

EXPERIENCIAS DEL MANEJO DEL AGUA EN EL CULTIVO DE PAPA ✓

Humberto Matiz S.*

I. INTRODUCCION

Uno de los factores que ocasionan mayor pérdida en el cultivo de papa, es la deficiencia de agua en sus diferentes etapas (establecimiento, floración y maduración), por épocas prolongadas de verano, con lo cual se afectan los rendimientos y la calidad de los tubérculos producidos.

En la actualidad la papa representa un papel importante en la canasta familiar, puesto que más del 90% de la población colombiana la consume en una u otra forma. Esta demanda puede estabilizarse para cualquier época del año, siempre y cuando los cultivos dispongan de la humedad necesaria en el suelo para su desarrollo.

Cuando la precipitación natural no provee de humedad suficiente al cultivo para su desarrollo es indispensable la aplicación del riego y para ello es necesario determinar las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y cuales serán las más susceptibles a los déficit de humedad. Todo esto permitiría mediante una producción continuada la estabilización de los precios del mercado.

* Ingeniero Agrónomo Asistente Programa Manejo de Aguas ICA-Tibaitatá.
Apartado Aéreo 151123 Eldorado, Bogotá.

2. REVISION DE LITERATURA

Los requerimientos de agua están dados en rangos que dependen mucho de las precipitaciones, suministro de riego y de las características del suelo.

Según Doorembos y Kasan, para obtener altos rendimientos, el uso consuntivo para el cultivo de la papa es de 500 a 700 mm dependiendo del clima (12).

Giralt y Ramírez en 1976 en Alquizar, Cuba, estudiaron el efecto de varios niveles de humedad en el suelo en diferentes etapas del cultivo de papa con 2 variedades "Claudia" y Desiree". En ambas variedades se obtuvieron rendimientos máximos de 35 t/ha cuando el riego se aplicó a 85% de capacidad de campo durante todo el desarrollo del cultivo contra 19 t/ha cuando se regó a 70% de capacidad de campo. Iguales rendimientos se obtuvieron cuando se regó a 85% de la capacidad en los primeros 50 días después de la germinación y a 70% en el resto del período. En ambas variedades los tratamientos más húmedos recibieron 10 riegos y los menos húmedos 5 riegos. Una de las conclusiones importantes obtenidas en este ensayo fué que la evapotranspiración diaria alcanza sus máximos valores en las fases de formación y crecimiento de los tubérculos (4).

Dicen Palacios y Villamarin citando a Fulton y Maruwin que estudiando el efecto de la humedad del suelo a niveles de 25%, 50% y 75% de la capacidad de campo sobre la producción de papa, registraron notorios para el nivel del 50% sobre el de 25% pero no se presentó incremento adicional para el nivel del 75% (11).

Aquí se concluyó que no solo era importante la cantidad de agua aplicada al cultivo, sino la época del riego. Durante la floración el suministro de agua es muy importante.

En el método de riego por goteo el suministro de agua se hace casi individualmente lo que permite un desarrollo óptimo y producciones superiores a los obtenidos por otros métodos de riego.

Según Goldberg y Shmueli el riego por goteo consiste en una distribución lateral de agua a presión a una red de boquillas por las cuales se descarga el agua con una presión prácticamente nula (5).

El mismo autor hizo una comparación entre el riego por aspersión y riego por goteo en un cultivo de pepinos. Con el riego por aspersión no se obtuvo ningún rendimiento ya que el follaje se quemó debido a la salinidad y las plantas no produjeron ningún fruto. Por otra parte, las plantas que se regaron por goteo produjeron 38.14 toneladas por hectárea.

Rolland citado por Alarcón y Ocoró, realizó estudios sobre la formación del bulbo con el propósito de determinar la separación entre goteros, trabajó con suelos arenosos y distribuyó el agua de modo continuo por goteros durante tres semanas y con tres intensidades de caudal : 0.26 litros/hora, 0.56 litros/hora y 0.81 litros/hora. El suelo se protegió contra la lluvia mediante una lámina de plástico, la humedad fué medida en muestras de suelo tomadas del estrato del perfil, observando que el suelo tenía tendencia a la formación de bulbos invertidos, con

un rápido descenso de agua en profundidad y poco en sentido horizontal. Entre más débil fue la intensidad del caudal, mayor fue la tendencia del bulbo a extenderse hacia abajo (1).

Adaptando este mismo procedimiento ensayó en suelos arcillosos con goteros de caudales 0.48 litros/hora, 0.60 litros/hora y 0.84 litros/hora. La humedad se espaciaba bastante en la superficie pero era muy débil la infiltración hacia abajo. Para un caudal de 4 litros, el diámetro humedecido fue de 3,0 m. en la superficie y a 0.5 m de profundidad el diámetro humedecido fue de 0.8 m. Para un caudal de 0.84 litros/hora, el diámetro mojado fue de 4 m en la superficie y de 2.8 m de diámetro a una profundidad de 1.4 m.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 RIEGO POR SUPERFICIE

Estos proyectos se desarrolló en la Sabana de Bogotá con la variedad ICA San Jorge empleando el método de surco en caballones de doble hilera y de hilera sencilla comparando tres módulos de riego con 10 diferentes niveles de fertilización. Los niveles de humedad empleados fueron:

R - 0 : Sin riego

R - 1 : Cuando el contenido de humedad descienda al 75% regar a capacidad de campo.

R - 2 : Cuando el contenido de humedad descienda al 50% regar a capacidad de campo.

La interacción con fertilización se hizo con las siguientes dosis para el surco de doble hilera:

N : 0, 30, 60, 75, 120 Kg/ha

P_2O_5 : 0, 90, 180, 225, 270 Kg/ha

K_2O : 0, 50.

Para el experimento de hilera sencilla:

N : 0, 30, 60, 75, 90 y 120 Kg/ha

P_2O_5 : 0, 90, 180, 225, 270, 360 Kg/ha

K_2O ; 0, 50.

Las dosis de N, P y K se acomodaron a un diseño de tratamiento PLAN PUEBLA II.

Los resultados se pueden apreciar en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Producción por tratamiento de fertilización y nivel de riego de surco en caballones de doble hilera para papa variedad San Jorge.

Tratamiento No.	Fertilización Kg/ha			Producción en t/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	R-0	R-1	R-2
1	60	90	50	34.5	34.8	38.0
2	30	180	50	32.9	33.7	33.0
3	60	180	50	41.7	43.7	41.7
4	90	180	50	35.6	38.8	34.7
5	90	270	50	39.2	37.8	37.4
6	60	270	50	36.4	41.8	39.2
7	75	225	50	34.9	36.6	36.3
8	120	270	50	38.8	39.6	41.7
9	90	360	50	31.6	29.4	35.8
10	0.0	0.0	0.0	27.5	25.4	26.7
Promedio				35.3	36.2	36.4

TABLA 2. Producción por tratamiento de fertilización y nivel de riego en surco sencillo para la variedad de papa ICA-San Jorge.

Tratamiento No.	Fertilización Kg/ha			Producción en t/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	R-0	R-1	R-2
1	60	90	50	28.7	33.0	34.2
2	30	180	50	27.9	37.2	37.2
3	60	180	50	31.8	39.1	40.4
4	90	180	50	26.7	31.9	34.5
5	90	270	50	30.2	38.4	40.6
6	60	270	50	28.8	37.6	32.5
7	75	225	50	37.3	40.1	40.6
8	120	270	50	25.6	34.6	30.5
9	90	360	50	29.2	38.2	38.3
10	0.0	0.0	0.0	24.4	31.9	39.9
Promedio				29.1	36.2	36.9

Para los dos experimentos se observó que la mejor producción se logró cuando la humedad del suelo desciende en un 50%.

4. RIEGO POR ASPERSION

Empleando el método de aspersión para generar gradientes de humedad en el suelo se evaluaron cuatro variedades de papa. Se determinaron por medio del balance hídrico, la evapotranspiración y se obtuvieron las respectivas ecuaciones de producción de c/u de ellas, lo mismo que las curvas de Kc para cada nivel de humedad.

Los principales resultados logrados se condensan en la Tabla 3.

TABLA 3. Rendimientos, ETR y ECUACION de producción para cuatro variedades de papa.

	PASTUSA	TEQUENDAMA	PURACE	SAN JORGE
REND. t/ha	22.45	30.05	27.98	20.4
ET mm	333	324	309	362
ECUAC. Prod.	$Re=-3.41+0.07ET$	$Re=1.39+0.08ET$	$Re=-2.01+0.08ET$	$Re=-0.94+0.06ET$

Para cada variedad se graficó el factor de cultivo Kc. tomado como la relación de Evapotranspiración/Evaporación del tanque tipo "A" contra el tiempo,

encontrándose los mayores valores entre 60 y 90 días del período vegetativo del cultivo los cuales corresponden a la etapa de floración Gráficas 1 y 2.

5. RIEGO POR GOTEO

Por este método de riego se buscó inicialmente estimar los requerimientos hídricos reales del cultivo de papa a nivel diario y determinar la influencia de algunos factores climáticos sobre cada fase de desarrollo del cultivo.

Se usó la variedad ICA-CHITAGA y se emplearon parcelas con riego y sin riego en áreas de 250 m^2 (25 x 10m). Se tuvieron en cuenta los fenómenos meteorológicos importantes lo mismo que las observaciones en cuanto al desarrollo del cultivo para determinar las fases fenológicas del cultivo.

Se determinó la evapotranspiración real, el coeficiente K_c y el balance de agua para riego como para secano.

Los principales resultados logrados se condensan en las Tablas 4 y 5.

En la parcela de riego un rendimiento ligeramente mayor 32.5 t/ha con respecto a la de secano 32.0 t/ha. La parcela de riego mostró un exceso de agua de 169.4 mm durante el período vegetativo indicando que el suelo estuvo caso todo el tiempo del ciclo vegetativo por encima de la capacidad de almacenamiento a excepción de los primeros 15 días de la Fase I donde se presentó déficit de humedad. Gráfica 3.

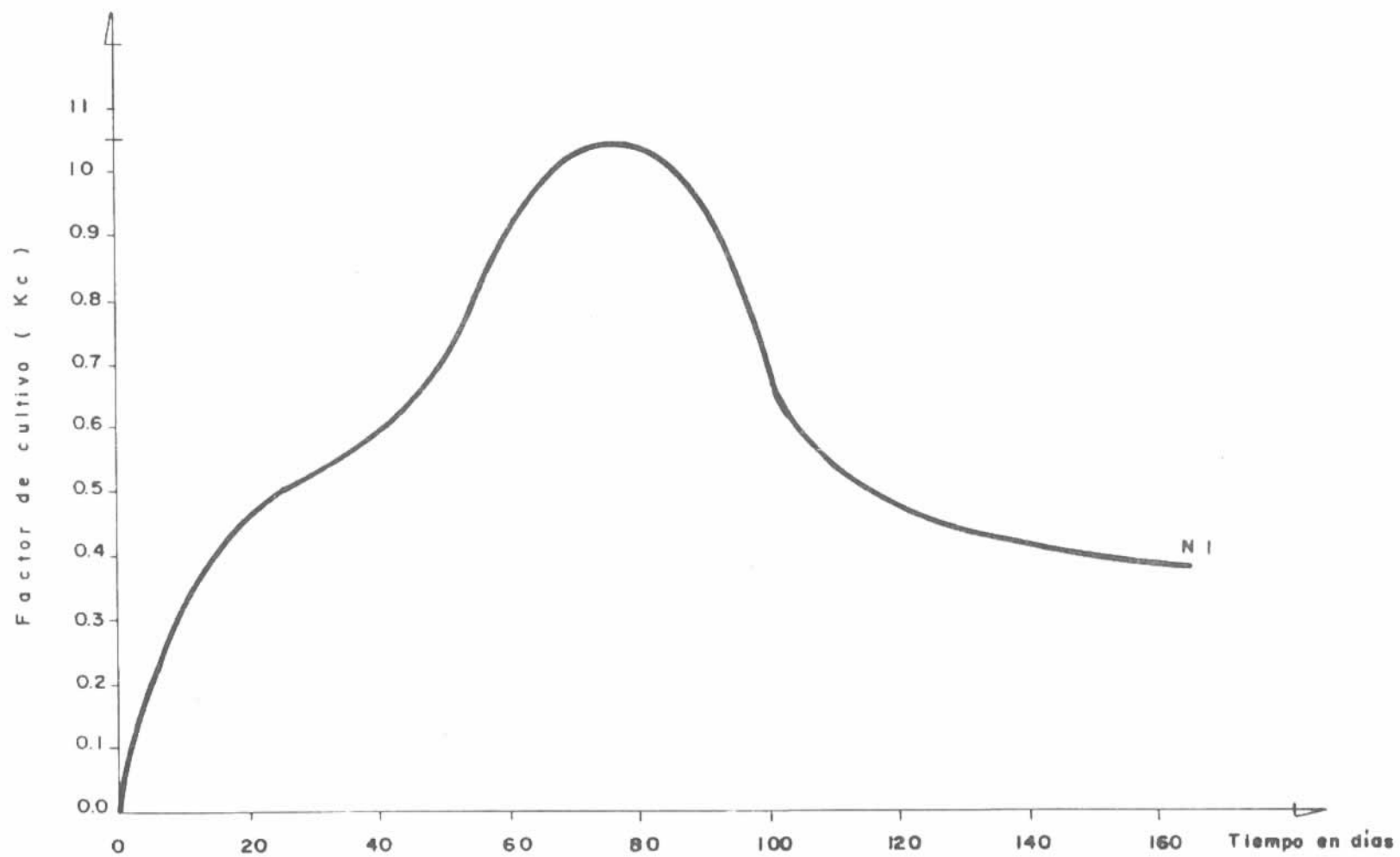


FIGURA 1. Factor de cultivo. Variedad Tequendama C.N.I. Tibaitatá 1.984

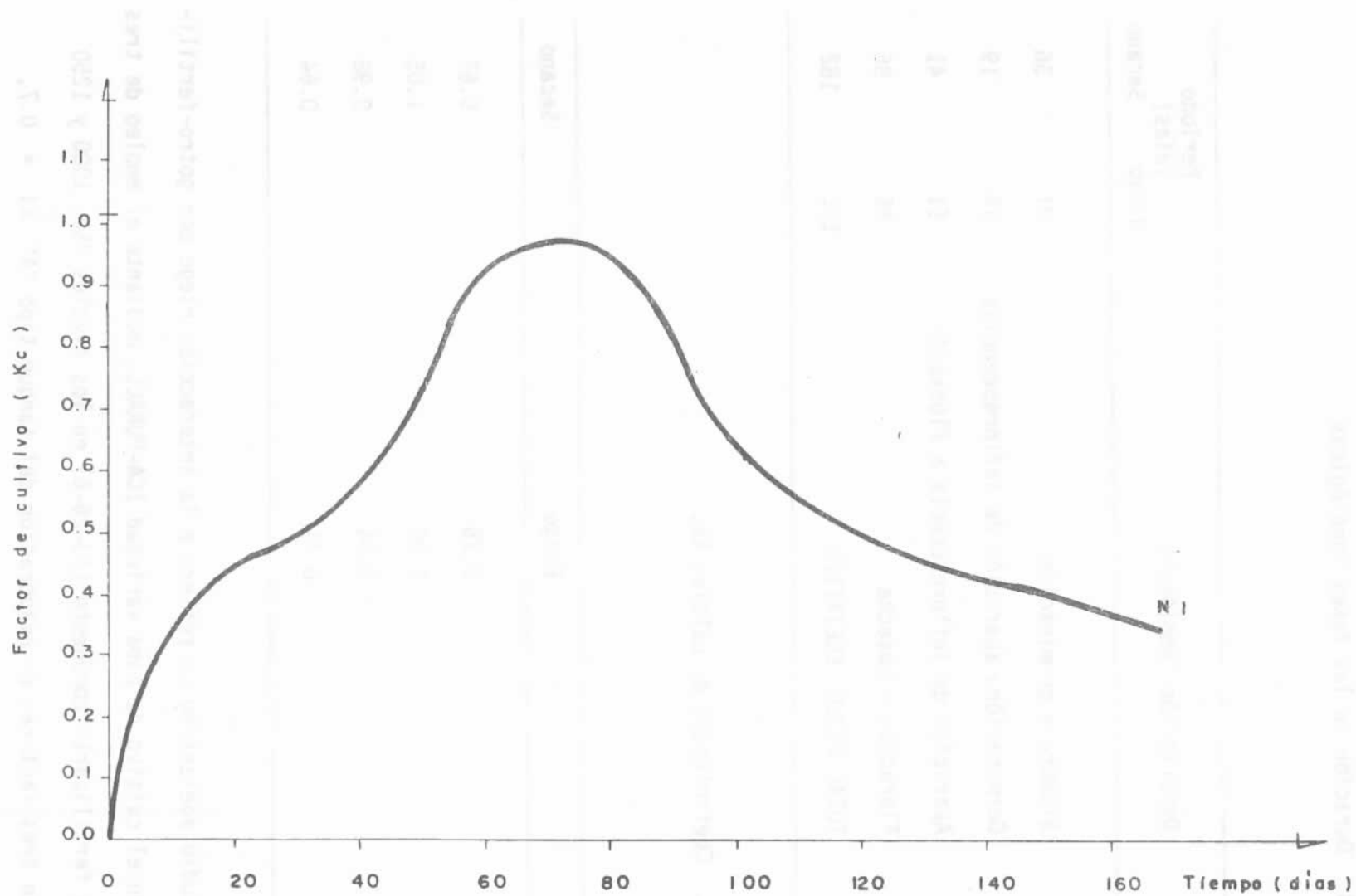


FIGURA 2. Factor de cultivo . Variedad Puracé C. N. I. Tibaltata 1.984

TABLA 4. Duración de las fases fenológicas

Fase	Descripción Fenológica	Período (días)	
		Riego	Secano
I	Siembra a germinación	31	36
II	Germinación a aparición de inflorescencias	14	19
III	Aparición de inflorescencia a floración	51	41
IV	Floración - Cosecha	86	86
	TOTAL CICLO VEGETATIVO	182	182

TABLA 5. Coeficientes de cultivo Kc.

Fase	Riego	Secano
I	0.78	0.67
II	1.04	1.05
III	0.94	0.98
IV	0.71	0.64

Otro estudio adelantado se refiere a la interacción riego por gotro-fertilización en el cultivo de papa variedad ICA-PURACE, mediante el empleo de tres dosis de fertilizante compuesto (13-26-6) en los niveles 750, 1000 y 1250 Kg/ha con tres factores de evaporación del tanque tipo "A" $K_1 = 0.7$,

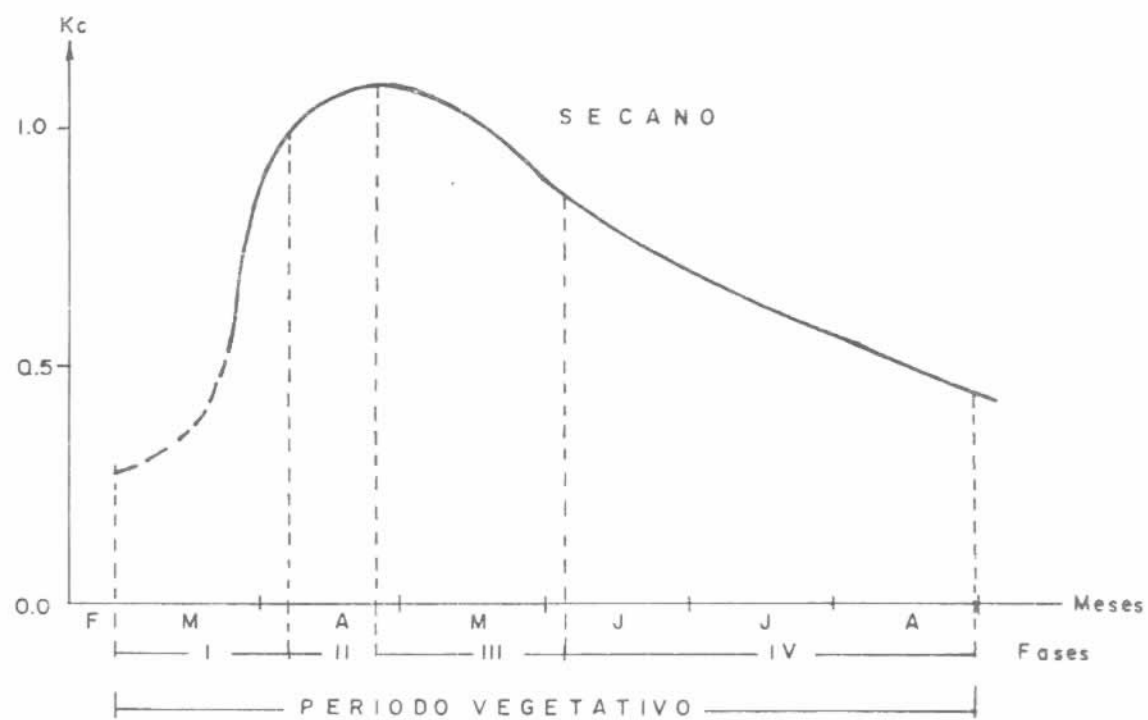
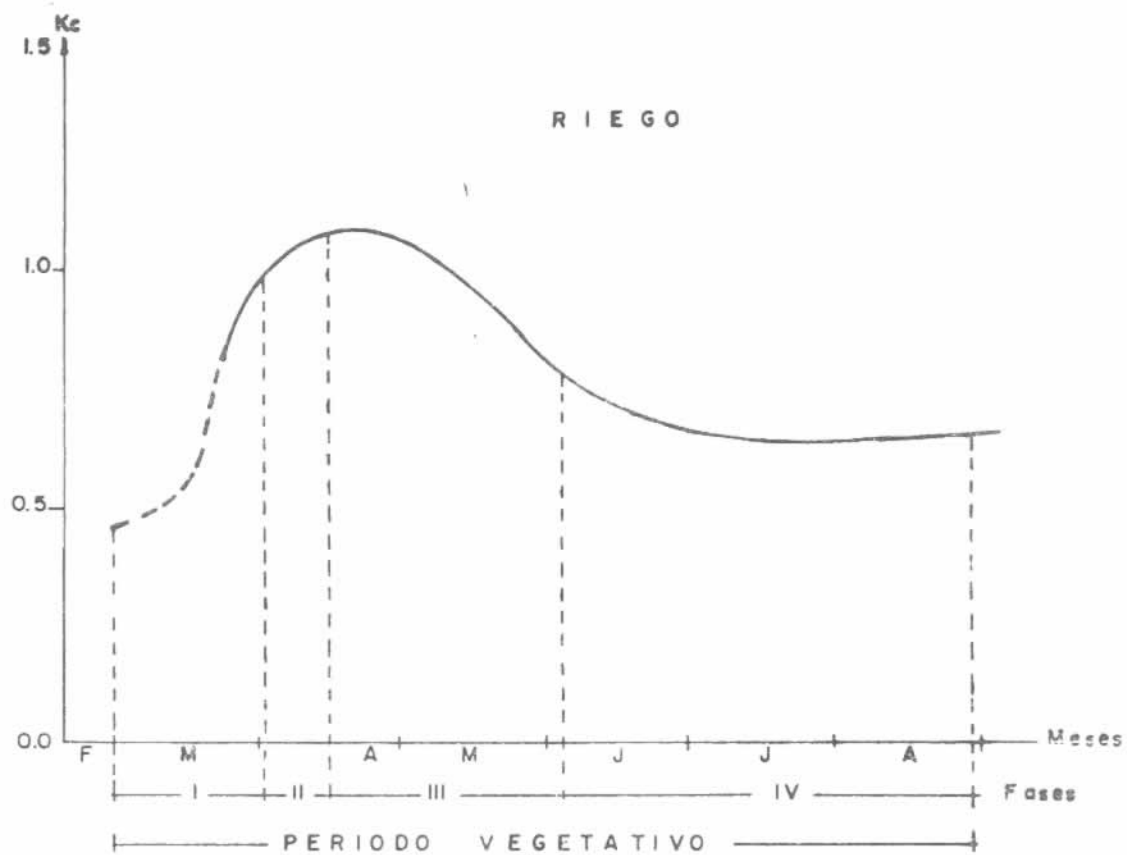


FIGURA 3. Coeficientes hídricos del cultivo de papa. Variedad ICA. - Chitaga.

$K_2 = 0.9$, $K_3 = 1.1$ tres tratamientos con fertilizante y sin riego y un testigo absoluto sin riego ni fertilizante.

La fertilización se hizo al momento de la siembra y la aplicación de riego se efectuó de acuerdo a la precipitación y evaporación diaria.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglos factoriales de 4×3 , análisis de regresión para determinar el mejor tratamiento.

Los mejores rendimientos logrados se condensan en la Tabla 6.

TABLA 6. Factor K de evaporación, lámina aplicada, dosis de fertilizante y rendimiento para los mejores tratamientos riego-fertilización.

Tratamiento	Factor Evaporación (diaria)	Lámina Aplicada (mm)	Dosis Fertilizante Kg/ha	Rendimiento t/ha
Lo F1	K_0	0.00	750	35.70
L1 F2	K_1	149.79	1000	42.70
L2 F3	K_2	194.47	1250	33.74
L3 F1	K_3	235.06	750	34.59

Donde:

Lo = 0.0 Ev = K_0

L1 = 0.7 Ev = K_1

L2 = 0.9 Ev = K_2

L3 = 1.1 Ev = K_3

F0 = 0.0 Kg/ha 13-26-6

F1 = 750 Kg/ha 13-26-6

F2 = 1000 Kg/ha 13-26-6

F3 = 1250 Kg/ha 13-26-6

En la gráfica 4 se aprecia el comportamiento de la lluvia y la evaporación del tanque tipo "A" durante el ciclo vegetativo del cultivo. Se puede apreciar que en la mayoría del período del cultivo se presentó deficiencia de precipitación con respecto a la evaporación durante el mismo tiempo. El riego continuo se presenta como la mejor alternativa para la producción.

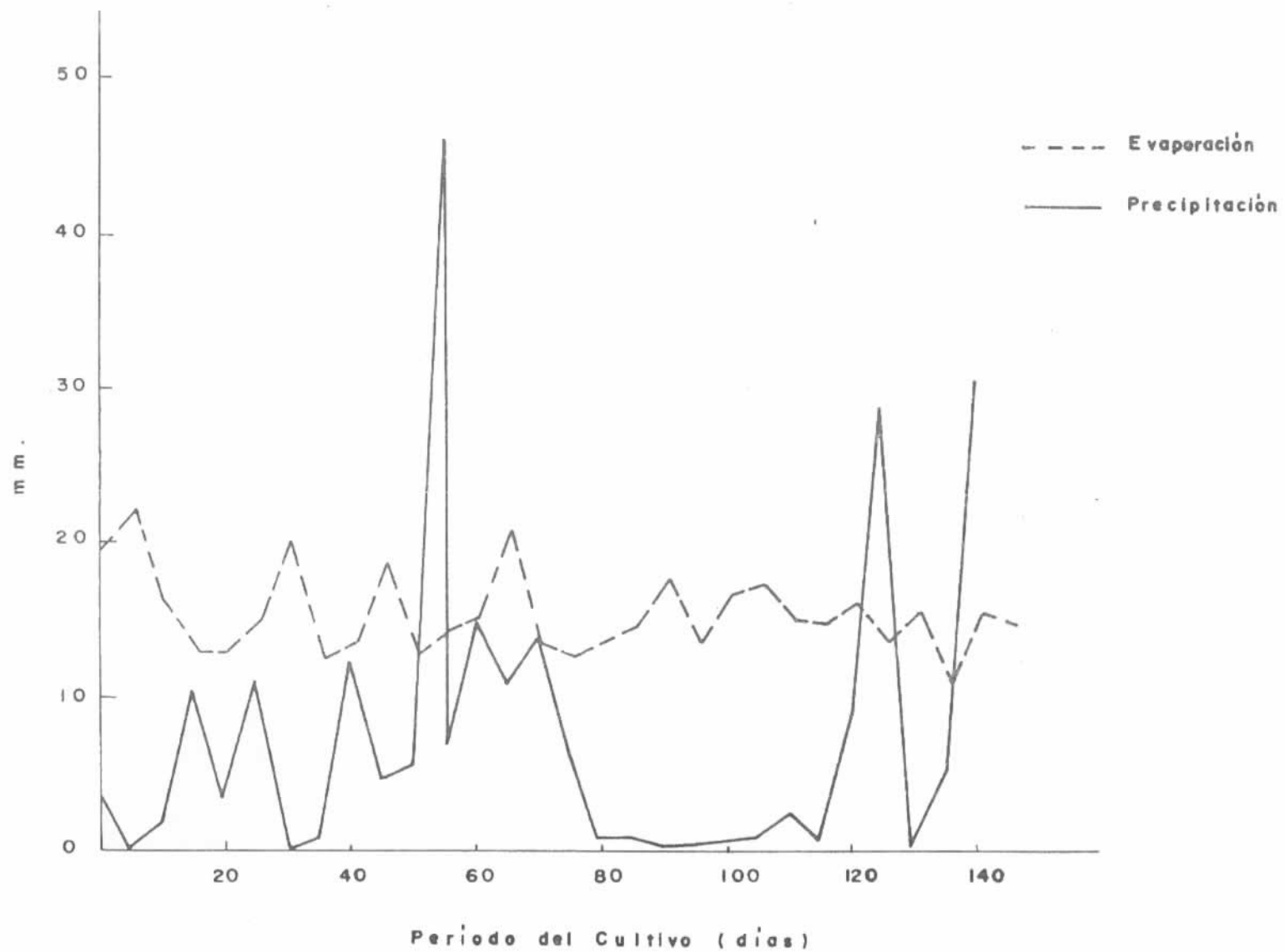


FIGURA 4. Comportamiento de la lluvia y la evaporación (Tanque tipo "A") durante el ciclo vegetativo del cultivo (Lote N° 65)

BIBLIOGRAFIA

1. BENAVIDEZ, B.O. 1979. Módulos de riego por goteo en Fresa (Fragaria chiloensis var. Tioga Californiana). Tesis Mag. Sci. UN-ICA. Bogotá. 79p.
2. FORERO, J.A. 1979. Riego por goteo en el minifundio colombiano. III Seminario Latino Americano de riego por goteo. Campinas-Brasil. 20p.
3. FORERO, J.A.; GUTIERREZ, J.H.; MARTINEZ, R. 1979. Determinación de la lámina de riego por goteo en lechuga (Lactuca sativa L. var Calmar). Revista ICA, Bogotá (Colombia) Vol. XIV - No. 1:51 58p.
4. GUERRERO, M.C.; OLIVEROS, A. 1980. Riego por goteo y por aspersion en la producción de papa (Solanum tuberosum L. var ICA-San Jorge). Tesis Ing. Agr. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja, Tunja. 110p.
5. SUAREZ, J.G. 1980. Aportes del Programa Recursos de Agua y Tierra del ICA al Desarrollo Rural en Cáqueza. ICA-Tibaitatá. 105p.
6. SUAREZ, J.G.; CASTRO, C.C. 1980. Efectos del riego por goteo y la fertilización nitrogenada en la producción de Tomate Manapal. ICA, Programa Recursos de Agua y Tierra. 20p. (mimeógrafo).
7. SUAREZ, J.G. 1978. Informe anual de labores al grupo multidisciplinario de Hortalizas y Tuberosas. Documento de trabajo No. 006-032-78 Regional No. 1 ICA. Programa Recursos de Agua y Tierra. Tibaitatá. 18p.
8. SUAREZ, J.G. 1978. Riego por goteo en zonas de minifundio, Programa de Recursos de Agua y Tierra ICA-Tibaitatá. 17p. (mimeógrafo).
9. SUAREZ, J.G. 1982. Informe anual de actividades. Documento de trabajo. Programa Recursos de Agua y Tierra. Tibaitatá. 171p.
10. SUAREZ, J.G. 1986. Informe anual de actividades. Documento de trabajo. Programa Manejo de Aguas Regional No. 1. Tibaitatá. 34p.
11. SUAREZ, J.G.; MATIZ, H.; VILLANEDA, V.E. 1987. Informe anual de actividades. Documento de trabajo. Programa Manejo de Aguas Regional No. 1-Tibaitatá. 15p.

11. PALACIOS M.R.; VILLAMARIN A.M. 1988. Gradiente de Humedad del suelo en la producción de cuatro variedades de papa. Bogotá Universidad Jorge Tadeo Lozano (Tesis Agrólogo).
12. SERNA V.J.A. 1987. Gradiente de humedad en cuatro variedades de papa bajo riego por aspersión. Bogotá Universidad Jorge Tadeo Lozano (Tesis Agrólogo).