

D.L.
01
T(530)
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"

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

LUIS FELIPE MENDEZ GUZMAN

EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRONOMO

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
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 P.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Agr. César A. Castañeda S.
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Roberto Izaguirre Tejeda
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Hugo Tobías Vásquez
EXAMINADOR:	Ing. Agr. Juan Gonzáles Martínez
SECRETARIO:	Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez P.

9 de julio de 1984

Ingeniero Agrónomo
César Castañeda
Decano de la Facultad
de Agronomía
Universidad de San Carlos
de Guatemala
Presente.

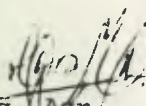
Señor Decano:

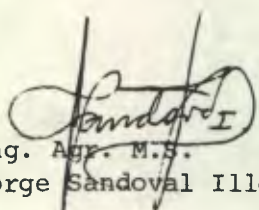
En atención al nombramiento recibido de esa Decanatura, nos permitimos manifestar a usted que hemos asesorado y revisado el trabajo de Tesis titulado "EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION DEL MELON (Cucumis melo L.) EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA" desarrollado por el Bachiller, Luis Felipe Méndez Guzmán.

Consideramos 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.
Carlos A. Cajas M.


Ing. Agr. M.S.
Jorge Sandoval Illescas

Guatemala,
julio 27 de 1984.

Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria

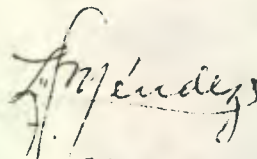
Honorable Tribunal Examinador:

De conformidad con lo establecido por los estatutos que rigen la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a su consideración el trabajo de Tesis titulado:

"EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO EN EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION EN MELON (Cucumis melo L.) EN EL VALLE DE LA FRA
GUA, ZACAPA".

Presentándole como requisito previo a optar el Título de INGENIERO AGRONOMO en el Grado Académico de LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS, para su aprobación.

Atentamente,



Luis Felipe Méndez Guzmán

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MI PADRE

Felipe Méndez Villatoro

A LA MEMORIA DE
MI MADRE

Hortensia Guzmán de Méndez

A MIS HERMANAS

Aurora, Nieves, Naty y Yoly

A MIS SOBRINOS

Edgar Rolando	Hortensia Beatriz
Carlos Giovani	Jackeline Sylvana
Oscar Amilcar	Wendy María
Percy Alexander	Irma Yolanda.

A MIS CUÑADOS

A MI FAMILIA EN GENERAL

TESIS QUE DEDICO

A GUATEMALA

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD
DE SAN CARLOS

AL COLEGIO SALESIANO DON BOSCO

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A TODOS LOS CAMPESINOS DE GUATEMALA

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi gratitud por la ayuda recibida para la realización de este trabajo.

Especialmente:

- A Mi hermana Irma Yolanda Méndez y a mis Padres, sea para ellos una mínima recompensa a sus esfuerzos.
- AL Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval Illescas e Ing. Agr. Carlos A. Cajas M., por su valiosa asesoría y dedicación para la realización de este trabajo de tésis.
- AL Ing. Agr. Enio Aguilar e Ing. Agr. M.S. César Císneros por su valiosa colaboración.
- AL Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía.
- AL Personal de campo, técnico y administrativo del --- Centro de Producción Agrícola "El Oásis", del ICTA, Zacapa.
- AL Personal del Laboratorio de Suelos de DIRYA y del ICTA.
- A Todas aquellas personas que ayudaron de una u otra forma en la realización del mismo.

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).

INDICE GENERAL

Página

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

1.	INTRODUCCION	1
2.	HIPOTESIS	4
3.	OBJETIVOS	5
4.	REVISION DE LITERATURA	6
4.1	Influencia de la humedad en el cultivo	7
4.2	Frecuencia y programación del riego	8
4.3	Evapotranspiración	13
4.4	Métodos para determinar la evapotranspiración	15
4.4.1	Métodos directos	15
4.4.2	Métodos indirectos en función de <u>da</u> tos climáticos.	16
4.4.3	Parcelas experimentales	18
4.4.4	Método de Blaney-Criddle	19
4.4.5	Método de Hargreaves	21
4.4.6	Procedimiento para estimar ET en base a la evaporación del tanque	22
5.	METODOLOGIA	24
5.1	Descripción del área	24
5.2	Aspectos agronómicos	26
5.2.1	Cultivo evaluado	26
5.2.2	Método de riego	26
5.2.3	Criterio para aplicar los riegos	27
5.2.4	Manejo del cultivo	27
5.3	Determinaciones físicas del suelo y cali- dad del agua	28
5.4	Manejo del experimento	32
5.4.1	Materiales y equipo	32

	Página
5.4.2 Descripción del método	32
5.4.3 Determinación de la cantidad de agua a aplicar	34
5.4.4 Diseño estadístico	35
5.4.5 Parcela experimental	35
5.4.6 Variables respuesta	36
5.4.7 Metodología para analizar los resulta <u>dos</u>	37
6. RESULTADOS Y DISCUSION	38
6.1 Resultados y discusión de las variables res <u>puesta</u> .	38
6.1.1 Número de plantas vivas	39
6.1.2 Número de frutos	39
6.1.3 Rendimiento en c.e./Ha	42
6.1.4 Grados Brix del fruto	43
6.1.5 Rendimiento en Kg/Ha	44
6.2 Resultados y discusión de uso del agua	46
6.2.1 Control de humedad	48
6.2.2 Láminas de consumo de agua del cultivo durante todo el ciclo	62
7. CONCLUSIONES	77
8. RECOMENDACIONES	79
9. APENDICE	81
10. BIBLIOGRAFIA	90

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 1	Series de suelos predominantes en el Valle de La Fragua, Zacapa	25
CUADRO 2	Análisis mecánico de muestras, de tres estratos provenientes de dos calicatas.	28
CUADRO 3	Capacidad de campo y punto de marchitez -- permanente de tres estratos	30
CUADRO 4	Densidad aparente de tres estratos, de dos calicatas	31
CUADRO 5	Resultados de los promedios de las variables respuesta de los seis tratamientos	38
CUADRO 6	Número de frutos promedio por tratamiento por parcela exportables, de rechazo y total	42
CUADRO 7	Número de frutos exportables promedio por - tratamiento de acuerdo a su diámetro	46
CUADRO 8	Etapas fenológicas del cultivo durante el ciclo de desarrollo para los seis tratamien- tos.	47
CUADRO 9	Láminas de agua consumidas y número de riegos por tratamiento durante todo el ciclo del cul- tivo	47
CUADRO 10	Porciento de humedad aprovechable media por tratamiento	49
CUADRO 11	Número de riegos en la etapa de fructifica- ción y días del último riego hasta el último día del ciclo del cultivo por tratamiento.	59
CUADRO 12	Evapotranspiración total para los cinco tra- tamientos.	62
CUADRO 13	Relación de evapotranspiración/evaporación durante el ciclo del cultivo para el trata- miento F-8.	70

CUADRO 14	Relación de evapotranspiración/evaporación durante el ciclo del cultivo del tratamiento F-16	71
CUADRO 15	Coeficientes para el cultivo del melón variedad Tam Dew, tipo Honey Dew, durante la segunda etapa de siembra, usando los promedios de los tratamientos F-8 y F-16	75
CUADRO 16	Resultados organizados de número de plantas vivas final.	82
CUADRO 17	Análisis de varianza para número de plantas vivas final	82
CUADRO 18	Resultados organizados de número de frutos exportables	82
CUADRO 19	Análisis de varianza para número de frutos exportables promedio por tratamiento	83
CUADRO 20	Análisis de varianza para el rendimiento en cajas exportables (c.e.)/Ha.	83
CUADRO 21	Resultados organizados de rendimiento en <u>ca</u> jas exportables por hectárea	83
CUADRO 22	Análisis de varianza para grados Brix del -fruto.	84
CUADRO 23	Resultados organizados de grados Brix de --frutos.	84
CUADRO 24	Análisis de varianza para rendimiento en <u>ki</u> logramos totales por hectárea	84
CUADRO 25	Resultados organizados de rendimiento en <u>ki</u> logramos totales por hectárea	85
CUADRO 26	Cálculo de la evapotranspiración cada 10 --días y total de melón por el método de Blaney-Criddle, en la región del Valle de La -Fragua. Período del 10/2/84 al 5/4/84.	85

CUADRO 27	Determinación de la evapotranspiración cada 10 días y total por la fórmula de Hargreaves para melón, en el Valle de La Fragua, Zacapa. Período del 10/2/84 al 5/4/84	86
CUADRO 28	Datos de evaporación medidos en el tan- que tipo "A"	87
CUADRO 29	Análisis de varianza para la regresión - lineal simple de rendimiento en c.e./Ha. contra lámina consumida total en cm,	87
CUADRO 30	Datos de exportación de melón tipo Honey Dew de sep. 80 a sep. 83	88

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1	Número promedio de plantas vivas durante el ciclo del cultivo para los seis tratamientos.
	40
Figura 2	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-8
	50
Figura 3	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-12
	51
Figura 4	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-16
	52
Figura 5	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-20
	53
Figura 6	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-24
	54
Figura 7	Porcentaje de humedad aprovechable, tratamiento F-28
	55
Figura 8	Rendimiento en cajas exportables por hectárea en función de la lámina de agua consumida
	60
Figura 9	Evapotranspiración acumulada de los seis tratamientos, Blaney-Criddle, Hargreaves y Evaporación en tanque
	64
Figura 10	Tasa de evapotranspiración del tratamiento F-8, Blaney-Criddle, Hargreaves y Evaporación en tanque
	65
Figura 11	Tasa de evapotranspiración del tratamiento F-12, Blaney-Criddle, Hargreaves y Evaporación en tanque.
	65
Figura 12	Tasa de evapotranspiración del tratamiento F-16, Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque
	66

Figura 13	Tasa de evapotranspiración del tratamien <u>to</u> F-20, Blaney-Criddle, Hargreaves y -- evaporación en tanque	66
Figura 14	Tasa de evapotranspiración del tratamien <u>to</u> F-24, Blaney-Criddle, Hargreaves y - evaporación en tanque.	67
Figura 15	Tasa de evapotranspiración del tratamiento F-28, Blaney-Criddle, Hargreaves y evapo- ración en tanque	67
Figura 16	Curva de desarrollo del cultivo, tratamiento F-8	72
Figura 17	Curva de desarrollo del cultivo, tratamiento F-16	73
Figura 18	Curva de desarrollo del cultivo, promedio de los tratamientos F-8 y F-16	74
Figura 19	Distribución de parcelas en el campo y sus dimensiones. Escala 1;500	89

RESUMEN

En el Valle de La Fragua se condujo un experimento para evaluar 6 diferentes frecuencias de riego en el cultivo del melón variedad Tam Dew, de tipo Honey Dew, con el objeto de encontrar la frecuencia más recomendable para la segunda etapa de siembra del melón, (que comprende de enero a abril) y condiciones del área (serie de suelos Chicaj arcilloso). La información obtenida sobre el consumo de agua se comparó con las fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque.

Se usó como testigo la frecuencia de 8 días, que es la frecuencia utilizada en la región, las diferentes frecuencias que se tomaron como tratamiento tuvieron un intervalo más largo quedando de la siguiente manera: 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.

Los riegos se efectuaron utilizando sifones de PVC de 1" y 1/2", los cuales sirvieron para aplicar el agua a las diferentes parcelas, utilizando el método de riego por surcos.

La medición del agotamiento del agua por el proceso evapotranspiratorio se realizó utilizando parcelas experimentales, determinando la humedad del suelo por el método gravimétrico. Se tomaron muestras de suelo con un barreno de Gusano en estratos de 0-30 cm. y 30-60 cm de profundidad, con el objeto de determinar el contenido de humedad antes y después de cada riego, y así poder calcular la cantidad de agua a reponer en cada riego, y el agua consumida por el cultivo entre un riego y el subsiguiente.

El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques

al Azar, con los 6 tratamientos mencionados y 4 repeticiones, haciendo un total de 24 parcelas en el campo.

Las variables respuesta en las que se apoyó éste - ensayo fueron:

- número de plantas vivas, medida cada 15 días.
- número de frutos recolectados por parcela.
- rendimiento en cajas exportables (c.e.)/Ha.
- rendimiento en kilogramos totales/Ha.
- Grados Brix del fruto.

En base a los resultados obtenidos, se puede decir que las distintas frecuencias de riego produjeron rendimientos diferentes, esto lo respaldan las variables rendimiento en -- c.e./Ha. rendimiento en kilogramos totales/Ha, número de frutos exportables por parcela y grados Brix del fruto; en lo referente al número de plantas vivas final y número de frutos - totales por parcela no hubo diferencia entre los tratamientos.

La evapotranspiración total medida en cada tratamiento fue: 35.11; 25.24; 30.56; 21.40; 26.11 y 22.55 cms del tratamiento de intervalo de 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.

Los datos reportados anteriormente proporcionan una base sólida para evaluar los métodos indirectos, basados en -- parámetros climáticos. Así la fórmula de Blaney-Criddle se -- ajustó a los tratamientos F-8 y F-16, considerando globalmente reportando datos en exceso a principios y finales del ciclo -- del cultivo principalmente el tratamiento F-16.

La evapotranspiración total medida por la fórmula de Hargreaves se ajusta a la calculada en los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28, no ajustándose para períodos cortos arrojando datos en exceso a partir de finales de la etapa de desarrollo vegetativo.

La relación media de evapotranspiración/evaporación es de 0.53 para la segunda etapa de siembra en la región. Se obtuvieron valores adicionales de esta relación durante el ciclo y pueden usarse para estimar la evapotranspiración en función de la evaporación.

De acuerdo a este experimento y bajo las condiciones en que se realizó el mismo, se concluyó que la frecuencia de riego de 8 días es la más recomendable; sin embargo cuando el recurso agua esté escaso en la región, se podrá recomendar la frecuencia de 16 días con la que se obtiene un rendimiento adecuado.

De los métodos evaluados sobresalen el de Blaney-Criddle y el de la evaporación en tanque tipo "A". Especialmente este último, ya que es un método sencillo, práctico y aplicable a la zona.

En este ensayo se determinó también, que la etapa fenológica de fructificación es la más sensible a la dotación del agua, por lo que en futuros experimentos se recomienda -- alargar la frecuencia en las otras etapas fenológicas del cultivo y en la etapa de fructificación regar cada 8 días.

1. INTRODUCCION

A lo largo de la historia, el hombre ha sabido -- aprender a dominar su medio ambiente. Ha desarrollado plantas y variedades de cultivo más perfectas, adaptadas a sus necesidades. Ha concebido prácticas idóneas para utilizar el agua, los fertilizantes y los pesticidas del modo más eficaz posible con objeto de aumentar la producción agrícola. Pero no ha sabido dominar el clima, y sigue estando bajo la amenaza constante de la sequía. Al disponer de agua en cantidad limitada y - al crecer la población y ser necesaria una producción de alimentos mejor y más abundante, el agua ha pasado a ser el recurso natural más valioso en casi todas las regiones del mundo y, por consiguiente, resulta absolutamente imperativo llegar a - una planificación realmente eficaz del aprovechamiento del -- agua en la producción agrícola.

El área del Valle de La Fragua, se caracteriza por poseer una agricultura intensiva que en su mayor parte se desarrolla por irrigación. Los cultivos que se desarrollan en todo el distrito, por su orden de importancia son: Tabaco, tomate, melón, okra, chile y cebolla; de menor importancia están los Granos básicos, pepino y sandía. En el valle existen las unidades de riego El Guayabal, La Fragua y Llano de Piedra, del Distrito de Riego No. 7; en cada unidad de riego se plantean una serie de problemas técnicos y administrativos que determinan una baja eficiencia en el uso del agua, indicando un bajo aprovechamiento de las costosas inversiones en infraestructura y un derroche de recursos (2).

Ante esta problemática surge la necesidad de utilizar racionalmente las áreas bajo riego, dando un manejo adecuado a los cultivos y una oportuna aplicación del agua de riego, esto determinará altas producciones, que son características

de las áreas irrigadas.

Apesar de que en el área del Valle de La Fragua, el recurso agua se constituye en un factor limitante, especialmente en la época de estiaje, comprendida de noviembre a abril, - los agricultores generalmente no se dan cuenta de que los riegos apropiados pueden ser productivos. Sin embargo, el agricultor tiene la tendencia al sobre riego a intervalos de acuerdo a su experiencia y criterio y a utilizar caudales poco manejables que determinan un creciente deterioro del suelo y un desperdicio del recurso agua, por lo que el área potencialmente regable se ve reducida grandemente en perjuicio de los mismos -- usuarios.

Lo anterior, ha motivado la realización del presente trabajo, y se llevó a cabo en un lugar representativo de la unidad de riego Llano de Piedra, La Fragua, Zacapa. Se trabajó con melón (Cucumis melo L.), variedad Tam Dew, tipo Honey Dew; en la actualidad el cultivo del melón para exportación ha adquirido relativa importancia, según se desprende de los datos consignados en el cuadro 30 del apéndice, donde se puede apreciar los volúmenes exportados durante los años 80-83. El ensayo se realizó en la época seca, de enero a abril, coincidiendo con la época en que los agricultores de la región siembran melón (segunda etapa de siembra). Es de hacer notar que el ensayo se llevó a cabo en la serie de suelos CHICAJ ARCILLOSO, que se encuentra en un 12.74% de los suelos del Valle central de La Fragua.

En el área del Valle de La Fragua se han hecho estimaciones de evapotranspiración (ET) por medio de fórmulas basadas en parámetros climáticos, principalmente la de Blaney-Criddle, pero no se ha evaluado su confiabilidad apoyándose en una determinación directa del consumo de agua por la planta (2).

Es hasta en 1983, en que se hizo un estudio experimental sobre la ET en los cultivos de melón y tomate (Barillas, 1983), sin embargo en esta unidad de riego aún no se cuenta con estudios con base teórico-práctico sobre la aplicación oportuna y en cantidades adecuadas de agua para los diferentes cultivos.

En la presente investigación se utilizaron parcelas de campo para medir directamente la ET, la información -- así obtenida se comparó con los resultados de métodos que determinan ET mediante formulas desarrolladas en otros países; así mismo para determinar la lámina de agua a aplicar se utilizó el método gravimétrico.

2. HIPOTESIS

- 2.1 Las diferentes frecuencias de riego de 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días producirán rendimientos y tamaño de frutos diferentes.
- 2.2 El valor total de la evapotranspiración medida durante el ciclo de cultivo para cada una de las diferentes frecuencias de riego, será diferente del valor total de la evapotranspiración calculada en base a la fórmula de Blaney-Criddle, Hargreaves y -- evaporación en tanque.

3. OBJETIVOS

- 3.1 Determinar el efecto de 6 diferentes frecuencias - de riego sobre el rendimiento y la evapotranspiración del melón.
- 3.2 Encontrar la frecuencia de riego más recomendable para la época y condiciones del área.
- 3.3 Determinar la lámina a aplicar en cada riego y la - lámina total en el ciclo del cultivo.
- 3.4 Comparar los resultados de evapotranspiración medidos en el campo, con los resultados obtenidos en - base a las fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque.

4. REVISION DE LITERATURA

Tomando en cuenta la importancia que reviste este tipo de investigaciones, se hace necesario realizarlas en todas las zonas agrícolas del país, en diferentes tipos de suelos y en todos los cultivos de importancia económica. No es sino hasta en 1983, en que se han realizado estudios relacionados con la frecuencia de riego y la ET (Barillas, Soberanis y Tello, 1983), como consecuencia del programa de investigación de riego del IIA, contribuyendo de esta manera al mejor manejo y uso adecuado del agua en las diferentes regiones agrícolas del país.

Se han ideado metodologías que permiten predecir el volumen exacto de agua que se requiere para obtener una producción óptima de los distintos cultivos para condiciones climáticas, agronómicas y edafológicas propias de una zona dada. Así mismo nos indican los intervalos de tiempo adecuados, con el propósito de utilizar eficientemente dicho elemento.

Hay dos variantes para determinar los tratamientos a aplicar a un complejo cultivo-suelo, y son:

1. Frecuencia fijada por el umbral de riego elegido para cada tratamiento en donde la lámina de reposición es constante;
2. Intervalo de riego en número preestablecido de días constante para cada tratamiento en donde la lámina de reposición es variable.

En el caso de la lámina constante, se requieren determinaciones frecuentes a fin de regar al nivel de humedad preestablecido. En cambio cuando la lámina es variable, solo es necesario conocer la humedad antes del riego a fin de calcular la lámina a reponer (6).

La elección de uno u otro método depende principalmente del personal disponible y del cúmulo de trabajo del mismo, además ambas tienen sus ventajas y desventajas en cuanto a la - operatividad del riego en el sistema (6).

4.1 Influencia de la humedad en el cultivo

Existen zonas en las que las lluvias son casi nulas o insuficientes, lo que aconseja si ello es posible recurrir al riego para la producción de las cosechas. Así para calcular la cantidad de agua que artificialmente ha de ponerse a disposición de la planta, es preciso estudiar sus necesidades y las características agroclimáticas del medio en que vive, ya que ejercen - una influencia decisiva sobre los requerimientos de humedad (13). También el período de tiempo que un cultivo permanece en la tierra es uno de los factores principales que pueden determinar la cantidad total de agua que se necesite (1). Por ello es muy dificil dar cifras precisas de las cantidades de agua de riego que se necesitan para cultivar diversas legumbres desde la siembra hasta la madurez, por que hay muchos factores que la afectan, -- aparte de la clase de planta (1).

Rojas (1977), citado por Tello, indica que, en términos generales las hortalizas anuales cultivadas por sus frutos, son sensibles a la dotación de agua cuando los frutos comienzan a desarrollarse. Existen pruebas que en algunos de estos cultivos el crecimiento se ve reducido significativamente (23).

En forma general, durante el período de crecimiento, se requieren buenas condiciones de humedad en el suelo, dado - las crecientes necesidades del proceso evapotranspiratorio. El período de floración generalmente se crítica para todas las especies vegetales y en consecuencia se requiere un buen abastecimiento de agua. Durante el período de fructificación, el

crecimiento aéreo y de raíces se ha contemplado y la velocidad de ET comienza a disminuir (5).

Se ha descubierto también, que hay fases en el crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo, durante las que el no mantener baja la tensión de agua del suelo da como resultado un menor rendimiento. Durante el resto de la vida de la planta, la tensión de la humedad del suelo no afecta al rendimiento a condición de que no se llegue al punto de marchitez permanente (24).

Si los niveles de agotamiento de agua del suelo son de 0.3 a 0.8 atmosferas expresados en tensiones de agua del suelo, se obtienen rendimientos máximos a el cultivo del melón (3).

Por último debe destacarse que: El límite superior de producción de un cultivo viene determinado por las condiciones climáticas y por el potencial genético del mismo. Hasta -- que punto puede alcanzarse, depende siempre de la precisión con que los aspectos técnicos del suministro de agua, esten en consonancia con las necesidades biológicas de agua en la producción del cultivo. Por ello la utilización eficiente del agua en la producción de un cultivo sólo puede lograrse cuando la planificación, el proyecto y la operación de suministro del agua y del sistema de distribución esten orientados a atender, en cantidad y tiempo incluyendo los períodos de escasez de agua, las necesidades de agua de un cultivo, necesarias para un crecimiento óptimo y unos altos rendimientos (3)

4.2 Frecuencia y programación del riego

Las propiedades de la tierra afectan las prácticas de riego en forma considerable. Es importante tener ciertos conocimientos de las relaciones de las diferentes clases de --

tierra y de las cantidades de agua que retendrán. La clase de tierra determina en gran parte cuanta agua hay que aplicar y - que tan amenudo (1).

Israelsen-Hansen (1979), citados por Tello, indican que, en términos generales los factores que influyen sobre el momento más oportuno de regar son: Factores edáficos, factores climáticos, épocas de siembra, necesidades de agua de los cultivos, disponibilidad de agua de los cultivos y capacidad de la zona radical para almacenar el agua (23).

Así pues, para la determinación de la frecuencia y programación del riego se han generado innumerables criterios tomando en cuenta los anteriores factores.

Anteriormente se recomendaba que la succión de humedad del suelo no debería de sobrepasar de 1 a 2 bars. La mayoría de los suelos habrán liberado al menos, el 50% de su agua disponible, para cuando se alcance ese valor de succión. Esto condujo a la regla empírica de cálculo de ciclos de riego sobre la base del agotamiento del 50% del agua disponible, no obstante se presentan algunas complicaciones. Otro punto importante, es el que las profundidades de enraizamiento no son constantes durante toda la temporada de crecimiento, con excepción posiblemente, de los cultivos perennes, tales como los pastos y la caña de azúcar, en forma de retoños.

La predicción de los índices de crecimiento de las raíces es difícil, debido a los numerosos factores implícitos y, por ende, es preciso hacer observaciones sobre el terreno, durante las pruebas de cultivo. Es necesario tener en cuenta que las raíces no penetran en la tierra seca y, por ende, se debe aplicar una cantidad suficiente de agua para humedecer el suelo situado por debajo de la zona existente de raíces en el

eríodo de crecimiento (24).

Así, Withers y Stanley indican que, la mayoría de los cultivos producen máximos rendimientos, si estan regados, cuando aproximadamente el 50% del depósito del suelo está agotado. Algunos cultivos principalmente, los cultivos de hortalizas, tienen sistemas poco profundos de raíces, estos incluyen papas, lechugas, cebollas, frutillas y otros, dichos cultivos frecuentemente rinden mejor si son regados al 30% del agotamiento del reservorio o depósito del suelo (24).

Así también se ha determinado que regar con intervalos muy cortos en un cierto número de cultivos (chile pimiento, tomate, plátanos y cítricos, entre otros), no da los mejores resultados agrícolas. Así pues aumentando ligeramente el intervalo, sin forzar indebidamente a la planta se obtienen algunas ventajas (1).

En cuanto al intervalo entre los riegos, este determina, en gran parte el potencial de agua del suelo, a la cual estan expuestas las raíces de las plantas durante casi toda la temporada de crecimiento (1).

Tenemos que en el melón, la profundidad efectiva de la raíz, es de 60 a 75 cms. y la cantidad recomendada de agotamiento de humedad disponible antes de que el riego sea iniciado es de 30% (3). El porcentaje de humedad disponible o aprovechable, es el mismo que recomienda Withers y Stanley. Estos valores son generalizaciones y deberían ser modificados con valores más exactos cuando sea posible.

En Guatemala, se ha dado poca importancia al estudio del uso del agua por los cultivos, y no es sino hasta en 1983 en que se empezaron dichos estudios, impulsados por el Institu

to de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Hasta el presente, no se tiene ningún estudio sobre el uso del agua por el -- cultivo del melón, sino únicamente determinaciones empíricas como lo indica C.R. Mota (1982) en el curso de Administración Operación y Mantenimiento de Unidades de Riego, indicando que las frecuencias de riego por cultivo, en nuestro país, debido a la falta de investigación en cuanto a láminas de agua y frecuencias de riego se han tomado en forma empírica las siguientes: Hortalizas cada 8 días; maíz, pastos cada 10 días; arroz cada 8 días y árboles frutales cada 10 días (7).

Así mismo Rojas Oslec (1982), informó en el mismo congreso lo que se refiere a los coeficientes de riego adoptados por la Comisión Nacional de Irrigación; para el melón son los siguientes: 3 a 4 riegos por ciclo ó 4,500 a 6,000 m³/Haciclo. La intensidad de riego es en base a 1,500 m³/ha, o sea la lámina de agua que se necesita para regar la unidad de superficie, en un solo riego (7).

A continuación se presentan las indicaciones de riego de varios autores, en el cultivo del melón.

Leñano (1974), indica que hay que asegurar la necesaria cantidad de agua, por medio de los riegos oportunos, pero sin excederse en ello ya que los encharcamientos de agua son muy perjudiciales al melón. Así mismo al acercarse la maduración del fruto, conviene tener el mayor cuidado en la distribución del agua para no provocar paros en la misma. Se ha de regar de modo que el agua no bañe a las plantas ni encharque el terreno donde se apoyan los frutos (12). Así mismo, Peña (1955), indica que al melón le conviene el riego, pero no en exceso, y se irá espaciando cada vez más a medida que se desarrollen los frutos, hasta suprimirlos casi por completo cuando estos se ha

llan a punto de alcanzar su perfecta sazón (16).

Russell (1964), indica que en el área de Teculután, El Rancho y La Fragua, las plantaciones normalmente deben irrigarse cada semana desde la siembra hasta la recolección del producto (20). El criterio anterior está en consonancia con lo que recomienda el ICTA; en forma general es recomendable -- efectuar los riegos utilizando sifones, para lograr uniformidad en la distribución del agua, tratando de mojar los tablones por capilaridad y no por riego directo. Puede aplicarse semanalmente, pero esta frecuencia puede variar de acuerdo con los tipos de suelos. También debemos tener presente la eficiencia del primer riego que debe de humedecerse perfectamente hasta el centro del camellón, regando únicamente el surco sembrado (8).

La regularidad y adecuada programación en el suministro de los riegos son tan 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.

Por el contrario, el riego tardío, especialmente -- cuando la planta es muy sensible a la tensión de humedad del suelo, puede tener efectos negativos muy significativos sobre el rendimiento de los cultivos, aunque el volumen total de agua aplicado durante todo el ciclo vegetativo sea aproximadamente el mismo (3).

Como se puede observar, se dispone de poca información directa, relativa a la respuesta del melón, al régimen de agua en condiciones de campo; ya que únicamente se dan generalizaciones de como regar. Si se tienen datos de volumen a aplicar/Ha y su frecuencia, pero como se menciona fueron determinados en forma empírica, no sabiéndose si la lámina es la adecua-

da para producir los máximos rendimientos.

4.3 Evapotranspiración

La evapotranspiración (ET), es la suma de la transpiración y la evaporación. Grassi, define a la ET como el proceso de cambio de estado del agua de líquido a vapor, mediante el cual el agua almacenada en la capa radicular, pasa a la atmósfera al ser usada por el complejo suelo-aguaplanta (5). La ET puede ser evapotranspiración potencial (ETp) ó evapotranspiración real (ETr). Penman, citado por Grassi en 1976 define a la ETp como el consumo de agua por un cultivo en activo crecimiento, que cubre totalmente la superficie del suelo sin ninguna deficiencia de humedad durante su desarrollo (5). En cuanto a la ETr si la comparamos con la ETp, ésta dependerá de:

1. Las succiones de la humedad del suelo que reducen la absorción de agua por las raíces a un índice inferior a la potencial. En la planta se producen tensiones internas para el agua, y además las células protectoras se encargan de cerrar parcialmente los estomas.
2. La cubierta de hojas en las primeras etapas de crecimiento, que presenta una superficie incompleta de evapotranspiración a la atmósfera. En estas circunstancias, el índice potencial solo se alcanzará cuando la superficie desnuda del suelo esté desnuda, al secarse la superficie la evaporación del suelo disminuye hasta casi cero, lo que da como resultado una superficie neta reducida capaz de transferir agua a la atmósfera.
3. Los cambios fisiológicos de las plantas, por ejemplo, la muerte de las hojas en la madurez (24).

Así pues, cada planta tiene una intensidad característica de transpiración bajo un conjunto dado de condiciones ambientales y esto depende de la estructura de sus diversas partes (22). Entonces cuando el suministro de agua no cubre las necesidades de agua del cultivo, la E_{Tr} es inferior a la E_{Tp} .

El volumen de agua evapotranspirado por las plantas, según Israelsen-Hansen, citados por Tello, depende de: El agua que tienen a su disposición; de la temperatura y humedad del aire; del régimen de vientos; de la intensidad luminosa; del estado de desarrollo de la planta, de su follaje y de la naturaleza de sus hojas (23).

Los dos tipos de ET mencionados pueden relacionarse de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$E_{Tr} = (E_{Tp}) * (K)$$

donde: E_{Tr} = evapotranspiración real o actual
 E_{Tp} = evapotranspiración potencial
 K = coeficiente que representa el efecto de las relaciones agua-suelo-planta.

De esta manera se concluye que la E_{Tr} , por medio del coeficiente K , considera el efecto físico-fisiológico que se deriva de la planta y del suelo; mientras que la E_{Tp} , incluye aspectos de orden físico que dependen del clima (5).

En cuanto a la ET del melón, Barrillas (1983) la determinó experimentalmente en el valle de La Fragua, Zacapa, en dos tipos de suelos, obteniendo los siguientes datos:

<u>TEXTURA DEL SUELO</u>	<u>ET medida en parcelas de campo</u>
Franco arcilloso arenoso	50.06 cms.
Arcilloso	42.74 cms.

Obteniendo, 42.09 cms. de ET en base a la fórmula de Blaney-Criddle, 43.02 cms. para Hargreaves, 41.25 cms. para potencial Thornthwaite y 73.35 cms para evaporación en tanque tipo "A". De lo anterior Barillas concluye con lo siguiente: La fórmula de Blaney-Criddle es la que más se ajusta con la ETr medida en el suelo arcilloso considerada globalmente y para períodos cortos; Hargreaves dió resultados similares, pero no se adaptó para períodos cortos, arrojando datos en exceso ha medidados del ciclo. Así mismo la relación ET/Evaporación para el suelo arcilloso fue de 0.57, indicando también que el valor de ETp calculado por Thornthwaite se reduce, al transformarlo a ETr por lo que no es aplicable en la zona (2).

A pesar de las investigaciones, cada vez más numerosas, sobre las relaciones entre las plantas y el agua y las correlaciones entre el agua y el rendimiento de los cultivos, no se dispone todavía de una fórmula universal o un conjunto de fórmulas que permitan calcular el consumo de agua de los cultivos. Con frecuencia, la práctica y la experimentación directa son los únicos métodos disponibles (24).

4.4 Métodos para determinar la evapotranspiración

Existen varios métodos para determinar la ET, de los cuales únicamente vamos a hacer mención, procediendo posteriormente a describir los cuatro métodos a utilizar en la presente investigación.

4.4.1 Métodos directos

Hay varios métodos para determinar la cantidad de agua consumida por los cultivos, midiéndola directamente. Israelsen-Hansen (1979), citados por Tello, indican que los principales son: Parcelas experimentales; estudios sobre la humedad

del suelo; experimentos en tanques y lisímetros; métodos de integración y método de entradas y salidas de agua para grandes extensiones (23).

4.4.2 Métodos indirectos en función de datos climáticos

Existen diversos métodos para predecir la ET a partir de variables climáticas, debido a la dificultad de obtener mediciones directas y exactas en condiciones reales. La mayoría de las fórmulas de predicción recurren a una diferenciación entre los elementos del clima y el cultivo. A menudo, es preciso aplicar estas fórmulas en condiciones climáticas y agrónómicas muy distintas de aquellas para las que fueron inicialmente concebidas. Resulta, pues, muy importante someter a prueba la exactitud de las fórmulas antes de utilizarlas en un nuevo conjunto de condiciones. No solamente el grado de exactitud necesario para predecir la ET sino también la elección de la fórmula están condicionadas por las variables climáticas, que es preciso haber medido con una exactitud suficiente a lo largo de un cierto número de años (3). La extrapolación de éstos datos plantea efectuar correcciones en las fórmulas o introducir factores de ajuste, ya que las regresiones obtenidas son válidas únicamente para las condiciones particulares en que fueron elaboradas (2). Aguilera (1979), citado por Barillas, menciona los siguientes autores y factores usados para estimar la ET (2).

AÑO	AUTOR	FACTORES USADOS
1928	Hedke	Calor disponible
1942	Lowry y Jhonson	Calor efectivo
1942	Blaney y Morin	Temperatura, humedad relativa, duración del día.

AÑO	AUTOR	FACTORES USADOS
1948	Thornthwaite	Temperatura y latitud
1950	Blaney-Criddle	Temperatura y % de horas luz.
1953	Turc	Temperatura y radiación
1956	Hargreaves	Temperatura, humedad relativa y duración del día.
1957	Makkink	Temperatura y radiación
1963	Jensen y Haise	Radiador solar
1964	Grassi y Christiansen	Temperatura, radiación y nubosidad.
1965	Brutsaert	Evaporación
1966	Hargreaves	Temperatura, altitud, humedad relativa, viento y horas luz.
1970	Penman (combinada)	Temperatura, radiación y viento.
1971	Hargreaves	Temperatura, radiación, humedad relativa, altitud y velocidad del viento.
1972	García López	Temperatura y humedad relativa.
1976	Norero A.	Evaporación y precipitación.

La mayor parte de las fórmulas empíricas que sirven para estimar la ET y que utilizan datos climáticos, se basan en una primera estimación de la ETp y luego se ajustan mediante coeficientes característicos de cada zona, tipo de cultivo y otras condiciones que afectan la ET. Grassi en 1978 indica que dicho coeficiente considera el estado vegetativo del cultivo, prácticas de manejo, así como también el suelo y el régimen de reposición de humedad del mismo (6).

En la presente investigación, el método de campo o

directo que se utilizó para medir la ET fue el de "Parcelas - Experimentales", haciendo los estudios de la humedad del suelo por medio del método gravimétrico. Estos datos se compararon posteriormente con los obtenidos por medio de los métodos de Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque tipo "A", - los cuales se basan en datos climáticos.

4.4.3 Parcelas experimentales

La medición en parcelas experimentales consiste en realizar experiencias de campo para un cultivo y método de riego en particular. Las medidas de la humedad del suelo en parcelas experimentales, en el campo, son más reales que las realizadas en tanques y lisímetros. Wadsworth (1902 - 1911), citado por Tello, fue el primero en medir el consumo de agua por las plantas, en parcelas experimentales, durante 10 años (23). Mediante el estudio de la humedad del suelo se determina la -- utilización del agua por los diversos cultivos. El control del contenido de humedad se realizan mediante sucesivas determinaciones por el método gravimétrico. Israelsen-Hansen (1979), -- citados por Tello, mencionan que el método es apropiado para -- aquellas regiones con suelos uniformes y la profundidad del -- agua subterránea es tal que no influye en las fluctuaciones de humedad de la zona radicular del suelo. El inconveniente de -- éste método, es que hay que realizar un gran número de determinaciones para obtener una precisión adecuada (23). Así mismo aguilara, citado por Barillas, indica que para determinar el -- consumo de humedad por el método gravimétrico debe elegirse el terreno en suelos dominantes del área en estudio, sin la presencia de mantos freáticos a menos de 3 metros de profundidad de -- la superficie del terreno (2).

El método consiste en determinar las variaciones de humedad en cada una de las capas que forman el perfil del suelo,

hasta una profundidad igual a la que tienen las raíces del cultivo considerado. En función de estas variaciones y de las características del suelo se determina la lámina de agua consumida en un tiempo determinado.

En lo concerniente al muestreo, deben tomarse muestras representativas de los diferentes espesores, considerando estratos de 0.30 metros hasta la zona de exploración radicular del cultivo. Respecto al número de muestras, se localizan en el terreno o parcela en estudio 2 o más sitios de muestreo --- (dependiendo de los recursos y personal) y se toma una muestra por cada espesor de 0.30 mts, seleccionando el tercio medio de cada estrato, con el barreno; la muestra así obtenida se coloca en un bote con tapa hermética y de peso conocido, luego se pesan y las muestras de suelo húmedo se colocan en un horno a una temperatura de 110°C, durante 24 horas; pudiendo calcular el porcentaje de humedad de la muestra por medio de la fórmula siguiente:

$$Ps = \frac{Psh - Pss}{Pss} \times 100$$

donde: Ps = Porcentaje de humedad de la muestra.
 Psh = peso del suelo húmedo
 Pss = peso del suelo seco.

Israelsen-Hansen (1979), citados por Tello, indican que este método está limitado por el tiempo que transcurre entre la toma de muestras y su desecación en el horno, que por lo regular es de 24 horas (23).

4.4.4 Método de Blaney-Criddle

El método de Blaney-Criddle (1950) fue desarrollado para las condiciones áridas del oeste de los Estados Unidos, - proponiendo una fórmula simplificada, habiéndose recogido gran

abundancia de datos para determinar los coeficientes que deben ser empleados para los diferentes cultivos. Esta fórmula relaciona valores reales (actuales) de ET, con la temperatura media mensual "t" y el porcentaje mensual de las horas anuales de brillo solar "p" (5).

Gavande (1975), citado por Barillas, reporta que la fórmula dá una estimación de la ETr más que la potencial ya que se basa en correlación de prácticas de riego existentes, debido a su simplicidad y a la gran cantidad de datos básicos que aporta, este método se utiliza grandemente o extensamente para estimar las necesidades de riego (2).

La fórmula general, que permite determinar la ETr del mes es:

$$ETr = (K) (F)$$

donde: ETr = evapotranspiración real en mm/mes.

K = coeficiente de ajuste que depende del cultivo.

$$F = \sum_{f=1}^{f=n} f$$

n = número de meses del ciclo.

f = factor de evapotranspiración mensual

f = $P (8.13 + 0.457 t)$

t = temperatura media mensual en grados centígrados.

P = porcentaje de horas luz del mes, con respecto al total anual.

Un trabajo del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, discutido por Castilla Pérez (1965), introduce un factor de corrección de K_t en función de la temperatura media mensual, de la manera siguiente:

$$K = K_t \cdot K_c$$

donde: $K_t = 0.24 + 0.0312 t$
 K_c = factor de cultivo que varía a lo largo del ciclo vegetativo.
 t = temperatura media mensual en grados centígrados.

El Departamento de Conservación de Suelos de los Estados Unidos, sugiere utilizar gráficas que presentan el coeficiente de desarrollo, K_c en función del porcentaje del ciclo vegetativo. Los coeficiente de desarrollo se aplica a los productos $f \times K_t$, obteniendo así valores para períodos cortos.

Refiriéndose a la confiabilidad de la fórmula, --- Grassi en 1975 indica que la fórmula ha arrojado valores superiores a los reales en condiciones de bajas exigencias evapotranspiratorias, menores de 5 mm/día y valores inferiores con altas exigencias, mayores de 5 mm/día (5).

4.4.5 Método de Hargreaves

Este es otro de los métodos para estimar la E_{Tr} , proporcionando el consumo de agua en función de la humedad relativa media al medio día, la temperatura media y la duración del día dependiendo de la latitud. La fórmula incluye coeficientes de efecto del cultivo (5).

En unidades métricas y con temperatura en grados -- céntigrados la fórmula se expresa:

$$E_{Tr} = 17.37 K d t (1.0 - 0.01 H_n)$$

donde: K = coeficiente del cultivo
 d = coeficiente mensual de duración del día.
 t = temperatura media mensual
 H_n = humedad relativa media al medio día.

El coeficiente "d" está relacionado con el coeficiente

te "p" de Blaney-Criddle de modo que $d = 0.12 p$.

Hargreaves, citado por Grassi en 1975, sugiere utilizar las siguientes correcciones para mejorar los resultados dado que la fórmula ha sido desarrollada para condiciones meteorológicas medias (5):

1. 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.
2. Duración del resplandor solar: La fórmula se obtuvo con una insolación del 90%. Para situaciones diferentes corresponde aplicar las siguientes correcciones:

INSOLACION: %	30	40	50	60	70	80	90
CORRECCION: %	-34	-28	-24	-20	-16	-9	0
3. Altitud: Los resultados deben aumentarse en 1% por cada 100 mts. de elevación a partir de los 150 mts. que corresponde a las condiciones de la fórmula.

4.4.6 Procedimiento para estimar ET en base a la evaporación del tanque

Los métodos comentados anteriormente no toman en cuenta todos los datos climáticos que pueden influir en la evaporación del agua, ya que incluyen observaciones meteorológicas, suposiciones y términos de corrección empíricos (5). Gavande (1976) citado por Barillas, sugiere que se mida la evaporación en tanques abiertos de modo que la evaporación así obtenida integre en una sola determinación, todos los factores meteorológicos, que afectan la pérdida de agua en un suelo cultivado, y aplicando -

factores empíricos de corrección se puede obtener la ETr (2). Así mismo Grassi en 1975 indica que la evaporación en tanque es un proceso similar a la ET, ya que integra la mayor parte de los factores que intervienen en el mismo, por lo que, de acuerdo a este autor, la evaporación en tanque parece ser hasta el presente el procedimiento más confiable. Así también - refiere que en estudios de correlación en diferentes cultivos y períodos del ciclo vegetativo, permiten obtener coeficientes para estimar la ET en función de la evaporación de una superficie libre de agua, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$ET = E_v \cdot C$$

donde: ET = evapotranspiración
 E_v = evaporación en tanque
 C = coeficiente de ajuste adimensional.

Grassi en 1975, refiere que se ha usado más frecuentemente el tanque estandar tipo "A", del Servicio Meteorológico de los Estados Unidos, dada su mayor universalidad, ya que se emplea en la mayor parte de los servicios meteorológicos (5).

5. METODOLOGIA

5.1 Descripción del área

El estudio se realizó en el Centro de Producción - Agrícola "El Oásis" del ICTA, en el Valle de La Fragua, Zacapa.

El Valle de La Fragua está localizado en la zona -- nororiental de la República en las coordenadas geográficas siguientes: 14°57.5' latitud norte y 89°32.5' longitud oeste, del meridiano de Wreenwich. El valle está perfectamente comunicado con la red vial nacional, quedando a 177 Km del puerto de Santo Tomas de Castilla (Izabal) y a 140 km de la ciudad capital de Guatemala. Los ferrocarriles lo atraviesan a todo lo largo -- (18).

Según el Atlas Climatológico de Guatemala (1964- -- 1978), la región cuenta con 60 a 90 días de lluvia, teniendo de 1600 a 1400 mm anuales de ETp, así mismo el clima es cálido, con invierno benigno, seco y con invierno y otoño seco (A'b' - Dio) (10).

En la región ocurre la menor precipitación de la -- república, llegando a un promedio de 500 mm anuales, prácticamente todas las lluvias caen del primero de mayo al treinta 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 temperatura se considera cálida siendo su media anual de 28.9°C, una mínima de 15.4°C (enero) y una máxima de

42.4°C (abril). El valle se encuentra a una altura promedio de 230 msnm, y está rodeado casi en su totalidad por montañas, lo que ocasiona vientos provenientes del mar caribe y el océano pacífico lleven las nubes saturadas de vapor de agua y las hagan precipitar en las partes montañosas sin alcanzar el valle (18).

Holdridge en 1976, citado por Barillas, clasifica la zona de vida como Monte Espinoso Subtropical. La vegetación natural está constituida mayormente por arbustos y plantas espinosas, entre las principales están: Cactus spp., Guaiacum spp., Pereskia spp., Jaquinia spp., Bucida macrostachya, Cordia alba. Así mismo el autor indica que la ETp puede estimarse en promedio de 130% mayor que la cantidad de lluvia total anual, de -- aquí que las tierras de esta zona de vida solamente pueden ser utilizadas bajo irrigación (2).

Simmons en 1959, citado por Gonzáles, 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 se observan en el cuadro 1.

CUADRO 1. SERIES DE SUELOS PREDOMINANTES EN EL VALLE DE LA -
FRAGUA, ZACAPA.

SERIE	% M.O.	Arcilla	Limo	Arena	Clase Textural
Chirrum	1.15	21.13	29.13	49.74	Franco
Corti	1.58	11.02	15.83	73.15	Franco - Arenoso
Chicaj	1.59	43.57	20.19	36.24	Arcilla
Tempisque	1.24	18.88	23.19	57.93	Franco - Arenoso
Chiquimula	0.77	15.48	22.40	62.12	" "
Teculután	1.22	18.12	19.56	62.32	" "
Şinaneque	1.44	8.06	18.34	73.60	" " (4)

Los suelos que predominan en la Finca "El Oásis", según el mapa de suelos de 1950 hecho por Simmons, son de las series Chicaj, Chirrum y Chiquimula, todos ellos con subsuelos muy lentamente permeables hasta impermeables. Estos suelos son casi planos con una erosión histórica de moderada a alta. Estos suelos tienen un horizonte "A" bastante arcilloso y un horizonte "B" con un muy alto contenido de arcilla coloidal -- del grupo montmorillonítico. Esta particularidad textural los hace muy impermeables al agua y les da una baja conductividad hidráulica tanto para el agua como para el aire (17).

La presente investigación se realizó en suelos de la serie CHICAJ ARCILLOSO, que se encuentra en un 12.74% de los suelos del Valle central de La Fragua (21).

5.2 Aspectos agronómicos

5.2.1 Cultivo evaluado

El cultivo evaluado en el presente trabajo fue el melón (Cucumis melo L.), variedad Tam Dew, tipo Honey Dew. Esta variedad según estudios del ICTA, presenta conjuntamente con otras dos variedades mejor adaptabilidad al medio por su tamaño y contenido de azúcar (9). Se escogió a este tipo de cultivo ya que, las exportaciones de melón de tipo Honey Dew alcanzaron en el año 1983, el nivel máximo desde el inicio de las operaciones, según se desprende de la información que se ofrece en el cuadro 30 del apéndice.

5.2.2 Método de riego

Se utilizó el método de riego por surcos, ya que es el que se acostumbra en la región, derivando el agua de la toma por medio de sifones de 1" y 1/2" para la aplicación del --

agua en surcos, separados 1.30 mts. y una distancia entre plantas de 0.30 mts. lo cual nos da una densidad de siembra de - 18,519 plantas/Ha.

Para conducir el agua a las diferentes parcelas en tratamiento, se hizo una toma para cada bloque (repetición), - éstas se compactaron en sus taludes para evitar filtraciones, así mismo se dejó una distancia de 4 y 3 metros (ver figura 19 del apéndice), para evitar que la humedad llegará a las parcelas que no necesitaban riego. En el cálculo de volumen a aplicar se tomó en consideración el área entre parcela y toma.

Los sifones de 1" se utilizaron para conducir el -- agua de la toma principal a las tomas secundarias; y los sifones de 1/2" se utilizaron para conducir el agua de la toma secundaria a las parcelas que necesitaban riego.

5.2.3 Criterio para aplicar los riegos.

Para determinar los intervalos entre los riegos, se partió de la frecuencia utilizada por los agricultores de la - región, que es de 8 días, por lo tanto tomamos dicha frecuencia como testigo y 5 frecuencias con intervalo más largo, quedando de la manera siguiente: 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días, las cuales se identificaron como F-8, F-12, F-16, F-20, F-24 y F-28 respectivamente.

5.2.4 Manejo del cultivo

Se utilizaron las recomendaciones del programa de - hortalizas de ICTA, para melón.

5.3 Determinaciones físicas del suelo y calidad del agua.

Para determinar la clase textural del suelo se tomaron muestras en estratos de 0-30, 30-60 y 60-90 cm. de profundidad, con el objeto de verificar si se trata de la serie Chicaj arcilloso, las muestras se colocaron luego en cajas de cartón debidamente identificadas, para luego ser enviadas al laboratorio de Suelos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento - (DIRYA), ver cuadro 2. Las características físicas determinadas fueron: Textura por el método de Bouyoucos; capacidad de campo en condiciones de campo; punto de marchitez permanente, dividiendo entre dos a la capacidad de campo y densidad aparente con el método del plástico.

Las características físicas de capacidad de campo - (C.C.), punto de marchitez permanente (PMP) y densidad aparente (Dap), se tomaron de la determinación en campo, ya que los valores reportados por el laboratorio fueron muy altos. La Dap únicamente se determinó en campo; tanto Dap como C.C. y textura del suelo se determinaron en 3 estratos de dos calicatas que se hicieron en el lugar del ensayo, antes de la preparación del terreno.

CUADRO 2. ANALISIS MECANICO DE MUESTRAS, DE TRES ESTRATOS PROVENIENTES DE DOS CALICATAS.

CALICATA	Estrato (cm)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Clase Textural
1	0-30	39.11	13.26	47.63	Arcillo-arenoso
1	30-60	44.61	15.16	40.23	Arcilla
1	60-90	34.80	17.49	47.71	Franco-arcillo-arenoso
2	0-30	43.81	13.64	42.55	Arcilla
2	30-60	46.12	12.29	41.59	Arcilla
2	60-90	43.64	12.27	44.09	Arcilla

Como se puede observar los valores corresponden -- aproximadamente a los valores reportados para la serie Chicaj arcilloso.

En cuanto a la capacidad de campo, que es uno de los valores más importantes, por ser la humedad que debe alcanzar el suelo en cada riego, se determinó por medio del método de campo, como se mencionó anteriormente. Este método es el más utilizado y práctico, y consistió en hacer un cuadro en el campo, de un metro cuadrado, luego se levantaron dos bordos alrededor, de 20 cms de altura después se saturaron de agua toda el área, incluyendo el espacio comprendido entre bordos. Las muestras se empezaron a tomar 24 horas después a 30, 60 y 90 cms., llegando de esta manera hasta las 77 horas. Tello en -- 1983, indica de que por lo regular, la capacidad de campo se logra a los dos días de estar muestreando, pero si se puede hacer más muestras se lograrán resultados más exactos (23).

Por medio del método gravimétrico obtuvimos el porcentaje de humedad de cada muestra. Al obtener todos los datos, se graficaron los valores de "Porcentaje de humedad-tiempo", colocando el porcentaje de humedad en las ordenadas y el tiempo en las abcisas; se notó en la gráfica que al seguir variando el tiempo 48 horas después, el porcentaje de humedad -- llegó a ser casi constante, correspondiendo este valor constante, al valor de la Capacidad de Campo. En el cuadro 3 se pueden observar los valores de C.C. y PMP, este valor se determinó de dividir entre 2 a la C.C.; ya que se considera al punto de marchitez permanente como 0.5 a 0.42 de la capacidad de campo, además, los datos de laboratorio no son confiables como se mencionó anteriormente.

CUADRO 3. CAPACIDAD DE CAMPO Y PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE DE TRES ESTRATOS.

Estrato (cms)	C. C. (% H°)	P. M. P. (% H°)
0-30	26.38	13.19
30-60	24.89	12.45
60-90	19.74	9.87

Para determinar la densidad aparente, se utilizó el método del plástico, que es un método de campo.

Se abrieron dos calicatas de 0.7 mts de ancho, 2 - mts de largo y 1 metro de profundidad; en uno de los extremos de las calicatas se elaboraron una serie de gradas de 0.7 mts de ancho, 0.40 mts. de largo y 0.30 mts. de profundidad. La superficie superior de cada grada se niveló y limpió, para -- eliminar las impurezas de suelo que hubieran llegado de otro sitio de la calicata. Estando en estas condiciones, en cada grada se habrieron cubos de 15 cms. de lado, la tierra que se extrajo se guardó en una bolsa con su respectiva identificación. Luego en cada cubo se introdujo un plástico, de modo que se acomodara perfectamente a las paredes del cubo, estando así, se -- agregó cantidades conocidas de agua a manera de que se llenara el cubo y quedará a nivel, cuando se llegó al nivel se anotó el volumen ocupado.

Inmediatamente después, se pesó el suelo extraído y se sacaron muestras de ese mismo suelo, obteniendo el porcentaje de humedad por medio del método gravimétrico. El peso seco total del suelo extraído en cada grada, se obtuvo de la siguiente

te relación:

$$\frac{Ptss}{Mpss} = \frac{Ptsh}{Mpsh}$$

donde: Ptss = peso total del suelo seco.

Ptsh = peso total del suelo húmedo

Mpss = muestra de peso de suelo seco

Mpsh = muestra de peso de suelo húmedo.

El peso seco total del suelo extraído en cada grada, obtenido así, se dividió entre el volumen ocupado en cada caso y se obtuvo de esta manera la densidad aparente de cada estrato en las dos calicatas, estos valores se observan en el cuadro 4.

CUADRO 4. DENSIDAD APARENTE DE TRES ESTRATOS, DE DOS CALICATAS.

CALICATAS	Estrato (cms)	Ptss (gr)	Volumen (cc)	Dap (gr/cc)	Dap $\bar{x}$ (gr/cc)
1	0-30	3124.46	2055	1.52	1.49
1	30-60	3249.21	2105	1.54	1.52
1	60-90	3472.93	2060	1.68	1.62
2	0-30	3238.03	2195	1.47	1.49
2	30-60	3344.59	2115	1.51	1.52
2	60-90	3348.05	2130	1.57	1.62

En la presente investigación se utilizó la Dap media correspondiente a cada estrato.

En cuanto a la calidad del agua, se tomaron muestras del canal que conduce el agua hacia la finca; se utilizó un -- frasco de 1 litro, el cual se lavó varias veces con el agua del

canal, luego se tomó la muestra y se identificó, enviándose - posteriormente al laboratorio de suelos de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento. Se reportó, según las normas de River side, una calidad de agua C_2S_1 , siendo entonces de buena calidad para el riego.

5.4 Manejo del experimento

5.4.1 Materiales y equipo

- Tractor (aradura, rastra, surqueado, contrasurqueado, formación de cama, tomas y surcos de riego).
- Sifones de 1" y 1/2".
- Barrenos de gusano
- Horno eléctrico
- Botes de metal
- Semillas de melón
- Pesticidas
- Fertilizantes
- Bomba de mochila
- Proveta, plástico y bolsas.
- Azadón, piocha, pala, barreta, cuchara de albañil.
- Machete, cubeta.

5.4.2 Descripción del método

Al principio con la siembra, se regó uniformemente todo el diseño para proporcionarle a las plantas las condicio nes más adecuadas para su establecimiento, así también se die ron dos riegos generales más 14 y 27 días después. Ya establecida la plantación y habiéndose dado los 3 riegos generales, - se empezó a trabajar cada tratamiento en forma individual, re-gando con el intervalo que le corresponde.

Para determinar la humedad que posee el suelo se empezó con la toma de muestras; se tomaron 7 muestras por parcela antes de regar para saber cuanta agua se ha consumido y así poder determinar la cantidad de agua a reponer; luego se tomaron 7 muestras por parcela dos días después del riego, para verificar si el suelo llegó a su capacidad de campo. La toma de muestras se hizo con el barreno tipo gusano en espesor de 0.30 mts. hasta 0.90 mts. dándole mayor importancia a los estratos de 0-30 y 30-60 cms. ya que se considera que dentro de los mismos se concentra la mayor actividad radicular del cultivo. El contenido de humedad se determinó por el método gravimétrico, o sea, el contenido de humedad de las muestras se determinó en base a peso húmedo y peso seco, por medio del horno eléctrico, a una temperatura de 110°C durante 24 horas hasta lograr así un peso contante.

Siguiendo con el procedimiento, se obtuvo la ET para un período determinado y la total del cultivo, calculando los porcentajes de humedad de los estratos de 0-30 y 30-60 cms y utilizando la siguiente ecuación:

$$Li = Psi \times Dap \times Pr$$

donde: Li = lámina consumida en un período determinado (cms)

Psi = porcentaje de humedad consumida en un período determinado (%)

Dap = densidad aparente del estrato considerado -- (gr/cc)

Pr = profundidad radicular del estrato considerado (30 cm)

La ET total se obtiene de la siguiente ecuación:

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

5.4.3 Determinación de la cantidad de agua a aplicar:

La fórmula que se utilizó para determinar la lámina de auxilio se expresa:

$$La = \frac{Pscc - Psar}{100} \times Dap \times Pr$$

donde: La = lámina de auxilio (cm)
 $Pscc$ = porcentaje de humedad a capacidad de campo (%)
 $Psar$ = porcentaje de humedad antes de riego (%)
 Dap = densidad aparente del estrato (gr/cc)
 Pr = profundidad del estrato (30 cm)

Para calcular el volumen de agua que se aplicó en cada riego, se utilizó la siguiente ecuación:

$$Vol = A \times La$$

donde: Vol = volumen de agua requerido (m^3)
 A = área de cada parcela más área entre parcela y toma (m^2).
 La = lámina de auxilio (m)

Conociendo el caudal de cada sifón, ya sea aforado el sifón o por medio de tablas, se procedió a calcular el caudal que dan 6 sifones, que es el número de surcos que tiene cada parcela, luego se calculó el tiempo que tardan los 6 sifones en dar el volumen de agua requerido para regar cada parcela, por medio de la fórmula siguiente:

$$Tr = \frac{Vol}{Q}$$

donde: Tr = tiempo de riego (minutos)
 Vol = volumen de agua requerido (m^3)
 Q = Caudal de los 3 sifones (M^3/minuto)

5.4.4 Diseño estadístico

En el presente trabajo la variable estudiada es la humedad, y tomando en consideración que el terreno es homogéneo, se consideró adecuado usar el diseño estadístico bloques al azar. Reyes en 1982, indica que se puede utilizar este diseño cuando se tenga un solo gradiente, y en nuestro caso el único gradiente es el de humedad (19).

Se tuvieron 6 tratamientos (8 - 12 - 16 - 20 - 24 y 28 días) y 4 repeticiones. El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + B_j + T_i + E_{ij}$$

donde: Y_{ij} = variable respuesta en la ij -ésima unidad experimental.

U = efecto de la media general

B_j = efecto del j -ésimo bloque

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = error experimental asociado a la ij -ésima unidad exp (19).

5.4.5 Parcela experimental

-Área del ensayo = $3,960 \text{ m}^2$

-Área útil del ensayo = 1.404 m^2

-Área de cada parcela experimental = 58.5 m^2

-Área útil de cada parcela experimental = 35.10 m^2

-Número de parcelas = 24

-Distancia entre parcelas = 3.60 m

-Distancia entre bloques = 8.0 m.

-Número de surcos por parcela = 5.0

-Densidad de siembra: --110 plantas/parcela neta

-- 66 plantas/parcela útil.

En la figura 19 del apéndice, se muestra la distribución de las parcelas en el campo y sus dimensiones.

5.4.6 Variables respuesta

Las variables respuesta consideradas en este experimento fueron:

1. Número de plantas vivas cada 15 días
2. Número de frutos recolectados por parcela
3. Rendimiento de fruto en kilogramos por hectárea
4. Rendimiento de fruto en cajas exportables por hectárea.
5. Grados Brix del fruto.

Para eliminar el efecto de borde, las variables respuesta fueron medidas únicamente dentro de la parcela útil, -- usándose los tres surcos centrales de cultivo.

Debido a que la maduración del fruto no es uniforme es necesario efectuar varios cortes al cosechar, haciendo los cortes un día si y otro no. Para este experimento se efectuaron siete cortes, iniciándose el 11/4/84 y terminándose el 25/4/84.

Para evaluar la producción obtenida, cada parcela se cosechó individualmente, procediéndose a cortar los frutos que llenaban los requisitos de exportación, en lo referente a color y tamaño, dejándolos en su respectiva parcela. Seguidamente se procedió a contar todos los frutos cortados de cada parcela, para finalmente obtener su peso en kilogramos. Por último se tomó al azar un fruto por parcela, haciendo un total de 24 frutos para medir el grado brix de cada uno. Este sistema se utilizó en los siete cortes realizados a lo largo del experimento.

El número de plantas vivas por parcela útil se compu

tó quincenalmente para cada parcela de cada tratamiento, efectuando seis mediciones a lo largo del ciclo de vida de la planta.

5.4.7 Metodología para analizar los resultados

1. Análisis de varianza, con el objeto de ver si hay diferencia entre tratamiento.
2. Comparación de medias usando la prueba de Tukey, para ver si hay diferencia entre las medias de los tratamientos.
3. Análisis de regresión y correlación, y prueba de "t" de medias apareadas, para comparar el método de parcelas experimentales para determinar ET, - con los métodos basados en las fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque tipo "A". Los modelos de regresión usados son: Lineal, Geométrico, Logarítmico y Cuadrático.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en el presente ensayo y la discusión de los mismos se presentan en dos partes. Primeramente, se presentan de las variables respuesta que son: Número de plantas vivas cada 15 días; Número de frutos recolectados por parcela; rendimiento de fruto en cajas exportables --- (c.e.) por hectárea; grados Brix del fruto y rendimiento de fruto en kilogramos/Ha total. Siendo en estas variables respuesta en las cuales se apoyó el ensayo.

En la segunda parte, se discute el uso del agua por las plantas en los diferentes tratamientos, y la comparación de la ET calculada por el método de parcelas experimentales, con los resultados obtenidos en base a la fórmula de Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación en tanque tipo "A".

6.1 Resultados y discusión de las variables respuesta.

En el cuadro 5 se resumen los resultados de los promedios obtenidos en los diferentes tratamientos para cada una de las variables anteriormente mencionadas, las cuales se discutirán en detalle a continuación:

CUADRO 5. RESULTADOS DE LOS PROMEDIOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA DE LOS SEIS TRATAMIENTOS.

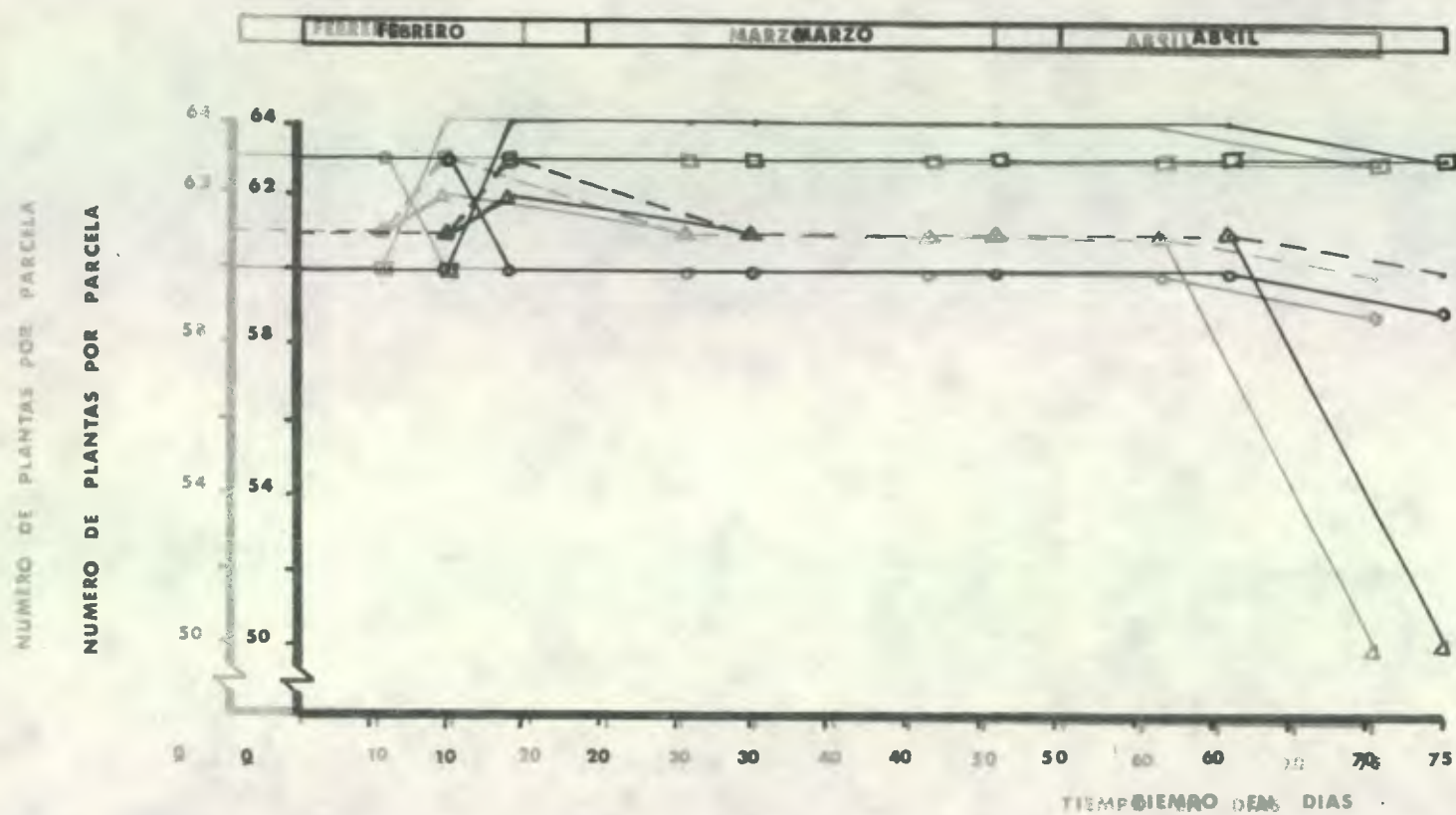
TRAT.	Produc. c.e./Ha	No.frutos exportab. x parcela	No.plantas por parce- la.	Grados Brix	Producción total Kg/Ha.
F-8	1080	35	63	10.6	22,606.82
F-12	704	26	60	9.9	19,971.49
F-16	767	29	59	11.1	17,564.09
F-20	585	22	50	8.8	17,222.21
F-24	723	26	63	9.7	18,376.05
F-28	530	21	63	11.5	16,602.55

6.1.1 Número de plantas vivas.

La figura 1 muestra el número de plantas vivas en el transcurso del ciclo del cultivo para los 6 tratamientos, se observa un incremento de número de plantas debido a la resiembra; siendo más o menos constante del día 15 al 61 después de la siembra (DDS), variando de aquí hasta el final del ciclo -- únicamente el tratamiento F-20, el cual obtuvo un número de -- plantas vivas menor, los tratamientos F-8 y F-28 por tener un igual número de plantas vivas en todo su ciclo, se muestra en la figura con igual curva. En el cuadro 5 se puede observar el número promedio de plantas vivas al final del ciclo del cultivo el cual fue mayor para el tratamiento F-8, F-24 y F-28 con 63 plantas, y menor para el tratamiento F-20 con 50 plantas. En el apéndice se presenta el cuadro 16 con los resultados por repetición y por tratamiento, y el cuadro 17 con el análisis de varianza; este indica que no hay diferencia significativa entre el número de plantas vivas finales de las frecuencias de riego evaluadas; por lo que podemos decir que el número de plantas -vivas finales no se vió afectada por las distintas frecuencias de riego, siendo los datos confiables ya que el coeficiente de variación (13.28%), no pasó de 20% que es el porcentaje que se acepta para hortalizas.

6.1.2 Número de frutos

En el cuadro 5, se presenta el número de frutos promedio exportables de cada tratamiento, pudiéndose observar que el tratamiento F-8 produjo 35 frutos exportables, siendo el mayor, y el tratamiento F-28 produjo 21 frutos exportables, siendo el menor. En el apéndice se presenta el cuadro 18 con los resultados por repetición y por tratamiento, así como el cuadro 19 con el análisis de varianza; este indica que si hay diferencia significativa en cuanto al número de frutos exportables por



- F 8
- F 12
- F 16
- F 20
- F 24
- F 28
- F 32

FIGURA 1. NUMERO PROMEDIO DE PLANTAS VIVAS DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO PARA LOS TRATAMIENTOS

tratamiento, o sea que por lo menos una frecuencia de riego - tiene un comportamiento diferente con respecto a los demás en cuanto al número de frutos; estos datos son confiables ya que el coeficiente de variación es 19.39%. Al hacer una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey, da como resultado que las frecuencias de riego que obtuvieron el mayor número de frutos y que quedaron dentro del primer grupo son las - frecuencias de 8, 12, 16 y 24 días, siendo iguales, mientras que el segundo grupo está formado por las frecuencias de 12, - 16, 20, 24 y 28 días siendo iguales, con un 95% de confiabilidad.

Así mismo podemos observar en el cuadro 6 el número de frutos promedio por tratamiento de rechazo, en donde los - tratamientos F-8 y F-16 tienen el menor número de frutos de rechazo, y los tratamientos más secos, el mayor número de frutos de rechazo. Es de hacer notar que el rechazo es debido, en -- los primeros a quemaduras de sol, rugosidad en el pericarpio o a otras modificaciones físicas y/o de color del mismo; mientras que en los segundos, los frutos fueron rechazados por no tener su forma característica, es decir redonda, y tomaron formas -- muy variadas desde alargados hasta en forma de guicoy, además de los factores antes mencionados, esto sucedió sobre todo a frutos de diámetro 10 y 21 de los últimos 4 cortes.

Este comportamiento, confirma lo mencionado por Rojas (1977) indicando que, en términos generales las hortalizas anuales cultivadas por sus frutos, son sensibles a la dotación de agua cuando los frutos comienzan a desarrollarse. Existen pruebas que en algunos de estos cultivos el crecimiento se ve reducido significativamente (23).

CUADRO 6 NUMERO DE FRUTOS PROMEDIO POR TRATAMIENTO POR PARCELA EXPORTABLES, DE RECHAZO Y TOTAL.

TRATAMIENTO	NUMERO DE FRUTOS PROMEDIO POR PARCELAS		
	Exportables	De rechazo	Total
F-8	35	36	71
F-12	26	44	70
F-16	29	34	63
F-20	22	46	68
F-24	26	41	67
F-28	21	46	67

6.1.3 Rendimiento en c.e./Ha

En el cuadro 5 se observa el número de c.e./Ha. total que produjo cada tratamiento, pudiéndose apreciar que el tratamiento F-8 fué el que más produjo, con 1080 c.e./Ha. y el tratamiento F-28 el que menos produjo, con 530 c.e./Ha. Este efecto, en la disminución de c.e./Ha. se debe posiblemente a la falta de agua en períodos críticos del ciclo del cultivo, ya que mientras el tratamiento F-8 se aplicó 4 veces en el período de fructificación, el tratamiento F-28 se aplicó una sola vez, influyendo en el crecimiento y maduración de los frutos, no así en su número total, como puede apreciarse en el cuadro 6. Es decir que esta falta de agua en el tratamiento F-28 ocasionó un crecimiento deficiente en los frutos, dando como resultado un mayor número de frutos rechazados.

Cabe resaltar que las distintas frecuencias de riego (evaluadas) o tratamientos no afectaron el número de plantas vivas final, pero sí su rendimiento.

Así pues, dentro de ciertos límites de déficit de agua, las frecuencias de riego evaluadas no afectan el número de frutos por planta pero sí a su tamaño, forma, peso y calidad. Un suministro adecuado de agua durante el período de floración a inicios de cosecha, produce frutos de buena calidad. Por el contrario, un déficit riguroso de agua en el período - mencionado, ocasiona frutos pequeños y de forma irregular.

En el apéndice se presenta el cuadro 20 del análisis de varianza para el rendimiento y el cuadro 21 se presentan los resultados por repetición y por tratamiento. El análisis - de varianza indica que si hay diferencia significativa entre -- tratamientos, o sea que por lo menos una frecuencia de riego - tiene un comportamiento diferente con respecto a los demás en cuanto al rendimiento; los datos son confiables ya que el coe- ficiente de variación es de 19.33%. Al hacer la comparación de medias usando la prueba de Tukey, da como resultado, que las - frecuencias de riego que obtuvieron los mejores rendimientos y quedaron dentro del primer grupo son las frecuencias F-8 y F-16; el segundo grupo está formado por las frecuencias F-12, F-16, - F-29, F-24 y F-28. En el presente ensayo se esperaba obtener un rendimiento descendente, pero como vemos el tratamiento F-16, obtuvo un mayor rendimiento que el tratamiento F-12, hubo un - mayor número de frutos rechazados, como se puede observar en el cuadro 6, debiéndose el rechazo más que todo a daños en el pericarpo y no a falta de agua. La media de producción en el valle de La Fragua se encuentra en 900 c.e./Ha. encontrándose el tra- tamiento F-8 arriba de la media y el tratamiento F-16 difiere en 133 c.e.

6.1.4 Grados Brix del fruto.

En el cuadro 5 se observa el promedio de grados Brix

de los frutos que produjo cada tratamiento, pudiéndose apreciar que el tratamiento F-28 es el que tiene el más alto valor, con 11.5°Brix, y el tratamiento F-20 con el más bajo valor, 8.8°--Brix.

En el apéndice se presenta el cuadro 22 del análisis de varianza para grados Brix y también el cuadro 23 donde se presentan los resultados por repetición y por tratamiento. El análisis de varianza indica, que si hay diferencia significativa entre tratamientos, o sea que por lo menos una frecuencia de riego tiene un comportamiento diferente con respecto a los demás en cuanto a los grados Brix; los datos son confiables ya que el coeficiente de variación es 4.33%. A esta variable respuesta también se le hizo una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey, dando como resultado que las frecuencias de riego que obtuvieron los mejores grados Brix son los tratamientos F-28 y F-16, un segundo grupo formado por los tratamientos F-16 y F-8, un tercer grupo formado por las frecuencias de 12 y 24 días y por último la frecuencia de 20 días.

6.1.5 Rendimiento en Kg/Ha.

En el cuadro 5 se observa el promedio del rendimiento en kilogramos/Ha. total que produjo cada tratamiento, pudiéndose apreciar que el tratamiento F-8 fue el que más produjo teniendo 22,606.82 Kg/Ha. y el tratamiento F-28 el que menos produjo teniendo una media de 16,602.55 Kg/Ha.

En el apéndice se presenta el cuadro 24 del análisis de varianza del rendimiento en Kg/Ha y el cuadro 25 donde se presentan los resultados por repetición y por tratamiento. El análisis de varianza indica que sí hay diferencia significativa entre tratamientos, o sea que por lo menos una frecuencia de riego tiene un comportamiento diferente con respecto a los demás

en cuanto a rendimiento en Kg/Ha; los datos son confiables ya que el coeficiente de variación es 11.83%. Además se hizo la prueba de comparación de medias utilizando la prueba de Tukey dando como resultado que los tratamientos que obtuvieron los mejores rendimientos son los tratamientos F-8, F-12, F-16 y F-24; un segundo grupo formado por las frecuencias de 12, 16, 20, 24 y 28 días.

Esto viene a confirmar que la cantidad de agua aplicada en el período de fructificación, si afecta al rendimiento total; en la discusión de rendimiento en c.e./Ha. se menciona que el déficit de agua no afecta al número de frutos pero sí su forma, tamaño, peso y calidad.

En cuanto al tamaño, puede verse en el cuadro 7 el número de frutos exportables promedio por tratamiento de acuerdo a su diámetro, y el total; esta cantidad de frutos fue lo que se produjo en 7 cortes. El diámetro está determinado por el número de frutos que caben en una caja, de dimensiones establecidas por las compañías exportadoras; así un melón No. 5, quiere decir que en una caja caben cinco melones; todas las cajas son del mismo tamaño.

Puede observarse que el tratamiento F-8 produjo más frutos de los diámetros mayores (5,6,8), así también de los diámetros medios (9, 10) y el menor número de frutos del diámetro más pequeño (21), en contraste con los tratamientos F-24 y F-28.

CUADRO 7. NUMERO DE FRUTOS EXPORTABLES PROMEDIO POR TRATAMIENTO DE ACUERDO A SU DIAMETRO.

TRATAMIENTO	DIAMETRO DE MELONES						TOTAL
	5	6	8	9	10	21	
F-8	1	4	3	6	18	3	35
F-12	0	2	0	3	16	5	26
F-16	0	0	4	3	16	6	29
F-20	0	0	4	1	13	4	22
F-24	1	1	3	3	11	7	26
F-28	0	1	3	1	11	5	21

6.2 Resultados y discusión de uso del agua.

De acuerdo a la metodología descrita, las frecuencias de riego fueron establecidas de antemano, así como también se consideró que la eficiencia de aplicación del agua, del método de riego empleado fue del 100%. De acuerdo con la consideración anterior y con los datos obtenidos en el cálculo de la humedad del suelo antes y después de cada riego, se obtuvieron las láminas de agua consumidas entre un riego y el subsiguiente, considerándose en el presente trabajo, que 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 8, se presenta la duración aproximada, en días, de cada etapa fenológica por la que pasó el cultivo - en todo su ciclo de desarrollo, para los seis tratamientos; ya que en observaciones realizadas durante todo el ciclo se determinó que no hubo variación en el comportamiento de cada tratamiento.

Las distintas etapas fenológicas del ciclo del cultivo se relacionaran con el uso del agua por el cultivo.

CUADRO 8. ETAPAS FENOLOGICAS DEL CULTIVO DURANTE EL CICLO DE DESARROLLO PARA LOS SEIS TRATAMIENTOS.

ETAPA FENOLOGICA	DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA
Desarrollo	
Vegetativo	1 - 35
Floración	26 - 40
Fructificación	35 - 61
Cosecha	61 - 75

En el cuadro 9 se pueden observar las láminas de consumo total, láminas de agua en cm. aplicadas en cada riego y el número de riegos por tratamiento.

CUADRO 9. LAMINAS DE AGUA CONSUMIDAS Y NUMERO DE RIEGOS POR TRATAMIENTO DURANTE TODO EL CICLO DEL CULTIVO.

No. Riego	F-8	F-12	F-16	F-20	F-24	F-28
1	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13
2	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51	4.51
3	3.99	5.28	7.97	5.99	10.26	5.73
4	7.12	4.94	6.69	6.77	7.21	8.18
5	6.42	6.38	7.26			
6	3.83					
7	5.11					
Lámina total aplicada en cm	35.11	25.24	30.56	21.40	26.11	22.55

Se puede notar que el tratamiento F-8 es el que mayor lámina consumió, debido a que es el tratamiento más húmedo; pero la lámina consumida no siguió un orden descendente como se esperaba, así podemos ver que al tratamiento F-8, le siguen los tratamientos F-16 y F-24, siendo este último un tratamiento seco. Este comportamiento es debido posiblemente, como se verá más adelante, a la aplicación de los riegos en períodos críticos del ciclo del cultivo.

Como se observó en la parte de resultados y discusión de variables respuesta, el rendimiento en F-8 y F-16 son estadísticamente iguales, más sin embargo hay una diferencia de 313 cajas que económicamente representan un ingreso importante para el agricultor, por ello la frecuencia de 8 días es la mejor en la presente época; pero cuando el recurso agua esté escasa por cualquier motivo, se podrá recomendar la frecuencia de 16 días, que además de obtener rendimientos altos hay una reducción en cuanto a costos de agua y mano de obra y por ende, un ahorro del recurso.

Los tratamientos F-20, F-24 y F-28 varían poco respecto al tratamiento F-12, tanto en cuanto al número de riegos aplicados, como a la lámina de agua aplicada.

6.2.1 Control de humedad.

Durante todo el ciclo del cultivo se llevaron gráficas de control de humedad en el suelo para cada tratamiento, de los estratos de 0-30 cm. y 30-60 cms. las cuales se presentan en las figuras de la 2 a la 7; en éstas figuras puede observarse que en ninguno de los tratamientos, incluyendo el más seco, el contenido de humedad nunca bajó al porcentaje equivalente al punto de marchitez permanente, manteniéndose todos los tratamientos arriba del 28% de la humedad aprovechable por la -

planta.

Podemos observar que éste porcentaje de humedad en el tratamiento F-20 está cercano al punto de marchitez permanente, esta disminución del contenido de humedad ocasiona que los procesos fisiológicos se estacionen produciéndose una detención del crecimiento y como consecuencia los rendimientos son bajos. Así Doorembos y Kassam indican que para obtener buenos rendimientos en melón los riegos deben efectuarse cuando el 30% de la humedad disponible ha sido usado, o sea que en el suelo queda un 70% de humedad aprovechable; en el cuadro 10 se observa el porcentaje de humedad aprovechable medio por tratamiento, estando estos porcentajes un poco arriba o cercanos al 70% de humedad aprovechable en el estrato 0-30 cm. esperando entonces unos altos rendimientos en todos los tratamientos, pero los rendimientos no fueron altos en la mayoría de los tratamientos; este comportamiento se debe a que hay fases en el crecimiento de la mayoría de las plantas de cultivo, durante las que el no mantener baja la tensión del agua del suelo da como resultado un menor rendimiento, durante el resto de la vida de la planta, la tensión de la humedad del suelo no afecta al rendimiento a condición de que no se llegue al punto de marchitamiento permanente.

CUADRO 10. PORCIENTO DE HUMEDAD APROVECHABLE MEDIA POR TRATAMIENTO.

Tratamiento	% De Humedad aprovechable antes de riego	
	Estrato 0 - 30 cm	Estrato 30 - 60 cm
F-8	76.55%	91.82%
F-12	68.75%	85.52%
F-16	63.50%	69.62%
F-20	63.00%	74.55%
F-24	70.34%	82.99%
F-28	72.53%	80.09%

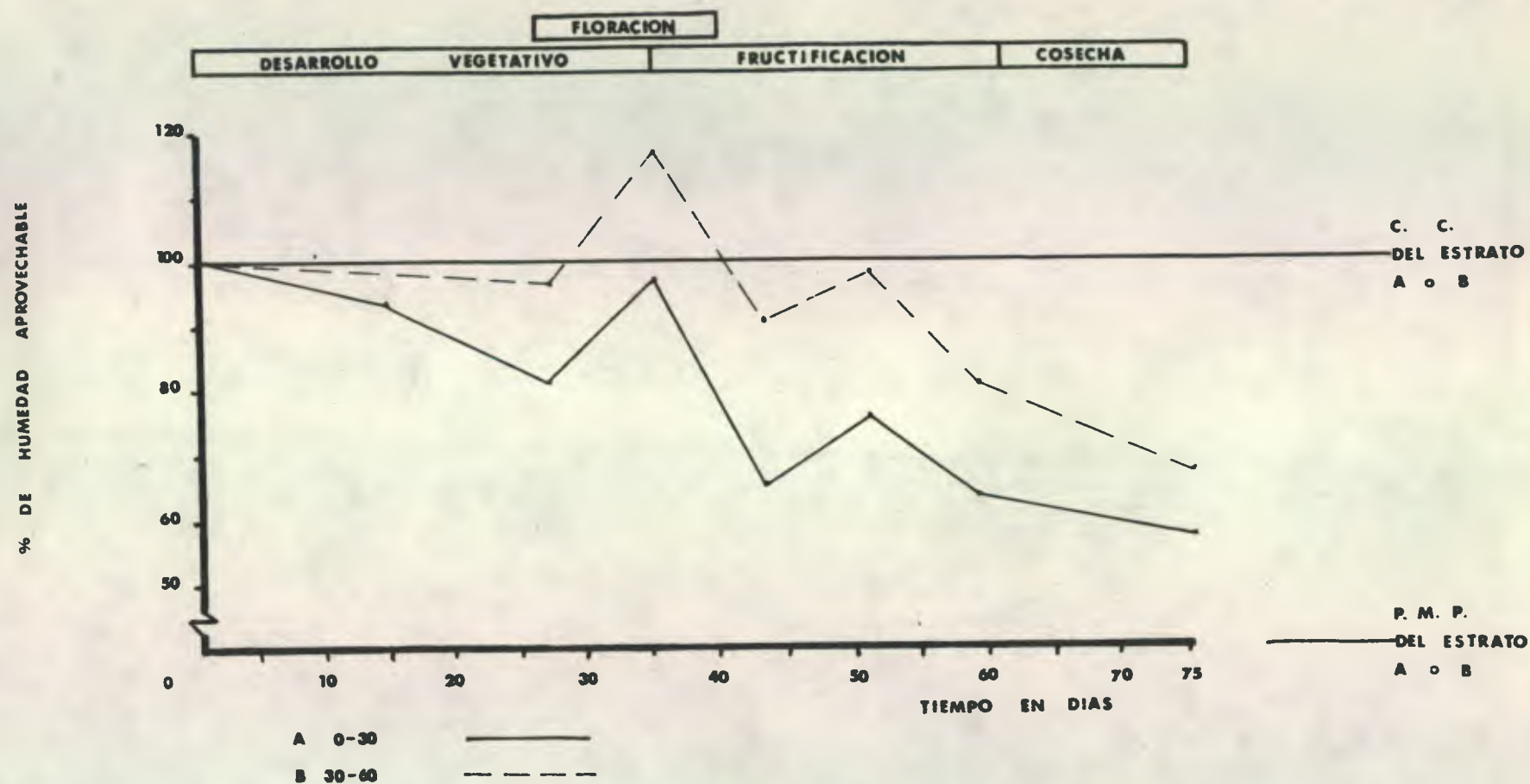


FIGURA 2 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 8

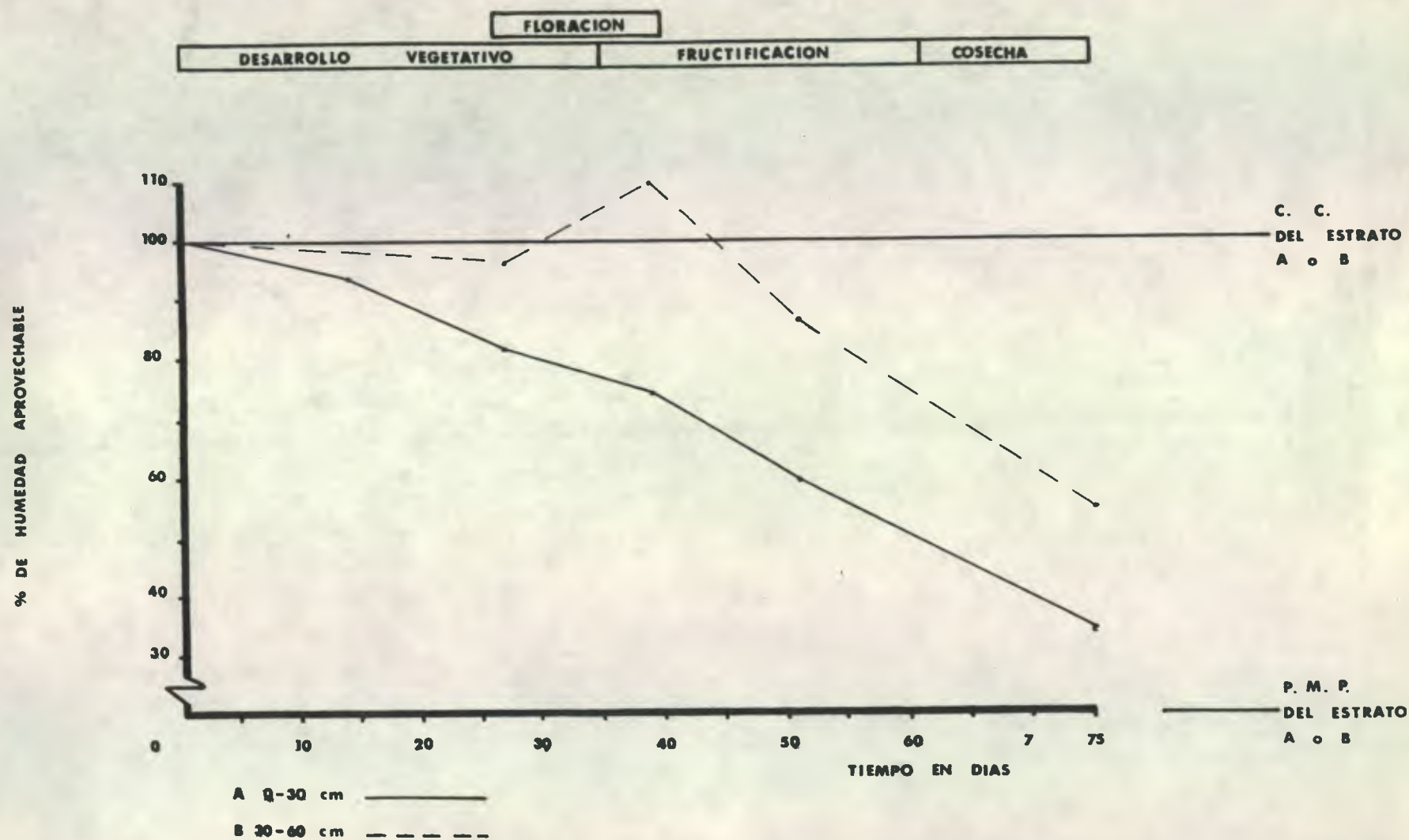


FIGURA 3 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 12

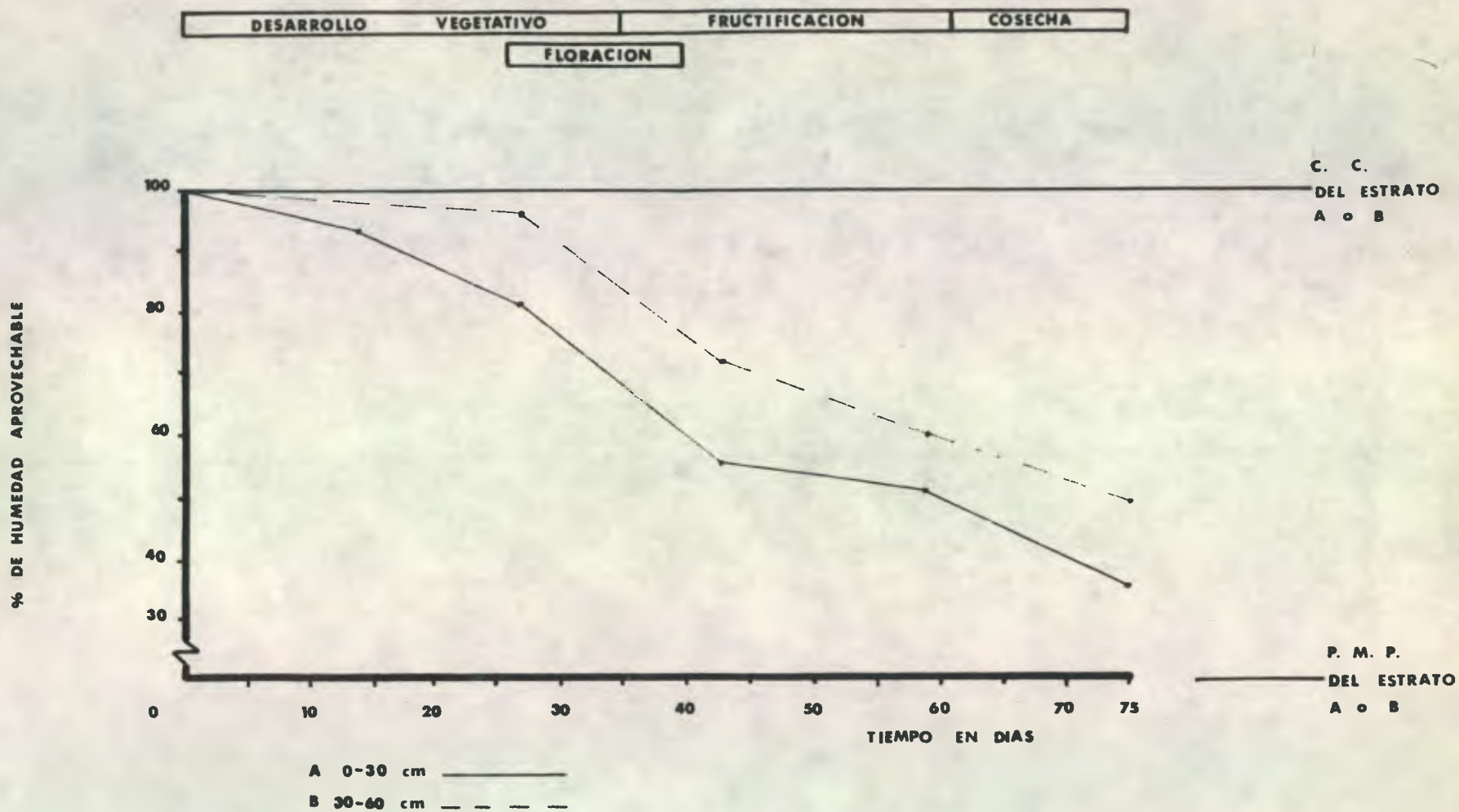


FIGURA 4 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 16

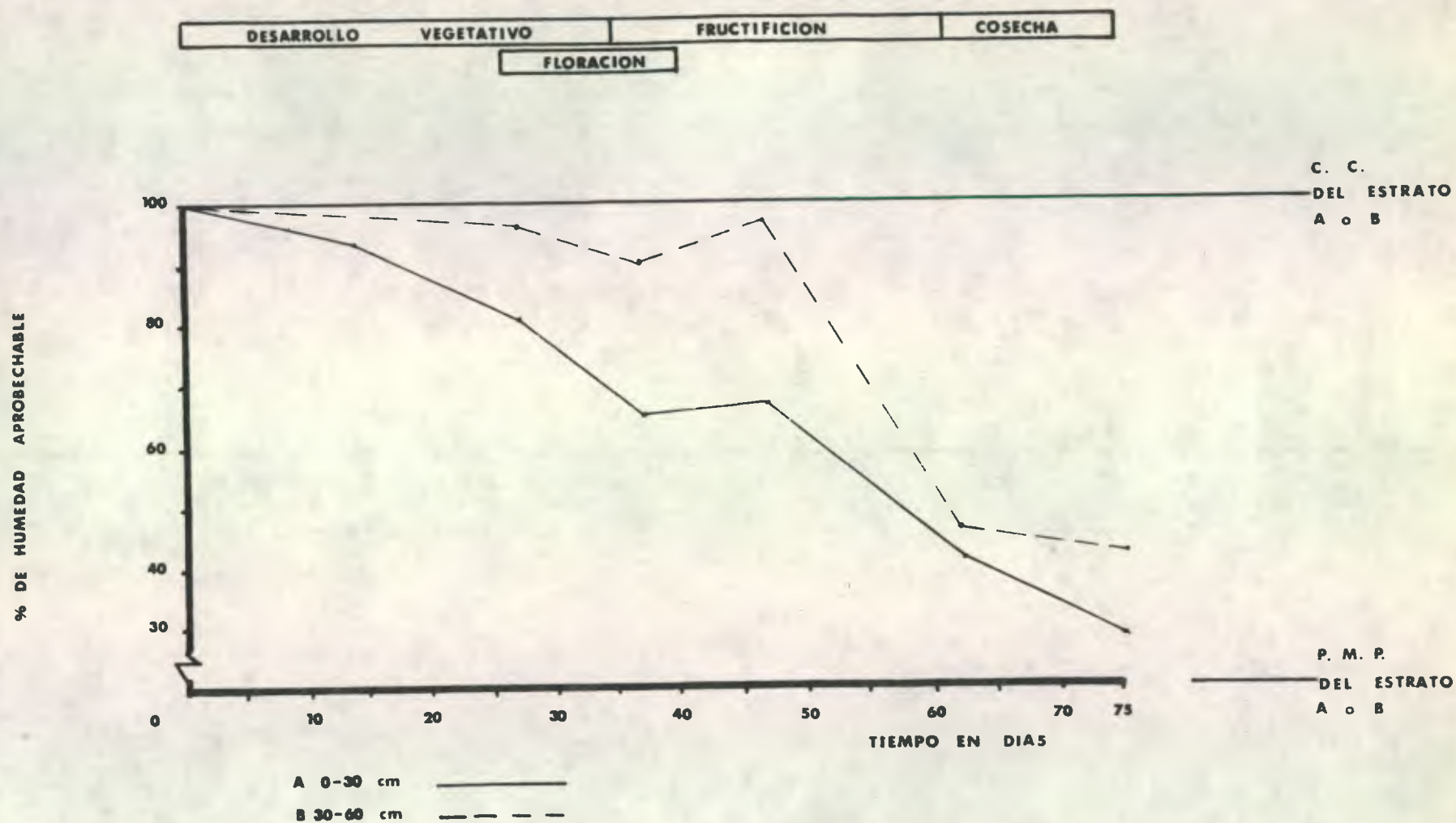


FIGURA 5 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 20

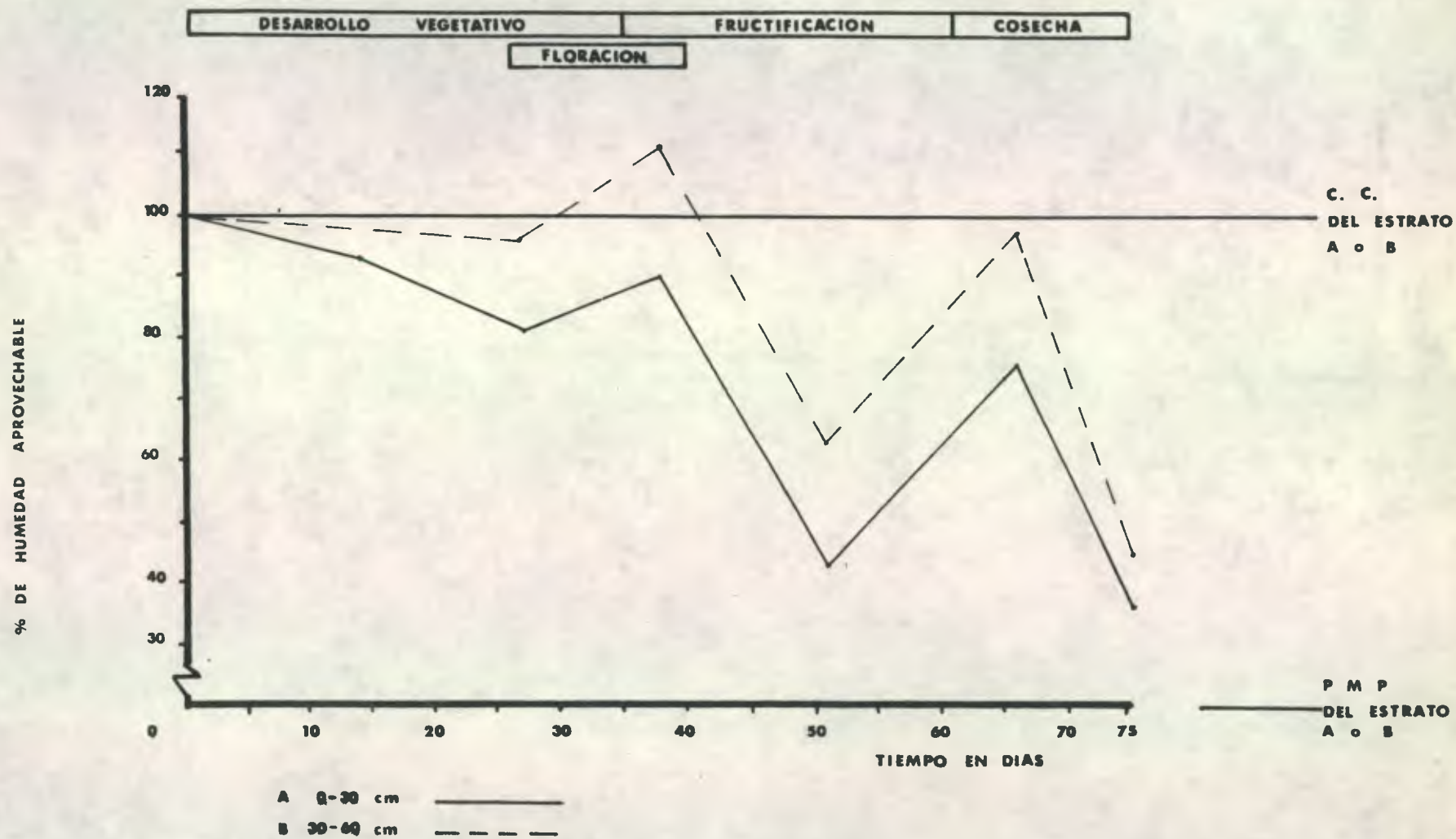


FIGURA 6 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 24

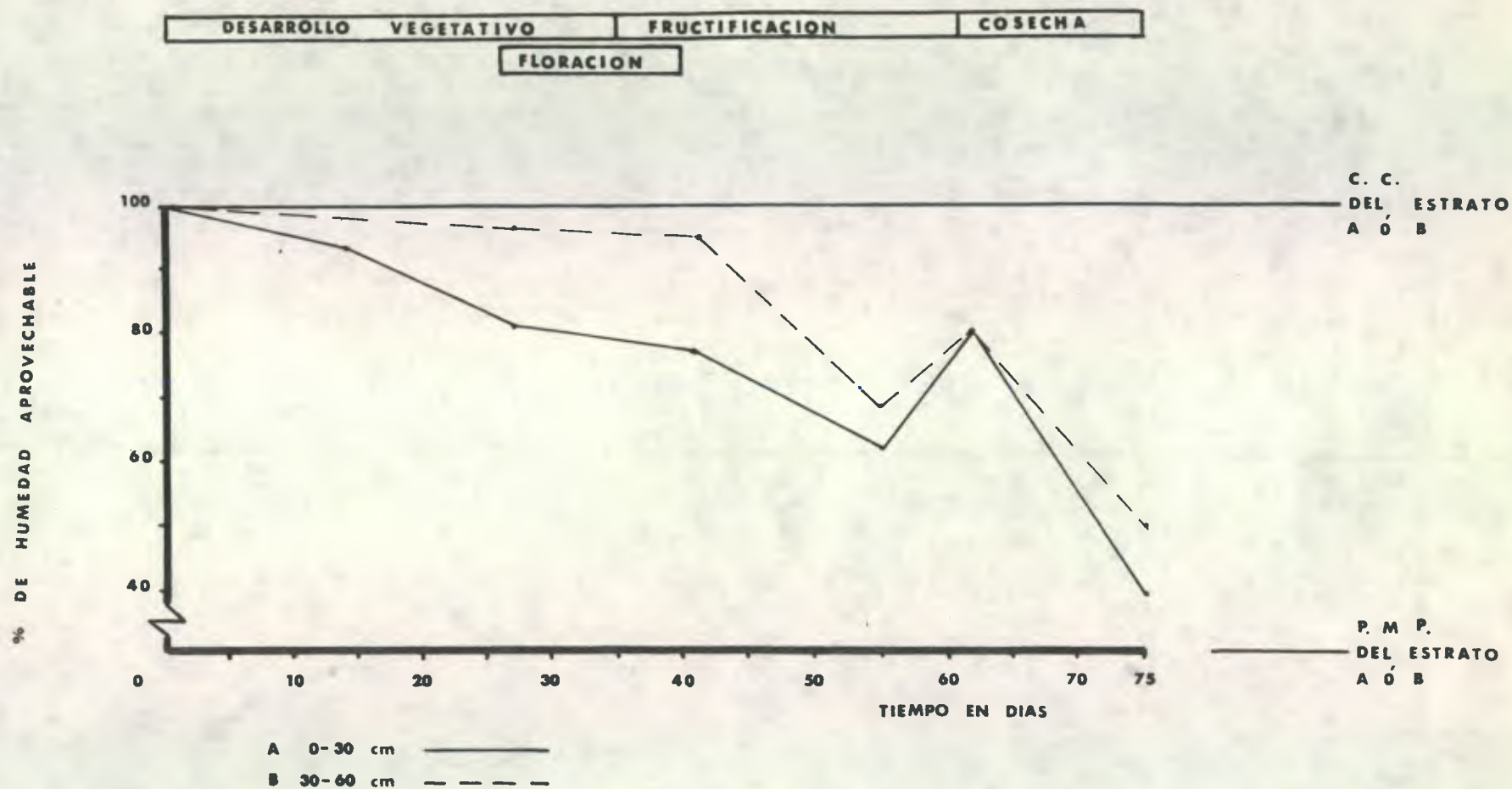


FIGURA 7 PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE TRATAMIENTO F 28

En el presente trabajo la regla del 30% se mantuvo en casi todos los tratamientos, pero la aplicación de los riegos se hizo en un período del ciclo del cultivo, en que afectó al rendimiento principalmente al de los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28, hay que tomar en cuenta que éstos porcentajes de humedad aprovechable son una media durante el ciclo del cultivo.

Como puede observarse en las figuras 2 a la 6, durante la etapa de Desarrollo vegetativo todos los tratamientos tuvieron una humedad en el suelo adecuada (en los dos estratos superiores), arriba del 70%, durante esta etapa se dieron 3 riegos generales, uno con la siembra y los otros dos 14 y 27 días después. Durante la etapa de Floración todos los tratamientos a excepción de los tratamientos F-16 y F-20, estuvieron arriba del 73% en los dos estratos, mientras que los tratamientos F-16 y F-20 tuvieron una humedad arriba del 60%, que se podría considerar todavía adecuada ya que la humedad aprovechable media para los estratos estuvo en 74%, para el estrato 0-30 cm. y 90% para el estrato 30-60 cm.

Durante la etapa de Fructificación, que para Rojas (1977) es la etapa más sensible a la dotación de agua ya que los frutos comienzan a desarrollarse, los tratamientos tuvieron un comportamiento diferente; además hay que recordar que el desarrollo radicular ha sido completado encontrándose su mayor actividad hasta los 60 a 75 cms. en estas condiciones, el patrón de extracción de agua del perfil de suelos por la planta, cuando se mantiene la humedad del suelo en un nivel alto, lo que sigue se acerca al patrón normal de extracción de la mayoría de los cultivos, con esto no se fuerza indebidamente a la planta y por ende no afecta de manera adversa al rendimiento de la misma. Si tomamos la regla del 30% de humedad aprovechable de Doorem-

bos y Kassam para obtener buenos rendimientos, en el período de fructificación, este período se puede observar en las figuras lo siguiente: Para el tratamiento F-8, durante esta etapa el estrato de 0-30 cm. estuvo en los últimos 10 días debajo del 70%, siendo el punto más bajo de 63%, en esta etapa se dieron 4 riegos y el último se dió faltando un día para la cosecha.

Para el tratamiento F-12, el estrato de 0-30 cm. estuvo por debajo durante 19 días siendo el punto más bajo - 49%, aquí se dieron dos riegos y el último se dió faltando 12 días para la cosecha. El estrato 30-60 cm. para los dos tratamientos estuvo arriba del 70% durante esta etapa. Se puede observar que aunque el comportamiento del contenido de humedad no varió mucho respecto al estrato 30-60 cm. del tratamiento F-8, la aplicación del último riego sí influyó en el crecimiento y maduración de los frutos y por ende el rendimiento final.

Para el tratamiento F-16, el estrato de 0-30 cm. estuvo por debajo todo este período en donde la humedad se mantuvo durante la mitad del período entre 68% y 55%, y la otra mitad del período entre 55% y 49%, mientras que el estrato 30-60 cm. estuvo por debajo del 70% durante los últimos 15 días de este período, llegando el punto más bajo a 59%. En esta etapa se dieron 2 riegos, dándose el último, faltando un día para la cosecha. Se puede observar que aunque el comportamiento del contenido de humedad no varió mucho con respecto a los estratos del tratamiento F-8, la aplicación del último riego posiblemente si permitió el crecimiento y maduración de los --

frutos y por ende el rendimiento al final fue mayor que el tratamiento F-12.

Para el tratamiento F-20, el estrato 0-30 cm. tuvo un comportamiento similar al anterior, es decir, pasó todo el período por debajo de 70% de humedad aprovechable, manteniéndose en la mitad del período entre 70% y 65% y la otra mitad del período entre 65% y 43% de la humedad aprovechable; mientras que el estrato de 30-60 cm. estuvo por debajo de 70% durante los últimos 6 días teniendo su punto más bajo en 49%. En esta etapa se aplicó únicamente un riego, el día 47, faltando 14 -- días para empezar la cosecha. Se puede observar en la figura que la curva de humedad va bajando poco a poco durante este -- lapso de 14 días, no siendo suficiente esta humedad aprovechable para obtener un rendimiento bueno o aceptable.

Para el tratamiento F-24, el estrato 0-30 cm. estuvo por debajo del 70% de la humedad aprovechable durante los -- últimos 17 días del período, pero a partir del día 51 en que -- se aplicó el riego (o sea faltando 10 días para el lo. corte de la cosecha), se observa un incremento del porcentaje de humedad aprovechable cercano a capacidad de campo del estrato -- 30-60 cm. y lo suficientemente alto para el estrato 0-30 cm. -- (arriba de 70%) en la etapa de cosecha, logrando con esto que los frutos tuvieran a su disposición, suficiente humedad para crecer y madurar y obtener así el rendimiento que se cosechó. En el estrato de 0-30 cms. la humedad aprovechable tuvo su punto más bajo en 43%; mientras que el estrato 30-60 cm. estuvo -- por debajo durante 5 días llegando su punto más bajo a 63%.

Para el tratamiento F-28 se observa que el estrato

de 0-30 cm. estuvo por debajo del 70% de humedad aprovechable durante los últimos 11 días teniendo su punto más bajo en 62% mientras que el estrato de 30-60 cm. estuvo por debajo durante 2 días y su punto más bajo estuvo en 68% de la humedad aprovechable. Como se puede observar, el porcentaje de humedad aprovechable estuvo bastante alto (parecido al del tratamiento F-8), sin embargo el aspecto físico que mostraban las plantas de las parcelas de este tratamiento contrastaban bastante con las del tratamiento F-8, ya que las plantas de este tratamiento presentaban una buena cobertura y crecimiento vigoroso mientras que las plantas del tratamiento F-28 presentaban una cobertura mala y crecimiento raquítico; este es un aspecto importante ya que el rendimiento dependerá en parte de él, pues el número de frutos quemados por el sol dependerá de una buena o mala cobertura. En esta etapa sólo se aplicó un riego el día 55, faltando 5 días para el 1.º corte de la cosecha.

Durante la etapa de cosecha, los estratos de 0-30 cms. y de 30-60 cm. en todos los tratamientos, mantuvieron una humedad aprovechable por debajo de 70%, pero únicamente el tratamiento F-8 tuvo en los estratos una humedad aprovechable arriba del 50%, humedad que permitió a los frutos de los últimos cortes crecer en mejor forma, peso y calidad que otros frutos de otros tratamientos. En esta etapa se suspendieron los riegos ya que los frutos pueden ser atacados por enfermedades que aprovechan la excesiva humedad (11, 14, 15, 20), además de que si está húmedo el suelo, este dificulta la labor de cosecha.

Se puede decir entonces que el rendimiento se vio afectado por el contenido de humedad, presente en el suelo en el período de fructificación, así también y en forma principal, por el número de riegos y el día en que se apliquen los mismos; el contenido de humedad ya fue discutido anteriormente.

En cuanto al número de riegos que se dieron en la etapa de fructificación, se observa en el cuadro 11 que el tratamiento F-8 tuvo 2 y 3 riegos más que los otros tratamientos, esto condujo a una mayor evapotranspiración de este con respecto a la de aquellos, dando un mayor rendimiento.

CUADRO 11 NUMERO DE RIEGOS EN LA ETAPA DE FRUCTIFICACION Y -- DIAS DEL ULTIMO RIEGO HASTA EL ULTIMO DIA DEL CICLO DEL CULTIVO POR TRATAMIENTO.

TRATAMIENTO	No. de riegos en la etapa de fructificación	Días del último riego hasta el último día del ciclo del cultivo
F-8	4	16
F-12	2	24
F-16	2	16
F-20	1	28
F-24	1	24
F-28	1	20

La anterior aseveración se justifica con lo expuesto en la figura 8, en la que se han ploteado el rendimiento en c.e. por Ha. contra la lámina consumida total en cms. por tratamiento. A esta relación se le aplicaron 4 modelos de regresión - para ver cual de estos explica en mejor forma la relación entre el rendimiento y el uso del agua; los modelos de regresión fueron el Lineal, Geométrico, Logarítmico y Cuadrático. Así los modelos de regresión que mejor se adaptaron a la relación, fueron los modelos Lineal, Geométrico y Logarítmico, teniendo la mejor correlación el modelo de regresión Lineal simple ($r= 0.95$), esto indica, que este modelo es el más adecuado para explicar la relación existente entre el rendimiento y la lámina consumida total. En el cuadro 29 del apéndice se observa el valor de

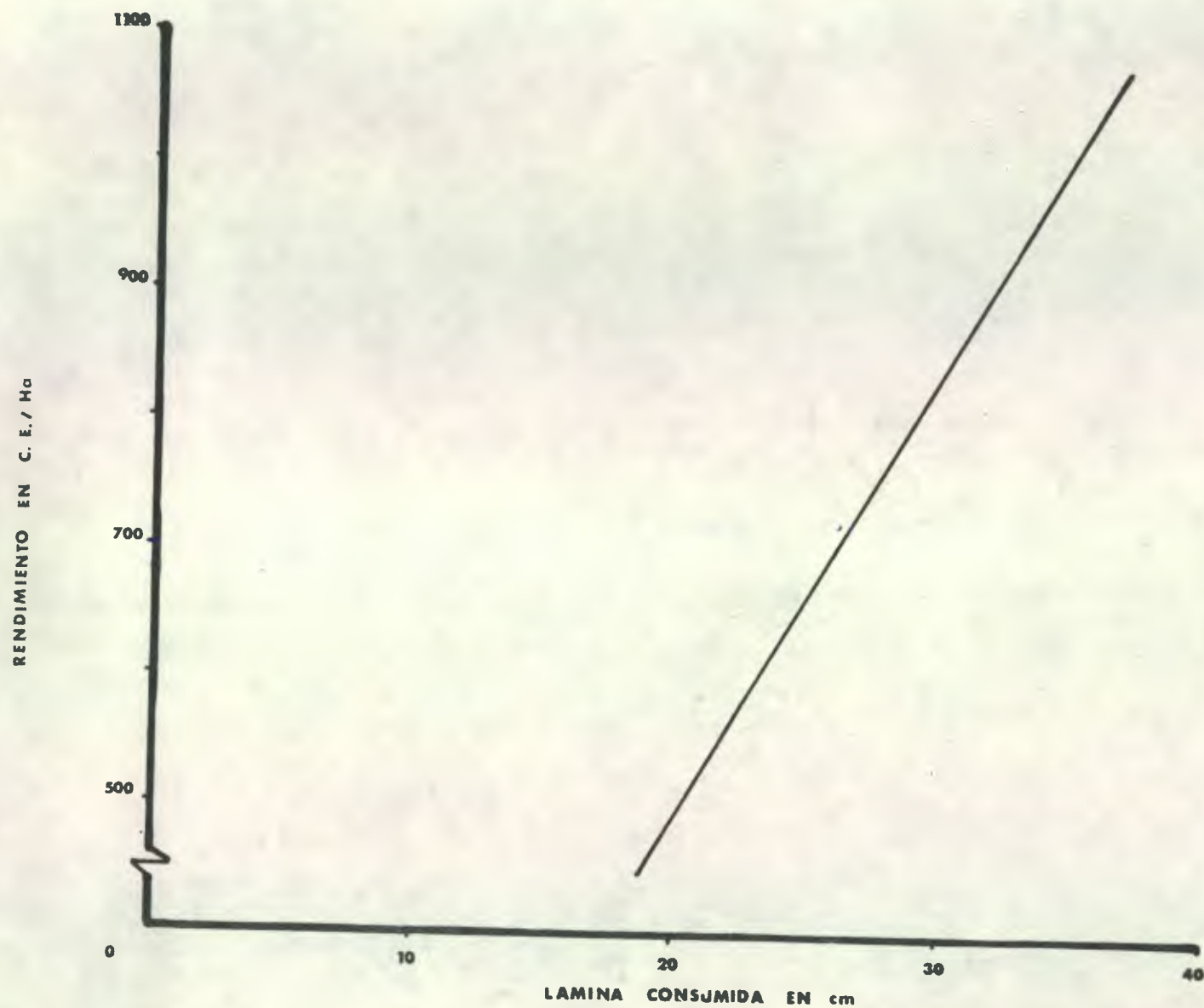


FIGURA 8 RENDIMIENTO EN CAJAS EXPORTABLES POR H_0 EN FUNCION DE LA LAMINA DE AGUA CONSUMIDA

de los parámetros de la ecuación de la línea recta, así como el análisis de varianza de la regresión lineal simple.

La ecuación obtenida es: $Y = -219.62 + 35.45 x$

donde: Y = rendimiento en c.e./Ha.

X = lámina consumida total en cm.

El rendimiento por supuesto no está en función únicamente de la lámina de agua consumida, y esta ecuación debe considerarse muy preliminar y sujeta a más experimentación.

Se puede decir entonces que por cada unidad de agua que se aplique, se incrementará en 35 c.e. el rendimiento, pero llegará un punto en el cual el rendimiento decrecerá; en el presente ensayo no se pudo conocer este punto, pero probablemente probando frecuencias de riego más cortas se pueda conocer; aquí habría que tomar en cuenta el tipo de suelo, ya que por ejemplo el suelo en que se realizó el ensayo es de la serie Chicaj Arcilloso, el cual al estar muy húmedo dificulta las labores del campo.

Se ha mencionado que el rendimiento se ve afectado por los días que hay del último riego hasta el último día del ciclo del cultivo, así los días por tratamiento se pueden ver en el cuadro 11 en el cual se observa que los tratamientos F-8 y F-16 tienen únicamente 16 días, o sea un día más de lo que dura la etapa de cosecha y como sabemos, estos tratamientos tienen los mejores rendimientos, mientras que los otros tratamientos tienen más de 20 días e incluso el tratamiento F-20 tiene casi el doble de tiempo de lo que dura la etapa de cosecha. Es necesario entonces que el número de riegos que se den en la etapa de fructificación, sean lo más distribuidos para que se cubra todo el período sin dejar mucho tiempo entre el -

último riego y el primer corte de la cosecha.

6.2.2 Láminas de consumo de agua del cultivo durante todo el ciclo.

En el cuadro 12, se puede apreciar la cantidad de agua total que se evapotranspiró durante todo el ciclo del cultivo para cada tratamiento. Se puede notar que el tratamiento F-8 es el que mayor lámina evapotranspiró, y casi duplicó el valor evapotranspirado del tratamiento F-20, mientras que los demás tratamientos evapotranspiraron entre el 64% y 87% del tratamiento F-8.

CUADRO 12. EVAPOTRANSPIRACION TOTAL PARA LOS CINCO TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO	Evapotranspiración total (cm)
F-8	35.11
F-12	25.24
F-16	30.56
F-20	21.40
F-24	26.11
F-28	22.55

Se efectuó además, el cálculo de la ET mediante fórmulas siendo, las fórmulas de Blaney-Criddle y Hargreaves y se midió la evaporación en el tanque tipo "A", los resultados de dichos cálculos pueden verse en los cuadros 26, 27 y 28 del -- apéndice. El valor de la ET total fue de:

Blaney-Criddle = 37.32 cms.
 Hargreaves = 25.95 cms.
 Evaporación = 66.73 cms.

De acuerdo al cuadro 12, los tratamientos F-8 y F-16 tienen un valor similar de ET calculado en base a Blaney-Criddle, los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28 tienen un valor similar de ET calculado en base a Hargreaves; mientras que el valor de Ev es diferente y superior a todos los tratamientos.

En la figura 9 está representada la ET acumulada de los 6 tratamientos y la ET acumulada en base a la fórmula de - Blaney-Criddle, Hargreaves y Ev en tanque tipo "A", aquí se puede observar en forma gráfica lo mencionado anteriormente, de la relación entre los valores totales de los seis tratamientos con los calculados por medio de fórmulas y Ev.

En las figuras de la 10 a la 15, se presenta la tasa de ET dependiendo del número de días de cada tratamiento y la tasa de ET calculada en base a las fórmulas y Ev, también dependiendo del número de días de cada tratamiento. Como puede observarse en dichas gráficas, la tasa de Ev, es mayor que la tasa de ET medida en los tratamientos del F-12 al F-28, mientras que en el tratamiento F-8 la tasa de ET supera a la tasa de Ev, únicamente en una parte del período de fructificación (del día 41 al 50), luego vuelve a ser inferior la tasa de ET.

En cuanto a la tasa de ET calculada con Blaney-Criddle y Hargreaves se nota que siguen un comportamiento similar con la tasa de ET del tratamiento F-8 hasta el día 34, y del día 34 al 57 la tasa de ET del tratamiento F-8 es mayor que las otras dos para luego tener un comportamiento similar del día 57 en adelante; mientras que el comportamiento con los otros tratamientos varía también en el período de fructificación siendo mayor la ET de Blaney-Criddle y Hargreaves que la ET de los tratamientos, siendo similar al principio y al final del ciclo del cultivo.

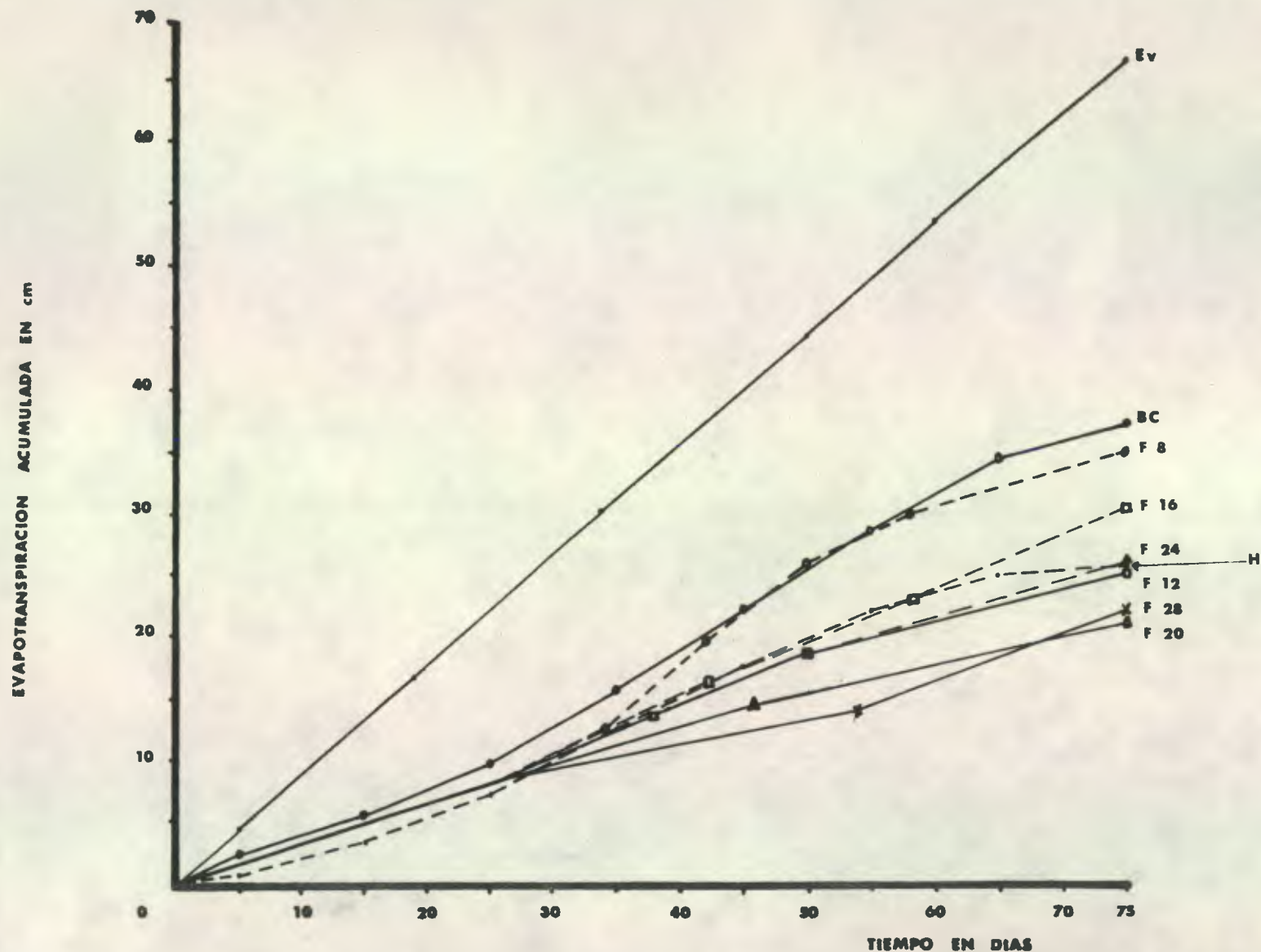
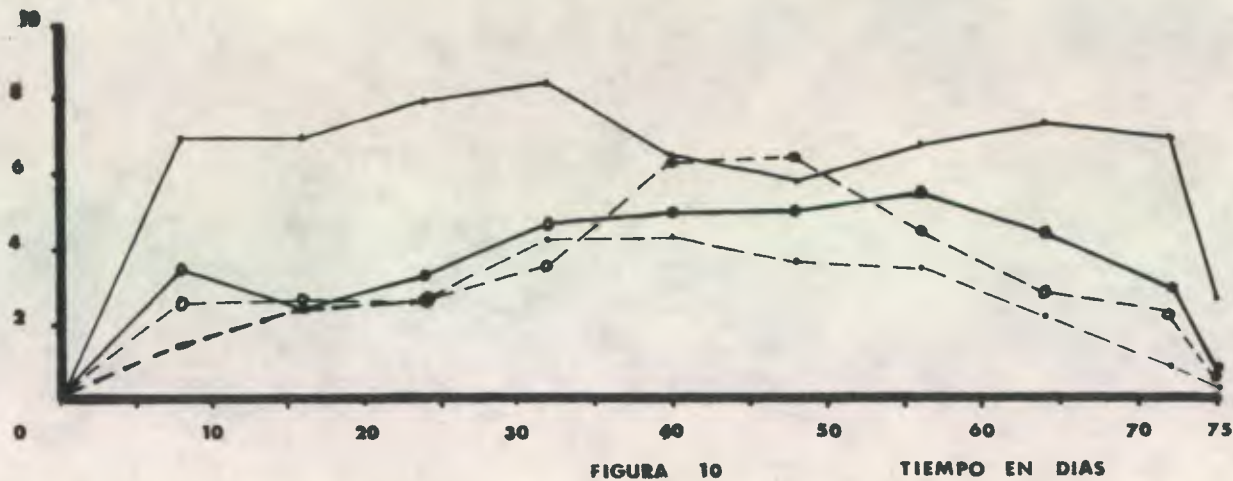
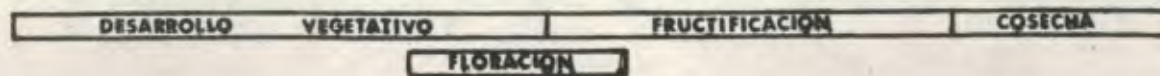
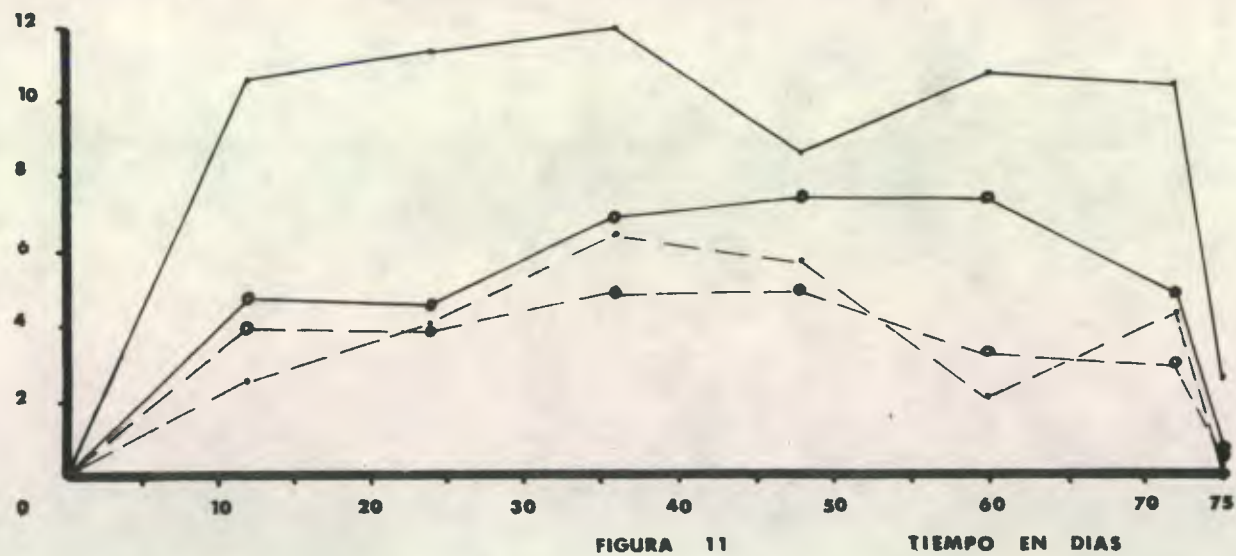


FIGURA 9 EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA DE LOS 6 TRATAMIENTOS, BLANEY CRIDDLE, HARBORAVES Y EVAPORACION EN TANQUE.

TASA DE ET cm/8 DIAS



TASA DE ET cm/12 DIAS



TASA DE EVAPOTRANSPIRACION DE LOS TRATAMIENTOS F 8 Y F 12, BLANEY CRIDDLE, HARGREAVES Y EVAPORACION EN TANQUE.

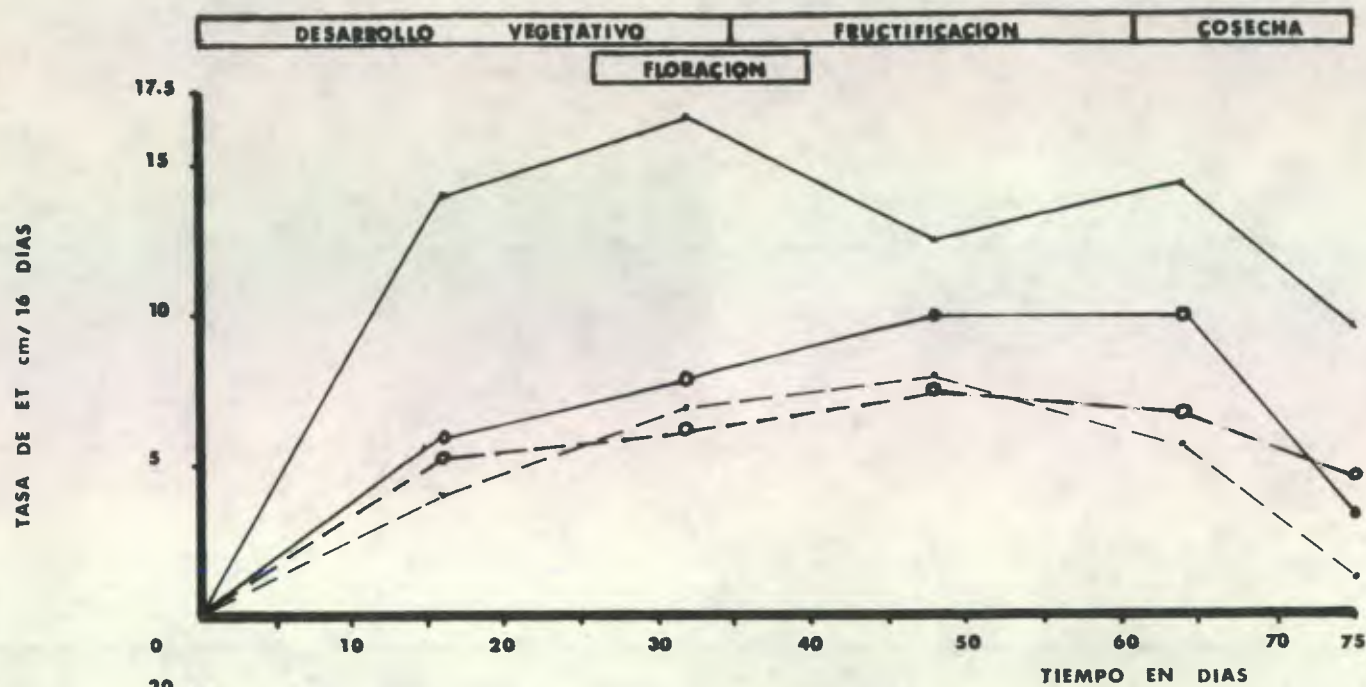


FIGURA 12

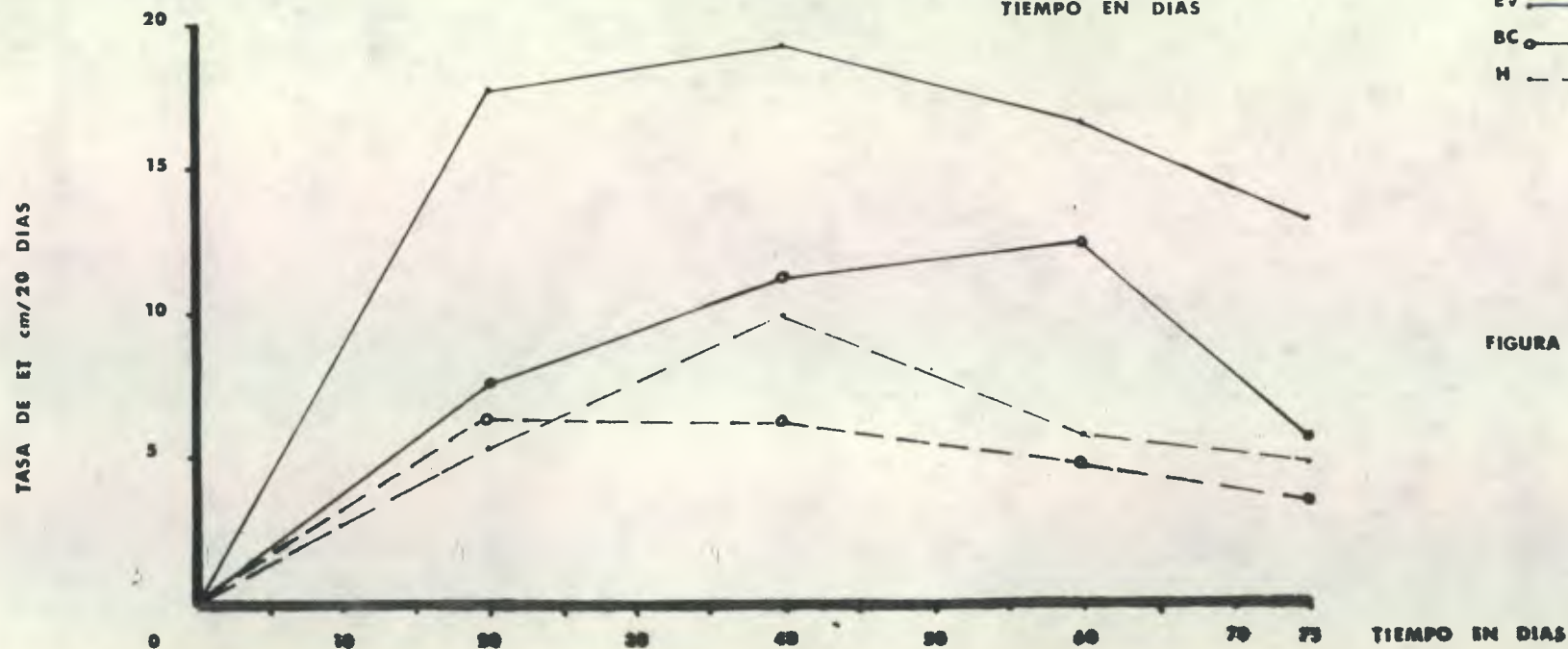
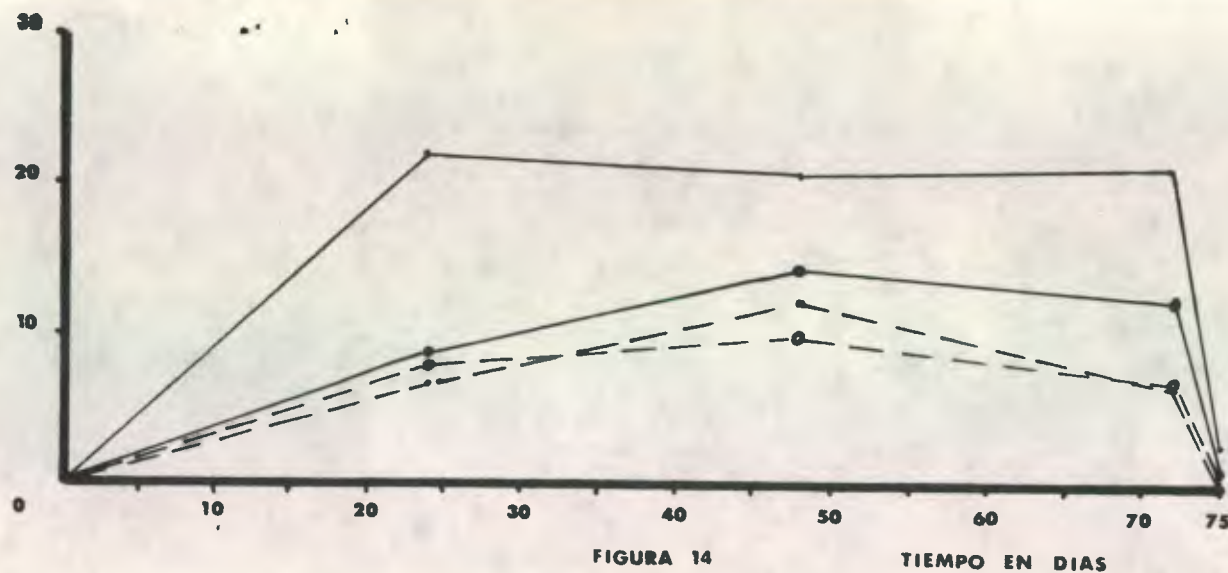


FIGURA 13

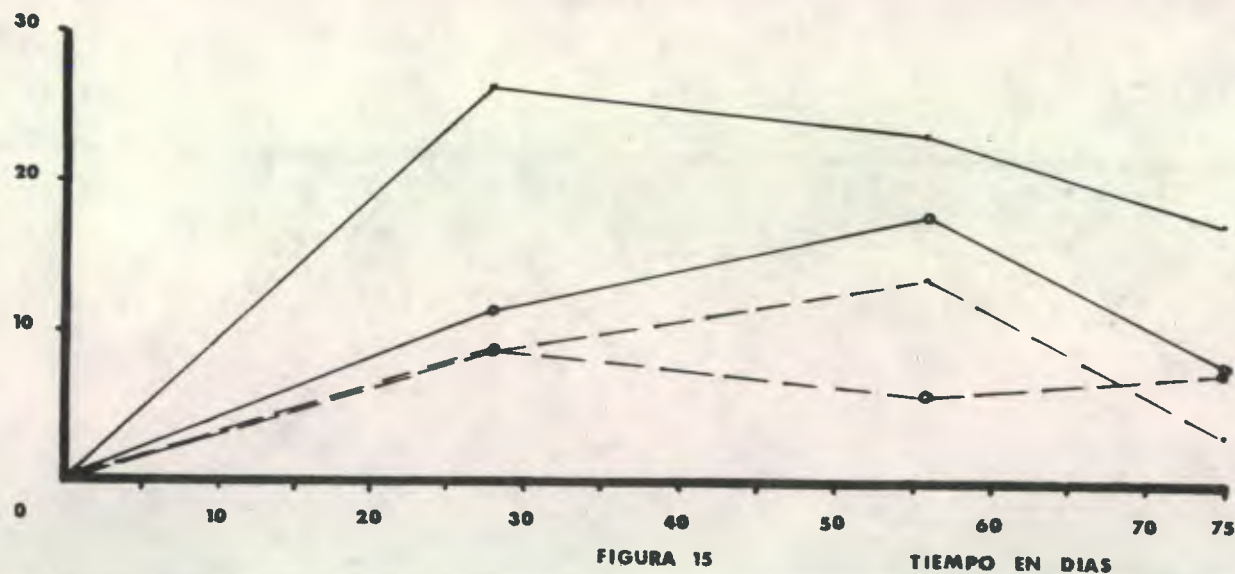
TASA DE EVAPOTRANSPIRACION DE LOS TRAZAMIENTOS F 16 Y F 20, BLANEY CRIDDLE, MAGREAVES Y EVAPORACION EN TANQUE.

TASA DE ET cm/24 DIAS



F 24 —○—○—○ F 28
 Ev ———
 BC ———
 H ———

TASA DE ET cm/28 DIAS



DESARROLLO VEGETATIVO FRUCTIFICACION COSECHA
 FLORACION

TASA DE EVAPOTRANSPIRACION DE LOS TRATAMIENTOS F 24 Y F 28, BLANEY CRIDDLE, HARGREAVES Y TASA DE EVAPORACION EN TANQUE.

Además de la comparación gráfica mencionada anteriormente, la tasa de ET de cada tratamiento se comparó con la tasa de ET en base a las fórmulas y Ev; la comparación fue por medio de análisis de regresión y correlación de los modelos Lineal, Geométrico, Logarítmico y Cuadrático, así como la prueba de "t" de comparación de medias apareadas; esto se hizo por medio del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

De los análisis realizados se obtuvo lo siguiente: Las fórmulas de Blaney-Criddle y Hargreaves fueron las que mejor se adaptaron a los tratamientos F-8, F-12, F-16 y F-24, todos los modelos de regresión tuvieron una alta correlación pero el modelo logarítmico fue el que mejor explicó la relación de ET de Blaney-Criddle y Hargreaves con la ET de los tratamientos anotados; teniendo una correlación arriba de 0.915 el modelo Logarítmico para Blaney-Criddle y una correlación arriba de 0.881, también el modelo Logarítmico, para Hargreaves. En los tratamientos F-16 y F-24 el modelo cuadrático no se adaptó.

La prueba de "t" indicó que los tratamientos F-8 y F-16 además de seguir una misma tendencia (con el modelo logarítmico), sus tasas de ET son estadísticamente iguales a la tasa de ET calculada en base a Blaney-Criddle; así también indicó que los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28 tienen sus tasas de TE estadísticamente iguales a la tasa de ET calculada en base a Hargreaves.

La tasa de Ev, únicamente, siguió la misma tendencia que la tasa de ET de los tratamientos F-12 y F-20; todos los modelos de regresión se adaptaron, menos el modelo cuadrático, siendo el modelo Logarítmico el que mejor explica la relación de tasa de Ev-tasa de ET. Aunque la tasa de ET de éstos tratamientos siguió la misma tendencia que la tasa de Ev, la prue

ba de "t" indicó que sus tasas no son estadísticamente iguales, así también para los tratamientos F-8, F-16, F-24 y F-28.

Tenemos entonces que la ET obtenida por la metodología de Blaney-Criddle es la que más se ajusta a la ET medida en los tratamientos F-8 y F-16, desviándose en cierta medida, reportando datos mayores; solamente a mediados del ciclo del tratamiento F-8 reporta datos menores, como se aprecia en las figuras 10 y 12.

La fórmula de Hargreaves reporta tasas de ET que se ajustan a las tasas de ET medida en los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28, desviándose en cierta medida a partir del día 25 reportando datos mayores, como se observa en las figuras 11, 13, 14 y 15.

La evaporación en tanque es un fenómeno afectado por los mismos factores que afectan a la ET, a excepción del factor planta, por lo que los valores de E_v son normalmente diferentes cuantitativamente a los de ET calculados en parcelas experimentales o por fórmula, pudiéndose ajustar por medio de un factor; así la evaporación en tanque para el período de cultivo reporta 66.73 cms. ante 35.11 cms. de ET del tratamiento F-8, por lo que la relación ET/E_v es de 0.53. La relación ET/E_v para el tratamiento F-8 se determinó a partir de la figura 9 donde aparece la ET y E_v acumulada para el ciclo del cultivo. El ciclo se dividió en 10 partes y se estimó la relación ET/E_v para cada 8 días, tal como se presenta en el cuadro 13. En el mismo se aprecia que los valores varían de 0.26 a 1.12 con un promedio de 0.53. La media se aproxima al valor reportado por Barillas (1983) en el suelo arcilloso para melón, pero sus valores son inferiores a los determinados en este ensayo.

CUADRO 13 RELACION DE EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO PARA EL TRATAMIENTO F-8.

DDS	ET(cm)	Ev(cm)	C = ET/Ev
8	2.6	7.0	0.37
16	2.7	7.0	0.38
24	2.7	8.0	0.34
32	3.6	8.5	0.42
40	6.4	6.5	0.98
48	6.5	5.8	1.12
56	4.5	6.8	0.66
64	2.9	7.4	0.39
72	2.4	7.0	0.34
75	0.71	2.73	0.26

DDS: Días Después de Siembra

En base a los datos del cuadro 12 se elaboró la figura 16 donde se presenta la relación ET/Ev, definiendo la curva de desarrollo del cultivo para el tratamiento F-8.

La relación de ET/Ev para el tratamiento F-16 se -- determinó a partir de la figura 9 donde aparece la ET y Ev acumulada para el ciclo del cultivo. El ciclo se dividió en 5 partes y se estimó la relación de ET/Ev para cada 16 días, tal como se presenta en el cuadro 14.

CUADRO 14 RELACION DE EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO DEL TRATAMIENTO F-16.

DDS	ET (cm)	Ev (cm)	C ET/Ev
16	5.3	14.0	0.38
32	6.2	16.5	0.38
48	7.5	12.3	0.61
64	6.8	14.2	0.48
75	4.76	9.73	0.49

En el mismo se aprecia que los valores varían de -- 0.38 a 0.61 con un promedio de 0.47. Estos valores no coinciden con los reportados por Barillas (1983) en el suelo arcilloso para melón, siendo sus valores superiores a los determinados para este tratamiento en este ensayo. En base a los datos del cuadro 14 se elaboró la figura 17 donde se presenta la relación ET/Ev, definiendo la curva de desarrollo del cultivo para el tratamiento F-16.

Los coeficiente que a continuación se presentan en el cuadro 15, fueron calculados en base a la media de los coeficientes de los tratamientos F-8 y F-16 para cada una de las etapas fenológicas del ciclo del cultivo.

Se tomaron los datos de ET/Ev de los tratamientos - F-8 y F-18 ya que como sabemos fueron los que mejor rendimiento obtuvieron así como los tratamientos que más evapotranspiración. En base a los datos del cuadro 14 se elaboró la figura 18 donde se presenta la relación ET/Ev, definiendo la curva de desarrollo del cultivo.

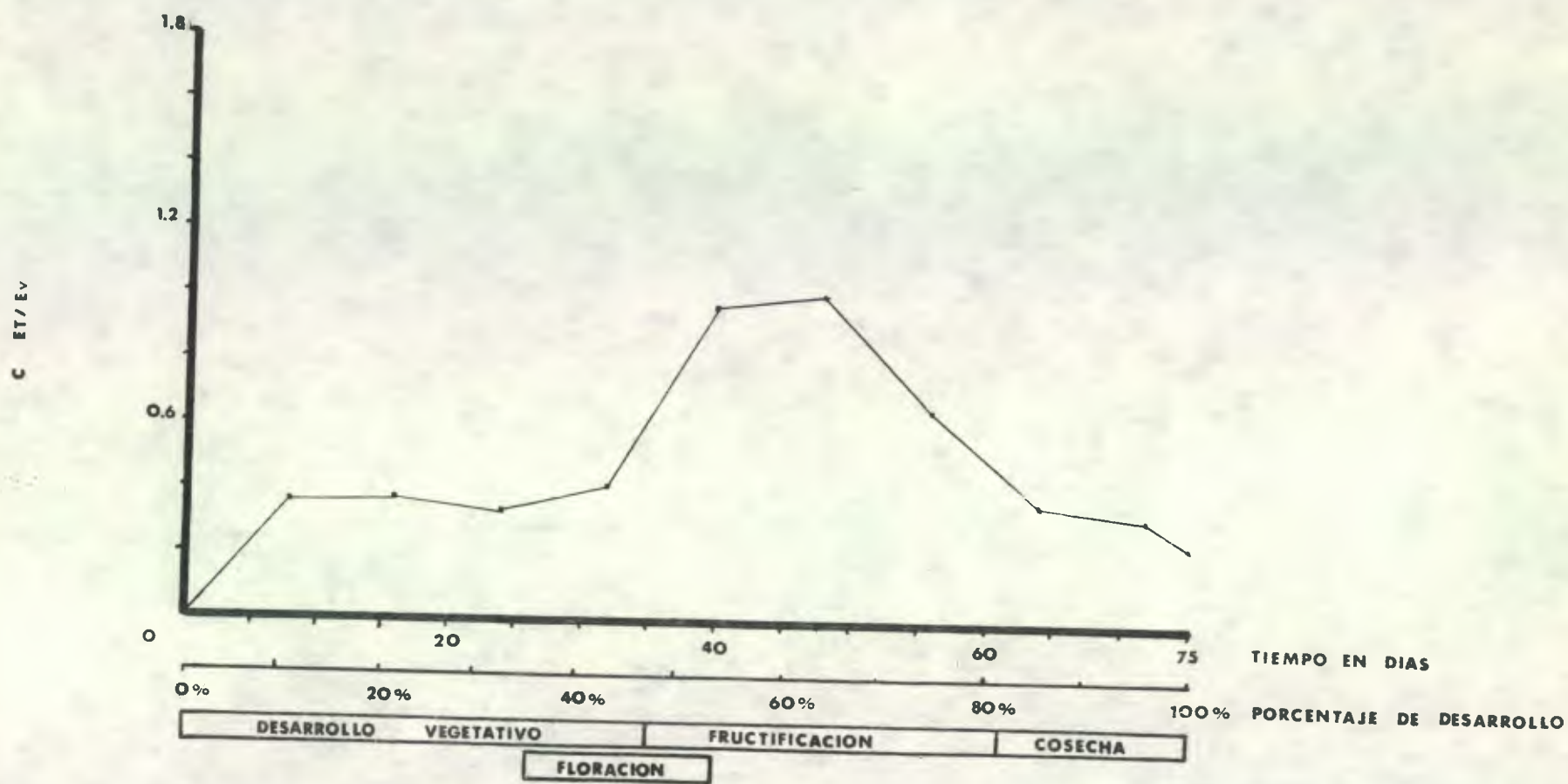


FIGURA 16 CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO TRATAMIENTO F 8

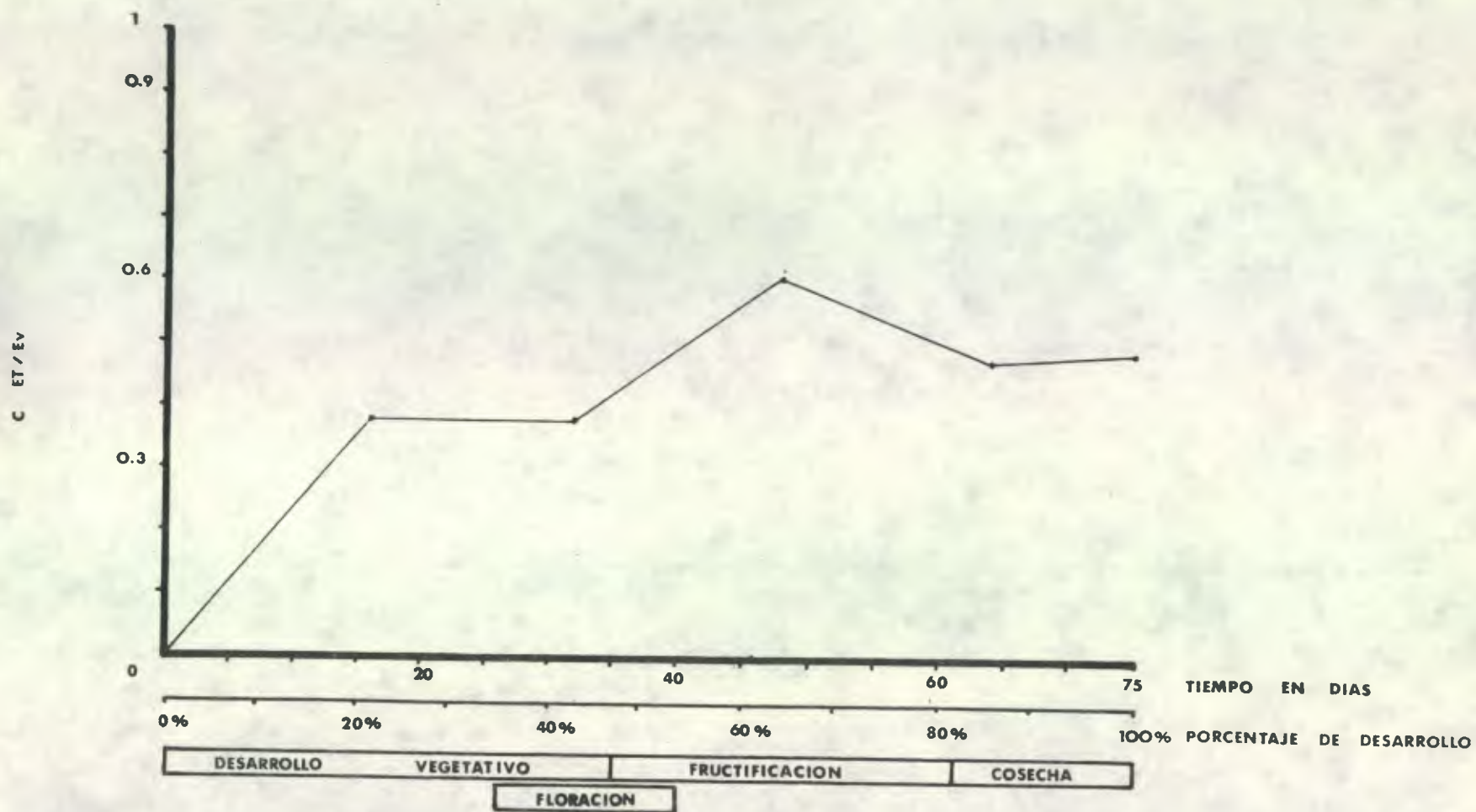


FIGURA 17 CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO TRATAMIENTO F 16

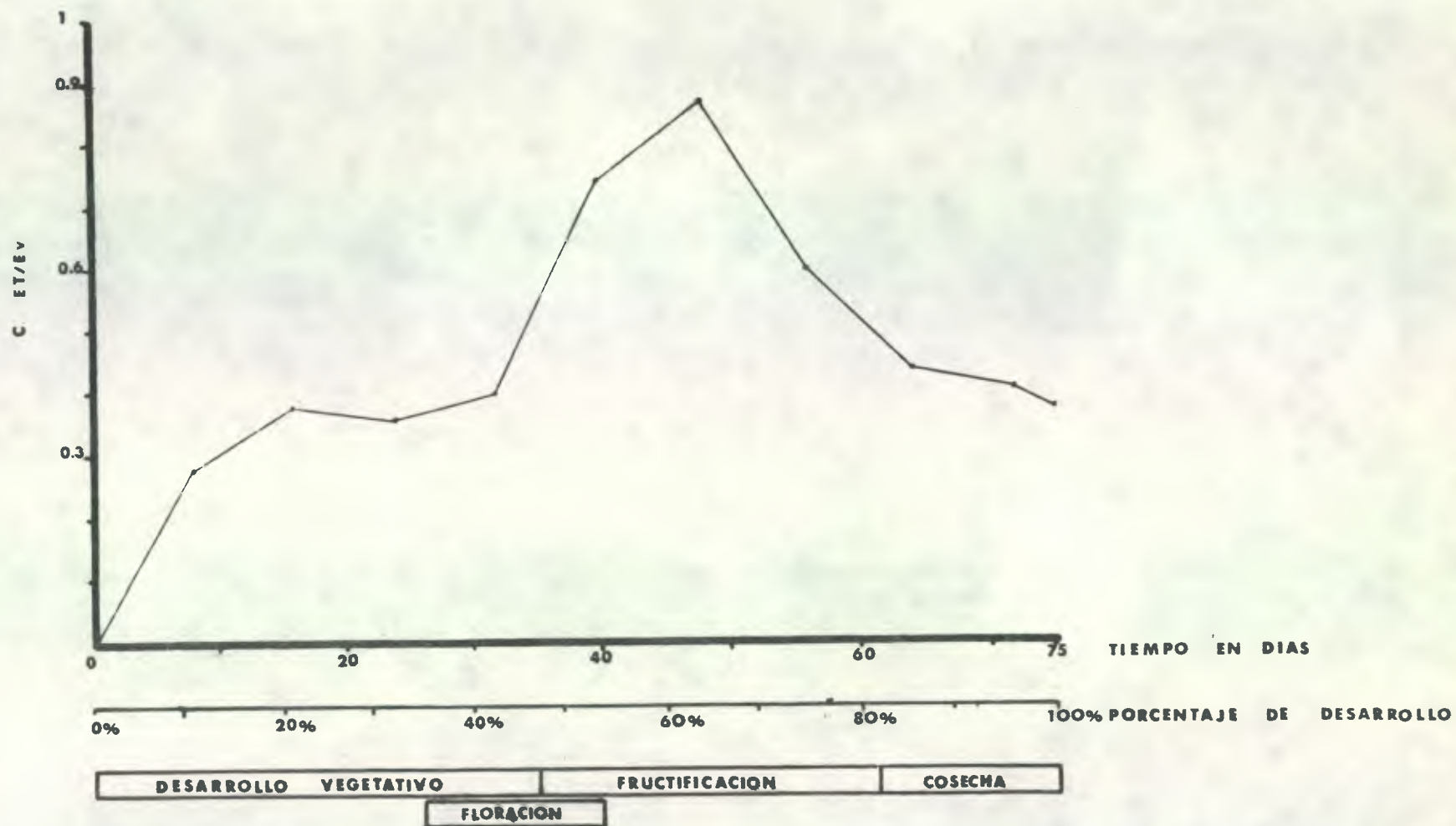


FIGURA 18 CURVA DE DESARROLLO DEL CULTIVO, PROMEDIO DE TRATAMIENTOS F 8 Y F 16

CUADRO 15. COEFICIENTES PARA EL CULTIVO DEL MELON VARIEDAD TAM DEW, TIPO HONEY DEW, DURANTE LA II ETAPA DE SIEMBRA, USANDO LOS PROMEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS F-8 y F-16.

DDS	Etapas Fenológicas	$C = ET/Ev$
8	Desarrollo Veg.	0.28
16	Desarrollo Veg.	0.38
24	Desarrollo Veg.	0.36
32	Des. Veg. y Flor.	0.40
40	Flor. y Fructif.	0.74
48	Fructificación	0.87
56	Fructificación	0.60
64	Cosecha	0.44
72	Cosecha	0.41
75	Cosecha	0.38

Los factores en el eje de las ordenadas pueden utilizarse para estimar la ET en función de la Ev, en forma preliminar pudiéndose afinar con mediciones posteriores.

Los valores altos que se presentan de ET/Ev para el período de fructificación (figura 18), se justifican ya que en las figuras 10, 11, 12 y 14 (que corresponden a los tratamientos F-8, F-12, F-16 y F-24), se puede observar que la máxima - tasa de ET ocurrió durante la etapa de fructificación, y se mantuvo más o menos uniforme durante los otros períodos del ciclo del cultivo. Para los tratamientos F-20 y F-28 se mantuvo la tasa de ET más o menos uniforme durante todo el ciclo del cultivo.

Se puede observar también en las figuras de la 10 a

la 15, como varió el uso del agua en las distintas etapas fenológicas del cultivo. De manera general, en los tratamientos - F-8, F-12, F-16 y F-24 hubo un mayor uso del agua por las plantas en la etapa de fructificación, siendo menor y manteniéndose más o menos constante durante las otras etapas del ciclo del - cultivo; mientras que en los tratamientos F-20 y F-28 no hubo alguna etapa fenológica en el cual el uso del agua por las plantas fuera mayor.

Este comportamiento viene a confirmar los efectos - que sobre el rendimiento tiene el contenido de humedad presente en el suelo en la etapa de fructificación, el número de riegos que se den en el mismo y el día en que se apliquen. Además viene a explicar el alto porcentaje de humedad aprovechable presente en el tratamiento F-28, es decir, como hubo poca ET - el contenido de humedad del suelo no varió mucho como en otros tratamientos.

7. CONCLUSIONES

1. Las diferentes frecuencias de riego produjeron rendimientos diferentes en el cultivo del melón Tam - Dew.
2. Respecto a las variables número de plantas vivas - final, y número de frutos total, no hubo diferencia estadísticamente significativa, concluyéndose que - es indiferente regar cada 8, 12, 16, 20, 24 ó 28 - días.
3. Respecto a las variables tamaño de fruto, número de frutos exportables y rendimiento total en Kg/Ha. si hubo diferencia estadísticamente significativa, siendo el tratamiento F-8, el que dió resultados más altos respecto a los otros tratamientos, seguido del tratamiento F-16, o sea que regar cada 8 o 16 días produce mejores melones.
4. Respecto a la variable grados Brix del fruto, se concluye que sí hubo diferencia estadísticamente significativa, siendo el tratamiento F-28 el que presentó el valor más alto seguido de los tratamientos F-16 y F-8.
5. Las diferentes frecuencias de riego sí influyeron en los valores de evapotranspiración total del cultivo, reportándose una evapotranspiración real total medida por el método de parcelas experimentales de 35.11, 25.24, 30.56, 21.40, 26.11, 22.55 cms. del tratamiento de intervalo de 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.
6. La fórmula de Blaney-Criddle es la que más coincide con la ET real media en los tratamientos F-8 y F-16 considerada globalmente, pero no para períodos cortos arrojando datos en exceso en la mayor parte del ciclo del cultivo.

7. La evapotranspiración total calculada con la fórmula de Hargreaves dió resultados similares a los medidos en los tratamientos F-12, F-20, F-24 y F-28, sin embargo, para períodos cortos no se adaptó, arrojando datos en exceso a partir de finales de la etapa de desarrollo vegetativo.
8. La relación media de evapotranspiración/evaporación para el cultivo del melón en el tratamiento F-8 fue de 0.53 y para el tratamiento F-16 fue de 0.47; variando dicha relación en diferentes etapas fenológicas del cultivo.
9. En base a las figuras de control de humedad, se puede concluir que en ninguno de los tratamientos, el porcentaje de humedad aprovechable total del suelo, fue menor del 28%, o sea la humedad del suelo nunca alcanzó valores de punto de marchitez permanente.
10. De manera general puede decirse que en la etapa de fructificación, se observó un incremento en el consumo de agua, manteniéndose en una forma constante durante las demás etapas del ciclo del cultivo. Por lo que se considera ésta, como la etapa en la cual el cultivo presenta mayor requerimiento de riego.

8. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a las condiciones bajo las cuales fue desarrollado este experimento, se recomienda regar con intervalo de 8 días para la segunda etapa de siembra. Pero cuando el recurso agua esté escasa, se podrá recomendar la frecuencia de 16 días con la que se obtienen rendimientos similares a la media de producción obtenida en la región.
2. En base a los resultados obtenidos en este ensayo, se recomienda usar la fórmula de Blaney-Criddle, para calcular la evapotranspiración real en la región si se riega cada 8 o 16 días. Estos resultados pueden aplicarse en el cálculo de requerimientos de -- riego y definición de calendarios de riego.
3. Los coeficientes obtenidos para estimar la evapotranspiración en función de la evaporación en tanque tipo "A", pueden utilizarse como datos preliminares. Se recomienda seguir afinando estos coeficientes ya que constituyen un método sencillo, práctico y aplicable a la región.
4. En futuros experimentos se recomienda cambiar la metodología de intervalo de riego fijo, ya que pudo determinarse que en la etapa de desarrollo vegetativo, floración y cosecha, el consumo de agua es menor por lo cual el intervalo de riego puede alargarse y en la etapa de fructificación, cuando la demanda de agua por la planta es mayor usar la frecuencia de 8 días.
5. Se sugiere continuar con los experimentos de medición de la evapotranspiración en el campo y su comparación con las fórmulas basadas en datos climáticos, con el objeto de afinar los resultados obtenidos en el presente ensayo y poder dar recomendaciones más consis-

tentes. Es importante extender este tipo de experiencias a los cultivos y suelos de importancia en el país.

9. A P E N D I C E

CUADRO 16 RESULTADOS ORGANIZADOS DE NUMERO DE PLANTAS VIVAS FINAL.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
F-8	63	66	64	59	252	63
F-12	62	63	55	60	240	60
F-16	59	61	59	59	238	59
F-20	64	24	60	52	200	50
F-24	65	63	64	61	253	63
F-28	62	64	64	65	255	63
TOTAL	375	341	366	356	1438	

CUADRO 17 ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE PLANTAS VIVAS FINAL.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	signifi cancia
Tratamientos	5	535.33	107.07	1.69	2.9	N.S.
Bloques	3	106.16	35.39			
Error	15	950.34	63.36			
Total	23	1591.83				

CUADRO 18 RESULTADOS ORGANIZADOS DE NUMERO DE FRUTOS EXPORTABLES.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
F-8	40	34	34	32	140	35
F-12	26	28	30	21	105	26
F-16	44	29	20	24	117	29
F-20	29	18	21	19	87	21
F-24	28	24	34	21	107	26
F-28	23	27	19	17*	86	21
TOTAL	190	160	158	134	642	

* Se trabajó como parcela perdida.

CUADRO 19. ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE FURTOS EXPORTABLES
PROMEDIO POR TRATAMIENTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Signifi- cancia
Tratamientos	5	508.5	101.7	3.78	2.96	*
Bloques	3	263.2	87.73			
Error	14	376.8	26.91			
Total	22	1148.5				

CUADRO 20 ANALISIS DE VARIANZA PARA EL RENDIMIENTO EN c.e./Ha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Ft 0.05	Signifi- cancia
Tratamientos	5	741776	148355.2	7.41	2.96	*
Bloques	3	286788.16	95596.05			
Error	14	280132.34	20009.5			
Total	22	1308696.5				

CUADRO 21 RESULTADOS ORGANIZADOS DE RENDIMIENTO EN CAJAS EXPOR-
TABLES POR HECTAREA.

TRATAMIENTO	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
F-8	1280	1113	1032	895	4320	1080
F-12	699	702	809	607	2817	704
F-16	1137	829	580	525	3071	767
F-20	722	525	559	534	2340	585
F-24	920	578	869	525	2892	723
F-28	544	766	437	375*	2122	530

* Se trabajo como parcela perdida.

CUADRO 22 ANALISIS DE VARIANZA PARA GRADOS BRIX DEL FRUTO.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Signifi cancia
Tratamientos	5	0.48	0.096	5	2.96	*
Bloques	3	0.025	0.0083			
Error	15	0.288	0.0192			
Total	23	0.793				

CUADRO 23 RESULTADOS ORGANIZADOS DE GRADOS BRIX DE FRUTOS *

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROMEDIO
	I	II	III	IV		
F-8	3.24	3.36	3.15	3.26	13.01	3.25
F-12	3.15	3.10	3.08	3.27	12.60	3.15
F-16	3.38	3.30	3.36	3.27	13.31	3.33
F-20	3.11	2.66	3.05	3.03	11.85	2.96
F-24	3.08	3.03	3.13	3.22	12.46	3.12
F-28	3.52	3.45	3.49	3.10	13.56	3.39
TOTAL	19.48	18.90	19.26	19.15	76.79	

* Los datos fueron transformados por x , para que los datos se distribuyan normalmente.

CUADRO 24 ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS TOTALES POR HECTAREA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Signi fic.
Tratamientos	5	99419614	19883922.8	4.05	2.96	*
Bloques	3	12071945	4023981.67			
Error	14	68704624	4907473.14			
Total	22	180196183				

CUADRO 25 RESULTADOS ORGANIZADOS DE RENDIMIENTO EN Kg/Ha.
TOTALES.

TRATA MIENTOS	REPETICIONES					PROMEDIO
	I	II	III	IV	V	
F-8	21339.01	25014.22	23162.37	20911.66	90427.26	22606.82
F-12	18347.56	18347.56	23789.15	19401.69	79885.96	19971.49
F-16	18005.68	17720.78	19287.73	15242.15	70256.34	17564.09
F-20	18065.51	16609.67	16609.67	18603.97	68888.82	17222.21
F-24	20341.86	16182.32	20056.96	16923.06	73504.20	18376.05
F-28	14928.76	20911.66	14900.27	15669.50*	66410.19	16602.55
TOTAL	110028.38	114786.2	117806.1	106752.0	449372.77	

* Se trabajó como parcela perdida.

CUADRO 26. CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION CADA 10 DIAS Y TOTAL
DE MELON POR EL METODO DE BLANEY-CRIDDLE, EN LA REGION
DEL VALLE DE LA FRAGUA. PERIODO DEL 10/2/84 al 5/4/84

Mes	DDS	T°C	P%	f	Kc*	Kt	K	ET (mm/10d.)	ETacum. (mm)
FEBR	5	25.96	2.45	48.98	0.50	1.05	0.53	25.96	25.96
FEBR	15	26.55	2.45	49.65	0.59	1.07	0.63	31.28	57.24
MARZO	25	25.51	2.81	55.60	0.70	1.04	0.73	40.59	97.83
MARZO	35	28.61	2.81	59.59	0.90	1.13	1.01	60.19	158.02
MARZO	45	29.40	2.81	60.60	0.93	1.16	1.08	65.45	223.47
ABRIL	55	29.85	2.815	61.29	0.89	1.17	1.04	63.74	287.21
ABRIL	65	29.41	2.815	60.72	0.82	1.16	0.95	57.68	344.89
ABRIL	75	29.60	1.689	32.58	0.75	1.16	0.87	28.34	373.23

* Coeficientes del cultivo obtenido por interpolación de la -
tabla que presenta Grassi (1975) para Blaney-Criddle, son
coeficientes de cultivo de hortalizas (5).

CUADRO 27 DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION CADA 10 DIAS Y TOTAL POR LA FORMULA DE HARGREAVES PARA MELON, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA. PERIODO DEL 10/2/84 AL 5/4/84.

MES	DDS	Kc *	d	T°C	Hn (%)	ET (mm) 17.37 Kdt (1.0 - 0.01 Hn)
FEBRERO	5	0.16	0.294	25.96	42.8	12.13
FEBRERO	15	0.38	0.294	26.55	40.0	30.91
MARZO	25	0.53	0.337	25.51	40.7	46.93
MARZO	35	0.60	0.337	28.61	36.4	63.91
MARZO	45	0.60	0.337	29.40	37.7	64.33
ABRIL	55	0.534	0.338	29.85	36.4	59.52
ABRIL	65	0.344	0.338	29.41	35.8	38.13
ABRIL	75	0.170	0.202	29.60	34.67	11.53 cont.

* Coeficiente de cultivo obtenido por interpolación de la tabla que presenta Grassi (1975) para Hargreaves, son para el cultivo del melón (5).

CORRECCIONES PARA HARGREAVES. (continuación del cuadro 27)

MES	DDS	ET (mm)	EFEECTO DEL VIENTO	ALTITUD +0.6%	DURACION DEL RESPLANDOR SOLAR	ETacum (mm)
FEBR.	5	12.13	(-6.7%) 11.31	11.38	(-20%) 9.104	9.104
FEBR.	15	30.91	(+4.64%) 32.34	32.53	(-20%) 26.024	35.128
MARZO	25	46.93	(+0.23%) 47.04	47.32	(-18%) 38.8	73.928
MARZO	35	63.91	(+0.014%) 63.92	64.30	(-18%) 52.726	126.654
MARZO	45	64.33	(-4.87%) 61.20	61.57	(-18%) 50.487	177.141
ABRIL	55	59.52	(-5.26%) 56.39	56.73	(-19.2%) 45.84	222.979
ABRIL	65	38.13	(-9.88%) 34.26	34.47	(-19.2%) 27.85	250.083
ABRIL	75	11.53	(-7.07%) 10.71	10.77	(-19.2%) 8.702	259.533

CUADRO 28 DATOS DE EVAPORACION MEDIDOS EN EL TANQUE TIPO "A"

DDS	Ev acum (cm)
5	4.79
19	16.91
34	30.26
50	44.49
60	53.99
75	66.73

CUADRO 29 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION LINEAL SIMPLE DE RENDIMIENTO EN c.e./Ha CONTRA LAMINA CONSUMIDA TOTAL (cm).

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft 0.05	Signifi- cancia
Regresión	1	167528.01	167528.01	37.07	7.71	*
Error	4	18077.49	4519.37			
Total	5	185605.50				

PARAMETROS:

$$b_0 = 219.62$$

$$b_1 = 35.45$$

$$R^2 = 90.26\%$$

$$r_c = 0.95; r_t = 0.81 *$$

CUADRO 30 DATOS DE EXPORTACION DE MELON TIPO HONEY DEW DE -
SEP. 80 a SEP. 83.

Etapas de Siembra	No. Agricult- tores	Area culti- vada Mz.	Volumen exportado Estados Unidos cajas de 28-30 lbs.
I Etapa 80-81 (sep-dic)	20	80	25,000
II Etapa 81-82 (ene-may. 81)	24	200	108,000
I Etapa 81-82 (sep-dic 81)	24	150	97,000
II Etapa (ene-may 82)	33	288	19,580
I Etapa 82-83 (sep-dic 82)	20	175	37,200
II Etapa (ene-may 83)	35	300	97,000

FUENTE: CAPCO.

II Etapa (sep 83)	1	100	40,000
----------------------	---	-----	--------

Fuente: Seferino Stefani, Estanzuela, Zacapa (información verbal)

II Etapa (sep 83)	1	74	66,600
----------------------	---	----	--------

Fuente: Ricardo Alfaro, Teculután, Zacapa (información verbal)

10 BIBLIOGRAFIA

1. AGUA SU aprovechamiento en la agricultura. Traducido por J. Meza Nieto. 2a. ed. México, Herrero, 1966. 813 p.
2. BARILLAS KLEE, E. Determinación experimental de la -- evapotranspiración de tomate y melón en el Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, - 1983. 69 p.
3. DOOREMBOS, J. Y KASSAM, A.H. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Serie riego y drenaje. 1979. 212 p.
4. GONZALES SALAM, M.R. Diagrama de porosidad de 7 series de suelos del Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. 63 p.
5. GRASSI, C.J. Estimación de los usos consuntivos de - agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos. CIDIAT. Material didáctico RD-8. 1975. 88 p.
6. -----. Aspectos metodológicos para la determinación experimental de la evapotranspiración y la frecuencia de riego. CIDIAT. Material didáctico RD-26. 1978. 110 p.
7. GUATEMALA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Curso de administración, operación y mantenimiento de unidades de riego. Memoria. Guatemala, -- 1982. 16 p.
8. -----. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. Guia para el cultivo del melón Honey Dew, Mayan - Sweet y Tendral Verde. Guatemala, 1980. 6 p.

9. ----- . Principios, acciones y realizaciones, marzo 23-82 a enero 31-83. Guatemala, 1983. 44 p.
10. ----- . INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Atlas climatológico de Guatemala. Guatemala, 1984-1978. s.p.
11. GUDIEL, V.M. Manual agrícola Superb. 5a. ed. Guatemala, Superb, 1980. 291 p.
12. LENANO, F. Como se cultivan las hortalizas de fruto. España, Editorial Vecchi, 1974. pp. 93-104.
13. MELA MELA, P. Cultivos de regadío. Zaragoza, España, Editorial Agrociencia, 1963. v. 1. 350 p.
14. OROZCO, O.L. Y VILLELA, J.D. El cultivo del melón. Guatemala, ICTA, 1982. 16 p.
15. PAZ GOMEZ, R.G. DE. Horticultura práctica para Guatemala. Guatemala, 1982. p. 33
16. PEÑA, R. Horticultura y fruticultura. 3a. ed. España Editorial José Montesó, 1955. pp 204 - 208.
17. PERDOMO MENENDEZ, R. Estudio de infiltración y evaluación de algunas características físicas de los suelos de la Finca El Oásís, La Fragua, Zacapa. Guatemala, DIRENARE, 1962. 39 p.
18. PEREZ LAM, E.A. Consideraciones sobre el cobro del servicio de riego en el distrito de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 66 p.
19. REYES CASTANEDA, P. Diseño de experimentos aplicados. 2a. ed. México, Trillas, 1982. 344 p.
20. RUSSELL, R. Producción de melones. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, Boletín No. 4, 1969. 13 p.
21. SIMMONS C.S. y TARANO J.M. Reconocimiento de los suelos de los llanos de La Fragua, Zacapa, Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional, 1954. 110 p.

22. SUTCLIFFE, J. Las plantas y el agua. Traducido por Luis López Soria. 2a. ed. España, Omega, 1979. p. 91.
23. TELLO SAMAYOA, C.A. Efecto de 5 frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración del chile pimiento (Capsicum annum L.) en la unidad de riego Rancho-Jícaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, -- Universidad San Carlos, Facultad de Agronomía, - 1983. 70 p.
24. Withers, B. Y STANLEY, V. El riego, diseño y práctica. Traducido por Agustín Contín. México, Diana, 1979. 350 p.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Asunto
.....

"IMPRIMASE"

A large, stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Cesar A. Castaneda S.



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