

## Research Note

### COEFICIENTE DE EVAPORÍMETRO PARA PUERTO RICO<sup>1</sup>

Los datos de evaporación obtenidos en las Subestaciones Experimentales Agrícolas de Puerto Rico son importantes para usar eficazmente el agua y el suelo. La evaporación es la cantidad de agua que se evapora de las superficies de agua libre y de la superficie del suelo y las plantas sin incluir la transpiración.<sup>2</sup> La evaporación de lagos, charcas y otras superficies de agua libre se puede calcular a base de las observaciones en un evaporímetro y aplicando algunas fórmulas. Para medir la evaporación se usa el evaporímetro clase A, el cual lo adoptó el Negociado del Tiempo de los Estados Unidos y hoy se acepta mundialmente. El evaporímetro tiene 133.3 cm. de diámetro y 25 cm. de profundidad. Jensen<sup>3</sup> indica que el evaporímetro es un buen indicador de evapotranspiración potencial (ETP). Usando un coeficiente del evaporímetro (Kp) conseguimos la ETP. El coeficiente evaporimétrico varía con la exposición al viento, la humedad y la distancia de la vegetación. Doorenbos y Pruitt<sup>4</sup> recomiendan un Kp de entre 0.7 y 0.9 si el evaporímetro está sobre un área grande de vegetación húmeda, humedad relativa mayor del 40% y viento de débil a moderado.

La ETP se usa para estimar los requisitos de riego de varios cultivos, por lo

tanto es de suma importancia que el estimado de la ETP sea lo más preciso posible.

En Puerto Rico tenemos los datos de evaporación, pero no se han estimado los valores para los coeficientes evaporimétricos.

En este estudio se estimaron coeficientes (Kp) para Adjuntas, Corozal, Fortuna, Gurabo, Isabela, Lajas y Río Piedras, Puerto Rico.

Usamos el modelo de Blaney-Criddle para estimar la ETP.

$ETP = 2.54 \times Kt \times p \times T \dots\dots\dots /1/$   
donde,

Kt = coeficiente climatológico el cual está relacionado con la temperatura del aire.<sup>5</sup>

p = porcentaje mensual de las horas de luz diaria en el año.<sup>6</sup>

T = temperatura media del aire, °F.

Kp se estimó con la siguiente relación:

$Kp = ETP/Eban \dots\dots\dots /2/$   
donde, Kp = coeficiente evaporimétrico, ETP = evapotranspiración potencial de ecuación /1/, Eban = evaporación de evaporímetro clase A.

La evaporación (Eban, mm./día) proviene del promedio de mm. de agua evaporada mensualmente dividido por el total de días de cada mes. El tiempo que se usó para determinar la evaporación media mensual fue 13 años para Adjuntas, 16 para

<sup>1</sup>Manuscrito sometido a la Junta Editorial el 8 de mayo de 1988. Este estudio fué parte del Proyecto C-411, "Bioclimate of Puerto Rico".

<sup>2</sup>Butler, S. S., 1981. Engineering Hydrology. Prentice-Hall, Inc., Eagle Wood Cliffs, N. J. Chapter 10.

<sup>3</sup>Jensen, M. E., 1980. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. Monograph 3 Chapter 6, Am. Soc. Agric. Eng., St. Joseph, MI.

<sup>4</sup>Doorenbos, J. and W. O. Pruitt, 1977. Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper 24.

<sup>5</sup>USDA-SCS, 1970. Irrigation Water Requirements. Eng. Div. Tech. Release No. 21. US Government Printing Office, Washington, D. C. Pages 88.

<sup>6</sup>Goyal, M. R., 1988. Potential evapotranspiration for the South Coast of Puerto Rico with the Hargreaves-Samani Technique. *J. Agric. Univ. P. R.* 72 (1): 57-63.

CUADRO 1.—Relación entre evapotranspiración potencial (PET) y evaporación del evaporímetro clase A (Eban) en las Subestaciones Experimentales Agrícolas de Puerto Rico

Mes	Eban <sup>1</sup>	ETP <sup>2</sup>	Kp mensual	Kp anual	r <sup>3</sup>
			<i>Adjuntas, 1967-80</i>		
Enero	2.74	2.31	0.84	0.83	0.89
Febrero	3.21	2.40	0.75		
Marzo	3.26	2.62	0.81		
Abril	4.20	2.92	0.70		
Mayo	4.42	3.42	0.77		
Junio	4.73	3.75	0.79		
Julio	4.68	3.52	0.75		
Agosto	4.19	3.47	0.83		
Septiembre	3.77	3.32	0.88		
Octubre	3.55	3.06	0.86		
Noviembre	2.77	2.82	1.02		
Diciembre	2.58	2.36	0.92		
			<i>Corozal, 1964-80</i>		
Enero	2.70	2.79	1.03	0.98	0.90
Febrero	3.29	2.93	0.87		
Marzo	3.74	3.24	0.87		
Abril	4.20	3.61	0.86		
Mayo	4.52	4.18	0.93		
Junio	5.00	4.56	0.91		
Julio	4.87	4.25	0.87		
Agosto	4.32	4.20	0.97		
Septiembre	3.80	3.99	1.05		
Octubre	3.61	3.67	1.02		
Noviembre	2.83	3.34	1.18		
Diciembre	2.42	2.89	1.20		
			<i>Fortuna, 1964-80</i>		
Enero	4.84	3.14	0.65	0.70	0.69
Febrero	5.54	3.25	0.59		
Marzo	6.06	3.55	0.59		
Abril	7.07	3.99	0.56		
Mayo	6.48	4.50	0.69		
Junio	6.77	4.86	0.72		
Julio	7.26	4.65	0.64		
Agosto	6.48	4.55	0.70		
Septiembre	5.73	4.33	0.76		
Octubre	4.90	4.00	0.82		
Noviembre	4.17	3.78	0.91		
Diciembre	4.42	3.28	0.74		
			<i>Gurabo, 1961-80</i>		
Enero	3.16	2.98	0.94	0.83	0.83
Febrero	3.93	3.10	0.79		
Marzo	4.45	3.43	0.77		
Abril	5.00	3.81	0.76		
Mayo	4.90	4.40	0.90		
Junio	5.20	4.71	0.91		

Mes	Eban <sup>1</sup>	ETP <sup>2</sup>	Kp mensual	Kp anual	r <sup>2</sup>
Julio	5.23	4.45	0.85		
Agosto	4.90	4.41	0.90		
Septiembre	4.60	4.19	0.91		
Octubre	3.90	3.86	0.99		
Noviembre	3.20	3.59	1.12		
Diciembre	3.06	3.11	1.02		
<i>Lajas, 1949-80</i>				0.75	0.76
Enero	3.87	2.87	0.74		
Febrero	5.00	3.04	0.61		
Marzo	5.58	3.31	0.59		
Abril	6.00	3.74	0.62		
Mayo	6.26	4.35	0.69		
Junio	6.63	4.71	0.71		
Julio	6.26	4.38	0.70		
Agosto	5.68	4.27	0.75		
Septiembre	5.03	4.11	0.82		
Octubre	4.32	3.78	0.88		
Noviembre	3.67	3.52	0.96		
Diciembre	3.26	3.00	0.92		
<i>Río Piedras, 1963-65, 72-80</i>				0.80	0.80
Enero	3.61	2.91	0.81		
Febrero	4.21	3.03	0.72		
Marzo	5.03	3.37	0.67		
Abril	5.60	3.74	0.67		
Mayo	5.45	4.33	0.79		
Junio	5.67	4.65	0.82		
Julio	5.81	4.39	0.76		
Agosto	5.39	4.35	0.81		
Septiembre	4.67	4.17	0.89		
Octubre	4.19	3.80	0.91		
Noviembre	3.80	3.52	0.93		
Diciembre	3.55	3.05	0.86		
<i>Isabela, 1963-80</i>				0.78	0.61
Enero	3.77	2.90	0.77		
Febrero	4.43	3.03	0.68		
Marzo	5.48	3.33	0.61		
Abril	5.83	3.68	0.63		
Mayo	5.22	4.19	0.80		
Junio	5.27	4.49	0.85		
Julio	5.35	4.32	0.81		
Agosto	5.23	4.22	0.81		
Septiembre	4.67	4.05	0.87		
Octubre	4.13	3.73	0.90		
Noviembre	4.20	3.51	0.84		
Diciembre	4.03	3.03	0.75		

<sup>1</sup>Medidas del evaporímetro clase A, mm./día.

<sup>2</sup>ETP = Evaporación potencial con la ecuación de Blaney-Criddle, mm./día.

<sup>3</sup>r<sub>1</sub> = Coeficiente de correlación Eban contra ETP.

CUADRO 2.—Requisitos de riego para la cosecha de pimiento sembrado en Fortuna durante el periodo del 1 de diciembre de 1987 al 31 de marzo de 1988

Parámetro	Unidad	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Total	Comentarios
Kc <sup>6</sup>	—	0.53	0.80	1.02	0.95	—	
Kp	—	0.74	0.65	0.59	0.59	—	Cuadro 1
Epan	mm./mes	137	150	155	188	630	Cuadro 1
UC	mm./mes	73	78	93	105	349	Ec./3/
Ll	mm./mes	21	9	11	6	47	—
RRN	mm./mes	52	69	82	99	302	Ec./4/
RR	mm./mes	65	86	102	124	377	Ec./5/

Corozal y Fortuna, 19 para Gurabo, 31 para Lajas, 10 para Río Piedras y 17 para Isabela (cuadro 1).

Kp (razón entre EPT y Eban) anual fue 0.83 en Adjuntas, 0.98 en Corozal, 0.70 en Fortuna, 0.83 en Gurabo, 0.75 en Lajas, 0.80 en Río Piedras y 0.78 en Isabela. Los valores presentados por Doorenbos y Pruitt fluctúan entre 0.75 y 0.85. El coeficiente de correlación (r) de ETP contra Epan varió de 0.61 a 0.90 y fue significativo al 5%. Esto implica que los valores de Kp se pueden usar para estimar ETP con la ecuación /2/. Tomando en cuenta que el Kp no debe ser más de uno (1.0) podemos concluir que la ecuación /1/ se puede usar para estimar el Kp en todas las subestaciones excepto Corozal, y todos los meses excepto noviembre en Adjuntas y noviembre y diciembre en Gurabo. Como se indicara, uno de los beneficios o usos más importantes para estos parámetros es el riego. El siguiente ejemplo muestra cómo utilizar el Kp y Eban para estimar los requisitos de riego.

Ejemplo: Cosecha: Pimiento

Fecha de siembra: 1 de diciembre de 1987

Fecha de cosecha: 31 de marzo de 1988

Con las siguientes relaciones<sup>6</sup> podemos estimar el consumo de agua (UC), el requisito de riego neto (NIR) y el requisito de riego (RR).

$$UC = Kc \times Kp \times Eban \dots\dots\dots /3/$$

$$RRN = (UC - Ll) \dots\dots\dots /4/$$

$$RR = RRN/ER \dots\dots\dots /5/$$

de donde, Kc = coeficiente de cosecha, UR = lluvia real y ER = eficiencia de riego.

El cuadro 2 presenta los cálculos hechos con las ecuaciones /3/, /4/ y /5/.

El requisito de riego total fue 377 mm. Este valor está en un margen de 5% al compararse con el estimado hecho por Goyal.<sup>6</sup>

Megh R. Goyal

Departamento de Ingeniería Agrícola

Eladio González

Departamento de Agronomía y Suelos