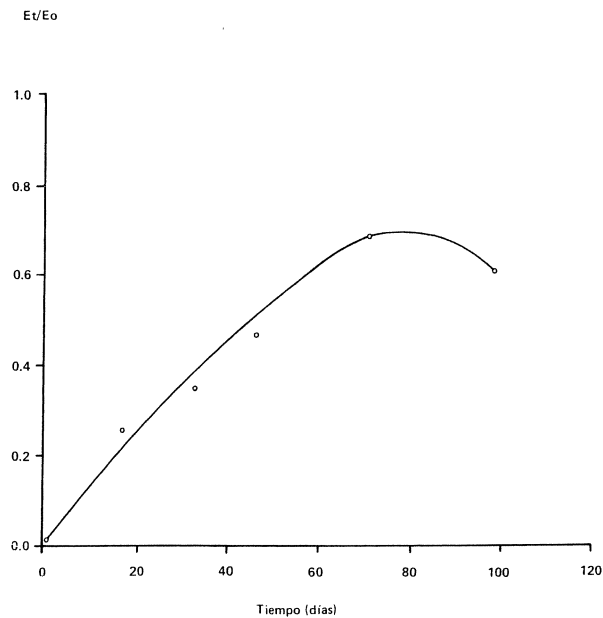


Fig. 4. Relación entre la edad de un cultivar de frijol variedad Delicias y el cociente evapotranspiración/evaporación de agua libre.

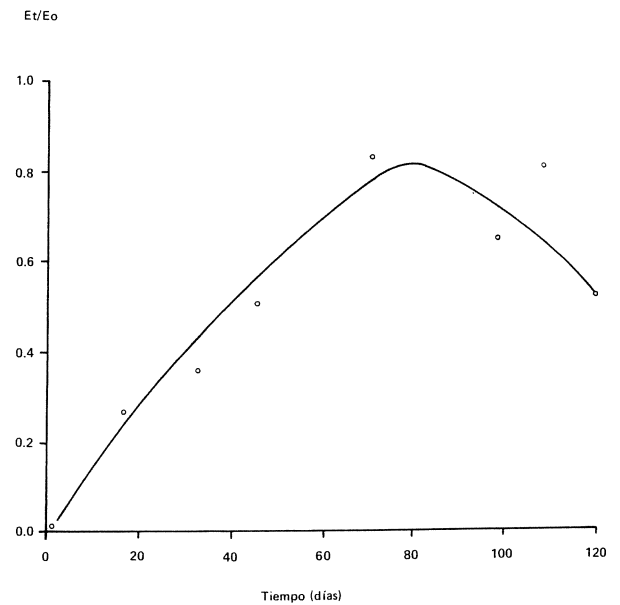


Fig. 5. Relación entre la edad de un cultivar de maíz variedad Nuevo León VS-1F y el cociente evapotranspiración/evaporación de agua libre.

variedades de maíz presentan una velocidad de transpiración muy semejante hasta los 60 días del ciclo, de ahí en adelante es cuando se diferencian entre sí. Debido a una velocidad de crecimiento mayor, el girasol (Figura 3) es el que muestra la

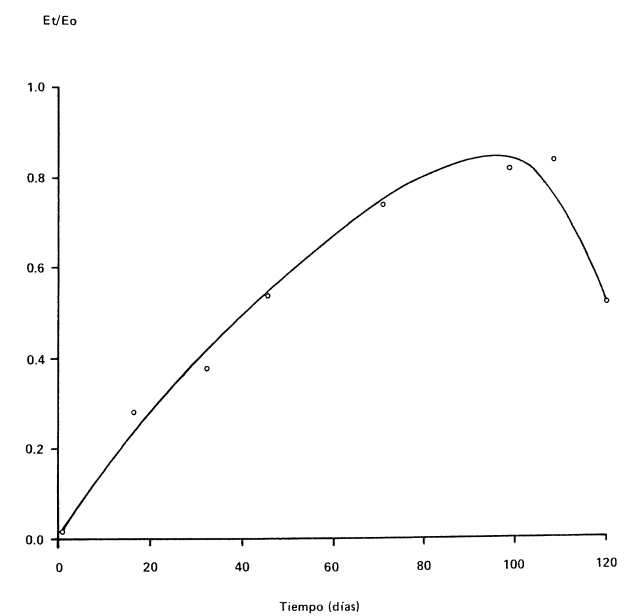


Fig. 6. Relación entre la edad de un cultivar de maíz variedad Nuevo León VS-1 y el cociente evapotranspiración/evaporación de agua libre.

mayor velocidad de transpiración, fue el cultivo cuya relación Et/Eo máxima fue la mayor comparada con los otros cultivares y además, una vez obtenida la máxima, es el cultivo que con mayor rapidez declina en su velocidad de transpiración.

Dado que, los ciclos vegetativos de los cultivos fue diferente, en el Cuadro 1 se muestra la relación Et/Eo en función del porcentaje de desarrollo del cultivo, de tal manera de hacer más comparables los resultados. Prácticamente desde el primer 20% del ciclo de desarrollo hay diferencia en los cocientes Et/Eo de los cultivares; en el Cuadro 1 se muestra que la diferencia entre los cocientes máximos y mínimos es de 0.07 para el primer 20% de desarrollo de los cultivares, es que indica que el desarrollo del follaje no es lo suficientemente significativo para diferenciarlos y que la evaporación del suelo es el fenómeno predominante. La máxima diferencia ocurre entre el 60 y 80% de desarrollo que coincide con la máxima producción de follaje.

La evapotranspiración de cada variedad fue diferente; la del frijol fue la menor de todas (21.2 cm) a pesar de que el cociente promedio Et/Eo no es el menor, esto se debe a que el ciclo vegetativo del frijol fue solamente de 95 días. El girasol y el sorgo presentan el mismo valor de evapotranspiración total, el sorgo presenta un mayor ciclo vegetativo que el gi-

rasol y menor cociente Et/Eo lo que indica la habilidad del sorgo en utilizar menos agua por unidad de tiempo. No hubo ninguna diferencia en el comportamiento de las dos variedades de maíz y además fueron los cultivares que más agua evapotranspiraron.

Conclusiones

Las conclusiones más relevantes de este trabajo son las siguientes: 1) el cultivar con menor cociente Et/Eo fue el del sorgo; 2) no hubo diferencia entre cultivares de maíz de distintas variedades; 3) el girasol fue el cultivar cuyo cociente promedio Et/Eo fue mayor y 4) la máxima relación Et/Eo ocurre entre el 60 y 80% del ciclo de desarrollo de cada cultivar.

Resumen

La calendarización y cuantificación del riego es una actividad de investigación de gran importancia debido a la íntima relación que existe entre agua y producción; relación que varía en función del clima y del cultivar en cuestión.

El objetivo del presente estudio fue el de determinar la relación que existe entre la evapotranspi-

Cuadro 1. Cocientes Et/Eo de algunos cultivares, evapotranspiración total, ciclo vegetativo y eficiencia de la evapotranspiración.

Porcentaje de desarrollo del cultivo	Sorgo	Girasol	Frijol	Maíz NLVS 1E	Maíz NLVS 1	Promedio	Diferencia entre el cociente mínimo y el máximo
0-20	0.27	0.27	0.26	0.33	0.33	0.29	0.07
20-40	0.48	0.56	0.45	0.59	0.58	0.53	0.14
40-60	0.60	0.83	0.63	0.78	0.74	0.72	0.23
60-80	0.59	0.92	0.70	0.76	0.85	0.76	0.33
80-100	0.44	0.58	0.60	0.53	0.52	0.53	0.16
Promedio	0.48	0.63	0.53	0.60	0.60	0.57	
Evapotranspiración (cm)	25.1	25.1	21.2	30.6	31.3		
Ciclo vegetativo (días)	116	95	95	120	120		
Eficiencia de la Evapotransp. gm/kg	1.67	0.63	0.39	1.96	1.28		

ración de diversos cultivares y la evaporación de un tanque clase A como integrador de las características climatológicas. Para cada cultivar estudiado se analiza su dependencia del medio ambiente, la diferencia entre patrones de consumo y la eficiencia de la evapotranspiración.

Literatura citada

1. CHANG, J. Climate and agriculture. Aldine Publishing Co. Chicago. 1968.
2. PIERRE, *et al.* Plant environment and efficient water use. American Society Agricultural Wisconsin. 1966.
3. PRUITT, W. O. Evapotranspiration and its role in water resources management. American Society Agricultural Eng. Michigan. 1966.
4. ROSE, C. W. Agricultural physics. Pergamon Press. New York. 1966.

- CONTRIBUCIONES DEL IICA A LA LITERATURA DE LAS CIENCIAS AGRICOLAS. Bibliografía Serie Documentación e Información Agrícola No. 12. Un volumen de 411 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE CATASTRO RURAL EN AMERICA LATINA. 1974. Serie Documentación e Información Agrícola No. 29. Un volumen de 68 p.
- LA MUJER EN EL MEDIO RURAL. BIBLIOGRAFIA. 1975. Serie Documentación e Información Agrícola No. 41. Un volumen de 95 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE SILVICULTURA Y ECOLOGIA FORESTAL Y TROPICAL. 1975. Serie Documentación e Información Agrícola No. 43. Un volumen de 282 p. Precio US\$ 3 00.
- BANCO DE DATOS DE BIBLIOGRAFIAS AGRICOLAS DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. 1977. Serie Documentación e Información Agrícola No. 61. Un volumen de 210 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE PESTE PORCINA AFRICANA Y PESTE PORCINA CLASICA. 1978. Serie Documentación e Información Agrícola No. 67. Volumen de 180 p.
- BIBLIOGRAFIA SOBRE SENSORES REMOTOS. 1979. Serie Documentación e Información Agrícola No. 72. Un volumen de 190 p. Precio US\$ 3.00.
- BIBLIOGRAFIA PARTICIPACION DE LA MUJER EN EL DESARROLLO RURAL DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Serie Documentación e Información Agrícola No. 78. Un volumen de 103 p. Precio US\$ 3.00.
- BIOMASA Y OTRAS FUENTES NO CONVENCIONALES DE ENERGIA. Bibliografía. 1980. Serie Documentación e Información Agrícola No. 79. Volumen de 263 p. Precio US\$ 7.00.
- A TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA E O PEQUEÑO AGRICULTOR. Juan Díaz Bordenave. 1980. Serie Publicaciones Misceláneas No. 213. Un volumen de 119 p. Precio US\$ 1.50.
- INTRODUCCION A LA ESTADISTICA. Wilfredo Caballero. 2a. reimpresión 1981. 289 p. US\$ 4.50.
- EN BUSCA DE TECNOLOGIA PARA EL PEQUEÑO AGRICULTOR. Angel Marzocca 1981. 499 p. US\$ 14.00.
- SUELOS DEL TROPICO. Características y manejo. Trad. Serie de Libros y Materiales Educativos. Pedro Sánchez, 1981. Un volumen de 660 p. US\$ 15.00.
- ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE. Orientaciones didácticas para la docencia universitaria. J. D. Bordenave. A. Martins P. 1981. Serie Libros y Materiales Educativos No. 50. Un volumen de 380 páginas. US\$ 10.50.
- FARM MANAGEMENT HANDBOOK. Guillermo Guerra. Trad. Serie Libros y Materiales Educativos No. 49. Un volumen de 300 páginas. 1981. US\$ 16.50.
- MODELOS OPERACIONALES DE REFORMA AGRARIA Y DESARROLLO RURAL. Antonio García. Serie Investigación y Desarrollo No. 3, 1982. Un volumen de 196 p. US\$ 5.00.
- TRES FORMAS DE ACELERAR EL CRECIMIENTO AGRICOLA. A. T. Mosher Trad. Serie Investigación y Desarrollo No. 4, 1982. 94 p. US\$ 2.50.
- CARIBBEAN SEMINAR ON FARMING SYSTEMS RESEARCH METHODOLOGY. IICA/INRA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos No. 228, español, francés, inglés. 1982. Un volumen de 638 p. US\$ 13.00.
- ORGANIZACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN AMERICA LATINA. E. Trigo, M. Piñeiro, J. Ardila. Serie Investigación y Desarrollo No. 2. 1982. Un volumen de 537 p. US\$ 11.90.
- GUIA PARA LA ELABORACION DE PROYECTOS DE DESARROLLO AGROPECUARIO. S. Miragem, coord. Serie Desarrollo Institucional No. 14. 1982. Un volumen de 382 p. US\$ 6.00.