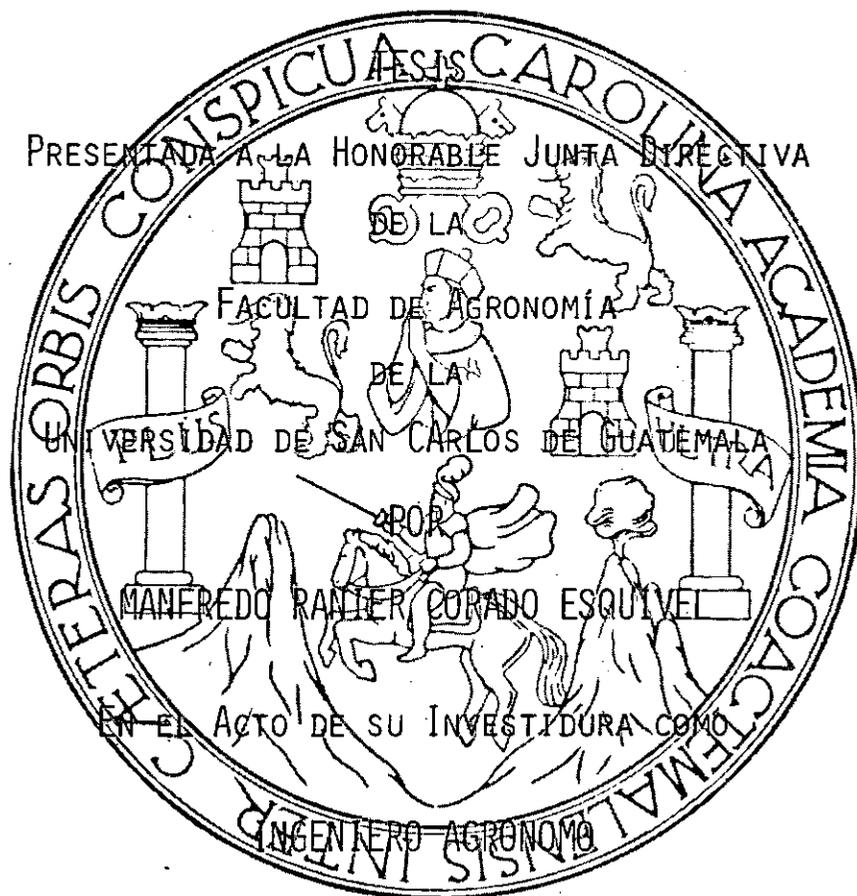


D. L.
01
T(529)
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

"EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y
EVAPOTRANSPIRACION EN MELON (CUCUMIS MELO L.)
EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA"



EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

GUATEMALA, AGOSTO DE 1984.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. EDUARDO MEYER MALDONADO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Vocal Primero:	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
Vocal segundo:	Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.
Vocal Tercero:	Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
Vocal Cuarto:	Prof. Heber Arana
Vocal Quinto:	Prof. Leonel Gómez
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
Examinador:	Ing. Agr. Rudy Herrera Pérez
Examinador:	Ing. Agr. Carlos Fernández Pérez
Examinador:	Ing. Agr. Arturo López Cabrera
Secretario:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma



Referencia
Asunto
.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1643

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

19 de julio de 1984

Ing. Agr. César Castañeda
Decano
Facultad de Agronomía
Presente

Señor Decano:

En atención al nombramiento recibido de esa Decanatura, me permito manifestar a usted que he asesorado y revisado el trabajo de Tesis titulado "EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION DEL MELON (Cucumis melo L.) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA" desarrollado por el estudiante Manfredo Ranier Corado Esquivel.

Considero que dicho trabajo de investigación cumple con los requisitos para ser presentado como Tesis para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, y constituye además un valioso aporte al desarrollo de la Agricultura, bajo riego en Guatemala.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval I.

JSI/edee

Guatemala, julio 9 de 1984.

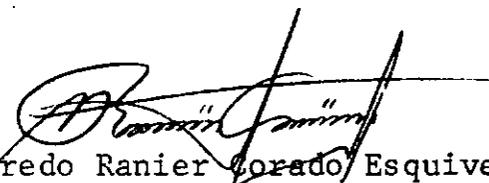
Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de
Guatemala
Ciudad

En cumplimiento a lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el presente trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y LA EVAPOTRANSPIRACION EN MELON (Cucumis melo), EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA".

Como requisito previo a optar el Título profesional de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera de que el mismo merezca su aprobación, - me es grato presentarles mi respetuoso saludo.

Atentamente,



Manfredó Ranier Colorado Esquivel

ACTO QUE DEDICO

A DIOS.

A mis padres

Humberto Corado y Corado
Tráncito Esquivel de Corado

A mis hermanos

Cristina, Miriam, Blanca, Aminta,
Guicela, Connie, Flor de María --
Humberto, Jiriam y Geovanny.

A mis tíos,
En especial a

Remberto Esquivel

A la memoria de mis
abuelos:

Gregorio, Gregoria, Flavio y María

A mis sobrinos

A mis Cuñados

A las familias

De León Estrada.
Santos Molina

A mis amigos en general.

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A AGUA BLANCA, JUTIAPA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

AL INSTITUTO NORMAL PARA VARONES DE ORIENTE

AL INSTITUTO NACIONAL MIXTO DE EDUCACION
BASICA CON ORIENTACION AGROPECUARIA

A TODOS LOS CAMPESINOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

- AL Esfuerzo hecho por mis padres durante toda mi vida y al que debo este triunfo.
- AL Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval Illescas, por la asesoría en el presente trabajo y por su valiosa colaboración en la elaboración del mismo.
- AL Ing. Agr. M.C. César Cisneros, por su valiosa colaboración.
- AL Ing. Agr. Enio L. Aguilar, por su colaboración prestada en la Conducción del trabajo de campo.
- AL Ing. Agr. Carlos Cajas, por su valiosa colaboración.
- AL Intituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía.
- AL Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).
- A La Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA).

El presente trabajo de tesis forma parte del programa de Frecuencias de Riego del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la USAC y fue desarrollado mediante el convenio existente entre la Facultad de Agronomía y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA).

I N D I C E G E N E R A L

	Página
INDICE DE CUADROS	
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. HIPOTESIS	3
3. OBJETIVOS	4
3.1 Generales	
3.2 Específicos	
4. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 Características y necesidades climáticas del cultivo	5
4.2 Efecto de la humedad en el cultivo	6
4.3 Frecuencia y programación del riego.	7
4.4 Necesidad de riego	9
4.5 Constantes de humedad del suelo	9
4.6 Método del plástico para determinar den- sidad aparente.	10
4.7 Evapotranspiración	11
4.8 Método para determinar la evapotranspira- ción	12
4.8.1 Método de parcelas de campo	12
4.8.2 Método Blanney-Criddle	13
4.8.3 Método de evaporación del tanque	14
4.8.4 Método de Hargreaves	15
5. MATERIALES Y METODOS	17
5.1 Descripción y localización del sitio ex- perimental	17
5.2 Análisis de suelo y agua	18
5.2.1 Análisis físico-químico del suelo	18
5.2.2 Determinación de constantes de hu- medad.	18
5.2.3 Análisis del agua de riego.	19

	Página
5.3 Aspectos Agronómicos	21
5.3.1 El riego	21
5.3.2 Manejo del cultivo	21
5.4 Manejo del experimento	22
5.4.1 Materiales y equipo	22
5.4.2 Descripción del método y cantidad de agua a aplicar.	22
5.5 Diseño estadístico	25
6. RESULTADOS Y DISCUSION	27
6.1 Variables respuesta	27
6.1.1 Rendimiento	28
6.1.2 Número de plantas vivas al final del ciclo	30
6.1.3 Contenido de azúcar	31
6.2 Uso del agua	31
7. CONCLUSIONES	39
8. RECOMENDACIONES	41
9. APENDICE	42
10. BIBLIOGRAFIA	

I N D I C E D E C U A D R O S

		Página
Cuadro 1	Propiedades físicas del suelo	20
Cuadro 2	Análisis químico del suelo	20
Cuadro 3	Resultados de los promedios de las variables respuestas de los seis - tratamientos	28
Cuadro 4	Análisis de varianza para el rendimiento (No. Cajas exportables)	43
Cuadro 5	Rendimiento en cajas exportables por -- tratamiento y repetición.	43
Cuadro 6	Análisis de varianza para el rendimiento (Kg/Ha.)	44
Cuadro 7	Rendimiento en kilogramos por tratamiento y repetición.	44
Cuadro 8	Número de plantas vivas al final del ciclo de cultivo por tratamiento y repetición.	45
Cuadro 9	Análisis de varianza para el número de -- plantas vivas al final del ciclo de culti <u>v</u> vo.	45
Cuadro 10	Contenido de azúcar (Grados Brix) por tra <u>t</u> tamiento y repetición.	46
Cuadro 11	Análisis de varianza para el contenido de azúcar (Grados Brix)	46
Cuadro 12	Lámina de agua, en cm, aplicadas en cada riego para los seis tratamientos.	33
Cuadro 13	Evapotranspiración total para los seis tratamientos y para Blanney-Criddle, Har- greaves y Tanque Evaporímetro.	35
Cuadro 14	Cálculo de la evapotranspiración por la fórmula de Blanney-Criddle durante todo el ciclo de cultivo.	47

	Página
Cuadro 15 Cálculo de la evapotranspiración por la fórmula de Hargreaves durante todo el ciclo de cultivo	48
Cuadro 16 Evaporación del Tanque tipo "A" durante todo el ciclo de cultivo	49
Cuadro 17 Etapas fenológicas del cultivo durante su ciclo y coeficientes "C" determinados experimentalmente.	49

I N D I C E D E F I G U R A S

		Página
Figura 1	Distribución de las parcelas experimentales.	50
Figura 2	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-8	51
Figura 3	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-12	52
Figura 4	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-16	53
Figura 5	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-20	54
Figura 6	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-24	55
Figura 7	Control de la humedad aprovechable para el tratamiento F-28	56
Figura 8	Evapotranspiración acumulada para los seis tratamientos y fórmulas empíricas	57
Figura 9	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-8	58
Figura 10	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-12	59
Figura 11	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-16	60
Figura 12	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-20	61
Figura 13	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-24	62
Figura 14	Tasa de evapotranspiración para el tratamiento F-28	63

RESUMEN

En el centro de producción "El Oásis", ubicado en valle La Fragua, Estanzuela, Zacapa, se llevó a cabo el trabajo de tesis "Efecto de Seis Frecuencias de Riego en el Rendimiento y la Evapotranspiración en Melón (Cucumis melo) en el valle de La Fragua, Zacapa", con los objetivos de determinar el efecto que tiene las distintas frecuencias de riego sobre el rendimiento y la evapotranspiración del cultivo de melón, encontrar el intervalo de riego más recomendable para el cultivo y condiciones del área, la lámina de agua a aplicar en cada riego y la total del cultivo y comparar la evapotranspiración obtenida por el método gravimétrico con la estimada por las fórmulas de Blanney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro.

Se trabajó con melón (Cucumis melo), variedad Mayan Sweet, el cual es uno de los principales cultivos de importancia económica en la región.

La investigación se realizó en un suelo rojo, cuya serie a la que pertenece aún no está determinada con exactitud por los especialistas en la materia; su textura en los estratos de 0-30, 30-60 y 60-90 cms, es franco arcillo-arenoso, -- arcilla y franco arenoso, respectivamente, y pH ligeramente alcalino. El experimento se realizó de Enero a Abril de 1984.

El diseño experimental que se empleó fue en Bloques al azar. El número de tratamientos fue de 6 y el de repeticiones de 4, haciendo un total de 24 parcelas experimentales. Tomando en cuenta que la frecuencia de riego comunmente utilizada en la región es de 8 días, se dejó ésta como testigo, -- usando 5 frecuencias con intervalo más largo, quedando de la -

siguiente manera: 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.

Los riegos se efectuaron en base al muestreo gravimétrico, haciendo este muestreo antes y después de cada riego. Las variables respuestas estudiadas fueron: Rendimiento en número de cajas exportables, rendimiento en Kg/Ha., número de plantas vivas al final del ciclo y contenido de azúcar en grados brix.

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que las distintas frecuencias de riego produjeron resultados diferentes en cuanto al rendimiento en número de cajas exportables/Ha., siendo en los tratamientos regados cada 8, 12 y 16 días en los que mayor rendimiento se obtuvo, no habiendo diferencia estadística significativa entre ellas. En cuanto a las otras variables estudiadas, éstas no se vieron afectadas por la frecuencia de riego.

Con respecto a la evapotranspiración, se concluye que a medida que el intervalo de riego es menor, el consumo de agua es mayor. Por medio de análisis de regresión y correlación entre la evapotranspiración medida en el campo y la evapotranspiración calculada en base a las fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro, se concluye que existe correlación entre estos métodos, existiendo una mejor correlación de los datos de campo con la fórmula de Hargreaves y Tanque Evaporímetro.

En base a las gráficas de tasa de evapotranspiración, los valores máximos se obtuvieron en el período de inicio de fructificación y mínimos al inicio del ciclo de cultivo.

Se recomienda regar cada 16 días durante las etapas de desarrollo vegetativo, floración y maduración del fruto, y regar cada 8 días durante la etapa de fructificación, bajo las condiciones del área y época en que se llevó a cabo este trabajo. También se recomienda utilizar las fórmulas de Hargreaves y Tanque Evaporímetro para el cálculo de la evapotranspiración para las condiciones bajo las cuales fue desarrollado el experimento, así como continuar experimentando en este cultivo con el objeto de ajustar la fórmula de Hargreaves a las condiciones de la región y extender este tipo de investigación a otros cultivos, regiones y suelos de importancia del país.

1. INTRODUCCION

A consecuencia del incremento constante en la población del país y a las actuales formas de tenencia de la tierra, los agrónomos nos vemos en la necesidad de buscar la mejor manera de incrementar los rendimientos de los cultivos por unidad de superficie, con el objeto de aumentar la producción de alimentos necesarios para satisfacer la demanda de la población.

En vista de lo anterior se hace necesario la utilización de una tecnología adecuada, en la cual se utilicen racionalmente las áreas bajo riego, un manejo adecuado de los cultivos y la oportuna aplicación del agua de riego.

El conocimiento de las necesidades de agua para riego implica, básicamente, saber cuando y cuanto regar; o sea la oportunidad del riego y la lámina de agua a aplicar, para obtener una determinada productividad de un cultivo, en determinado ambiente edafo-climático, y que se ha sometido a determinadas prácticas agronómicas (7).

Actualmente no se cuenta en las unidades de riego del país con investigaciones sobre frecuencias de riego y cantidad de agua a aplicar, en los principales cultivos, razón por la cual los agricultores en esos lugares hacen un uso inadecuado del recurso agua, aplicando normalmente excesivas cantidades de este recurso y a intervalos de riego inadecuados, causando con ello un desperdicio del agua, reducción de la aireación del suelo, lavado de nutrimentos, mayor incidencia de enfermedades fungosas y en consecuencia disminución del área potencialmente regable en la unidad de riego.

Con el presente estudio se pretende llegar a dar -

recomendaciones válidas en cuanto a frecuencia de riego en me lón para las condiciones de la región, dado que este cultivo es uno de los ocho principales de la zona, mayormente para la exportación. Además, medir la evapotranspiración directamente en el campo, así como haciendo uso de fórmulas empíricas como Blanney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro, para poder establecer comparaciones y así concluir cuál es la que mejor se adapta a las condiciones locales.

Se trabajó con melón (Cucumis melo), variedad Mayan Sweet, el cual es uno de los principales cultivos de importancia económica en la región. La investigación se realizó en un suelo rojo, cuya serie a la que pertenece aún no está determina da con exactitud por los especialistas en la materia. El experimento se realizó de enero a abril de 1,984.

3. OBJETIVOS

3.1 Generales

Determinar el efecto que tiene las diferentes frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del cultivo del Melón.

3.2 Específicos

- a) Determinar la frecuencia de riego más recomendable para el cultivo y condiciones del área.
- b) Determinar la lámina de agua a aplicar en cada riego y la total del cultivo.
- c) Comparar la evapotranspiración medida en el campo con la evapotranspiración estimada por las fórmulas empíricas: Blanney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro.

2. HIPOTESIS

- a) Los rendimientos del cultivo del Melón serán diferentes con la aplicación de las seis frecuencias de riego.
- b) La evapotranspiración del cultivo medida en el campo será diferente a la evapotranspiración - estimada mediante las fórmulas empíricas: Blanney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1 Características y Necesidades Climaticas del Cultivo

El melón es una planta herbácea anual con tallo rastrero ramificado de varios metros de longitud; las hojas son alternas reniformes o codiformes, anchas y provistas de un -- largo peciolo. La raíz puede prenetrar hasta 1.80 mt. de profundidad, aunque la mayor parte de su sistema radicular se mantiene en los primeros 60 cms., se producen raíces adventicias en los nudos de los tallos (9). Las flores, unisexuales y situadas en la axila de las hojas. Primero aparecen las de sexo masculino y al cabo de unos 10 días, las de sexo femenino, y -- así van alternándose a medida que crece la planta. El fruto es de tipo pepónide, provisto de abundantes semillas, con características muy distintas de una variedad a otra. El color -- de su piel es muy variado, siendo en algunos casos amarillo y en otros, verde o blanco; a su vez la superficie de esta piel o cáscara puede ser lisa, reticulada, surcada o rugosa. Su -- forma puede ser redonda, oval o aplanada por los polos; la pulpa puede también tener varios colores: blanco, verde y con más frecuencia amarillo-anaranjado. El melón es azucarado, perfu--mado y típico, según sean las variedades, las condiciones pe--doclimáticas y el grado de maduración (8), (11), (16).

El fruto del melón es rico en azúcar y en mucílago, por lo que se le considera dotado de buen valor alimenticio; en muchas variedades el contenido de vitamina A es muy eleva-

do; lo mismo ocurre con las sales minerales, en especial con las de potasio, siendo en este caso excelente el valor alimenticio del fruto (8).

El melón es una planta muy exigente tanto en el aspecto climático como en el del suelo; se trata de la cucurbitácea más exigente. Es indispensable cultivarlo en condiciones de clima cálido, pues no resiste lo más mínimo el frío, - temperaturas de 10-12°C le son ya nocivas; por este motivo aquellas regiones en que se dejan sentir fríos tardíos no son indicados para el melón. A pesar de sus grandes exigencias de calor, el melón no soporta los ambientes secos ni demasiado cálidos. La germinación es excelente a 35°C y la temperatura mínima alrededor de los 15°C. La temperatura óptima de desarrollo es de 18-23°C. (8).

En cuanto al suelo, es mejor dedicarle terrenos - más bien sueltos de muy buena fertilidad, frescos y en condiciones hídricas perfectas, pues le daña mucho el encharcamiento del agua. Respecto a la reacción del suelo, esta debe ser preferentemente neutra o subácida (pH 6 - 6.7), ya que en condiciones de excesiva acidez o alcalinidad se notan desequilibrios en el crecimiento (8).

4.2 Efecto de la Humedad en el Cultivo

De acuerdo a Rojas (1977) citado por Tello (1983), las hortalizas anuales cultivadas por sus frutos, tal es el caso del Melón, son sensibles a la dotación de agua cuando los frutos comienzan a desarrollarse (22).

Las plantas de melón no toleran exceso de agua y no deben sembrarse en lugares en donde se encharca el agua - después de haber llovido, o en lugares donde la tierra es fácilmente arrastrada. El melón es poco resistente a frecuentes lluvias. El exceso de lluvias favorece los ataques de enfermedades de la raíz, follaje y fruta, reduciendo mucho la calidad de esta última (20).

4.3 Frecuencia y Programación del Riego

El conocimiento de las necesidades de agua para riego implica básicamente saber cuando y cuanto regar; o sea la oportunidad de riego y la lámina de agua a aplicar para obtener determinada productividad de un cultivo en determinado ambiente edafoclimático y que se ha sometido a determinadas prácticas agronómicas (6).

De acuerdo a Israelsen y Hansen (1979), citados por Tello (1983), en términos generales, los factores que influyen sobre el momento más oportuno de regar son: factores edáficos, climáticos, épocas de siembra, necesidades de agua de los cultivos, disponibilidad de agua y capacidad de la zona radicular para almacenar la misma.

Los cultivos de zona radicular superficial requieren riegos más frecuentes que aquellos de sistema radicular más profundo (12), (3).

El melón tiene un sistema radicular que puede llegar hasta 1.80 m. pero en condiciones de riego las raíces se concentran principalmente en la capa superior del suelo, a 0.60 mt. de profundidad (9). Además la textura del suelo influye directamente en la frecuencia y lámina de agua por aplicación.

Los suelos arenosos requieren mayor frecuencia de riego, en cambio los suelos limosos almacenan mucha agua y por tanto requieren menor frecuencia, pero mayor cantidad de aplicación (5).

La regularidad y adecuada programación en el suministro de los riegos son importantes como la lámina total de agua aplicada en el campo. Aunque el agua se aplique correctamente, un riego demasiado frecuente reducirá la eficiencia de aplicación del mismo, al aumentarse algunas pérdidas como son por conducción y distribución. Por el contrario, el riego tardío, especialmente cuando la planta es muy sensible a la tensión de humedad del suelo, pueden tener efectos negativos muy significativos sobre el rendimiento del cultivo, aunque el volumen total de agua aplicado durante todo el ciclo vegetativo sea aproximadamente el mismo (4). El agotamiento del agua del suelo no debe exceder del 30-40% del agua total disponible en el suelo (5).

El riego de muy baja frecuencia se ha estudiado en cierto número de cultivos (plátanos y cítricos entre otros) y tenemos buena razón en sospechar (el trabajo de estudio está todavía en proceso) que no son los intervalos cortos los que dan los mejores resultados agrícolas. En los suelos de mayor capacidad de retención de humedad que las arenas, es posible mantener bajas tensiones con frecuencia de riego de 2 días y aún 2 veces por semana (2).

Aumentando ligeramente el intervalo, sin forzar -- indebidamente a la planta, se obtienen algunas ventajas: una distribución de las raíces ligeramente más profunda, se crea ligeramente una mejor posibilidad de aireación; menores variaciones de temperatura, mayor resistencia de las plantas a ligeras alteraciones en las aplicaciones del agua ocasionadas -

por circunstancias imprevistas (2).

4.4 Necesidades de Riego.

El riego es necesario en un clima seco, o sea, un clima en el que las lluvias naturales no son suficientes para satisfacer las necesidades de agua de las plantas, durante todo el año, o parte de él. Hay muchas zonas desérticas en el mundo, donde la tierra es potencialmente fértil; pero casi no llueve.

Por supuesto, el riego es indispensable para la agricultura en esos lugares; pero hay otros climas en los que el riego no es esencial aunque puede servir para fines útiles. Hay regiones con estaciones secas en las cuales el riego hace que se extienda el período de crecimiento, incrementando la gama de los cultivos posibles o mejorando los rendimientos de los ya existentes, y otras con lluvias inciertas, en las cuales el riego sirve como garantía de que no se perderán las cosechas (23).

4.5 Constantes de Humedad del Suelo.

En riegos interesa conocer las constantes de humedad del suelo de capacidad de campo y punto de marchitez permanente. Existen varios métodos para determinar estas constantes, y a continuación se tratarán algunos de ellos.

Método Gravimétrico para Determinar Capacidad de Campo.

Se procede a limpiar un método cuadrado en un lugar representativo del terreno, levantando dos bordes de 20 cms. -

de altura en la orilla del área a muestrear, y ésta se satura de agua, así como el espacio comprendido entre bordo y bordo (21). Se deja drenar durante 2 ó 3 días. Para evitar la evaporación de la superficie, es preciso cubrir el terreno. Para suelos arenosos los muestreos se hacen con intervalos de 2 a 6 horas y para arcillosos de 12 a 18 horas. Se toman las muestras en estratos de 30 cms. tomando como muestras representativas la tierra correspondiente al tercio medio de capa de 30 cms. y se determina el contenido de humedad secándolas en un horno a 105°C previamente pesadas en húmedo.

El contenido de humedad se determina a partir de la ecuación:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Pérdida de peso}}{\text{Peso final en seco}} \times 100$$

Estos porcentajes de humedad obtenidos se plotean en papel milimetrado contra el tiempo, formando así una curva, de la cual se obtiene capacidad de campo cuando la humedad se hace más o menos constante (23).

4.6 Método del Plástico para Determinar Densidad Aparente.

Este método consiste en hacer una calicata, en la cual se hacen gradas en cada estrato de 30 cms.; en cada grada hecha se hace agujero en forma de cubo de 15 x 15 x 15 cms., sacando la tierra del interior y ésta se coloca en el interior de una bolsa plástica y se amarra con el objeto de que no se escape humedad del interior. Posteriormente se coloca un plástico dentro del cubo, al cual se le agrega agua hasta llegar al nivel del suelo, la cantidad de agua agregada corresponde al volumen del suelo extraído, luego se determina el peso seco to

tal del suelo extraído del cubo y se calcula la densidad aparente con la siguiente fórmula:

$$da = \frac{\text{Peso de suelo seco}}{\text{Volumen total de suelo}}$$

en donde: el peso seco se expresa en gramos.

el volumen se expresa en cms. cúbicos.

4.7 Evapotranspiración

Según Israelsen y Hansen (1978), citados por Sobe-ranis (1983), la evapotranspiración es la suma de los términos de evaporación y transpiración. La evaporación es el proceso mediante el cual, se produce el cambio de estado del agua, de líquido a vapor, del terreno adyacente al cultivo (7). La -- transpiración, es el agua que penetra a la planta a través de las raíces y es utilizada en la construcción de tejidos o emi-tida por las hojas a través de los estomas y reintegrados a la atmósfera.

Briggs y Shantz, consideraron la relación entre -- evaporación y la transpiración como una relación de asociación y no de causa y efecto; ambos fenómenos responden a los mismos factores del medio, aunque no en el mismo grado (23).

Evapotranspiración potencial, es la cantidad máxi-ma de agua capaz de ser perdida por una capa continua de vege-tación que cubre todo el terreno, cuando es ilimitada la can-tidad de agua suministrada al suelo (10), (18). Esta depen-de de la radiación global, coeficiente de reflexión, temperatura del aire, velocidad del viento y número de horas sol (7).

Evapotranspiración actual, es el agua usada por los cultivos incluyendo la evapotranspiración directa de los suelos húmedos y vegetación (10).

4.8 Métodos para Determinar la Evapotranspiración

Para determinar la evapotranspiración existen métodos directos e indirectos.

Métodos directos: Lisímetros, evapotranspirómetros, atmómetro y el por el método de parcelas de campo.

Métodos Indirectos: Blaney-Criddle, Penman, Jensen y Haise, Evaporación del Tanque, Grassi-Christiansen, Hargreaves, Thornthwaite, Lowry-Johnson y otros (7).

A continuación se discuten los métodos que fueron usados en este trabajo de investigación:

4.8.1 Método de parcelas de Campo

Consiste en determinar las variaciones de humedad en cada uno de las capas que forman el perfil de un suelo, hasta una profundidad igual a las que tienen las raíces del cultivo considerado. En función a estas variaciones y de las características del suelo, se puede determinar la lámina de agua en un tiempo dado, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$L = \frac{\Delta Ps \times Da \times Pr}{100}$$

en donde: ΔPs = variación del % de humedad respecto al peso del suelo seco en ese mismo lapso, en %.

Da = densidad aparente del suelo, en gr/cc.

Pr = profundidad del perfil expresado en cm.

L = lámina de agua en cms.

Las muestras del suelo se toman con una barrera, en cada profundidad del perfil, normalmente cada 30 cms., se guardan éstas en botes de lámina, que se cierran herméticamente -- con el objeto de que no pierdan humedad y se llevan al laboratorio; donde se pesan y luego se ponen en una estufa a 105-110°C hasta que tengan un peso constante, ésto se logra generalmente a las 24 horas; por diferencia de peso se determina la humedad de las muestras, la cual se relaciona con el peso del suelo seco para poder expresarla en forma de un porcentaje. Varios días después se vuelven a tomar muestras del mismo suelo, en un lugar cercano (con el objeto de que no haya discrepancias - debido a la heterogeneidad de éste) y nuevamente en la forma - indicada se determina el % de humedad de la muestra. Por diferencia entre porcentajes y utilizando la fórmula anteriormente indicada, se puede calcular la lámina de uso consuntivo o evapotranspiración, en el lapso considerado (15).

4.8.2 Método Blanney-Criddle

El método Blanney-Criddle (1950), fue desarrollado para las condiciones del ceste de los Estados Unidos, relacionando valores reales (actuales) de evapotranspiración, con la temperatura media mensual, t , y el porcentaje mensual de horas de brillo solar, con respecto al total anual p , para temperatura en °C y "u" en mm/mes, la expresión de f sería:

$$f = (0.457t + 8.13)p \quad (7).$$

La fórmula de Blanney-Criddle requiere un coeficiente de cultivo variable a lo largo de la estación de crecimiento. En un trabajo del servicio de conservación de suelos de -

los Estados Unidos, discutido por Castillo Pérez (1965) se -- introduce un factor de correlación de K en función de la temperatura media del mes, por lo tanto: $k = k_t k_c$

en donde: $k_t = 0.24 + 0.0312 t$, donde $t =$ temperatura mensual en °C.

$k_c =$ es un factor de cultivo que varía a lo largo - del ciclo vegetativo (7).

4.8.3 Método de Evaporación del Tanque.

La evaporación de una superficie libre de agua en el tanque evaporímetro, E_v , integra los efectos de los diferentes factores meteorológicos que influyen en la evapotranspiración. Estudios de correlación en diferentes cultivos y períodos del ciclo vegetativo, permiten obtener coeficientes para estimar evapotranspiración, en función de la evaporación de una superficie libre de agua: $E_t = E_v.c$ (7).

Se han ensayado tanques de diferentes características, en cuanto a tamaño, color, ubicación y nivel con respecto al terreno. Trabajos experimentales de evaluación del comportamiento de los diferentes tanques han sido realizados por -- Pruitt (1960) con relación a la evapotranspiración en lisímetros de una completa cobertura vegetal. La relación E_t/E_v , - varió según tipo, tamaño y ambiente entre 0.75 y 1.25 (7).

Dada su mayor universalidad, ya que se emplea en la mayor parte de los servicios meteorológicos, se ha usado más - frecuentemente el tanque estándar tipo A, del servicio meteorológico de los Estados Unidos. Dicho evaporímetro mide 1.20 mt. de diámetro, por 0.25 mt. de profundidad, se construye de lámina galvanizada y se instala con un fondo 0.15 mt. por sobre el nivel del terreno. (7).

4.8.4 Método de Hargreaves.

La fórmula de Hargreaves (1956), permite calcular el uso consuntivo mensual en función de la temperatura media, la humedad relativa media al medio día, y la duración del día dependiente de la latitud. Ultimamente (1966), su autor ha introducido factores adicionales de corrección de la fórmula y una tabla que incluye coeficiente para tener en cuenta el efecto del cultivo (7).

En unidades métricas y con temperaturas en °C, la fórmula se expresa: $Et = 17.37 kdt (1.0 - 0.01 Hn)$.

en donde:

- K = es un coeficiente empírico del cultivo.
- d = es un coeficiente mensual de duración del día.
- t = es la temperatura media mensual en °C.
- Hn = es la humedad relativa media, al medio día, en %
- Et = Evapotranspiración real mm/mes.

El coeficiente d está relacionado con el p de -- Blanney-Criddle de modo que $d = 0.12 p$ (7).

Dado, que los valores de humedad relativa que generalmente se publican en las estadísticas metereológicas, corresponden a la media diaria, Al Barrak (1964), ha obtenido una relación entre dicho valor y la humedad relativa al medio día. Los valores de k se consignan en función del porcentaje de la época de crecimiento (7).

Dado que la fórmula ha sido desarrollada para condiciones metereológicas medias, los resultados mejoran al ser afectados por los siguientes factores de corrección, según -- Hargreaves (1966).

- a) Efecto de la velocidad del viento: los resultados deben aumentarse o disminuirse en 9% por cada 50 Km/día de aumento o disminución con respecto a 100 Km/día que corresponde a las condiciones de obtención de la fórmula (7).
- b) Duración del resplandor solar: La fórmula se obtuvo con una insolación del 90%, para situaciones diferentes corresponde aplicar las siguientes correcciones (7).

Insolación (%)	30	40	50	60	70	80	90
Corrección (%)	-34	-28	-24	-20	-16	-9	0

- c) Altitud: los resultados deben aumentarse en 1.0% por cada 100 mts. de elevación a partir de los 150 mts. sobre el nivel del mar que corresponden a las condiciones de obtención de la fórmula (7).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Descripción y Localización del Sitio Experimental

El estudio se realizó en el Centro de Producción "El Oás^{is}" Estanzuela, Zacapa, en el valle de La Fragua y los datos del área donde se realizó el experimento fueron reportados por Barillas Klee (1). "El Oás^{is}" esta localizado en la zona nor-oriental de la república en las coordenadas geográficas siguientes: 14°57.5" latitud norte y una longitud oeste de 89°32.5". El valle queda a 140 kms. de la ciudad capital Guatemala por la ruta C.A-9.

En la región ocurre la menor precipitación de la república, llegando a un promedio de 500 mm. anuales, prácticamente todas las lluvias caen del 10 de mayo al 30 de octubre, pero aún durante estos meses no se puede depender de la lluvia, y es necesario aplicar agua para auxiliar a los cultivos. De noviembre a abril la precipitación efectiva puede -- considerarse nula. La fluctuación de la temperatura es de -- 18-40°C.

El valle se encuentra a una altura promedio de -- 210 msnm., y está rodeado casi en su totalidad por montañas, lo que ocasiona que vientos provenientes del mar Caribe y el Océano Pacífico lleven las nubes saturadas de vapor de agua y las haga precipitar en las partes montañosas sin alcanzar el valle. Holdridge, en 1976 clasifica la zona de vida como Monte Espinoso Sub-tropical. La vegetación natural se constituye mayormente por arbustos y plantas espinosas.

Simmons (1959), indica que, los suelos de La Fragua desde el punto de vista edafológico son relativamente jóvenes y las diferencias existentes se basan principalmente - en el material de origen y el drenaje. Las series predominantes en la región son Chiquimula, Teculután, Chicaj, Chirrum, Cortí, Sinaneque y Tempisque. El suelo en el que se trabajó es un suelo rojo, cuya serie aún no está determinada con exactitud, por los especialistas en la materia.

De acuerdo a las estadísticas de riego en 1979, el área se caracteriza por poseer una agricultura intensiva que en su mayor parte se desarrolla por irrigación. Los principales cultivos de la región son: el maíz, tomate, melón, sandía, pepino, chile, okra y tabaco (1).

5.2 Análisis de Suelo y Agua

5.2.1 Análisis Físico-Químico del Suelo.

Para la determinación de la textura se tomaron muestras en los estratos de 0-30, 30-60 y 60-90 cms, las cuales - se enviaron al laboratorio de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA). En el cuadro 1 se presentan los resultados de laboratorio de la textura de los estratos mencionados. Para el análisis químico se tomaron muestras de la capa arable en lugares representativos del sitio experimental y se enviaron al laboratorio de suelos del ICTA, los resultados reportados se presentan en el cuadro 2.

5.2.2 Determinación de Constantes de Humedad.

Para la obtención de la capacidad de campo se toma

ron muestras de los estratos de 0-30, 30-60 y 60-90 cms, las cuales se enviaron al laboratorio de DIRYA, donde se determinó el valor de esta constante de humedad por el método de la olla de presión. También se hizo la determinación directamente en el campo usando el método gravimétrico, el cual se detalla en el capítulo de revisión de literatura de este trabajo. En el cuadro 1, se presentan los resultados reportados por el método gravimétrico los cuales fueron diferentes a los resultados reportados por el laboratorio y debido a que el método de campo da resultados que son más reales se optó por usar éstos.

Para determinar el punto de marchitez, permanente y la densidad aparente se hicieron 2 calicatas, de las cuales se tomaron muestras de suelo de los estratos 0-30, 30-60 y 60-90 cms, las cuales se enviaron al laboratorio de DIRYA. También se calculó el punto de marchitez permanente por medio de la fórmula: $PMP = 0.5CC$ y la densidad aparente se determinó usando para ello el método del plástico el cual se detalla en el capítulo de revisión de literatura de este trabajo, estos resultados de densidad aparente se promediaron. En el cuadro 1 se presentan los valores de PMP equivalente a 0.5 de la capacidad de campo y los de densidad aparente determinados por el método del plástico, optándose por usar éstos debido a que fueron diferentes a los resultados reportados por el laboratorio y a que estos métodos dan resultados más reales.

5.2.3 Análisis del agua de riego.

Se muestreó la fuente de abastecimiento del agua de riego, colocando éstas en envases especiales para ello, luego se enviaron al laboratorio de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA), el cual reportó que éstas pertenece

a la clase C_2S_1 , la cual es agua de salinidad media, baja en sodio, utilizable en riego.

Cuadro 1

PROPIEDADES FISICAS DEL SUELO

Estrato (cm)	Textura	Da (gr/cc)	C.C. %	P.M.P. %
0 - 30	Franco Arcillo- areno	1.58	24.36	12.16
30-60	Arcilloso	1.63	22.00	11.00
60-90	Franco arenoso	1.54	16.74	8.37

Cuadro 2

ANALISIS QUIMICO DEL SUELO

No. Muestra	pH	Microgramos/ml		Meq/100 ml de suelo	
		P	K	Ca	Mg
1	7.6	48.33	238	14.34	4.86

5.3 Aspectos Agronómicos

5.3.1 El Riego.

El cultivo que se evaluó en el presente trabajo es el Melón (Cucumis melo), variedad Mayan Sweet.

Se utilizó el método de riego por surcos, ya que es el más usado en la región, el agua se derivó de la toma por medio de sifones para la aplicación del agua en los surcos.

Para la determinación del intervalo de riego se partió del criterio de que en la región se utiliza la frecuencia de riego de 8 días, tomando 5 frecuencias con intervalo más largo, debido a que frecuencias de riego menores de 8 días se considera muy corta para el cultivo de melón, ya que éste es muy sensible al exceso de humedad; quedando los tratamientos de la siguiente manera:

Tratamiento	Intervalo de Riego
F-8	8 días
F-12	12 días
F-16	16 días
F-20	20 días
F-24	24 días
F-28	28 días

5.3.2 Manejo del Cultivo.

La siembra se realizó el 16 de enero/84, se hizo directamente en el terreno definitivo, colocando 3-4 semillas por postura, a 30 cms entre ellas y a 1.80 mts. entre camas, colocando una hilera por cama. Se efectuó riego inmediatamente después de la siembra con el objeto de proporcionar las con

diciones adecuadas para la buena y rápida germinación de las semillas.

La fertilización se hizo de acuerdo a los resultados del análisis de las muestras que se enviaron al laboratorio de suelos del ICTA, siendo la primera aplicación al momento de la siembra con 15-15-15, 6 qq/Mz, y la segunda a los 28 días después de la siembra con Urea, 2 qq/Mz. El control de malezas, plagas y enfermedades se hizo preventivamente de acuerdo a recomendaciones de ICTA, 15 días después de la siembra se hizo el raleo, dejando únicamente una planta por postura.

5.4 Manejo del Experimento.

5.4.1 Materiales y Equipo.

- Tractor (aradura, rastra y surqueado).
- Sifones de 1/2"
- Horno eléctrico
- Barrenos
- Balanza
- Cajas de aluminio
- Azadón
- Machete
- Piocha
- Pala
- Cubeta
- Bolsas plásticas.

5.4.2 Descripción del Método y Cantidad de Agua a Aplicar

Durante 30 días se regaron uniformemente todas las parcelas para proporcionar las condiciones adecuadas a las plantas para su establecimiento. Luego se trabajó individualmente cada tratamiento, regando con el intervalo correspondiente.

La humedad del suelo se determinó utilizando para ello la toma de muestras, tomando una antes del riego para saber cuanta agua se ha consumido, para así poder determinar la cantidad de agua a reponer, así también se tomó otra después del riego para verificar si el suelo llegó a capacidad de campo. Este muestreo se hizo utilizando barreno en espesores de 0-30 y 30-60 cms., ya que se considera que es en éstos donde se concreta la mayor actividad radicular del cultivo, también se tomaron en el estrato 60-90 cms. para verificar la humedad del mismo. En cada una de los muestreos se tomaron 7 muestras por parcela en 3 puntos diferentes, 2 muestras para el estrato de 0-30, 2 muestras para el de 30-60 y una muestra al estrato de 60-90 cms. haciendo un total de 28 muestras por tratamiento en cada muestreo.

El contenido de humedad de las muestras se determinó en base a peso húmedo y peso seco, por medio del horno eléctrico, a temperaturas de 105-110°C durante 24 horas hasta lograr así un peso constante. La ecuación que se empleó es la siguiente:
$$Ps = \frac{PSh - Pss}{Pss} \times 100$$

en donde: Ps = % de humedad en base a peso
 Psh = peso del suelo húmedo
 Pss = peso del suelo seco.

Siguiendo con este procedimiento se obtuvo la evapotranspiración para un período determinado y la total del cultivo, calculando los porcentajes de humedad de cada estrato y empleando la siguiente ecuación:
$$Li = \frac{Psi}{100} \times Da \times Pr$$

donde: Li = Lámina consumida en un período determinado (cm)
 Psi = % de humedad consumida en un período determinado (%)
 Da = Densidad aparente del estrato considerado (gr/cc)
 Pr = Profundidad radicular del estrato considerado (cm)

Esta fórmula fue aplicada en los estratos de 0-30 y 30-60 cms. para luego sumar las láminas.

La evapotranspiración total se obtuvo de la siguiente ecuación:

$$Et = \sum_{i=1}^n Li$$

En cuanto a la cantidad de agua a aplicar, la lámina fué determinada mediante la siguiente fórmula:

$$La = \frac{P_{scc} - P_{sar}}{100} \times Da \times Pr$$

donde: La = Lámina de auxilio (cm)
 P_{scc} = % de humedad a capacidad de campo
 P_{sar} = % de humedad antes de riego
 Da = Densidad aparente (gr/cc)
 Pr = Profundidad del estrato (cm)

Para el cálculo del volumen de agua que se aplicó en cada riego, se usó la fórmula siguiente: Vol = A x La

donde: Vol = Volumen de agua requerida (m³)
 A = Área de la parcela (m²)
 La = Lámina de auxilio (m)

Conocido el caudal de cada sifón por medio de aforo, se procedió a calcular el caudal que dan 5 sifones, que es el número de surcos de agua que tiene cada parcela, luego se calculó el tiempo que tardarán los 5 sifones en dar el volumen de agua requerida para cada parcela por medio de la siguiente fórmula: Tr = $\frac{Vol}{Q}$

donde: Tr = tiempo de riego (min)
 vol = Volumen de agua requerida (m³)
 Q = Caudal de los 5 sifones (m³/min)

5.5 Diseño Estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al Azar con 4 repeticiones y los 6 tratamientos siguientes:

Tratamiento	Frecuencia de Riego
F-8	8 días
F-12	12 días
F-16	16 días
F-20	20 días
F-24	24 días
F-28	28 días

Su distribución se muestra en la figura 1 del apéndice.

El tamaño de parcela experimental que se uso es la recomendada por ICTA, la cual ya fue determinada en ensayos anteriores, teniendo las dimensiones siguientes:

- Area de la parcela neta: 51.84 m²
- Area de la parcela útil: 25.92 m²
- Dimensiones de la parcela neta: 7.20 m x 7.20 m.
- Distancias entre parcelas: 1.80 m
- Distancia entre bloques: 9 m
- Area neta de la unidad experimental: 1,244.16 m²
- Area útil de la unidad experimental: 622.08 m²
- Número de parcelas: 24
- Número de surcos de cultivo por parcela neta: 4
- Número de surcos de cultivo por parcela útil: 2
- Densidad de siembra: 96 plantas/parcela neta
48 plantas/parcela útil

Las variables respuestas que se utilizaron para la evaluación del presente experimento fueron:

- Rendimiento de fruto en Kg/Ha.
- Rendimiento en número de cajas exportables
- Número de plantas vivas al final del ciclo de cultivo.
- Contenido de azúcar en grados Brix.

La metodología para analizar los resultados fue la siguiente:

- Análisis de varianza con el objeto de determinar diferencias entre tratamientos.
- Comparación de medias usando la prueba de Tukey para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos.
- Análisis de tendencias, regresión y correlación de los modelos lineal, cuadrático, logarítmico y geométrico de las variables respuestas que presentaron diferencia significativa y las diferentes frecuencias de riego, recurriendo para ello al centro de estadística y cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente experimento y su respectiva discusión; separando los mismos en dos partes. En la primera parte se presentan los resultados y análisis para las variables respues-
ta que se evaluaron en el presente experimento. En la segun-
da parte se hace un enfoque sobre el uso del agua por las plantas para los diferentes tratamientos, y su respectiva comparación con los resultados obtenidos en base a las fórmulas de -
Blanney-Criddle, Hargreaves y Tanque Evaporímetro tipo "A".

6.1 Variables Respuesta

Las variables respuesta medidas en el presente ex-
perimento son: Rendimiento en número de cajas exportables/Ha.
rendimiento en Kg/Ha, número de plantas vivas al final de ci-
clo y contenido de azúcar en grados Brix.

En el cuadro 3 se resumen los resultados de los promedios obtenidos en los diferentes tratamientos para ca-
da una de las variables mencionadas anteriormente, las cuales
se discutirán a continuación en forma detallada.

Cuadro 3

RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA DE LOS SEIS TRATAMIENTOS.

Trat.	Rendimiento No. Cajas exp/Ha.	Kg/Ha.	No. plantas Vi vas al final del ciclo	Contenido de Azúcar en grados Brix.
F-8	1727	24517	46	11.85
F-12	1136	19107	46	11.70
F-16	1095	22502	46	12.40
F-20	837	18422	46	10.10
F-24	734	16888	46	11.00
F-28	745	15721	48	11.85

6.1.1 Rendimiento

En cuanto al rendimiento en número de cajas exportables/Ha., en el cuadro 3 se presenta el promedio de cajas exportables por Ha. para cada uno de los tratamientos, notándose que el mayor rendimiento lo obtuvo el tratamiento F-8 - con 1727 cajas/Ha., mientras que el menor rendimiento lo obtuvo el tratamiento F-24 con 734 cajas/Ha.

El análisis de varianza que se presenta en el cuadro 4 del apéndice, indica que existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y bloques, lo cual nos indica que por lo menos uno de los tratamientos es diferente a los demás, y que al existir diferencia estadística significativa entre bloques se justifica la utilización del diseño bloques al azar. Al hacer la comparación de medias por medio de la prueba Tukey, da como resultado que el número de cajas exportables por Ha. total de los tratamientos F-8, F-12 y F-16 es igual, mientras que en los tratamientos F-20, F-24 y F-28 el rendimiento es igual entre ellos e igual al rendimiento de los tratamientos F-12 y F-16, no así con el tratamiento F-8, estadísticamente, con un 95% de confiabilidad y un coeficiente de variación de 30%.

Al comparar el rendimiento promedio óptimo obtenido en la región, el cual es de 850-1000 cajas exp/Ha., con los resultados obtenidos en el presente experimento, nos podemos dar cuenta de que los tratamientos F-8, F-12 y F-16 obtuvieron rendimientos mayores a éstos; mientras que los tratamientos F-20, F-24 y F-28, su rendimiento fue menor. En el cuadro 5 del apéndice se presentan los resultados ordenados por tratamiento y por repetición del número de cajas exp/Ha.

En cuanto al rendimiento en peso en Kg/Ha., en el cuadro 3 se presentan los resultados promedio para cada uno de los tratamientos, el análisis de varianza que se presenta en el cuadro 6 del apéndice nos indica que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos, no así entre bloques en la cual demuestra que existe diferencia estadística significativa, con lo cual se justifica el uso del diseño empleado, a un 95% de confiabilidad y un coeficiente de variación de 24.43%.

Como se puede notar, la frecuencia con la que se aplicó el riego a los diferentes tratamientos influyó grandemente en la calidad del producto, dándonos diferencias entre tratamientos en cuanto al número de cajas exp/Ha., que es lo que en la región interesa, por cuanto el producto se destina exclusivamente para la exportación, para lo cual se requiere que cumplan con ciertas normas de calidad, destinándose exclusivamente al mercado de Estados Unidos.

Por otro lado, la frecuencia de riego no afectó la cantidad, ya que no hubo diferencia en peso total entre tratamientos; es de hacer notar que en los resultados del rendimiento en peso va incluido el peso del producto considerado por las empresas empacadoras y exportadoras de melón como rechazo, precisamente por su baja calidad, en la mayoría de los casos, es debido a quemaduras causadas por los rayos solares, al no existir suficiente desarrollo foliar en las plantas, que proporcione buena cobertura al fruto. En el cuadro 7 del apéndice se presentan los resultados por tratamiento y repetición.

6.1.2 Número de Plantas Vivas al Final del Ciclo.

El número promedio de plantas vivas al final del ciclo de cultivo se puede observar en el cuadro 3, notándose que el número de plantas es similar para todos los tratamientos, presentando el tratamiento F-28 un número ligeramente mayor de plantas vivas con 48 plantas, mientras los otros tratamientos tienen 46 plantas. En el apéndice se presenta el cuadro 8 con los resultados por tratamiento y por repetición.

El análisis de varianza que se presenta en el cuadro 9 del apéndice indica que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y repetición, con un 95%

de confiabilidad y un C.V. de 3.39%. Esto nos demuestra de que la frecuencia con que se aplicó el agua de riego no afectó la mortalidad de las plantas en los diferentes tratamientos, ya que la población inicial fue de 48 plantas y al final obtuvimos una mortalidad del 4% (2 plantas) en 5 de los 6 tratamientos, mientras que en el otro, el cual es el F-28, no hubo mortalidad.

6.1.3 Contenido de Azúcar.

En el cuadro 3 se observa el promedio del contenido de azúcar en grados Brix para cada tratamiento, observándose que no hubo mucha variación entre ellos.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza, indicándonos que no existe diferencia estadística significativa entre tratamientos y repetición, con un 95% de confiabilidad y un C.V. de 4.37%.

En base a lo anterior se puede notar de que el contenido de azúcar en el melón no se ve afectado por la frecuencia de riego; ésto puede deberse posiblemente a que al iniciar la cosecha fueron suspendidos los riegos para todos los tratamientos, concentrándose los azúcares en forma uniforme para cada uno de los tratamientos.

6.2 Uso del Agua

En base a la determinación de la humedad del suelo antes y después de cada riego, se obtuvieron láminas de agua consumidas entre un riego y otro. Debido a que las frecuencias de riego fueron preestablecidas y a que el método de riego usado se consideró que aplica el agua de riego con una efi

ciencia del 100%, la lámina de agua a reponer en cada riego es igual a la lámina consumida desde el riego anterior hasta antes de efectuar el siguiente riego.

En el cuadro 12, se puede apreciar la lámina total de agua aplicada (cm) y el número de riegos aplicados para cada tratamiento. Al tratamiento F-8 se le aplicaron 8 riegos, con una lámina total de 36.61 cms., mientras que los tratamientos F-24 y F-28 se les aplicaron 4 riegos, con una lámina total aplicada de 17.79 cm. y 20.24 cm. respectivamente, lo cual indica que los tratamientos F-24 y F-28 utilizaron la mitad del número de riegos aplicados y 18.82 cm. y 16.37 cm. menos que la lámina total aplicada al tratamiento F-8, respectivamente.

Los tratamientos F-16 y F-20 utilizaron 5 riegos cada uno, o sea 3 riegos menos y 7.15 cm. y 16.79 cm. que el tratamiento F-8.

El tratamiento F-12 utilizó 2 riegos menos que el tratamiento F-8, o sea un total de 6 riegos, con 9.72 cm. menos que éste.

La figura 2 corresponde al tratamiento F-8, en el cual se observa que durante los primeros 38 días después de la siembra la humedad del suelo se mantuvo entre 70 y 100% de humedad aprovechable, con un promedio de 90%, manteniendo de aquí hasta el final del ciclo de cultivo un promedio de 61% de humedad aprovechable, llegando a valores mínimos de 30% en la cosecha.

En la figura 3 que corresponde al tratamiento F-12 se puede observar que durante los primeros 42 días después de

la siembra, la humedad del suelo se mantuvo entre 70 y 100% - de humedad aprovechable con un promedio de 84%, manteniendo de aquí hasta el final del ciclo un promedio de 45% de la humedad aprovechable, llegando a valores mínimos de 17% en la cosecha.

La figura 4 demuestra que la humedad del suelo para el tratamiento F-16 se mantuvo entre 26 y 95% de humedad aprovechable con un promedio de 66% durante los primeros 46 días después de la siembra, manteniendo de aquí hasta el final del ciclo de cultivo un promedio de 32%, obteniendo su valor mínimo de 8% en la cosecha.

Cuadro 12

LAMINA DE AGUA EN CM., APLICADAS EN CADA RIEGO PARA LOS SEIS TRATAMIENTOS

Riego No.	T R A T A M I E N T O					
	F-8	F-12	F-16	F-20	F-24	F-28
1	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
2	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16
3	3.09	4.56	9.07	6.43	5.27	7.51
4	7.54	8.66	8.18	4.85	7.75	7.96
5	8.79	3.22	7.44	3.77		
6	3.71	5.68				
7	2.81					
8	5.90					
LAMINA TOTAL APLICADA CM.	36.61	26.89	29.46	19.82	17.79	20.24

Para el tratamiento F-20 la humedad del suelo durante los primeros 50 días después de la siembra varió desde 45% hasta 95% de la humedad aprovechable, con un promedio de

71%, manteniendo un promedio de 49% de aquí hasta el final del ciclo de cultivo, pero su valor mínimo lo obtuvo a los 70 días después de la siembra con un 30% de la humedad aprovechable, como lo demuestra la figura 5.

En las figuras 6 y 7, para los tratamientos F-24 y F-28, puede observarse que durante los primeros 30 días después de la siembra la humedad del suelo se mantuvo entre 70-95% de humedad aprovechable, con un promedio de 83%, mientras que de aquí hasta el final del ciclo de cultivo mantuvieron un promedio de 26%. Los valores mínimos en ambos casos, los obtuvieron en la cosecha con valores de 5% para el tratamiento F-24 y de 1% abajo de PMP para el tratamiento F-28, o sea, que éste fue el único que llegó al punto de marchitez permanente en el estrato 0-30 cms., mientras que en el estrato 30-60 cms. su valor mínimo fue de 33%, debido a esto último las plantas del tratamiento F-28 no murieron, ya que se abastecían de agua en el estrato de 30-60 cms.

Puede inferirse que en todos los casos en el período de cosecha, el cultivo estuvo sometido a tensión alta, ya que sus valores, en raras excepciones fueron igual o mayor a 30% que es lo que se aconseja como mínimo someter al cultivo (5). Así también la disponibilidad de humedad aprovechable fue alta durante el período de desarrollo vegetativo y floración, estando sus valores entre 66-90%. Durante el período de fructificación únicamente los tratamientos F-20, F-24 y F-28 estuvieron sometidos a alta tensión.

En el cuadro 13, puede observarse que los tratamientos F-8, F-12 y F-16 presentan valores de evapotranspiración total mayores que los calculados en base a las fórmulas de Blanney-Criddle y Hargreaves, pero bastante cercanos a ellos, la evaporación del tanque, presenta 66.81 cm. de evaporación.

Como puede observarse, entre los seis tratamientos, en el que se dió una mayor evapotranspiración fue en el tratamiento F-8 con 36.61 cm, mientras que el tratamiento F-24 la evapotranspiración total fue de 17.79 cm., ésto es debido a - que al tratamiento F-8 se le aplicaron mayor número de riegos y por lo tanto tuvo mayor disponibilidad de humedad en el suelo.

Cuadro 13

EVAPOTRANSPIRACION TOTAL PARA LOS SEIS TRATAMIENTOS Y PARA BLANNEY-CRIDDLE, HARGREAVES Y TANQUE EVAPORIMETRO.

Tratamiento	Evapotranspiración Total (cm)
F-8 (8 días)	36.61
F-12 (12 días)	26.89
F-16 (16 días)	29.46
F-20 (20 días)	19.82
F-24 (24 días)	17.79
F-28 (28 días)	20.24
Blanney-Criddle	24.78
Hargreaves	28.35
Tanque Evaporímetro	66.81

En la figura 8 se presenta la evapotranspiración acumulada de los 6 tratamientos y la evapotranspiración acumulada en base a las fórmulas de Blanney-Criddle y Hargreaves; así como también se presenta la evaporación acumulada medida en el tanque tipo "A", de la estación metereológica La Fragua, Zacapa. Los cálculos de evapotranspiración por fórmula y la evaporación medida en el tanque tipo "A" se presentan en los cuadros 14, 15 y 16 del apéndice. Los tratamientos F-8, F-12 y F-16 siguen un comportamiento similar al de Hargreaves y Blanney-Criddle.

En las figuras de la 9 a la 14 se presenta la tasa de evapotranspiración para cada uno de los tratamientos y la tasa de evapotranspiración calculada en base a Blanney-Criddle, Hargreaves y la tasa de evaporación del tanque tipo "A", para éstos últimos se hizo en base al intervalo de riego. Como puede observarse en dichas gráficas, la tasa de evapotranspiración para cada uno de los tratamientos es menor en todos los casos que la tasa de evapotranspiración calculada por medio de Blanney-Criddle y Hargreaves, así también es menor que la tasa de evaporación del tanque tipo "A", ésto era de esperarse, ya que la evapotranspiración calculada en base a fórmulas empíricas siempre nos da una evapotranspiración mayor que la evapotranspiración real medida en el campo.

Además de la comparación gráfica anteriormente mencionada, la tasa de evapotranspiración de cada tratamiento se comparó con la tasa de evapotranspiración en base a Blanney-Criddle y Hargreaves, así como con la evaporación del tanque tipo "A", por medio de análisis de regresión y correlación de los modelos Lineal, Geométrico, Logarítmico y Cuadrático; lo cual se hizo por medio del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, llegándose a determinar que existe correlación entre la evapotranspiración medida en el campo y la calculada por medio de Hargreaves, Blanney-Criddle y Evaporación del Tanque; existiendo una mayor correlación con la fórmula de Hargreaves y Tanque de Evaporación, que con Blanney-Criddle, con la cual la correlación fue menor. Para la fórmula de Hargreaves se ajustaron los modelos Logarítmico, Cuadrático y Geométrico, mientras que para la Evaporación del Tanque se ajustó mejor el modelo Lineal. Así también se hizo la Prueba de "t" para medias apareadas, resultando Hargreaves y Blanney-Criddle diferentes al tratamiento F-8 e igual a los demás tra-

tamientos, o sea, que en estas últimas no hubo diferencia estadística significativa, lo cual quiere decir que la evapotranspiración calculada por medio de Hargreaves es igual a la medida en el campo y además son altamente correlacionadas entre sí; mientras que la evapotranspiración calculada por medio de Blaney-Criddle resulta estadísticamente igual a la evapotranspiración medida en el campo, pero con poca o ninguna correlación o sea, que no existe diferencia; caso contrario ocurre con la evaporación del tanque, ya que correlacionó bien con la evapotranspiración medida en el campo, o sea, que siguen la misma tendencia, pero la prueba de "t" para medias apareadas da como resultado una desigualdad con la evapotranspiración medida en el campo.

Con respecto a los tratamientos F-8, F-12, F-16 y F-20, en las figuras 9, 10, 11 y 12 del apéndice, respectivamente, puede observarse que la mayor tasa de evapotranspiración ocurrió entre los 40-60 días después de la siembra, alcanzando valores promedios de 62 mm/8 días, 56 mm/12 días, 74 mm/16 días y 54 mm/20 días, respectivamente, siendo durante esta etapa de desarrollo la fructificación del cultivo; ya que es en ésta cuando el cultivo necesita y consume mayor cantidad de agua para la formación del fruto (29). Mientras que la menor tasa de evapotranspiración ocurrió durante los primeros 20 días después de la siembra, alcanzando valores de 6.5 mm/8 días, 10.4 mm/12 días, 20 mm/16 días y 27 mm/20 días, respectivamente; pero en general, la tasa de evapotranspiración se mantuvo entre 43-63 mm/20 días como promedio para todo el ciclo de cultivo en los 4 tratamientos anteriormente mencionados.

La tasa de evapotranspiración para los tratamientos F-24 y F-28, de acuerdo a las figuras 13 y 14, alcanzaron valo

res máximos durante los últimos 10 días del ciclo de cultivo, con valores de 73 mm/24 días y 74 mm/28 días respectivamente; mientras que la tasa de evapotranspiración mínima se obtuvo durante los primeros 28 días después de la siembra, con valores de 34 mm/24 días y 41 mm/28 días respectivamente; pero el promedio general de la tasa de evapotranspiración se mantuvo entre 57-64 mm/28 días. Este comportamiento es debido a la suspensión de los riegos al iniciar la cosecha, con lo cual para estos 2 tratamientos el período de tiempo entre el último riego y la cosecha fue mucho más largo que la frecuencia preestablecida.

En el cuadro 17 del apéndice se muestran los coeficientes "C" de cultivo de melón determinados experimentalmente en base a la evaporación del tanque tipo "A" para cada una de las etapas de desarrollo del cultivo, los cuales fueron obtenidos como resultado de dividir el valor de evapotranspiración entre la evaporación del tanque tipo "A", en cada uno de los tratamientos F-8, F-12 y F-16, que son los que obtuvieron mayores rendimientos y luego éstos fueron promediados.

7. CONCLUSIONES

- a) Existe diferencia estadística significativa entre tratamientos en cuanto a rendimiento en cajas exportables/Ha. en el cultivo de melón, siendo en los tratamientos regados cada 8, 12 y 16 días en los que mayor rendimiento se obtuvo y el menor rendimiento se obtuvo en el tratamiento regado cada 24 días.
- b) Respecto al rendimiento en Kg/Ha., no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos; lo cual indica que la frecuencia de -riego influyó en la calidad del producto, no así en la cantidad del mismo.
- c) En las variables, número de plantas vivas al final del ciclo y contenido de azúcar en grados --Brix, no hubo diferencia estadística significativa, por lo tanto la frecuencia de riego no influye en ellas.
- d) La diferentes frecuencias de riego influyen sobre la evapotranspiración total del cultivo, --siendo mayor en los tratamientos que se regaron con más frecuencia.
- e) Existe correlación entre la tasa de evapotranspipiración medida en el campo, con la tasa de evapotranspiración calculada por medio de las fórmumulas Hargreaves, Blaney-Criddle y Evaporación del Tanque tipo "A", existiendo una mejor correlación con la fórmula de Hargreaves y Evaporación del -Tanque tipo "A", ajustándose mejor el modelo Logarítmico, Cuadrático y Geométrico para Hargreaves y el modelo Lineal para la Evaporación del -Tanque tipo "A".

- f) En base a las gráficas de tasa de evapotranspiración, los valores máximos se obtuvieron en el período de inicio de fructificación y mínimos - al inicio del ciclo.
- g) La lámina total consumida para cada uno de los tratamientos fue de: 36.61; 26.89; 29.46; 19.82; 17.79 y 20.24 cms., para las frecuencias de 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días respectivamente.

8. RECOMENDACIONES

- a) De acuerdo a las condiciones bajo las cuales fue desarrollado el experimento se recomienda regar cada 16 días durante las etapas de desarrollo - vegetativo, floración y maduración, y regar cada 8 días durante la etapa de fructificación.
- b) Se recomienda utilizar la fórmula de Hargreaves y Evaporación del Tanque tipo "A" para el cálculo de la evapotranspiración en las condiciones bajo las cuales fue desarrollado el experimento.
- c) Continuar experimentando en este cultivo, con el objeto de ajustar la fórmula de Hargreaves a las condiciones de la región, ya que ésta, en el presente trabajo es aplicable a las condiciones de la región.
- d) Extender este tipo de investigación a otros cultivos, regiones y suelos de importancia del país.
- e) Se recomienda utilizar los coeficientes "C" presentados en este trabajo, calculados con la relación de la evapotranspiración medida y la evaporación del tanque tipo "A", para calcular el consumo de agua para el melón y seguir experimentando para afinar más estos coeficientes.

9. APENDICE

Cuadro 4

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO EN CAJAS EXPORTABLES

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft _{0.05}
BLOQUES	3	217.87	72.62	7.18(*)	3.29
TRATAMIENTOS	5	282.14	56.43	5.58(*)	2.90
ERROR	15	151.60	10.11		
TOTAL	23	651.61	28.33		

Cuadro 5

RENDIMIENTO EN CAJAS EXPORTABLES POR TRATAMIENTO Y REPETICION

Tratamien to.	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Total Yi	Promedio Yi
F-8	1344	1854	2275	1435	6908	1727
F-12	1434	1330	1415	364	4543	1136
F-16	1799	804	1580	198	4381	1095
F-20	629	1054	1085	582	3350	837
F-24	951	958	761	267	2937	734
F-28	792	962	847	380	2981	745
TOTAL Yj	6949	6962	7963	3226	2510	
PROMEDIO Yj	1158	1160	1327	538		1046

Cuadro 6

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO (Kg/Ha.)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	F _t 0.05
BLOQUES	3	35262.11	11754.04	5.17 (*)	3.29
TRATAMIENTOS	5	22639.66	4527.93	1.99(NS)	2.90
ERROS	15	34125.53	2275.04		
TOTAL	23	92027.30			

Cuadro 7

RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR TRATAMIENTO Y REPETICION

Tratamien to.	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Total Y _i	Prómedio Ȳ _i
F-8	20910	23842	31366	21952	98079	24517
F-12	21450	21528	21528	11921	76427	19107
F-16	28858	17245	35069	8835	90007	22502
F-20	19599	17592	20100	16396	73687	18422
F-24	21103	14930	16628	14892	67553	16888
F-28	19251	19946	16859	6829	62885	15721
TOTAL Y _j	131171	115083	141550	80825	468629	19526
PROMEDIO Y _j	21862	19180	23592	13471		

Cuadro 8

NUMERO DE PLANTAS VIVAS AL FINAL DEL CICLO DE CULTIVO POR TRATAMIENTO Y REPETICION.

Tratamiento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Total Yi	Promedio \bar{Y}_i
F-8	47	45	47	45	184	46.00
F-12	45	45	47	48	185	46.25
F-16	44	46	48	45	183	45.75
F-20	47	47	47	44	185	46.25
F-24	48	42	48	46	184	46.00
F-28	48	48	48	47	191	47.75
TOTAL Yj	279	273	285	275	1112	46.33
PROMEDIO Yj	46.5	45.5	47.5	45.83		

Cuadro 9

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL NUMERO DE PLANTAS VIVAS AL FINAL DEL CICLO DE CULTIVO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05
BLOQUES	3	14.0000	4.6667	1.89 (NS)	3.29
TRATAMIENTOS	5	10.3320	2.0664	0.84 (NS)	2.90
ERROR	15	37.0000	2.4667		
TOTAL	23	61.3320			

Cuadro 10

CONTENIDO DE AZUCAR (Grados Brix) POR TRATAMIENTO Y REPETICION

Trata- miento	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Total Yi	Promedio \bar{Y}_i
F-8	11.7	11.9	12.5	11.3	47.4	11.85
F-12	12.1	13.5	9.9	11.3	46.8	11.70
F-16	13.1	11.8	13.3	11.4	49.6	12.40
F-20	10.4	11.3	10.9	7.8	40.4	10.10
F-24	11.3	11.6	11.7	9.4	44.0	11.00
F-28	10.5	12.5	12.6	11.8	47.4	11.85
TOTAL Yj	69.10	72.60	70.90	63.0	275.6	11.485
PROMEDIO Yj	11.52	12.10	11.82	10.50		

Cuadro 11

ANALISIS DE VARIANZA PARA EL CONTENIDO DE AZUCAR (Grados Brix)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft _{0.05}
BLOQUES	3	0.1946	0.0649	2.84 (NS)	3.29
TRATAMIENTOS	5	0.2893	0.0579	2.53 (NS)	2.90
ERROR	15	0.3431	0.0229		
TOTAL	23	0.8271			

Cuadro 14

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR LA FORMULA DE BLANNEY-CRIDDLE MODIFICADA POR EL SCS DURANTE TODO EL CICLO DE CULTIVO.

MES	Duración en mes	T°C mensual	(0.457t + 8.13)	P (%) **	f	K _t	f.K _t	* K _c	Et (mm)	Et' ajusta da (mm)	Et acumu- lada (mm)
ENERO	0.52	24.1	9.95	7.49	74.53	0.99	73.78	0.49	36.15	30.00	30.00
FEBRERO	1	22.6	18.46	7.35	135.68	0.95	128.90	0.72	92.81	77.03	107.03
MARZO	1	27.9	20.88	8.43	176.02	1.11	195.38	0.75	146.54	121.63	228.66
ABRIL	0.16	30.1	3.50	8.44	29.54	1.18	34.86	0.66	23.01	19.10	247.76

$$\sum f = 415.77$$

$$\sum Et = 298.51 \quad \sum Et' = 247.76$$

$$K' = 298.51/415.77 = 0.72$$

$$K = 0.60 \text{ Fuente posadas (1969).}$$

$$K/K' = 0.60/0.72 = 0.83; Et' = 0.83 Et$$

$$* K_c = \text{Coeficiente de cultivo. Fuente: Palacios (1977)}$$

$$** P = \% \text{ mensual de Hrs-luz. Fuente: Tabla según latitud Norte, Blanney-Criddle (1950) debido a que en la Fragua no se toma este dato.}$$

Cuadro 15

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR LA FORMULA DE HARGREAVES DURANTE TODO EL CICLO DE CULTIVO.

FECHA	Hn	d	T°C	K _c	17.37kdt	1.0 - 0.01Hn	Et (mm)	Correcciones			Et (mm)	Et acum. (mm)
								altura	viento	Inso- lación		
16/1/84	52.3	0.90	24.1	0.21	79.12	0.477	37.74	+0.6%	-4.30%	-20.4%	28.93	28.93
31/1/84												
1/2/84												
29/2/84	46.3	0.88	22.6	0.56	193.45	0.537	103.88	+0.6%	-1.28%	-19.2%	82.86	111.79
1/3/84												
31/3/84	37.1	1.01	27.9	0.52	254.52	0.629	160.09	+0.6%	-1.67%	-18.8%	127.83	239.62
1/4/84												
5/4/84	36.8	1.01	30.0	0.17	89.47	0.632	56.55	+0.6%	-4.61%	-19.2%	43.86	283.48

$$Et_T = 283.48$$

Hn = Humedad relativa media al medio día.

d = 0.12P. P = Fuente: Blanney-Criddle (1950)

K_c = Coeficiente de cultivo. Fuente: Hargreaves (1966)

Cuadro 16

EVAPORACION MEDIDA EN TANQUE TIPO "A" DURANTE TODO EL CICLO DE CULTIVO.

FECHA	Tanque Evaporímetro Ev(mm)	Ev (mm) Acumulada
16/1/84	107.3	107.3
31/1/84		
1/2/84		
29/2/84	237.0	344.3
1/3/84	275.8	620.1
31/3/84		
1/4/84		
5/4/84	48.0	668.1

$$Ev_T = 668.1$$

Cuadro 17

ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO DURANTE SU CICLO Y COEFICIENTES "C" DETERMINADOS EXPERIMENTALMENTE.

Etapa Fenologica	Días después de la siembra	Coefficiente "C"
Desarrollo Vegetativo	1 - 25	0.19
Floración	26 - 40	0.40
Fructificación	41 - 70	0.66
Maduración	71 - 80	0.48

$$C = Et/Ev.$$

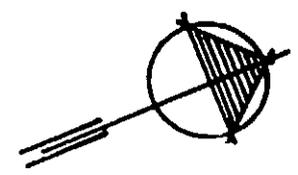
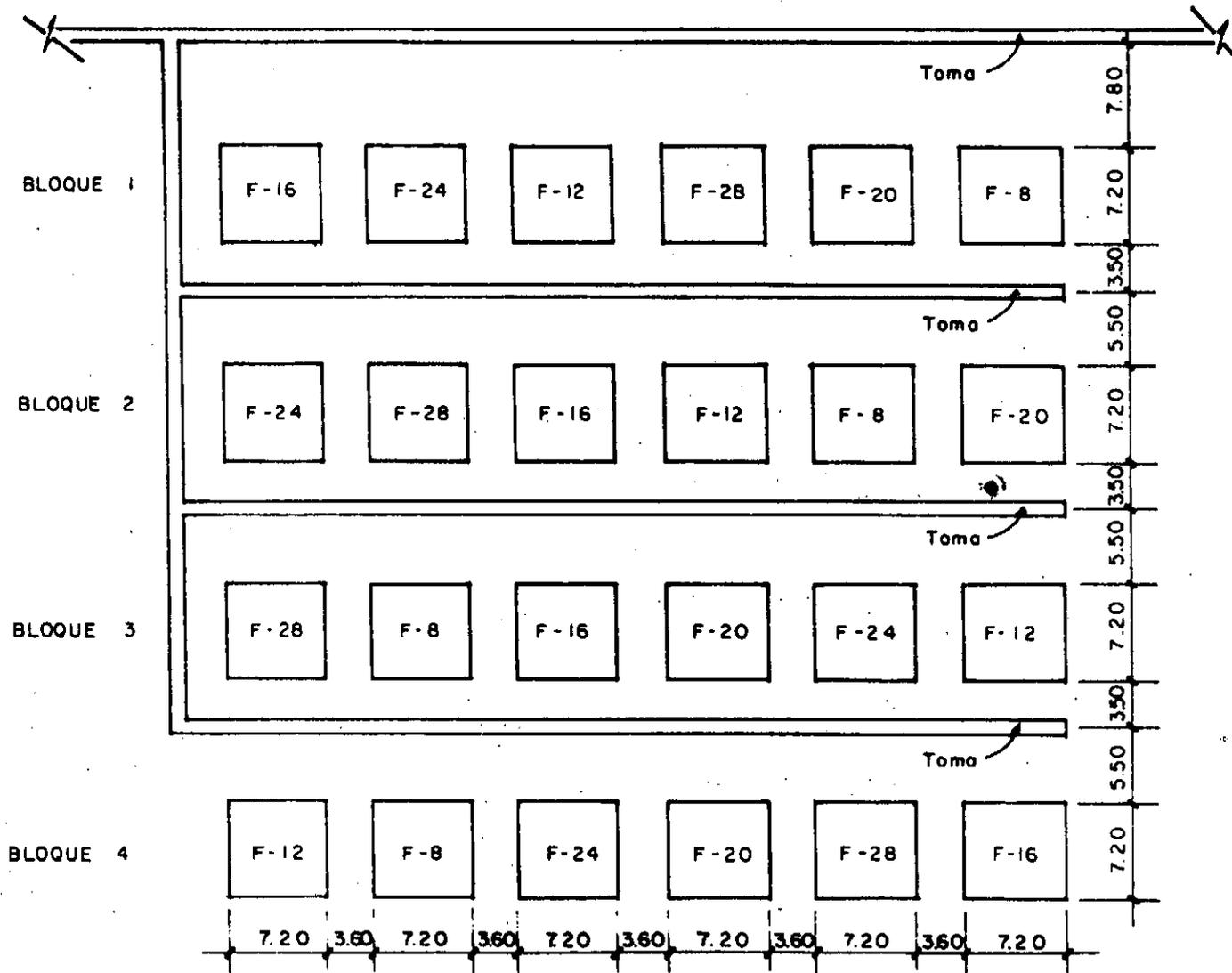


FIGURA I

PLANO GENERAL DEL EXPERIMENTO

ESCALA: 1:500

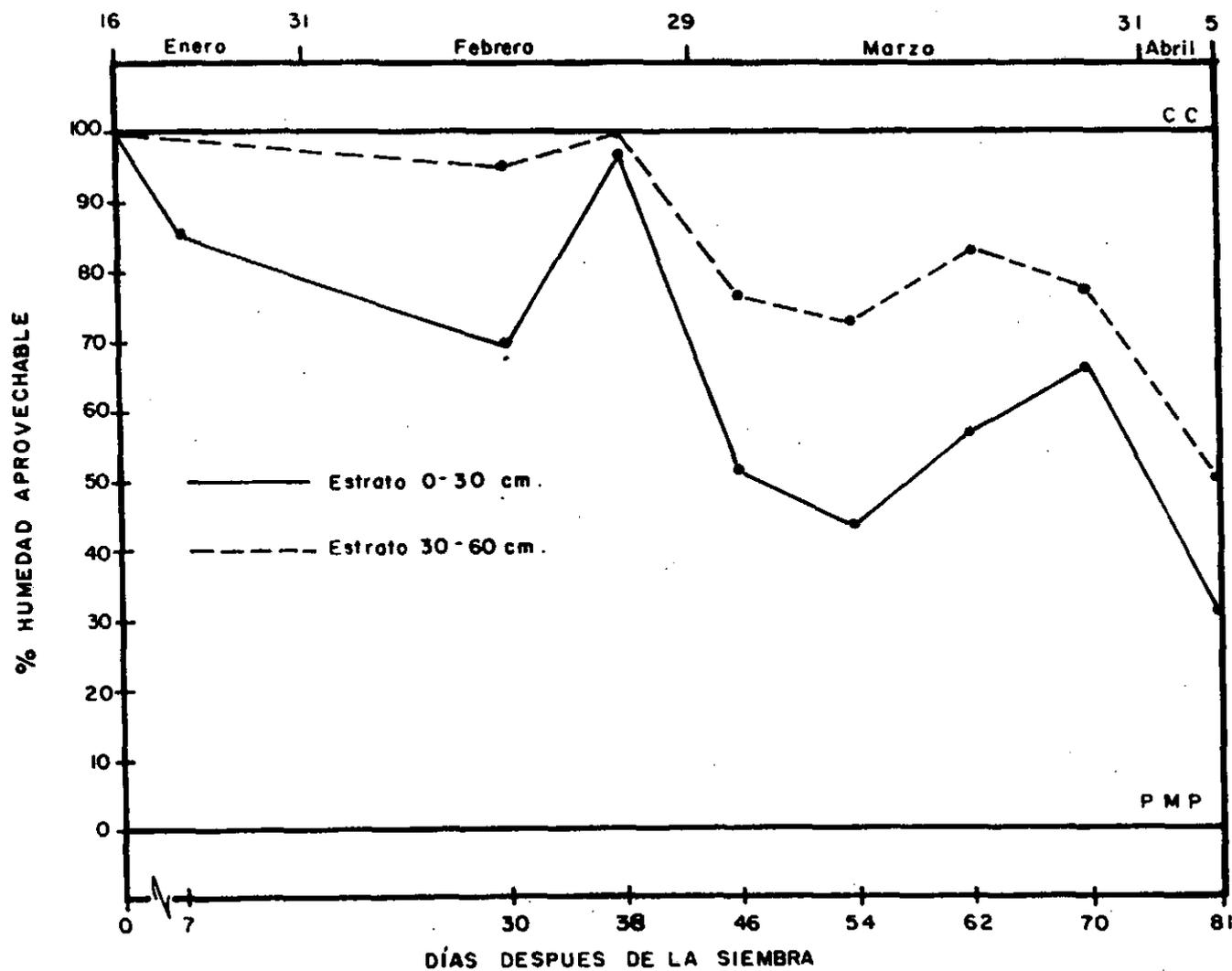


FIGURA 2

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-8

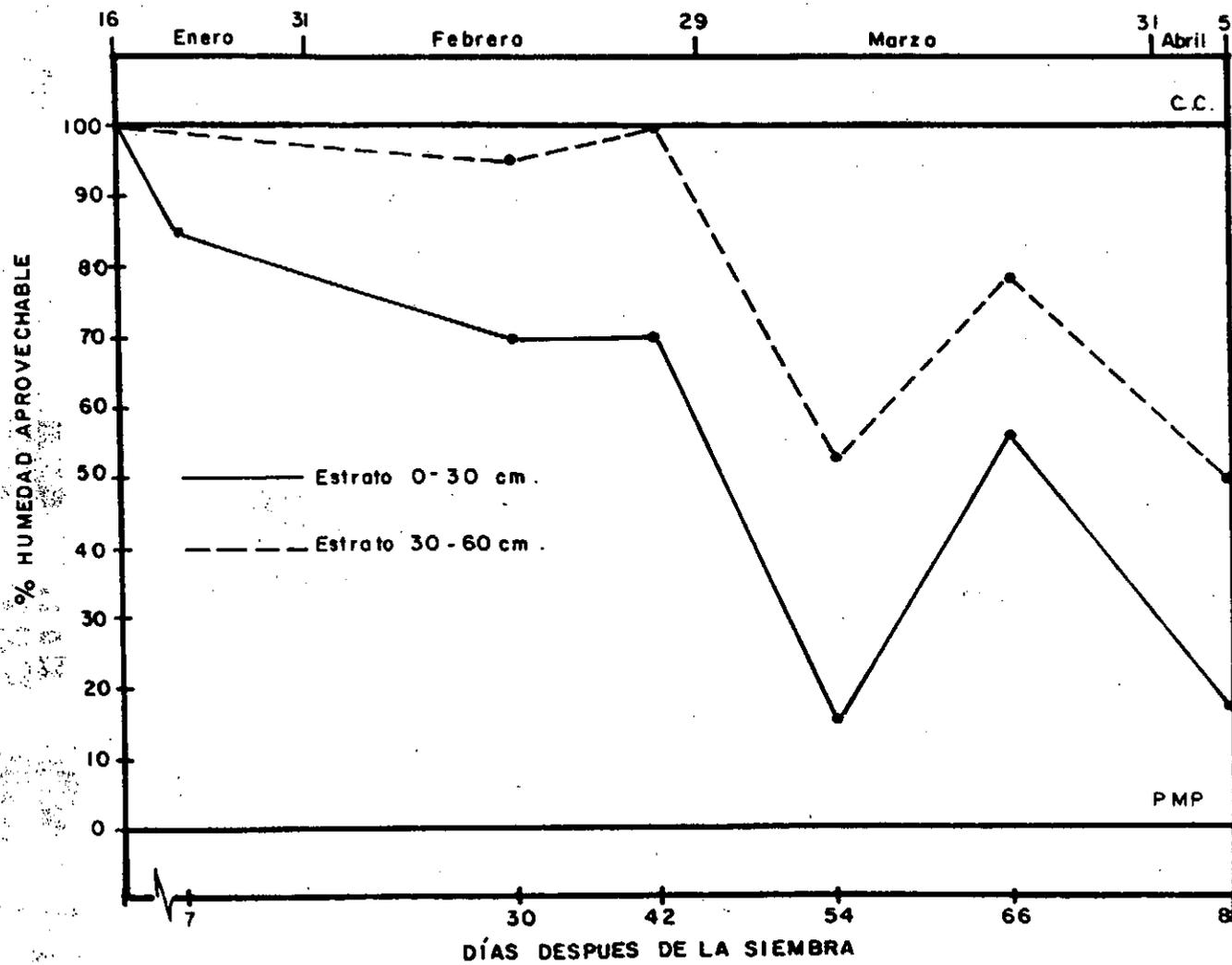


FIGURA 3

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-12

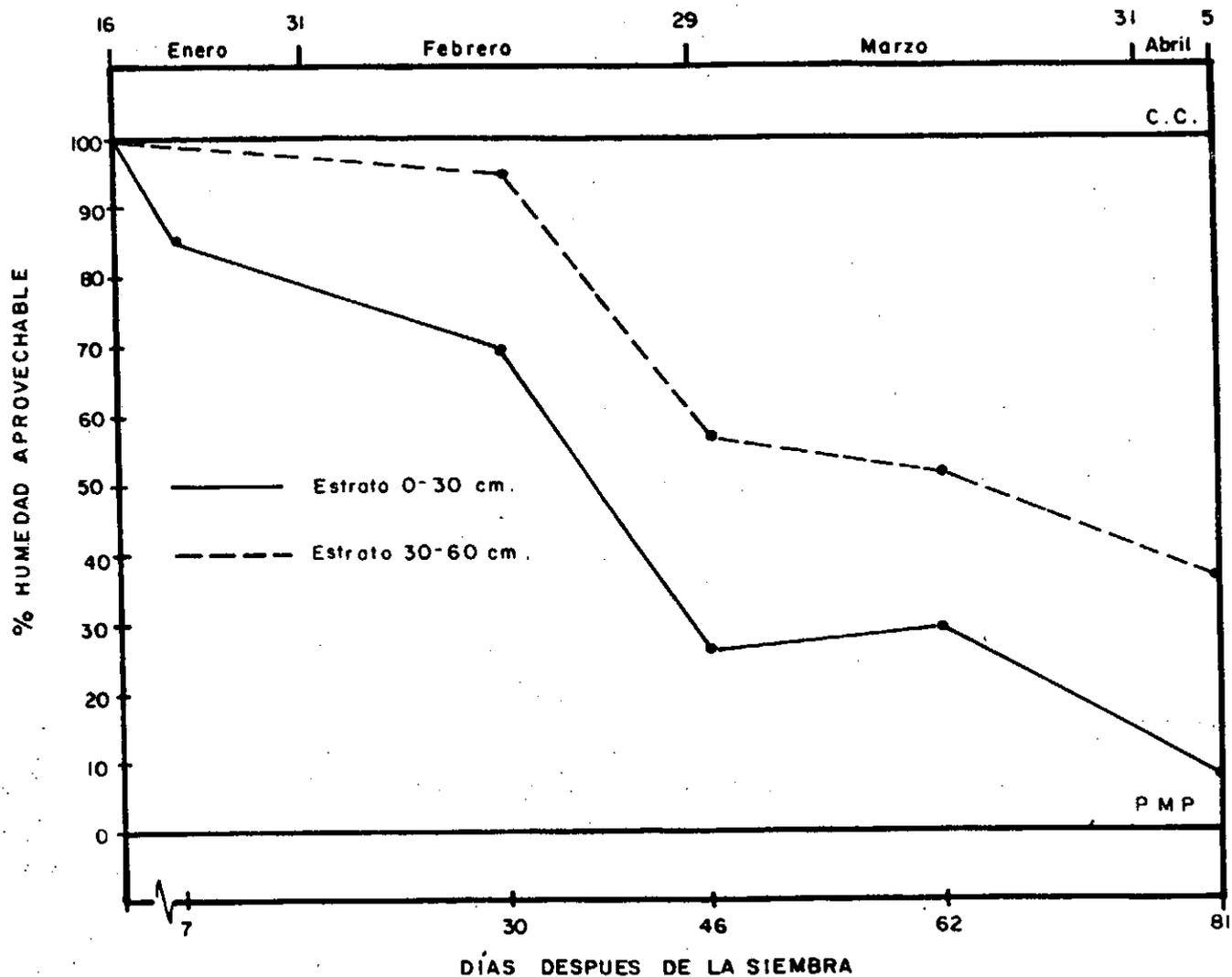


FIGURA 4

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-16

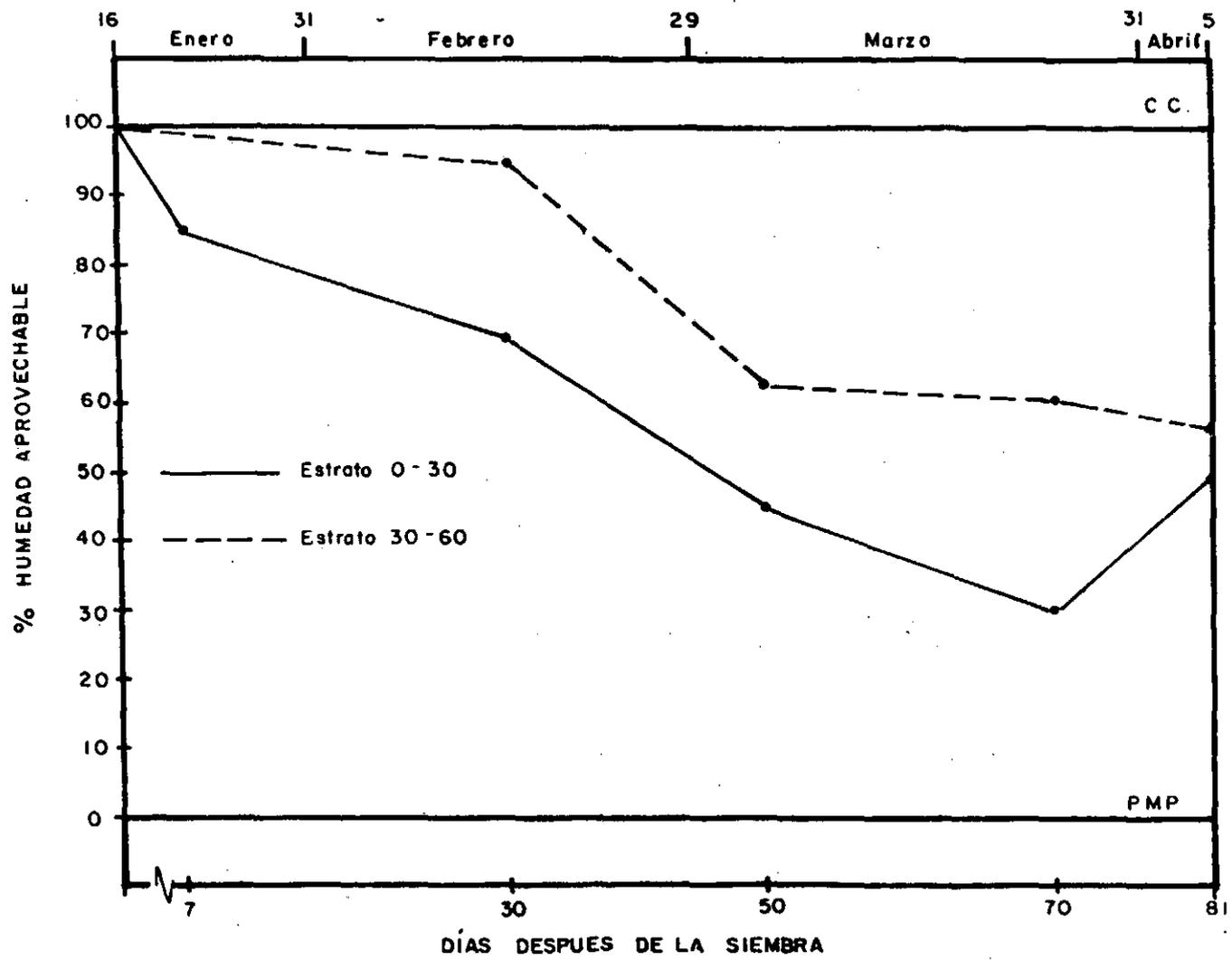


FIGURA 5

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-20

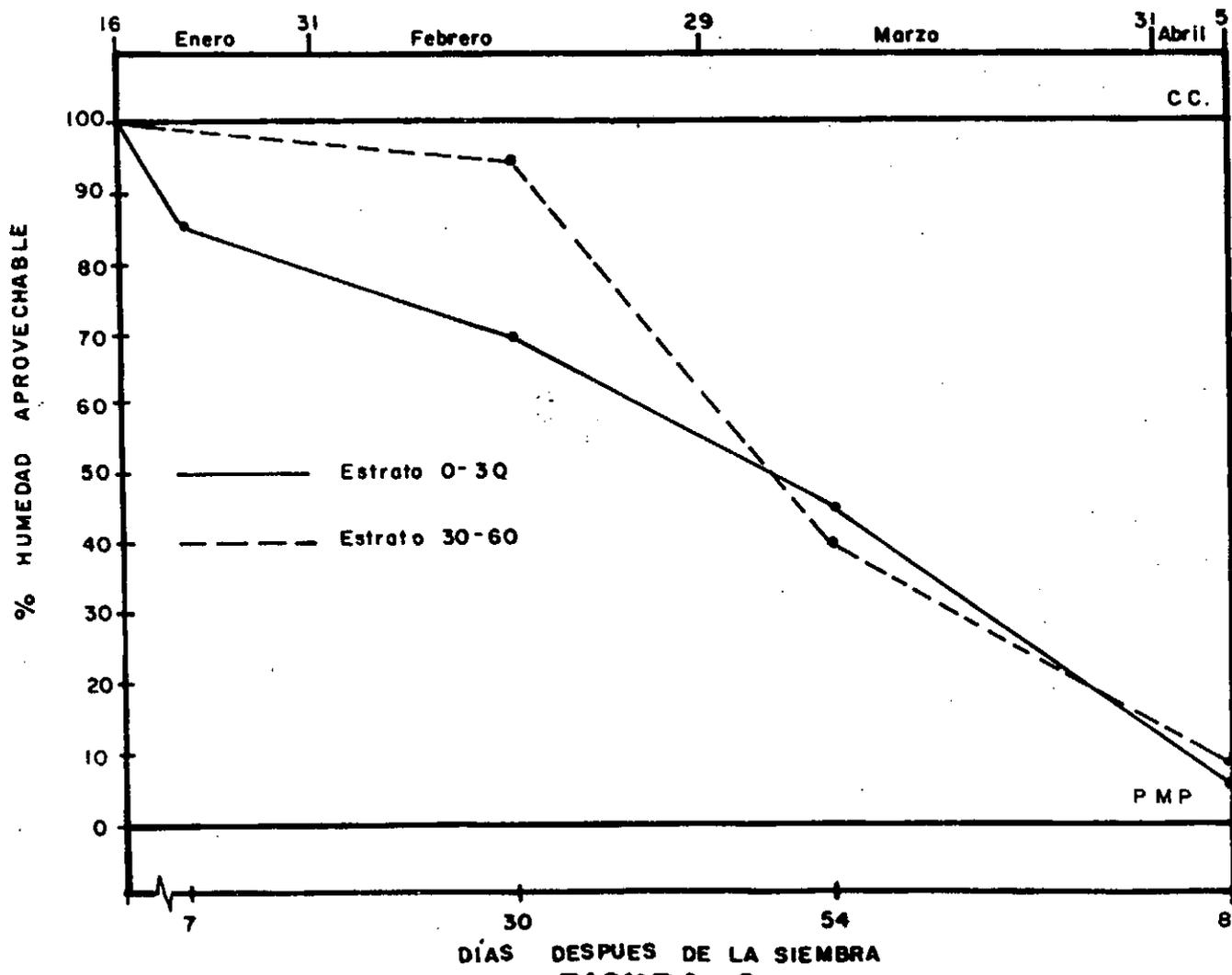


FIGURA 6

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-24

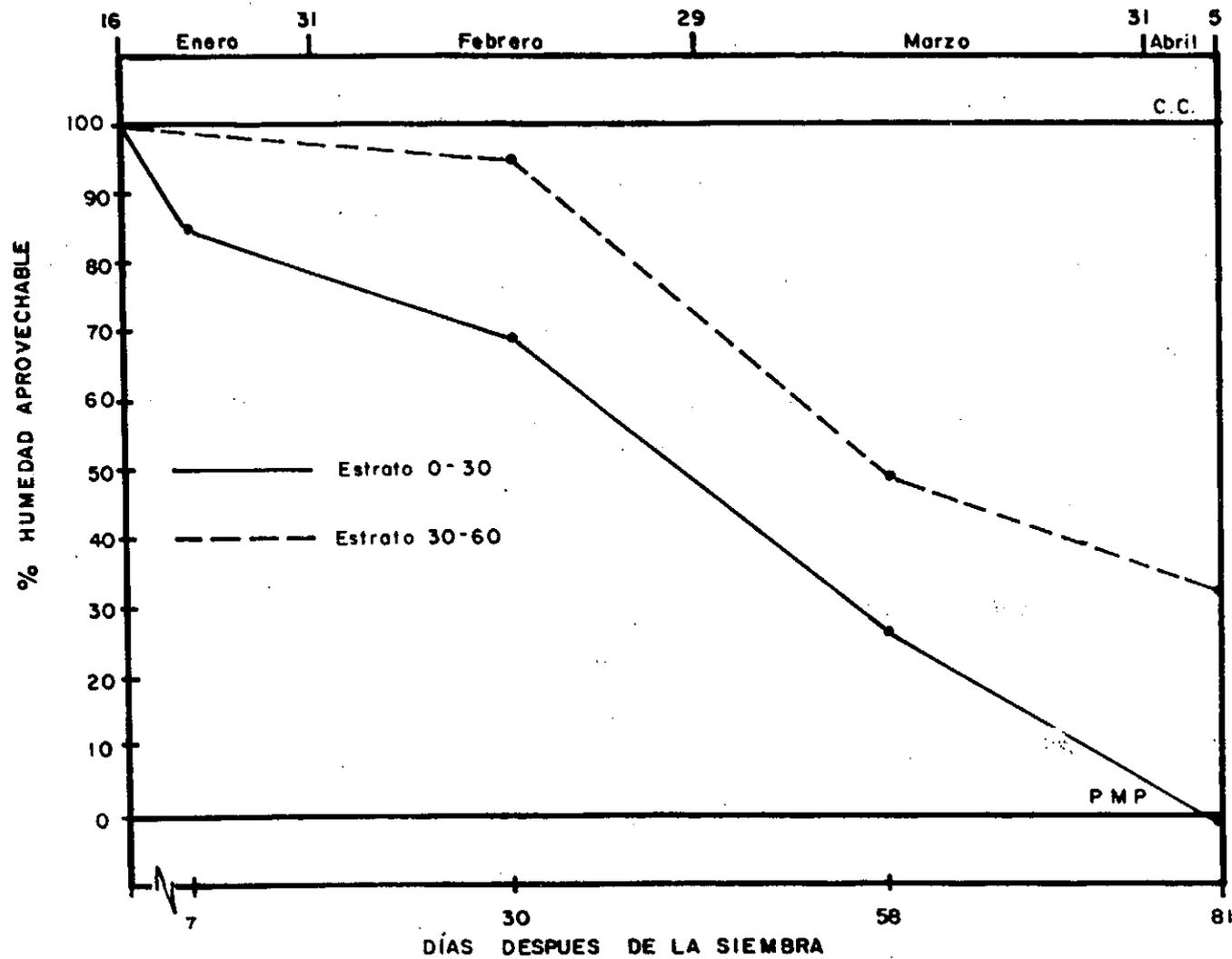


FIGURA 7

CONTROL DE LA HUMEDAD APROVECHABLE PARA EL TRATAMIENTO F-28

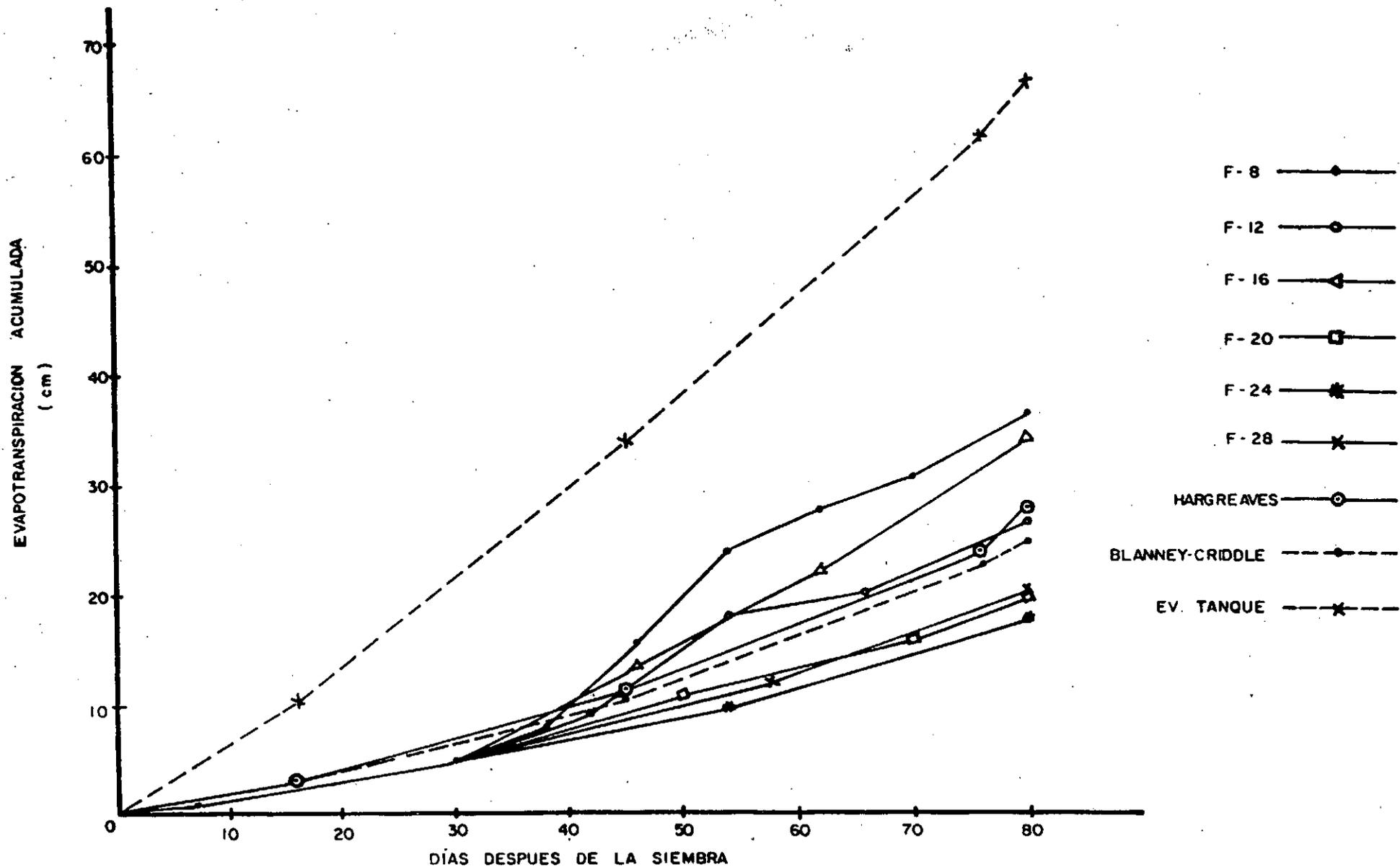


FIGURA 8

EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA PARA LOS SEIS TRATAMIENTOS Y FORMULAS EMPIRICAS

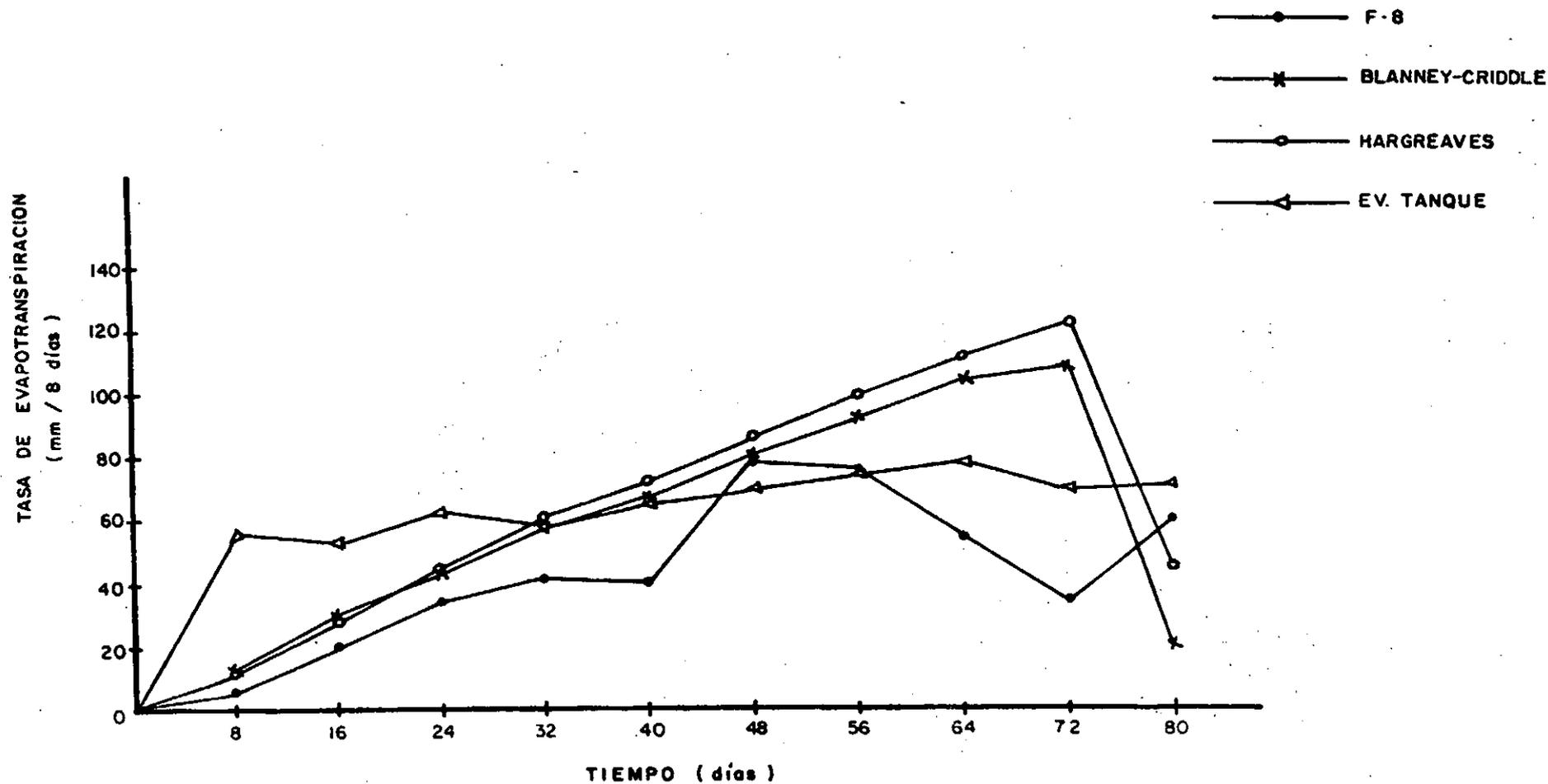


FIGURA 9

**TASA DE EVAPOTRANSPIRACIÓN
PARA LA F-8 Y FORMULAS**

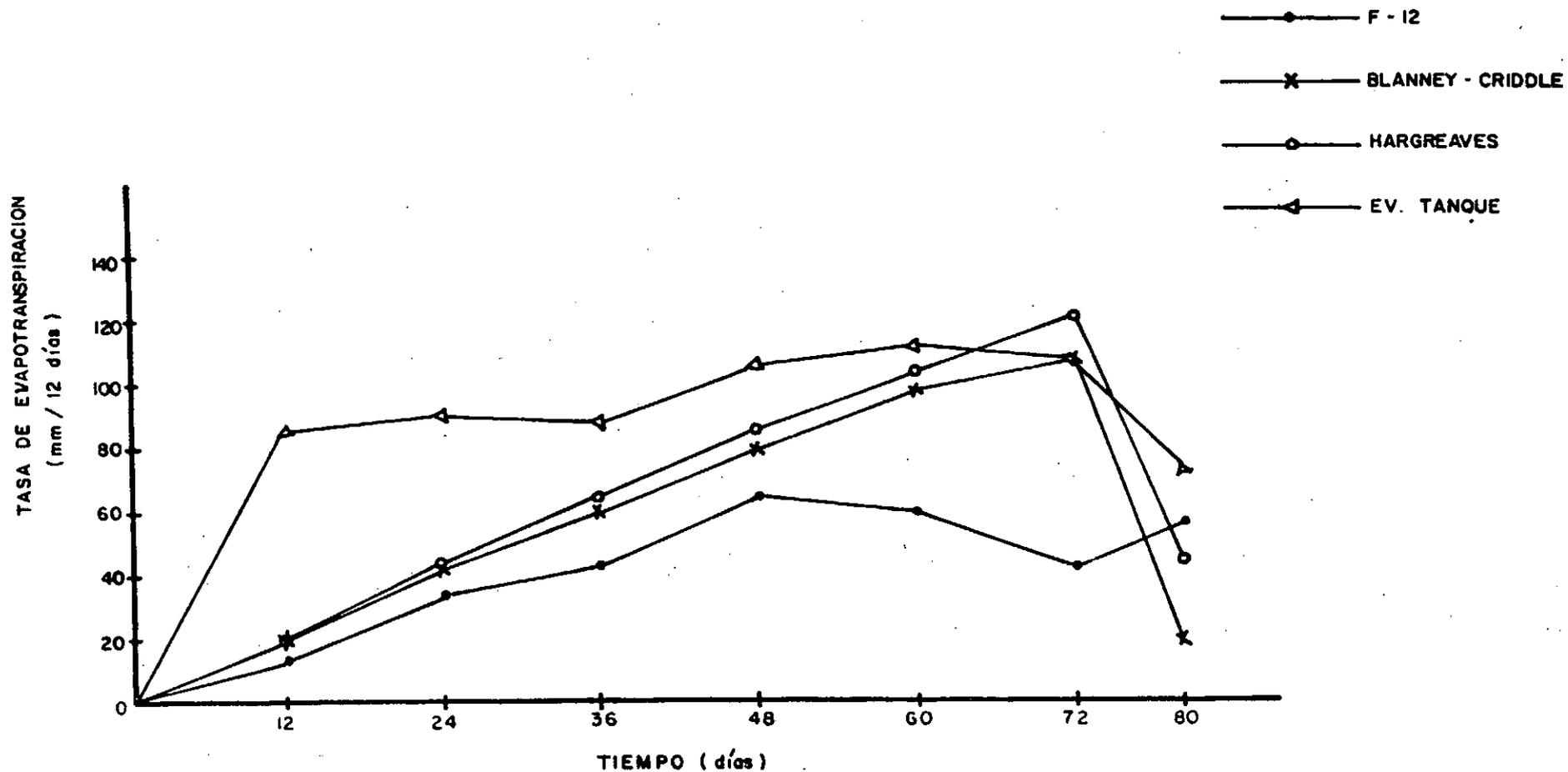


FIGURA 10

**TASA DE EVAPOTRANSPIRACION
PARA LA F-12 Y FORMULAS**

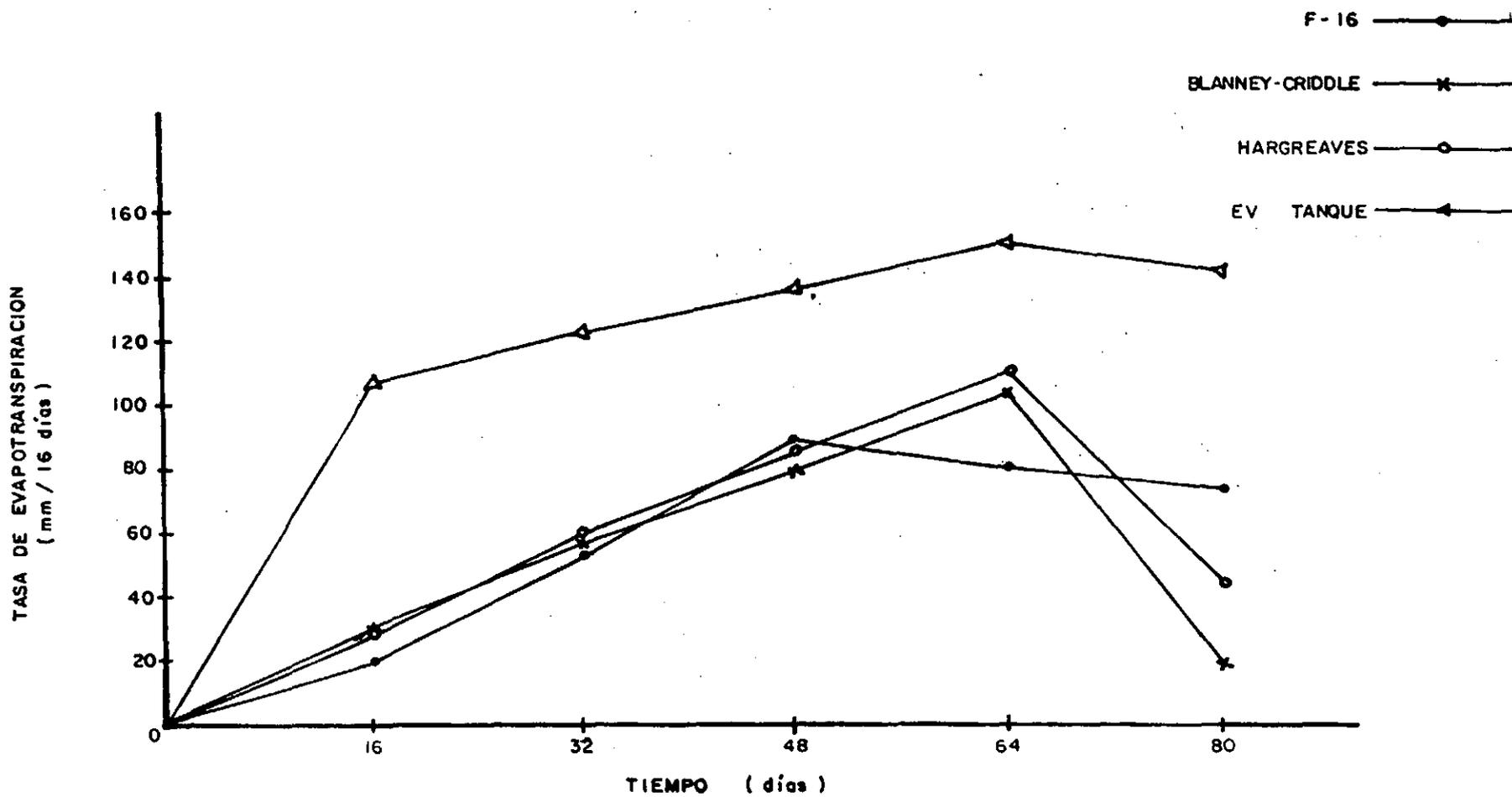


FIGURA II
TASA DE EVAPOTRANSPIRACION
PARA LA F-16 Y FORMULAS

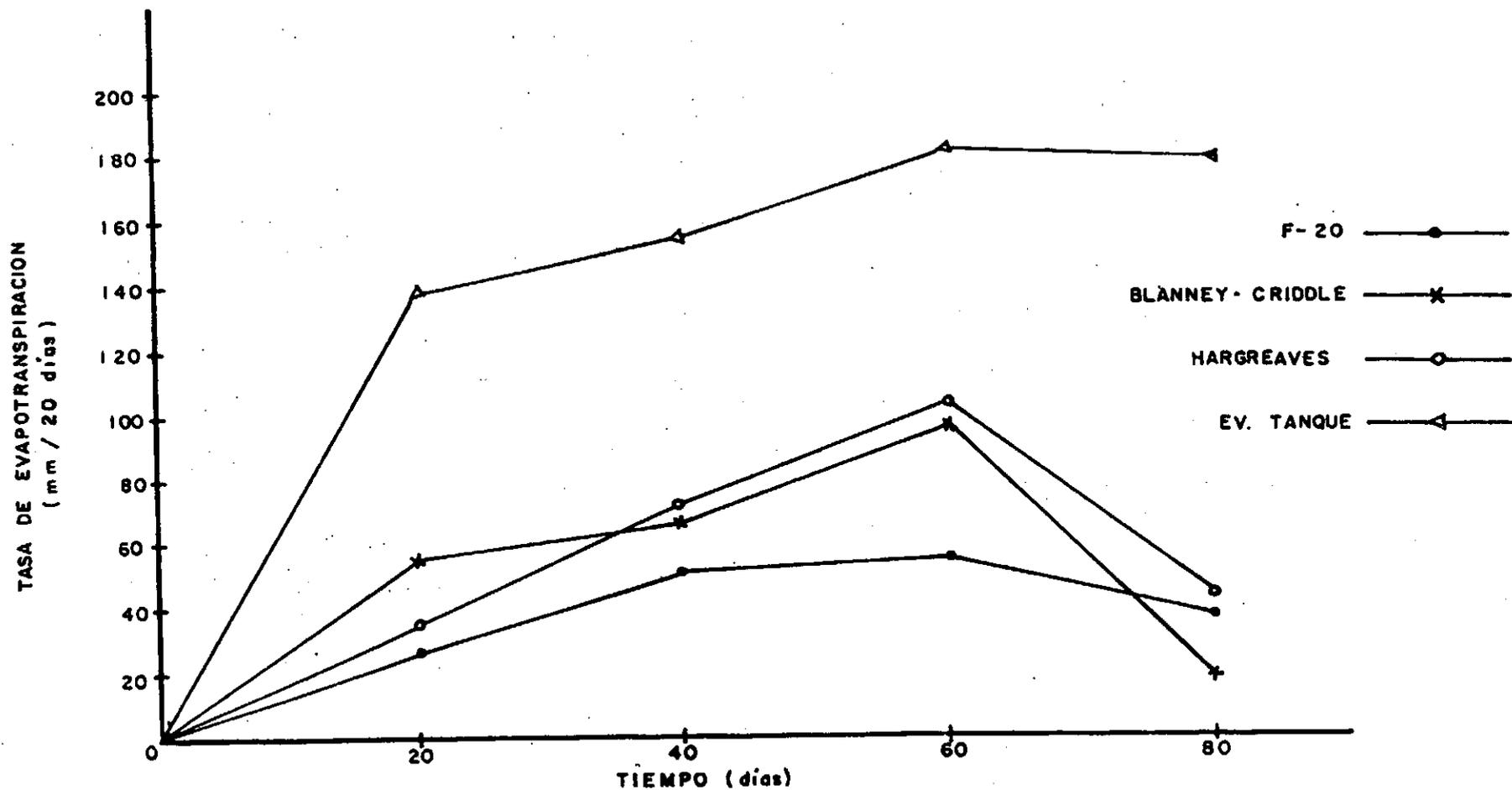


FIGURA 12

**TASA DE EVAPOTRANSPIRACION
PARA LA F-20 Y FORMULAS**

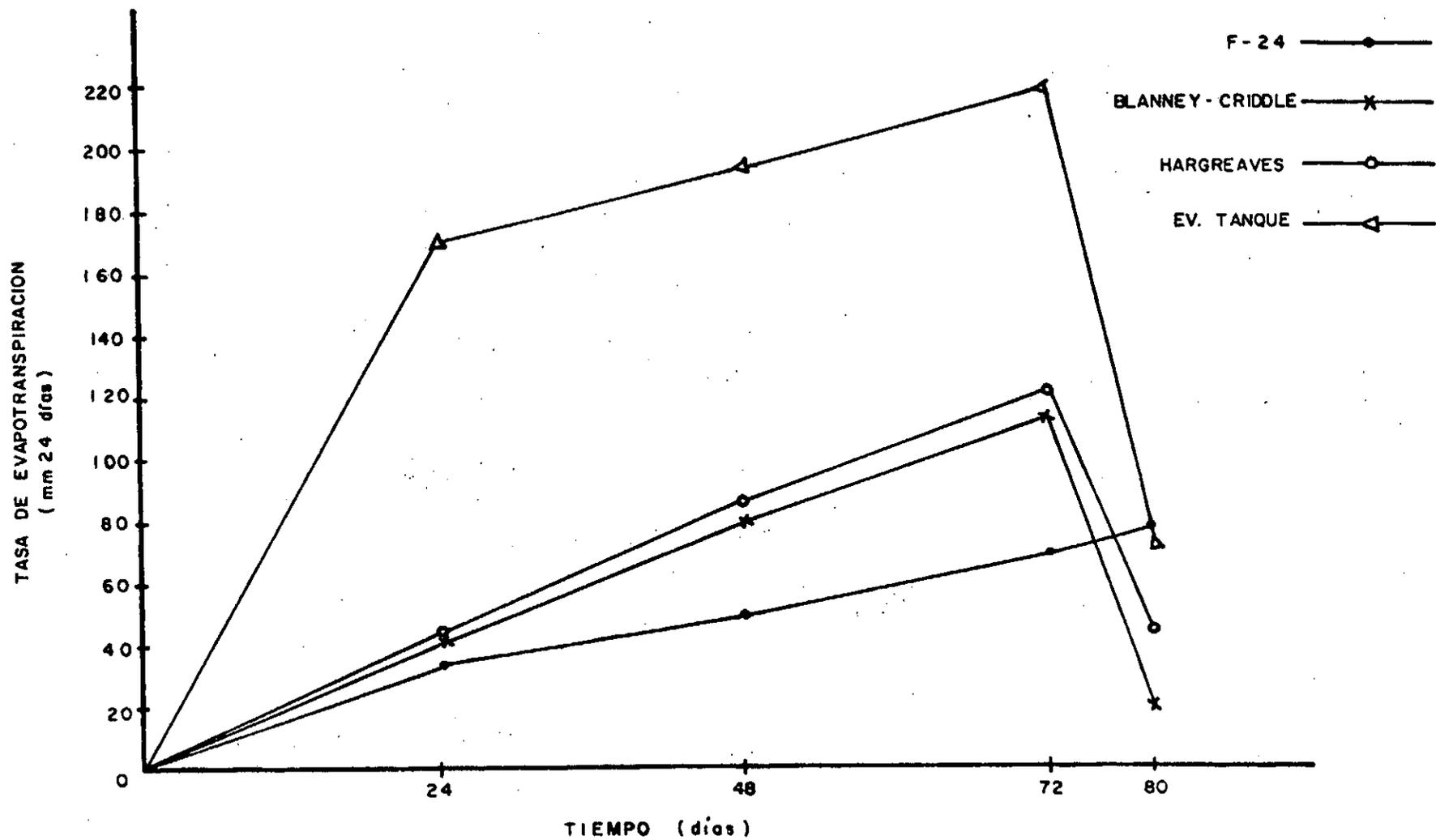


FIGURA 13
TASA DE EVAPOTRANSPIRACION
PARA LA F-24 Y FORMULAS

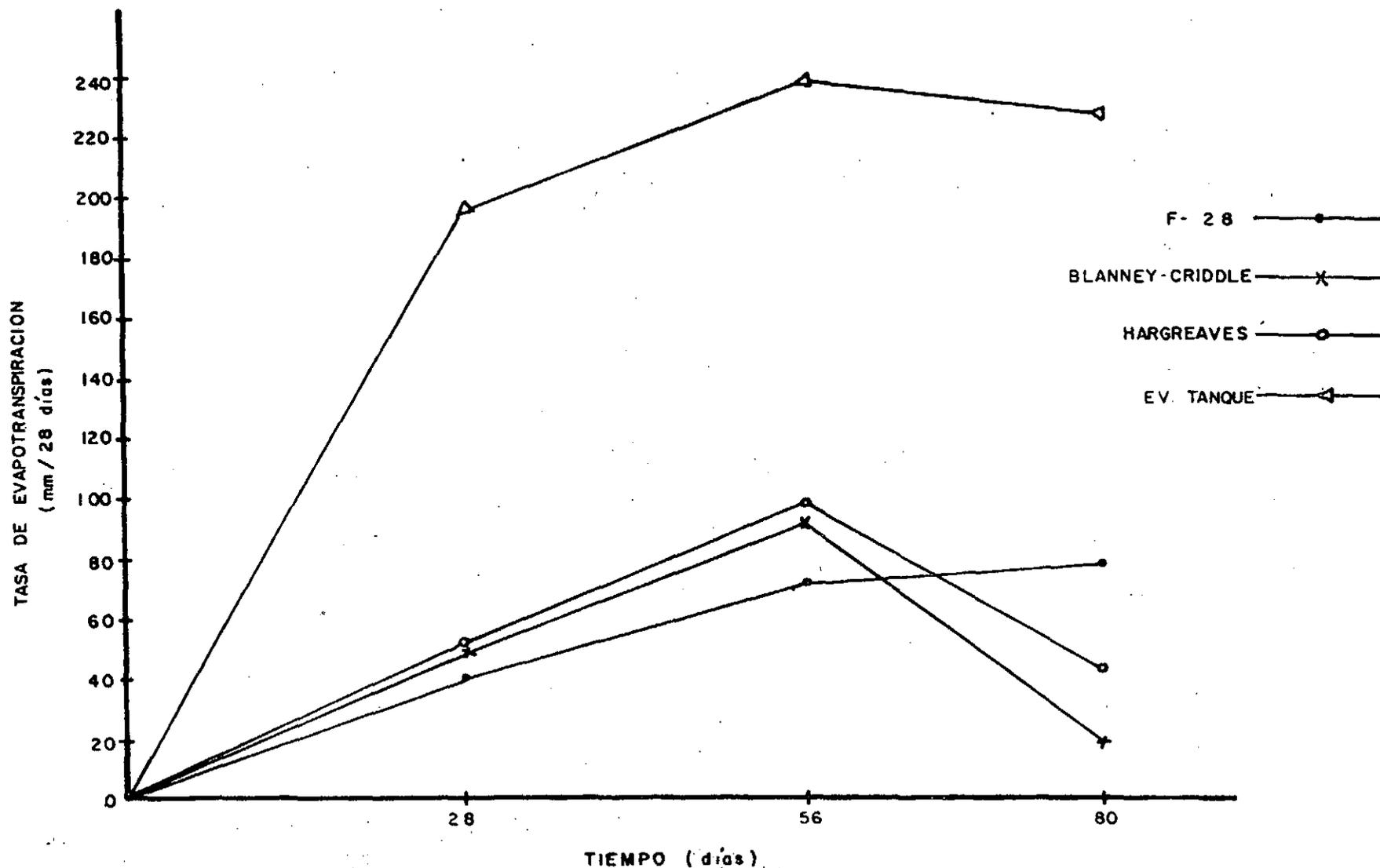


FIGURA 14
TASA DE EVAPOTRANSPIRACION
PARA LA F-28 Y FORMULAS

10. BIBLIOGRAFIA

1. BARRILLAS KLEE, E. Determinación experimental de la evapotranspiración de tomate y melón en el valle La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 69 p.
2. CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA. Conceptos modernos sobre riego. México, 1974. 19 p.
3. ----- . Evaluación agrotécnica de los métodos de riego. México, 1974. 7 p.
4. DOOREMBOS, J. Las necesidades de agua en los cultivos. Roma, FAO, 1976. 194 p.
5. ----- Y KASSAM, A.H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO, 1979. 212 p.
6. GRASSI, C.J. Aspectos metodológicos para la determinación experimental de la evapotranspiración y la frecuencia de riego. Venezuela, CIDIAT. Serie de Riego y Drenaje, Texto no. 26. 1978. 110 p.
7. ----- . Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. Venezuela, CIDIAT. Serie de Riego y Drenaje, Texto no. Rd-8. 1975. 87 p.
8. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. El cultivo del melón. Guatemala, 1982. 16 p. (Folleto Técnico No. 23).
9. ----- . INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. El cultivo del melón. Guatemala, 1983. 4 p.
10. HARGREAVES, G. Requerimientos de riego y déficit de precipitación para Guatemala. Trad. por Percy Aotken. Guatemala, DIGESA, DIRENARE. Memorandum Técnico no. 6. 1977. 27 p.
11. LENANO, F. Como se cultivan las hortalizas de fruto. Barcelona España, Editorial de Vecchi, s.f. pp. 93-101.

12. MESSIAEN, C.M. Las hortalizas, técnicas agrícolas y productos tropicales. Trad. por Juan E. y María Dolores Farreny. México, Blume, 1979. pp 220-222.
13. OLIVER, H. Riego y clima. Trad. por José Luis de la Loma. México, Continental, 1983. pp. 73-74.
14. PALACIOS VELEZ, E. Estimación de los requerimientos de agua de los cultivos para conocer el cuando y cuanto regar. México, Universidad Autónoma - Chapingo. Boletín Técnico no. 11. 1981. 25 p.
15. ----- . Cuanto, cuando y cómo regar. México, Dirección General de Distritos y Unidades de Riego. Memorandum Técnico no. 195. 1982. 44 p.
16. PEÑA, R. Horticultura y fruticultura. Bilbao, España, Artes Gráficas Grijelmo, 1955. pp. 204-208.
17. REYES CASTANEDA, P. Diseño de experimentos aplicados. México, Trillas, 1980. pp. 39-40, 51-54, 109-112.
18. RODRIGUEZ BACARREZA, C. La radiación solar en la estimación de la evapotranspiración potencial. México, Universidad Autónoma Chapingo. Boletín Técnico no. 18. 1980. 72 p.
19. RODRIGUEZ ZAVALA, C. Instructivo para el manejo y reporte de experimentos agrícolas bajo condiciones de riego. México, Dirección General de Distritos y Unidades de Riego. Memorandum Técnico no. 380. 1978. 111 p.
20. RUSSEL, R. Producción de melones. Trad. por Miguel A. Ponciano. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. Boletín Técnico no.4. 1964. 13 p.
21. SOBERANIS LOPEZ, J.L. Efecto de la frecuencia de riego en los rendimientos y medición de la evapotranspiración en tomate (Lycopersicum esculentum) en la unidad de riego El Rancho-Jicaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 64 p.
22. TELLO SAMAYOA, C.A. Efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento y la evapotranspiración del chile pimiento (Capsicum annum L.) en la --

unidad de riego Rancho-Jicaro. Tesis Ing. Agr.
Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad
de Agronomía, 1983. 70 p.

23. WITHERS, B. VIPOND, S. El riego; diseño y práctica.
México, Diana, 1979. pp. 15-16, 69, 81-82.

23. b
B. Vipond



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
Facultad de Agronomía
Centro de Documentación e Información Científica



Referencia
Asunto

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1645

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, appearing to read 'C.A. Castaneda S.'.



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
D E C A N O