

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

TRABAJO DE TESIS

"EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO
Y EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO DEL TABACO (*Nicotiana
tabacum* L.) EN LA UNIDAD DE RIEGO EL PROGRESO"

Por:

Jorge Mario Ruano Rossil
Carnet No. 80-14584

ASESOR: Ing. Agr. MSc. César Cisneros

Guatemala noviembre 1985

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

D. L.
01
T(63)
e. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- | | | |
|------------|---|----------------------------------|
| DECANO | : | Ing. Agr. César Castañeda S. |
| VOCAL I | : | Ing. Agr. Oscar R. Leiva R. |
| VOCAL II | : | Ing. Agr. Jorge Sandoval I. |
| VOCAL III | : | |
| VOCAL IV | : | P.A. Angel Leopoldo Jordán |
| VOCAL V | : | P.A. Alex Gómez Chavarry |
| SECRETARIO | : | Ing. Agr. Luis Alberto Castañeda |

Guatemala, 11 de noviembre de 1985

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

De conformidad con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO DE TABACO (Nicotiana tabacum L.) EN LA UNIDAD DE RIEGO EL PROGRESO".

Como requisito previo a optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Jorge Mario Ruano Rossil
Carnet No. 80-14584



Referencia	IA-162-85
Asunto	

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

7 de Noviembre de 1985.

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

Respetable Señor Decano:

Atentamente me dirijo a usted para informarle que de acuerdo a la designación de esa decanatura, he procedido a asesorar, supervisar y revisar el trabajo de tesis titulado: "EFECTO DE SEIS FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION DEL CULTIVO DEL TABACO (Nicotiana tabacum L.) EN LA UNIDAD DE RIEGO EL PROGRESO", realizada por el estudiante Jorge Mario Ruano Rossil, como requisito para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Me permito informarle que he encontrado el trabajo enteramente satisfactorio, por lo que llena los requisitos académicos para ser aprobado como Tesis de Grado.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. César Cisneros
A S E S O R

CC/eqded.

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios porque jamás te has olvidado de mi.

A:

Mis padres:

Laura Leonor Rossil de Ruano
Ramón Rodolfo Ruano Padilla

A:

Mis Hermanos:

Byron Eduardo Ruano Rossil
Héctor Alfredo Ruano Rossil

TESIS QUE DEDICO

A :

Mis familiares en General

A ;

Mis amigos sin mencionar nombre lo son de corazón

AL:

Glorioso Instituto Técnico de Agricultura

AGRADECIMIENTOS

AL Profesor Gilberto Aldana de León

AL Instituto de Investigaciones Agronómicas de la
Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos
de Guatemala.

CONTENIDO

	Pag. No.
RESUMEN-----	i
I. INTRODUCCION-----	1
II. HIPOTESIS-----	3
III. OBJETIVOS-----	4
IV. REVISION DE LITERATURA-----	5
IV.1. Generalidades-----	5
IV.2. Condiciones climáticas-----	5
IV.3. El suelo-----	8
IV.4. Necesidades de agua-----	10
IV.5. Suministro de agua y rendimiento del cultivo-----	10
IV.6. Absorción de agua-----	11
IV.7. Rendimiento y Calidad-----	12
IV.8. Constantes de humedad del suelo-----	13
IV.8.1. Capacidad de campo y formas de determinarla-----	13
IV.8.2. Punto de marchitez permanente y métodos para determinarlo-----	14
IV.9. Contenidos de humedad del suelo-----	15
IV.9.1. Humedad utilizable-----	15
IV.9.2. Humedad fácilmente utilizable-----	15
IV.10. Evapotranspiración-----	16
IV.11. Métodos para determinar evapotranspiración-----	17
IV.11.1. Método de parcelas experimentales----	18
IV.11.2. Método de Blaney-Criddle-----	19
IV.11.3. Método de Hargreaves-----	21
IV.11.4. Método de evaporación del tanque-----	23
IV.12. Costos de producción y rentabilidad-----	24

IV.12.1. Estructura del costo de producción	26
IV.12.1.1. Información general-----	26
IV.12.1.2. Información específica del costo	27
IV.12.2. Los ingresos-----	30
IV.12.2.1. El ingreso neto y la rentabilidad	30
V. METODOLOGIA-----	32
V.1. Descripción general de la unidad-----	32
V.1.1. Factores geográficos-----	32
V.1.2. Factores climáticos-----	32
V.1.3. Factores edáficos-----	33
V.2. Aspectos agronómicos-----	34
V.2.1. Cultivo evaluado-----	34
V.2.2. Método de riego-----	34
V.2.3. Criterio para aplicar los riegos---	35
V.2.4. Manejo del cultivo-----	35
V.2.4.1. Variedad-----	36
V.2.4.2. Almácigo o semillero-----	36
V.2.4.3. Preparación del terreno-----	37
V.2.4.4. Transplante y resiembra-----	37
V.2.4.5. Método de siembra y distanciamiento	38
V.2.4.6. Control de plagas y enfermedades	38
V.2.4.7. Control de malezas-----	38
V.2.4.8. Fertilización-----	39
V.2.4.9. Cosecha-----	39
V.3. Análisis y determinaciones previas---	39
V.3.1. Análisis químico del suelo-----	39
V.3.2. Determinación de densidad aparente	40
V.4. Manejo del experimento-----	41
V.4.1. Trazo del experimento-----	41
V.4.2. Descripción del suministro de riego determinación de la evapotranspira- ción y evaporación-----	42

	Pag.
V.4.3. Diseño experimental-----	46
V.4.4. Parcela o unidad experimental-----	47
V.4.5. Variables de respuesta-----	47
V.4.6. Métodos de análisis de resultados-----	50
VI. RESULTADOS Y DISCUSION-----	51
VI.1. Aspectos agronómicos o variables de respuesta	51
VI.1.1. Rendimiento-----	53
VI.1.2. Plantas vivas-----	53
VI.1.3. Altura de plantas-----	54
VI.1.4. Area foliar-----	55
VI.1.5. Número de hojas-----	56
VI.1.6. Humedad foliar-----	56
VI.1.7. Materia seca-----	57
VI.1.8. Nicotina-----	57
VI.2. Uso del agua-----	59
VI.2.1. Lámina de agua consumida-----	59
VI.2.2. Agotamiento de la humedad aprovechable---	61
VI.3. Comparaciones entre evapotranspiración medida y evapotranspiración estimada con Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación del tanque	63
VI.4. Evaluación económica de los tratamientos----	66
VII. CONCLUSIONES-----	69
VIII. RECOMENDACIONES-----	72
IX. BIBLIOGRAFIA-----	74
X. APENDICE -----	77

INDICE DE CUADROS

1. Análisis químico del suelo-----	39
2. Textura, densidad aparente y capacidad de campo de los estratos estudiados-----	41
3. Resultados promedio de las variables de respuesta evaluadas-----	52
4. Número de riegos y lámina total de agua consumida por cada tratamiento-----	59

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

1. Resultados organizados de rendimiento en kg/ha por tratamiento y repetición-----	77
2. Análisis de varianza para rendimiento-----	77
3. Prueba de Tukey para rendimiento-----	77
4. Resultados organizados de número de plantas vivas por parcela, tratamiento y repetición-----	78
5. Análisis de varianza para número de plantas finales vivas-----	78
6. Resultados organizados de altura de plantas en m por parcela, tratamiento y repetición-----	78
7. Análisis de varianza para altura de plantas/parcela--	79
8. Prueba de Tukey para altura de plantas-----	79
9. Resultados organizados de área foliar en m ² /ha por tratamiento y repetición-----	79

10. Análisis de varianza para área foliar-----	80
11. Prueba de Tukey para área foliar-----	80
12. Resultados organizados de número de hojas por parcela tratamiento y repetición-----	80
13. Análisis de varianza para número de hojas/parcela-----	81
14. Prueba de Tukey para número de hojas-----	81
15. Resultados organizados de humedad foliar en % por par- cela, tratamiento y repetición-----	81
16. Análisis de varianza para humedad foliar/parcela-----	82
17. Resultados organizados de materia seca en % por parce la, tratamiento y repetición-----	82
18. Análisis de varianza para materia seca/parcela-----	82
19. Resultados organizados de nicotina en % para el perío do vegetativo intermedio, por parcela, tratamiento y repetición-----	83
20. Análisis de varianza para nicotina-intermedia/parcela	83
21. Prueba de Tukey para nicotina-----	83
22. Resultados organizados de nicotina en % para el perío do de la floración, por parcela, tratamiento y repeti ción-----	84
23. Análisis de varianza para nicotina floración/parcela	84
24. Prueba de Tukey para nicotina-----	84
25. Resultados organizados de nicotina en % para la cose cha por parcela, tratamiento y repetición-----	85
26. Análisis de varianza para nicotina-cosecha/parcela--	85
27. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-8---	86

28. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-12--	86
29. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-16--	87
30. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-20--	87
31. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-24--	87
32. Control de humedad antes y después de cada riego y cálculo de la lámina consumida, tratamiento F-28--	88
33. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método de evaporación del tanque con Kc de la FAO-----	88
34. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método de evaporación del tanque con Kc de la curva única de Hansen-----	89
35. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método Blaney-Criddle con Kc de la FAO-----	89
36. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método Blaney-Criddle con Kc de la curva única de Hansen-----	90
37. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método de Hargreaves con Kc de la FAO-----	90
38. Cálculo de evapotranspiración semanal y total por el método de Hargreaves modificado con Kc de la FAO-----	91
39. Evapotranspiración semanal y total en cm, tratamiento y métodos-----	91

40. Prueba t de medias apareadas F-8 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	92
41. Prueba t de medias apareadas F-12 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	92
42. Prueba t de medias apareadas F-16 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	93
43. Prueba t de medias apareadas F-20 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	93
44. Prueba t de medias apareadas F-24 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	94
45. Prueba t de medias apareadas F-28 Vrs. fórmulas (ET por semana)-----	94
46. Coeficientes de regresión (b1) transformado a valores de Fc y coeficientes de correlación (r) transformados a tc. Pruebas de F y t para regresión y correlación lineal simple. Tratamientos Vrs. fórmulas----	95
47. Relación entre evapotranspiración semanal de los tratamientos y la evaporación semanal del tanque-----	96
48. Evapotranspiración semanal acumulada de los tratamientos y la evaporación semanal acumulada del tanque----	96
49. Costos de producción y rentabilidad a nivel experimental (seis frecuencias de riego)-----	97

INDICE DE FIGURAS DEL APENDICE

1	Control de humedad para el tratamiento F-8-----	98
2	Control de humedad para el tratamiento F-12-----	99
3	Control de humedad para el tratamiento F-16-----	100
4	Control de humedad para el tratamiento F-20-----	101
5	Control de humedad para el tratamiento F-24-----	102
6	Control de humedad para el tratamiento F-28-----	103
7	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-8 y fó <u>r</u> mulas-----	104
8	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-12 y fó <u>r</u> mulas-----	105
9	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-16 y fó <u>r</u> mulas-----	106
10	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-20 y fó <u>r</u> mulas-----	107
11	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-24 y fó <u>r</u> mulas-----	108
12	Evapotranspiración semanal, tratamiento F-28 y fó <u>r</u> mulas-----	109
13	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-8 y fó <u>r</u> mulas-----	110
14	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-12 y fó <u>r</u> mulas-----	111
15	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-16 y fó <u>r</u> mulas-----	112
16	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-20 y fó <u>r</u> mulas-----	113
17	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-24 y fó <u>r</u> mulas-----	114
18	Evapotranspiración semanal acumulada. Tratamiento F-28 y fó <u>r</u> mulas-----	115

19	Relación entre evapotranspiración y evaporación. Tratamientos Tanque evaporímetro-----	116
20	Evapotranspiración y evaporación semanal acumulada. Tratamientos y Tanque evaporímetro-----	117
21	Evapotranspiración y Nicotina en tres períodos. Tratamientos-----	118
22	Plano general del experimento-----	119

RESUMEN

En la Unidad de Riego "El Progreso", situada en Guastatoya cabecera departamental de El Progreso, se realizó un experimento en el cual se evaluó el efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento en el cultivo de tabaco. También se determinó el grado de adaptabilidad de tres métodos indirectos que calculan la evapotranspiración con la cuantificada en el campo. Con esta investigación se pretende generar información por medio de la cual más adelante permita que el uso del agua sea más eficiente en las unidades de riego de Guatemala.

Para determinar la evapotranspiración real se uso el método de parcelas experimentales. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones.

Las frecuencias evaluadas se escogieron partiendo que el riego en la unidad es generalmente cada 8 días y en base a trabajos efectuados en riegos sobre otros cultivos. Las - frecuencias escogidas fueron: 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días.

Se comparó la evapotranspiración medida en el campo con la estimada por fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y Evaporación del tanque.

El método de muestreo fue el gravimétrico. Se tomaron muestras de dos estratos: 0-30 y 30-60 cm. Las muestras se extraían con un barreno tipo gusano y eran tomadas después de cada riego y antes de aplicar el siguiente. La lámina consumida por evapotranspiración durante cada intervalo se determinó de los datos de esos muestreos.

El efecto de las diferentes frecuencias de riego se midió a través de las siguientes variables de respuesta: rendimiento, número de hojas, área foliar, contenido de humedad, contenido de materia seca, altura de plantas, número de plantas al final del ciclo y contenido de nicotina en tres períodos.

Los resultados obtenidos manifiestan que la aplicación de diferentes frecuencias de riego sí tiene efecto sobre las variables de respuesta estudiadas.

Asimismo, se comprueba que a mayor intervalo de riego menor es la evapotranspiración y por lo tanto disminuye la humedad aprovechable de los diferentes estratos estudiados.

Se determinó también que el método indirecto que más se adapta para la estimación de la evapotranspiración es la del tanque evaporímetro.

También se realizó un análisis económico para evaluar a los tratamientos o frecuencias de riego, dando como resultado que es más recomendable regar cada 8 días por ser éste el más rentable, para la época y la zona.

Finalmente, se recomienda: continuar con este tipo de experimentos, tanto en el mismo cultivo y región como en otras regiones y cultivos; regar cada 8 días; considerar un tercer estrato para el estudio o comportamiento de la humedad a través del ciclo del cultivo; y en próximos experimentos a evaluar el efecto de la disponibilidad de agua tomando 2 etapas fenológicas del cultivo: la vegetativa y la floración.

I. INTRODUCCION

Debido al incremento demográfico en países como Guatemala, dependientes principalmente de la agricultura, el hombre debe de hacer cada día un uso más eficiente de los recursos para la obtención de los mejores rendimientos, con la menor inversión posible. Uno de estos recursos es el agua, la que a través del riego constituye un factor indispensable para la producción. Sin embargo, actualmente en las unidades de riego su utilización no es eficiente, provocando con altos desperdicios bajos rendimientos, altos costos y limitaciones en las áreas de riego.

En Guatemala, se ha dado poca importancia al estudio del uso del agua por los cultivos, y no es sino hasta 1983 en que se empezaron dichos estudios, impulsados por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La investigación sobre frecuencias y láminas de riego en el cultivo del tabaco es muy importante, por ocupar éste el primer lugar de los cultivos del área, ya que constituye más de la mitad regable de la misma en la Unidad de Riego El Progreso. Asimismo, en el resto de las zonas tabaqueras de Guatemala, no se tienen estudios sobre riego.

En este experimento se trabajó con intervalos de riego de 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días; y se midió el efecto de los mismos sobre el rendimiento del cultivo del tabaco, por medio de su peso, tamaño de la hoja (área foliar), contenido de humedad a la cosecha, contenido de materia seca, número

de hojas, contenido de nicotina, altura de plantas y el número de plantas que lograron terminar su ciclo de producción bajo condiciones experimentales.

Se midió la evapotranspiración en el campo de acuerdo a cada tratamiento, muestreando antes y después de cada riego, y se determinó el grado de adaptabilidad con la evapotranspiración calculada por métodos indirectos.

II. HIPOTESIS

- II.1. La aplicación de diferentes intervalos de riego - (8, 12, 16, 20, 24 y 28 días) producirán diferentes efectos en el cultivo del tabaco (Nicotiana tabacum L.) y en los valores de evapotranspiración del mismo.
- II.2. El valor de la evapotranspiración medida en el campo durante el ciclo del cultivo para cada una de las diferentes frecuencias de riego, será diferente del valor de la evapotranspiración estimada a partir de datos del tanque evaporímetro y de las fórmulas de Blaney-Criddle y Hargreaves.

III. OBJETIVOS

- III.1. Determinar el efecto de seis frecuencias de riego en rendimiento en peso, número de plantas, altura, área foliar, número de hojas, humedad foliar, materia seca y nicotina; así como en la evapotranspiración del tabaco.

- III.2. Determinar la frecuencia y las láminas de riego más recomendable para la época y condiciones del área.

- III.3. Determinar el grado de adaptabilidad en el área de las fórmulas empíricas de Blaney-Criddle, Hargreaves y Tanque evaporímetro en la estimación de la evapotranspiración.

IV. REVISION DE LITERATURA

IV.1. Generalidades

El tabaco manufacturado mundialmente pertenece a la familia de las Solanáceas, al género Nicotiana y a la especie tabacum. Esta especie posee la propiedad de sintetizar nicotina, lo que no sucede con otras especies (15).

La nicotina es un alcaloide que proporciona al tabaco propiedades fisiológicas y gustativas especiales que difieren de otros alcaloides contenidos en especies del mismo género (15).

IV.2. Condiciones climáticas

El tabaco se cultiva en una amplia variedad de climas pero requiere un período libre de heladas, de 90 a 120 días, desde el transplante hasta la última recolección de hojas. La temperatura media diurna óptima para su desarrollo está entre los 20 y 30°C. Se necesita un período seco para la maduración y recolección de las hojas. Una lluvia excesiva da como resultado hojas finas y de peso líbero. El tabaco curado al sol o tabaco oriental, exige un clima relativamente seco para desarrollar todo su aroma (6).

Excepto para algunas variedades de día corto, el tabaco cultivado es neutral en cuanto al día, en su respuesta a la floración (6).

El clima influye sobre la duración del ciclo vegetati-

vo de las plantas, así como en la calidad del producto y el rendimiento de la cosecha (7).

El tabaco es originario de regiones tropicales, por lo que vegeta mejor y da cosecha más pronto en climas cálidos y húmedos. Sin embargo, su área geográfica se extiende incluyendo en países de latitudes elevadas (24).

Las principales zonas productoras se encuentran entre los 45° de latitud norte y 30° sur (7).

El clima es susceptible de producir diferentes calidades de hoja para una misma variedad (7).

La producción de la planta en semilleros protegidos del frío permite obtenerlas en períodos y climas desfavorables. Desde el trasplante hasta la cosecha se precisa un período libre de heladas de 90 a 100 días (24).

Las plantas durante su fase de crecimiento en semillero requieren temperaturas no inferiores a los 16°C. Las temperaturas bajas detienen o retrasan la vegetación y son especialmente dañinas en los primeros días que siguen al trasplante. Las plantaciones en pleno campo con temperaturas aproximadamente de 28°C requieren de 80 a 90 días para alcanzar la madurez. Las temperaturas óptimas para el desarrollo del tabaco están entre los 18 y 28°C; y las temperaturas extremas para un crecimiento activo son de 14 y 32°C (12).

La humedad juega un papel muy importante simultáneamente con la temperatura. Según Ochse (19), el tabaco es una planta tropical, existiendo variedades que se cultivan

en regiones con veranos frescos y cortos. La planta en sí, requiere de mucha humedad al principio y a la mitad del ciclo vegetativo, requiriendo un total de 500 a 1000 mm. de lluvia al año.

El tabaco resulta muy sensible a la falta o exceso de humedad, aunque se acomoda con facilidad a las variaciones de este factor, dentro de ciertos límites. La planta soporta por cortos períodos un déficit acusado de humedad en la tierra. Los días siguientes al trasplante resultan críticos para el desarrollo y el arraigue de las plantas (24).

Un desarrollo pobre se deja sentir con una humedad muy elevada y, en general, es preferible un déficit a un exceso de agua en las tierras. En regiones secas, la planta produce hojas poco elásticas y más ricas en nicotina que en regiones húmedas. La humedad ambiente del aire tiene una influencia importante sobre la finura del tejido foliar y sobre el desarrollo y propagación de enfermedades, especialmente las producidas por mohos. Una humedad ambiente elevada propicia la producción de hojas más finas, pero también facilita la propagación de enfermedades criptogámicas (producidas por mohos microscópicos) (7, 24).

El suficiente aporte de agua y una humedad elevada influyen en la producción de hojas más grandes (especialmente las bajas y las medias) y con escasa proporción de vena - (24).

Otros factores meteorológicos que influyen sobre el rendimiento y la calidad de la cosecha son la fuerza del viento, la intensidad de la luz solar, el granizo, etc. (12).

Se sabe que los factores climáticos juegan el papel principal en cuanto a las pérdidas de agua por evapotranspiración y en la medición de ellas (11, 14).

En términos generales, los factores del clima que afectan las necesidades de agua de los cultivos, según Grassi (9) son: radiación, horas de brillo solar, temperatura del aire, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento y período libre de heladas. La Secretaría de Recursos Hidráulicos de México (11) menciona los siguientes: alta intensidad de radiación, baja presión de vapor en el aire, turbulencia debida al viento y a la rugosidad de la superficie, alta temperatura en la superficie. Afirmar también que la fuente de energía para la evapotranspiración es la radiación solar, que un aumento de temperatura produce un aumento en la transpiración y que la humedad relativa del aire no influye directamente.

IV.3. El suelo

El tipo de suelo influencia sobre la calidad y rendimiento de la cosecha de tabaco, representando un problema complejo. Entre los factores edáficos conviene considerar además de la textura física, el estado de agregación de las partículas, la composición química de las tierras y su microbiología (24).

Según Doorembos (6) se necesita un suelo ligero, arenoso, para el tabaco curado al humo, de tipo claro. El tabaco curado al aire, tabaco oscuro, se cultiva desde suelos limosos aluviales hasta los limoso-arcillosos, mientras que el tabaco claro, curado al fuego y curado al aire, se cultiva sobre todo en suelos de textura media. El cultivo es sensible al anegamiento y exige suelos bien aireados y dre-

nados. El pH óptimo varía de 5 a 6.5. La salinidad del suelo influye en la calidad de las hojas. Las necesidades de fertilizantes varían con el tipo de tabaco, estando en general entre 40 y 80 Kg/ha de N, 30 a 90 Kg/ha de P y 50 a 110 Kg/ha de K.

En terrenos de textura suelta (arenosos), las raíces se desarrollan más en busca de agua que en terrenos más pesados en los que el agua se retiene mejor. Se ha comprobado que la nicotina y otros alcaloides sintetizados y almacenados en las hojas dependen directamente entre otras cosas, de la proporción en que crecen las raíces con relación a los órganos aéreos de la planta. Por esto, cuando el tabaco se cultiva en tierras arenosas, sobre todo si no se riega con pequeñas dosis de agua y de forma continua (de modo que las raíces crecen en exceso), las hojas son más ricas en alcaloides que en tabacos cultivados en tierras de textura más pesada. Sin embargo, y aunque cada tipo y calidad de tabaco precisa y se ve influenciada por la clase y textura de la tierra en que se cultiva, también es cierto que la planta se adapta a condiciones muy amplias de suelos y que las calidades varían profundamente con ellas (12, 24).

Un contenido mínimo de materia orgánica (1.5 a 2%) y de arcilla confieren a los suelos unas características que favorecen un buen aprovechamiento del agua y de los elementos minerales del suelo por parte de las plantas. La materia orgánica, en particular, mejora la fertilidad de las tierras al aumentar su capacidad de retención para el agua. Por otra parte, la adición de materia orgánica permite incrementar la cantidad de agua que se puede aportar al suelo, sin que la asimilación del oxígeno por las raíces de

las plantas disminuya. Los microorganismos que viven en los suelos cooperan en el mismo sentido con su actividad biológica sobre la química y estado del suelo (12, 24).

IV.4. Necesidades de agua

Las necesidades de agua para conseguir un rendimiento máximo dependen del clima y la duración del período vegetativo, variando de 400 a 600 mm. Durante las primeras semanas siguientes a la nascencia en el semillero las plántulas necesitan diariamente de 3 a 5 litros por m^2 . Pasados 30 a 40 días, estas plántulas reciben menos agua a fin de obtener una planta más robusta. Después de 40 a 60 días se transplantan y la recolección del cultivo se realiza de 90 a 120 días después del trasplante. El período de máxima necesidad de agua se produce de 50 a 70 días después del trasplante yendo seguido de una disminución en las necesidades de agua (6).

IV.5. Suministro de agua y rendimiento del cultivo

Los regímenes de agua para poder obtener un cultivo completo de tabaco varían con el agua almacenada en el suelo, la lluvia caída, el riego suplementario o el riego completo. Es necesaria una cuidadosa programación del agua porque un riego demasiado frecuente perjudica al cultivo. Los déficit de agua durante ciertos períodos pueden aumentar los rendimientos, siendo una práctica recomendada el someter a las plantitas, durante el período de establecimiento anterior al trasplante, a un período de déficit moderado de agua para aumentar su resistencia a la sequía. Unos déficit moderados de agua durante el período vegetativo inicial, pueden estimular también el desarrollo de raíces. -

Unos déficit moderados de agua durante los primeros 20 a 30 días que siguen al trasplante tienen poco efecto sobre el rendimiento final, pero causan un crecimiento retrasado temporalmente; sin embargo, el cultivo se recupera rápidamente con los riegos subsiguientes. En la mayoría de los casos, los rendimientos finales pueden ser mayores en comparación con un cultivo que reciba riego total durante todo este período de desarrollo (6).

Los déficit de agua a mediados del período vegetativo (crecimiento rápido), ocasionan un crecimiento menor y unas hojas más pequeñas. Unos déficit rigurosos de agua durante el período de formación de la cosecha y en el de maduración, afectan el peso de las hojas y su composición química. Sin embargo, es conveniente un déficit suave de agua durante la maduración a fin de limitar el crecimiento de nuevas hojas verdes (6).

El exceso de agua produce hojas de inferior calidad. - La lluvia o el riego abundante puede ocasionar la marchitez los piemojados y el ahogamiento. El encharcamiento durante dos días o más suele dañar gravemente al cultivo y puede matar las plantas (6).

IV.6. Absorción de agua

El tabaco tiene una raíz pivotante bien desarrollada, con extensas raíces laterales horizontales. Normalmente el 75% de la absorción de agua se produce en la primera capa de 0.3 m y el 25% restante de 0.3 a 1 m de profundidad. El desarrollo de las raíces se estimula retirando el suministro de agua durante el comienzo del período vegetativo. También la extracción de las yemas florales y la

supresión de rebrotes favorecen el desarrollo de las raíces. La profundidad total de enraizamiento se alcanza unos 40 a 50 días después del trasplante. En condiciones en que la evapotranspiración es de 5 a 6 mm/día, la absorción de agua se verá afectada cuando se haya agotado del 50 al 60% del total de agua disponible en el suelo (6).

IV.7. Rendimiento y calidad

Normalmente se cosechan de 18 a 22 hojas, con 2 a 3 hojas por semana durante 20 a 50 días. Ocasionalmente, cuando ya se han cosechado la mitad de las hojas y las que quedan muestran una maduración uniforme, se cosecha la planta completa, ahorrando de esta forma mano de obra. Unos buenos rendimientos, en producción comercial con suministro adecuado de agua, son del orden de las 2 a 2.5 toneladas métricas de hojas por ha. (6).

Los sistemas de riego junto con los sistemas de cultivo, por ejemplo el despunte, y la fertilidad del suelo, influyen en la calidad de la hoja. El contenido de nicotina de la hoja es generalmente del 1.5 a 2.5% de materia seca, para el tabaco curado al humo y del 3 al 4% para el tabaco curado al aire. El tabaco producido en condiciones secas - suele tener hoja oscura y pequeña, de color apagado y falta de elasticidad. Sin embargo, tienen un alto contenido de nicotina. Con un suministro adecuado de agua, las hojas son más delgadas y más elásticas, mejorando también el color, siendo óptimo al propio tiempo su contenido de nicotina. Un riego excesivo, especialmente durante la última parte del período vegetativo total, se traduce en una hoja de calidad inferior (6).

IV.8. Constantes de humedad del suelo

IV.8.1. Capacidad de campo y formas de determinarla

El Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (21) la define como la cantidad de agua que retiene un suelo con buen drenaje después de que el agua libre ha sido filtrada, es decir, la máxima cantidad de agua que puede retener contra la gravedad. Es el momento en que el contenido hídrico se ha hecho estable, lo cual sucede 1 y 3 días después de una lluvia o riego. Para fines prácticos se considera que la tensión de humedad del suelo a capacidad del campo es de 0.3 atmósferas (13, 25) aunque algunos investigadores estiman que puede variar entre 0.1 y 0.3 e incluso hasta 0.7 (21).

Existen dos formas de determinarla. La primera se realiza en laboratorio, sometiendo muestras de suelo a una tensión de 0.3 atmósferas. Según Kramer (16), estas estimaciones no son indicadores muy confiables del valor de campo, - pues la capacidad de campo depende del perfil del suelo y su estructura. La segunda forma es medirla en el campo, para lo cual Withers y Vipond (27) y el Servicio de Conservación de Suelos (21) proponen el siguiente método: delimitar un área de muestreo de un metro cuadrado con bordos de 2 cm de altura y levantar otros bordos exteriores a los primeros para facilitar el movimiento vertical del agua en la zona de muestreo. Después hay que humedecer el suelo para saturarlo, tanto en la zona de muestreo como en la parte exterior. Si el suelo es arcilloso, se puede empezar a muestrear entre 24 y 48 horas después. Si es arenoso debe empezarse 12-18 horas después. Para evitar la evaporación se debe cubrir el área, incluido el bordo exterior, con nylon.

Debe mostrarse cada 8 a 12 horas, tomando dos o tres muestras por estrato a estudiar, cada vez que se muestree. Es más exacto el dato si se muestrea durante unos 4-5 días. El contenido de humedad se determina por el método gravimétrico, pesando las muestras húmedas, secándolas en horno a 105-110°C y pesándolas ya secas. Posteriormente se hace una gráfica en la cual se coloca el contenido de humedad en las ordenadas y el tiempo en las abscisas; con ella es posible determinar el porcentaje de humedad que corresponde a la capacidad de campo de cada estrato, en el momento en que la curva tiende a estabilizarse.

IV.8.2. Punto de marchitez permanente y métodos para determinar

El punto de marchitez permanente es el índice o cantidad de humedad del suelo en la cual las plantas se marchitan (21, 27)) y no se recuperan en turgencia aunque se les coloque en cámara húmeda o se añada agua al suelo (5, 27).

Representa pues, el límite inferior de humedad aprovechable por las plantas (16). Existen divergencias en cuanto al rango de tensión al cual se produce (21, 27), pero todos coinciden en tomar 15 atmósferas como la tensión a punto de marchitez permanente, ya que a esta tensión el crecimiento cesa. Israelsen y Hansen (13) afirman que cualquier variación no tiene importancia, ya que la variación en contenido de humedad es poca aunque haya grandes cambios de tensión.

Se puede determinar en laboratorio para obtener resultados rápidos, sometiendo muestras de suelo a tensiones de 15 atmósferas y determinando el contenido de humedad final (27). También se puede determinar usando plantas de girasol sembradas en recipientes (1). Se puede calcular aproximadamente dividiendo capacidad de campo por un factor cuyo valor oscila entre 2.0 y 2.4, que es función de la proporción de limo del suelo; si ésta es alta se usa 2.4 (21).

IV.9. Contenidos de humedad del suelo

IV.9.1. Humedad utilizable

Llamada también humedad disponible o aprovechable, es la humedad retenida entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente por el suelo en la zona activa de raíces del cultivo (1), o sea es la humedad que se puede almacenar por el suelo para ser usada por las plantas (13).

IV.9.2. Humedad fácilmente utilizable

Thorne y Peterson (25) citan varios estudios que indican que el agua no es igualmente disponible entre todo el rango de capacidad de campo a punto de marchitez permanente. La tensión de humedad del suelo no pasa de una atmósfera en la mayoría de los suelos hasta que cerca del 50-75% del agua utilizable ha sido removida. De manera similar, Israelsen y Hansen (13) afirman que la humedad del suelo que se encuentra cerca del punto de marchitez permanente no es utilizable fácilmente por las plantas

ya que la humedad fácilmente utilizable es la parte de la humedad utilizable que puede ser extraída por las plantas sin gran esfuerzo y que representa aproximadamente un 75% de la humedad utilizable total.

Muchas evidencias indican que el crecimiento de las plantas decrece conforme la tensión de la humedad del suelo aumenta. Thorne y Peterson (25) concluyen la discusión sobre este tema diciendo que si la remoción de agua del suelo por las plantas requiere energía, es lógico suponer que si aumenta la humedad, la tensión decrece, por lo que las plantas gastan menos energías en suplir sus necesidades de agua y puede entonces crecer más.

IV.10. Evapotranspiración

Black (3), Israelsen y Hansen (13) y Kramer - (16) coinciden en definir el término Et como la suma de evaporación de agua del suelo y de la transpiración de plantas. Se puede decir, en forma más completa que la evapotranspiración es la suma de: a) transpiración, proceso - por medio del cual las plantas toman agua del suelo, circula a través de los tallos hacia las hojas, desde donde se desprende en forma de vapor y pasa a la atmósfera y que sucede en un 90-95% durante el día, representando una parte importante del agua de desgaste en un cultivo, y b) evaporación, que es el agua evaporada del terreno adyacente, por la superficie del agua o por la superficie de las hojas de las plantas. Israelsen y Hansen (13) indican también que la evapotranspiración dependen de la temperatura, de las prácticas de riego, de la duración del período de crecimiento, de las precipitaciones y de otros factores. El volumen de agua trans

pirado de las plantas depende de la cantidad de agua de que dispongan, de la temperatura y humedad del aire, del régimen de vientos, de la intensidad luminosa del sol, del estado de desarrollo de las plantas, de su follaje y de la naturaleza de las hojas.

Grassi (9) hace referencia a evapotranspiración potencial (Etp) y evapotranspiración real. La evapotranspiración potencial sucede con una vegetación de escasa altura y activo crecimiento, que cubre totalmente el terreno y que no tiene restricciones de humedad edáfica, y depende fundamentalmente de las condiciones climáticas existentes, las cuales son dadas por las características físicas de la atmósfera vecina al suelo.

Al referirse a la evapotranspiración real o uso consuntivo indica que las características variables de la cobertura vegetal natural o cultivada, de las condiciones edáficas y de los niveles de humedad del suelo, modifican los supuestos tomados al definir evapotranspiración potencial, pues actúan como factores reductores por lo tanto, evapotranspiración real es igual a la potencial afectada por un factor "k" que toma en cuenta el efecto de la relación agua-suelo-planta. Ese coeficiente k varía a lo largo del ciclo y es una expresión de las características morfológicas y fisiológicas de cultivo y de la incidencia del ambiente edáfico.

IV.11. Métodos para determinar evapotranspiración

Para determinar la evapotranspiración existen básicamente dos métodos, atendiendo a la forma de obtenerse los datos: los directos y los indirectos.

Los métodos directos son aquellos que proporcionan una lectura de humedad del suelo en forma más rápida y directa en el terreno. Israelsen y Hansen (13) mencionan los siguientes: experimentos en tanques y lisímetros, parcelas experimentales, estudios sobre humedad del suelo, métodos de integración y métodos de entradas y salidas de agua para grandes extensiones. El Servicio de Conservación de Suelos (21) menciona los tensiómetros y los instrumentos a base de resistencias eléctricas y el método de dispersión de neutrones (27).

Los métodos indirectos son procedimientos o fórmulas basadas en datos climáticos por medio de los cuales se puede calcular la Et de cualquier cultivo, haciendo uso además de tablas con valor para las constantes o coeficientes usados. Existe una gran cantidad de fórmulas. Minera B. (18) cita 12 y Barillas K. (2) 16. Algunos de los más conocidos son: Blaney-Criddle, Penman, Thorthwaite, Hargreaves, Jensen-Haise, Grassi-Christiansen, Lowry-Johnson, Tanque evaporímetro.

A continuación se describe el método directo usado en esta investigación y los métodos indirectos con los cuales se hicieron comparaciones.

IV.11.1. Método de parcelas experimentales

Israelsen y Hansen (13) consideran que este método todo proporciona datos más reales que los tanques y lisímetros. El método consiste en establecer parcelas en los terrenos y llevar un control de humedad del suelo mediante muestreos con barreno a diferentes profundidades. La determinación de humedad se hace por medio del método gravimé-

trico, según el cual se deben tomar muestras de suelo de 100 o más gramos, pesarlas, secarlas al horno a 105-110°C y después pesarlas de nuevo. La pérdida de peso dividida por el peso del suelo secado, multiplicada por 100 da el porcentaje de humedad referido al suelo seco (13). Se requiere tomar muestras en varios lugares representativos de la zona considerada, para obtener mayor precisión (13,27). DIRENARE (10) recomienda muestrear en tres sitios y luego promediar, y tomar muestras en el tercio medio del estrato o capa considerada. Una limitante en este método es el tiempo y requiere para el secado, que es de 24 horas (13).

IV.11.2. Método de Blaney-Criddle

Este método usa temperatura y horas luz mensuales y fue desarrollado para la región árida del oeste de los Estados Unidos (9, 13). Grassi (9) indica que se desarrolló al relacionar los valores reales de uso consuntivo con la temperatura media mensual (t) y con el porcentaje mensual de las horas anuales de brillo solar (p). De este modo, el uso consuntivo o evapotranspiración mensual (u) se puede calcular usando la fórmula: $u = k.f$ y para un ciclo de cultivo de "n" meses:

$$U = \sum_{i=1}^n (k.f_i) = K.F \text{ (ecuación 1)}$$

U = evapotranspiración durante todo el ciclo

donde:

k = coeficiente mensual del cultivo

f_i = factor de uso consuntivo mensual

K = coeficiente del cultivo para el ciclo vegetativo

F = suma de los factores mensuales de uso consuntivo

i = 1,2...n meses

Para temperatura en °C y U en mm/mes, f se calcula así:

$$f_i = \frac{T_i + 17.8}{21.8} \quad (\text{pi}) \quad (\text{ecuación 2})$$

pi = porcentaje mensual de horas luz respecto al total anual.

El Servicio de Conservación de Suelos introdujo un factor de corrección "k", el cual es función de la temperatura media mensual (kt) y del estado de desarrollo del cultivo (Kc), por lo que:

$$k_i = k_{ti} \quad (\text{kci}) \quad (\text{ecuación 3})$$

El coeficiente de temperatura (kt) se calcula así:

$$k_{ti} = 0.03144T_i + 0.2396 \quad (\text{ecuación 4})$$

El coeficiente de cultivo (kc) varía a lo largo del ciclo de acuerdo al porcentaje de desarrollo del cultivo, y puede ser obtenido en tablas específicas.

Grassi (9), al discutir sobre los métodos de medición de evapotranspiración, dice que esta fórmula ha dado valores superiores en condiciones de bajas exigencias evapotranspiratorias (menos 5mm/día) y valores inferiores con altas exigencias (más de 5 mm/día).

IV.11.3. Método de Hargreaves

Grassi (9) indica que la fórmula de Hargreaves permite calcular el uso consuntivo mensual en función de la temperatura media, la humedad relativa media al medio día y la duración del día, la cual depende de la latitud. En 1966 el Autor introdujo factores adicionales de corrección de la fórmula y una tabla que incluye coeficientes para tener en cuenta el efecto del cultivo.

En unidades métricas y con temperatura en °C, la fórmula es:

$$E_{ti} = 17.37 k_i \cdot d_i \cdot t_i (1.0 - 0.01 H_{ni}), \text{ y}$$

$$N_{hi} = 1.0 + 0.4 H_{Ri} + 0.004 H_{Ri}^2$$

donde:

- k_i = Coeficiente del cultivo
- d_i = coeficiente mensual de duración del día
- t_i = temperatura media mensual
- H_{ni} = humedad relativa media al medio día
- H_{Ri} = humedad relativa media mensual
- i = 1, 2, ..., n meses

El coeficiente "di" está relacionado con el "pi" de Blaney-Criddle, por lo que: $d_i = 0.12 p_i$.

Como la fórmula fue desarrollada para condiciones meteorológicas medias, el mismo Hargreaves en 1966 propuso las siguientes modificaciones para mejorar los resultados.

a) Para el efecto de la velocidad del viento hay que aumen

tar o disminuir los resultados en un 9% por cada 50 Km/día de aumento o disminución con respecto a 100 KM/día, correspondientes a las condiciones de obtención de la fórmula.

b) Como la fórmula se obtuvo con una insolación del 90%, para situaciones diferentes hay que aplicar las correcciones siguientes:

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

c) Con relación a la altitud los resultados deben aumentarse en 1% por cada 100 m de elevación a partir de los 150 m correspondientes a las condiciones de creación de la fórmula.

A este método se le nombrará Hargreaves-FAO en este trabajo de tesis.

En 1983 George H. Hargreaves desarrolló un nuevo método en el cual debe calcularse primero la evapotranspiración potencial, la que multiplicada por los coeficientes del cultivo (Kc), nos da la evapotranspiración real; es decir:

$$E_{Tr} = E_{Tp} \times K_c \quad (\text{ecuación 1})$$

donde:

E_{Tr} = Evapotranspiración real

E_{Tp} = evapotranspiración potencial

K_c = coeficiente que depende de la etapa de desarrollo del cultivo. Hargreaves recomienda para este método utilizar los coeficientes de la FAO (6).

La evapotranspiración potencial (ETp) se calcula así:

$$ETp = 0.0075 \times RS \times T^{\circ}F \quad (\text{ecuación 2})$$

donde:

ETp = evapotranspiración potencial (cm)

T[°]F = temperatura media en °F

RS = parámetro que está en función de la temperatura máxima y mínima absolutas

$$RS = 0.165 \times RA \times TD^{0.5} \quad (\text{ecuación 3})$$

donde:

RS = Radiación extraterrestre expresada en mm/día de evaporación de acuerdo a la latitud.

TD = Diferencia entre la temperatura máxima y la mínima absolutas, expresadas en °C.

En este documento este método será nombrado como Hargreaves modificado.

IV.11.4. Método de evaporación del tanque

Según Grassi (9), las medidas de evaporación de una superficie libre de agua en un tanque evaporímetro - (Ev) integra los efectos de los diferentes factores meteorológicos que influyen en la evapotranspiración. Algunos estudios de correlación de diferentes cultivos y períodos del ciclo vegetativo han permitido obtener coeficientes para estimar evapotranspiración potencial (ETp) en función de la evaporación de una superficie libre de agua (Ev). Así:

$$Etp = Ev.k$$

donde "k" es el coeficiente de ajuste adimensional, que es función de la velocidad del viento, la humedad relativa media mensual y del tipo de cobertura vegetal alrededor del tanque.

La evapotranspiración real se puede obtener al multiplicar la Etp por un coeficiente de cultivo, que puede ser el del Servicio de Conservación de Suelos o de la Curva Única de Hansen.

Se han ensayado tanques de diferentes características, en cuanto a tamaño, color, ubicación y nivel con respecto al terreno. Para el presente trabajo de tesis se utilizó un tanque cuyas características principales son: diámetro de 1.22m; 0.25m de altura real utilizable; con una capa de insulación de 0.04m que tiene la función de aislante con respecto al lugar donde repose; de color antirefractario de la radiación solar y temperatura; compuesto de un material de fibra especial de polyester que evita los cambios bruscos de temperatura haciendo que el agua permanezca sin variar con respecto a la ambiental; y colocado sobre la superficie del suelo. Cabe señalar que este tanque por razones de seguridad no fue colocado en el lugar donde se realizó el experimento.

IV.12. Costos de producción y rentabilidad

Esta parte está dedicada a determinar la rentabilidad de cada una de las seis frecuencias de riego, pero para su explicación entraremos a discutir ciertos conceptos importantes. Se hace énfasis en que se desarrolla a nivel de experimento.

Partiendo de que la administración de empresas persigue hacer el mejor uso de los recursos productivos, es decir, colocar éstos en donde resultan más rentables (racionalización), conocer los costos de producción viene a constituir un aspecto fundamental para alcanzar este objetivo (8).

Todo productor para obtener un bien a determinado plazo, se ve obligado a dar algo ya sea en efectivo o en especie, ese algo es lo que constituye el costo.

Las consideraciones anteriores llevan entonces a señalar que el "costo de producción" es uno de los elementos importantes en la administración de empresas; es más, un costo debidamente estructurado incluso hasta puede substituir lo que se conoce como un plan de trabajo, pues tal como se plantea puede definirse como "todo un conjunto de información ordenada en razón de cómo se realizan las operaciones de una empresa en términos cuantificables" (8).

IV.12.1. Estructura del costo de producción

Para estructurar un costo en la empresa agrícola, se presentan varias situaciones o alternativas: establecerlo por cultivo en forma separada; considerar todos los cultivos en conjunto, o bien considerar todos los renglones productivos de la finca como sería el caso de una explotación diversificada (8).

Optamos por señalar lo más fácil y de allí partir hacia lo que podría ser más complicado, optamos pues, - por estimar los costos por hectárea. Claro está que los datos de un costo estimado por hectárea como información de referencia tiene sus limitaciones, como para aplicarse a extensiones muy grandes, esto tomando en cuenta la "ley de rendimientos decrecientes", pues a mayor porcentaje cultivado, se manejan volúmenes más grandes de producción y consecuentemente se registran costos unitarios más bajos. De todas maneras el costo por hectárea es un indicador muy interesante (8).

IV.12.1.1. Información general

Para estructurar un costo de producción por hectárea, se señalan como puntos de información general los siguientes:

- a) Nombre del cultivo
- b) variedad
- c) lugar y fecha
- d) altura sobre el nivel del mar
- e) Nombre de la persona o técnico que preparó el costo

- f) con riego o sin riego
- g) Grado de tecnología.

Cabe señalar que para que un costo sea aprovechable en toda su magnitud, debe mantenerse actualizado, aquí radica la importancia de la fecha, máxime si se toma en cuenta que los precios de algunos insumos son fluctuantes. En cuanto al lugar es importante desde el punto de vista de la aplicación que se le dé al costo para regiones que tienen condiciones similares; claro está, entre más distante sea la región a la cual se quiere aplicar el costo de referencia, será menos funcional. Un costo de producción de maíz para el altiplano no se puede utilizar en forma completa para plantaciones de la costa. Si el costo se establece en condiciones bajo riego, también es lógico que muestre diferencias apreciables con respecto a un costo en el que no se aplique (8).

IV.12.1.2. Información específica del costo

Los aspectos específicos constituyen la información cuantitativa y cualitativa del costo. Se agrupan en tres bloques: costos directos, costos indirectos y eventualmente según sea el caso, costos de comercialización.

- Costos directos

Reciben este calificativo todos aquellos renglones que tienen incidencia directa en la producción y que por lo tanto no se puede prescindir de ellos sin que repercuta en bajas del rendimiento. Así tenemos en su orden:

preparación del suelo, siembra, cuidados culturales y cosecha. Contiene además, los insumos, el equipo, instalaciones, etc. Para esta investigación se incluyen el costo por la aplicación de riegos y el costo de la energía eléctrica, relevantes para la misma en su manifestación en los diferentes intervalos de riego.

Costos indirectos

Los costos indirectos se derivan de los directos, en razón de que generalmente son porcentajes de éstos, así: renta, gasto de energía eléctrica, administración, imprevistos, prestaciones y finalmente intereses.

Costos de Comercialización

Estos tienen lugar cuando se trata de agricultores que llevan su producto al mercado. Comprende: los gastos por concepto de la preparación previa del producto para la venta, como lavado, clasificado y empaque; luego transporte, viáticos de la persona encargada de realizar el negocio, contribuciones municipales, comisiones, impuestos aduanales según sea vendido el producto en el exterior y demás gastos en que se incurren en este aspecto.

El cuadro 49 del apéndice muestra en detalle todos los pormenores de los costos de producción y rentabilidad en el cultivo del Tabaco a nivel experimental, para seis frecuencias de riego, haciendo la salvedad de que lo interesante es medir la influencia del mismo sobre el rendimiento enfocado como insumo partícipe directo del costo de producción.

Conviene hacer un corto comentario en relación con algunos renglones específicos del costo:

- a) Renta de la tierra: La renta de la tierra es el pago por el uso de este recurso.
- b) La administración: Es un costo que se asume, corresponde a quien dirige la explotación que puede ser el propio agricultor u otro si así se requiere, se estima en un 5 a 10% sobre costos directos dependiendo de la magnitud de la empresa y del ciclo del cultivo.
- c) Los imprevistos: Este renglón por lo general encierra como su nombre lo indica, todos aquellos gastos que surgen de última hora. El costo por concepto de imprevistos puede estimarse de 3 a 10% sobre los directos.
- d) Las prestaciones: Está constituido este renglón por aquellos gastos por concepto de raciones, servicios globales de la finca, séptimos días y cuota del IGSS. Específicamente en lo que se refiere al IGSS se considera del 2.5-3% sobre los salarios o jornales, es obligatorio para las empresas con más de tres trabajadores y opcional para los que tengan menos.
- e) Los intereses: Constituyen el pago por el uso de capital. A este respecto cabe señalar que actualmente los agricultores dedicados al cultivo de granos básicos tienen a su alcance los servicios de los Promotores Agrícolas y BANDESA en lo que se refiere a asistencia técnica y crediticia. Las tasas de interés fijadas por esta institución son del 5% anual para granos básicos y del 8% para otros cultivos. Para el cultivo del tabaco empresas privadas como la TACASA y TANSA proporcionan la asistencia técnica y crediticia.

IV.12.2. Los ingresos

Los ingresos plantean el mismo problema de los costos; pueden establecerse en función de todos los renglones productivos de la finca o bien por cultivo. Para tener un dato más o menos exacto del grado de rentabilidad de una explotación, es conveniente considerar tanto lo que sale para el mercado como lo que queda para el consumo de la finca, asumiendo que de no contar con esos bienes que se destinan hacia dicho consumo, habría que comprarlos. Los ingresos pues, se derivan de la producción, la cual es estimada en base a la información que existe en la finca cuando se trata de un costo que se establece antes de iniciar la explotación, de lo contrario, se toma el dato real al cual se le estima un precio de acuerdo a la situación del mercado que multiplicado por el volumen de producción arroja el ingreso bruto, menos costo total de producción es igual al ingreso neto o utilidad. En el presente estudio se consideró un precio de Q2.09 por kilogramos de tabaco al 13% de humedad.

IV.12.2.1. El ingreso neto y la rentabilidad

El ingreso neto o utilidad no es más que una cifra que en términos absolutos muestra la cantidad de dinero percibido en un determinado plazo por concepto de ganancias. Con este tipo de datos se procede a determinar la rentabilidad, la cual se obtiene dividiendo el ingreso neto dentro del costo multiplicado por 100. Se le conoce también como índice de rentabilidad y muestra la cantidad de quetzales por concepto de ganancias por cada 100 invertidos (8).

ALGORITMO V

La rentabilidad como se ha dicho, es un índice cuya interpretación debe hacerse en función del tiempo.

habitu al de los datos utilizados

Concretamente, una rentabilidad ya por encima del 20% que permita ocupación permanente a los agricultores, puede considerarse adecuada (8).

V. METODOLOGIA

V.1. Descripción general de la unidad

La Unidad de Riego "El Progreso" está localizada en la cabecera departamental de Guastatoya; fue construida en el año 1971, a un costo de Q117,210.00. La operación del sistema se inició en marzo de 1972.

Tiene un área de diseño de 115 ha, un área potencial de 128 ha, irrigándose actualmente entre 70 y 87 ha. El agua proviene del río Guastatoya. Los cultivos predominantes son: tabaco, chile, tomate, pepino, pastos, cebolla, maíz y frijol.

La mayoría de sus suelos son franco-arcillo-limoso. La calidad del agua para riego está clasificada como C₂S₁ (mediana calidad) según el estudio de Caracterización y Diagnóstico de Sistemas de Cultivos I y II de la Facultad de Agronomía (26). Posee salinidad media y contenido bajo de sodio. La topografía es generalmente ondulada con pendientes del 3 a 10%.

V.1.1. Factores geográficos

La Unidad se encuentra a 73 km de la ciudad capital, al nor-orienté de la misma. Está localizada entre las coordenadas 14° 51' latitud norte y 90° 04' longitud oeste. La altitud es de 516.9 m.s.n.m.

V.1.2. Factores climáticos

El clima predominante es cálido seco, de estepa;

con invierno moderado y seco. Por el hecho de ser un valle encerrado por las montañas actúan como una cortina rompevientos; siendo ésto el motivo de que las lluvias se presenten cortas y de gran intensidad durante el invierno que sucede entre mediados de abril y finales de octubre. Durante el resto del año no se registran lluvias, siendo por tanto un verano totalmente seco. Los datos de temperatura, precipitación y humedad relativa son:

Temperatura: Máxima----- 40°C
Mínima----- 15°C
Promedio----- 27.4°C

Precipitación pluvial anual: 857.04 mm

Humedad relativa:

Máxima----- 75%
Mínima----- 60%
Promedio----- 67%

V.1.3. Factores edáficos

Los suelos del valle son aluviales, con un perfil no diferenciado y su formación está determinada por factores locales como sedimentación, transporte, etc.

Físicamente son suelos de textura franco-arcillo-limosa, casi en su totalidad, con una pequeña área arcillosa; son profundos con buen drenaje interno y externo; reacción que va de moderada alcalina a alcalina (pH de 7.3 a 8.5). El contenido de materia orgánica varía de 5.11% en los primeros 30 cm y de 0.55% de los 30 a 90 cm.

V.2. Aspectos agronómicos

V.2.1. Cultivo evaluado

El cultivo evaluado en la presente investigación fue el tabaco (Nicotiana tabacum L.), tipo Burley, variedad KY-17. Esta variedad fue seleccionada por ser popular en la región y además por tener como características principales: buen rendimiento, resistente a enfermedades como Fusariosis, Pata Negra y al Mosaico, así como mediana resistencia a la sequía. Presenta una altura promedio de 1.31 m con una producción de 21 hojas por planta y un rendimiento potencial de 52 quintales por manzana (rendimiento experimental).

V.2.2. Método de riego

Se utilizó el método de riego por surco, ya que es el que se acostumbra en la región, derivando el agua del canal de conducción por medio de una bomba accionada por un motor de gasolina de 3 H.P. (caballos de fuerza) con un diámetro de salida de 2", conectada a una tubería de polyducto del mismo diámetro y aforada a una revolución constante. La tubería se colocó al principio del surco, evitando la hechura de tomas secundarias. Los surcos estaban distanciados a un metro y una distancia entre plantas de 0.6 metros; lo cual daba una densidad de siembra de 17,142 plantas/ha.

A cada una de las parcelas se les levantó bordos para evitar desbordamientos. Según el número de surcos que fueron 8, así se les distribuyó el tiempo de riego para cada parcela.

El experimento fue orientado al nor-este.

V.2.3. Criterio para aplicar los riegos

Para la adaptación de los intervalos entre riegos, se partió de dos criterios: primero que los agricultores de la región acostumbran a regar cada 8 días; y segundo que en recientes investigaciones sobre Frecuencias y Láminas de Riego patrocinadas por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos, se ha determinado que a frecuencias de menos de 8 días se arrojan resultados muy similares o de diferencia no significativa estadísticamente. Por lo anterior se tomó la frecuencia de riego de cada 8 días como testigo y 5 frecuencias con intervalo más largo, quedando de la manera siguiente: 8, 12, 16, 20, 24 y 28 días, las que se identificaron como F-8, F-12, F-16, F-20, F-24 y F-28 respectivamente. Esta investigación está enmarcada hacia la determinación del efecto de una ampliación del intervalo de riego sobre el cultivo y así mejorar el uso del agua pero con base en el manejo tradicional del riego en la región por parte de los agricultores, sin embargo, no considera los requerimientos teóricos de humedad por parte del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas.

V.2.4. Manejo del cultivo

El cultivo se manejó de acuerdo a las recomendaciones del Manual sobre el Cultivo del Tabaco "Burley" de la Tabacalera Nacional S.A. (4); a las experiencias de los tabaqueros de la zona y al criterio profesional del autor.

En cuanto a fertilización se tomaron las recomendaciones del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (I.C.T.A.)

V.2.4.1. Variedad

Se sembró la variedad KY-17, tipo Burley - (tabacos claros curados al aire).

V.2.4.2. Almácigo o semillero

Para el almácigo se preparó primero una cama de 11 m de largo, 1 m de ancho y 20 cm de alto. Se pulverizó bien el suelo hasta dejarlo bien mullido y se desinfectó. El 23 de noviembre de 1984 se sembró diluyendo 5g de semilla en dos regaderas uniformizando la semilla en toda la cama del semillero. Se debe aclarar - que esta época no es la acostumbrada para sembrar en la región, pues las condiciones ambientales, en especial la temperatura no es la adecuada para el cultivo, que se reciente con temperaturas de 14°C o menos, por lo que a criterio del autor hubo necesidad de modificarla por medio de la - construcción de un invernadero rústico. El mismo consistió en el cubrimiento del semillero con duroport con una - altura de 30 cm y una longitud igual al largo del semillero de 11 m, sostenido y adherido por medio de estacas con alambre de amarre. Formándose así una especie de cajón rectangular, con dos partes de 0.3 x 11 m y dos de 0.3 x 1 m. Además se cubrió con plástico adherido a la base del duroport de una de las partes más largas y con cierre en la base del duroport de la parte opuesta más larga por medio de alambre de amarre. Sus dimensiones eran de 1.6 m x 11.6 m.

El mecanismo del mismo consistió en cubrir el semillero totalmente con el plástico en las horas frías (principalmente en la noche) quitándose en las primeras horas

de la mañana. Para evitar el propiciar enfermedades fungosas por la combinación de alta temperatura y alta humedad se aplicaron fungicidas preventivos en el agua de -riego. A los 20 días se aplicó un fertilizante foliar y materia orgánica desinfectada (turba que comercialmente se conoce como Biofert). Durante todo el período se mantuvo control sobre el mal del talluelo (Fusariosis) e insectos mediante la aplicación periódica de fungicidas e insecticidas por lo que la incidencia del mal del talluelo fue baja. Se le aplicaron dos riegos profundos en las primeras etapas (diciembre de 1984), pero a inicios del mes de enero de 1985 se le redujeron a uno diario hasta llegar a tres por semana para robustecer las raíces de -las plántulas y prepararlas para el transplante. Se le hizo también un raleo en las partes en donde había mayor cantidad de plantas, dejándolas distanciadas a 5 cm entre sí.

V.2.4.3. Preparación del terreno

La preparación del terreno consistió en una aradura y dos pasadas de rastra pesada. Se efectuó un surqueado con una pendiente de 0% (a nivel).

V.2.4.4. Transplante y resiembra

El transplante se realizó el 20 de enero de 1985 en las horas de la tarde. Ese mismo día se regó antes del transplante.

Se le aplicaron 4 riegos generales además del

riego del transplante para asegurar el pegue de las plántulas.

Los riegos generales siguientes al transplante se efectuaron con un intervalo de 4 días entre los mismos.

La resiembra se realizó del 24 al 29 de enero, con el objeto de asegurar una población de 60 plantas por parcela útil.

V.2.4.5. Método de siembra y distanciamiento

Se surqueó a un metro y se sembró a una distancia entre plantas de 0.6m, para así tener una población de 17,142 plantas/ha.

V.2.4.6. Control de plagas y enfermedades

Para ello se aplicó semanalmente una mezcla de fungicidas e insecticidas como control preventivo. En todo el ciclo del cultivo no se detectaron enfermedades, y éste podría ser uno de los puntos más importantes en los cuales se base el cultivar tabaco en dicha época.

V.2.4.7. Control de malezas

Para controlar las malezas se hicieron 12 limpiezas y aporques, con el fin de determinar el efecto de la frecuencia y lámina de riego sobre el cultivo, así como su verdadera evapotranspiración sin ningún elemento más que el cultivo y el agua. Las limpiezas se realizaron con azadón cada semana.

V.2.4.8. Fertilización

La fertilización se efectuó de acuerdo a la recomendación del laboratorio de Suelos del ICTA. Se aplicó 2.5 quintales de 46-0-0 y 2 quintales de 0-0-60 por manzana 8 días después del transplante; y 46-0-0 (1.5 quintales/Mz) 30 días después del transplante.

V.2.4.9. Cosecha

La cosecha se efectuó en 3 cortes. El primero el 14 de abril; el segundo el 25 de abril y el tercero el 5 de mayo de 1985.

V.3. Análisis y determinaciones previas

V.3.1. Análisis químico del suelo

Para este análisis se efectuó un muestreo de suelo con 6 submuestras para formar una muestra compuesta, la cual fue enviada posteriormente al laboratorio de Suelos del ICTA. Este análisis se hizo para tener recomendaciones en cuanto a fertilización.

El cuadro 1 muestra los resultados dados por el laboratorio.

Cuadro 1. Análisis químico del suelo

pH	Microgr/ml		Meq/100 ml suelo		Observaciones
	P	K	Ca	Mg	
7.2	23	73	14.7	6.42	(1)

FUENTE: Laboratorios de suelos del ICTA.

(1) Mediana presencia de sodio.

Sin embargo el laboratorio no reporta exactamente cuál es la cantidad de sodio existente en los suelos, debido al tipo de análisis realizado, por lo que no puede estimarse el efecto de sales sobre la disponibilidad de agua en el suelo.

El cuadro 1 indica que el suelo se puede clasificar como ligeramente alcalino por presentar un pH de 7.2. Debe aclararse que los valores expresados en mg/lt, mcg/ml, mg/g y meq/100 ml son equivalentes a partes por millón. Por lo tanto si los niveles críticos de fertilidad para el tabaco son de 40 ppm de N 30 ppm de P y 110 ppm de K y el laboratorio nos reporta valores de 0, 23 y 73 ppm respectivamente, se considera y clasifica al suelo como DDD (deficiente para los tres microelementos). El laboratorio ya ni siquiera reporta al N porque la mayoría de los suelos de Guatemala son deficientes del mismo, por lo que ya no lo analiza. Con respecto al Ca y Mg por ser su relación 2:1 se considera adecuada.

V.3.2. Determinación de densidad aparente

Para determinar la densidad aparente se usó el método del plástico, el cual consiste en abrir una calicata e ir formando gradas con alturas que correspondan a los estratos que se van a muestrear. Para este caso se formaron gradas de 30 cm de altura. En las gradas formadas se abrieron agujeros con dimensiones determinadas (15x15x10 - cms) y el suelo extraído se colocó en una bolsa plástica para pesarlo y secarlo posteriormente. El volumen se determinó colocando nylon delgado en el agujero, a manera que se pegara bien a las paredes, y echando agua hasta llegar a los bordes, midiendo la cantidad de agua que se va echando. El suelo extraído se pesó con el contenido de humedad que tuvo al momento de realizar la prueba. Luego se tomó una muestra para secarla al horno y así determinar el peso del suelo seco, lo cual se hizo por el método gravimétrico. La densidad aparente es dada por la relación existente entre el peso del suelo seco extraído del agujero y el volumen de agua que ocupó en el mismo.

Para determinarla se escogió un área dentro del lote experimental y se siguió el método propuesto por Withers y Vipond y el Servicio de Conservación de Suelos (27). Se muestreo dos veces diarias durante 5 días. El contenido de humedad de las muestras se obtenía por el método gravimétrico.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de esta prueba, así como la textura y capacidad de campo de los estratos estudiados.

Cuadro 2. Textura, densidad aparente y capacidad de campo de los estratos estudiados

Estrato (cm)	Textura (1)	Densidad aparente	Capacidad de campo
0-30	Franco arcilloso	1.2592	32.848*
30-60	Arcilla	1.1457	32.807*

(1) Determinada en el laboratorio de suelos del ICTA.

El punto de marchitez permanente se estimó dividiendo la capacidad de campo por el factor 2 (léase la parte de Punto de marchitez permanente y métodos para determinarlo).

V.4. Manejo del experimento

V.4.1. Trazo del experimento

Después de la preparación del terreno se procedió a trazar el experimento. En cada parcela quedaron 8 surcos distanciados a un metro, con una longitud de 7 m. El área del ensayo fue de 1,700 m² (50 x 34 m) y el área experimental de 1,176 m², figura 22 del apéndice.

V.4.2. Descripción del suministro de riego, determinación de la evapotranspiración y evaporación

Al momento del transplante se regó uniformemente el experimento para proporcionarle a las plántulas las condiciones más adecuadas para su establecimiento. Luego se le dieron 4 riegos generales a los 4, 8, 12 y 20 días después del transplante. A partir de este último riego se iniciaron los tratamientos (frecuencias).

Para determinar la humedad que poseía el suelo se empezó con la toma de muestras de suelo; para lo cual se tomaron 3 muestras por estrato por parcela, en lugares representativos. Esto se hizo 24 horas antes del riego, utilizándose el método gravimétrico para así calcular la lámina a aplicar. Además se procedió a tomar muestras de suelo 48 horas después del riego. La toma de muestras se realizó con un barreno tipo gusano en los estratos de 0-30 y de 30-60 cm. Se pesaron las cajas llenas de la muestra de suelo sin secar y se transfirieron a un horno por 24 horas a una temperatura de 105-110°C (contempla las muestras antes y después del riego). Las 24 horas que pasaron las muestras en el horno era para lograr un peso constante.

El método gravimétrico reporta la siguiente ecuación para la determinación de humedad para cada estrato "i" así:

$$Psi = \frac{Pshi - Pssi}{Pssi} \times 100 \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

- Psi = % de humedad para el estrato "i"
- Pshi = Peso del suelo húmedo para el estrato "i"
- Pssi = Peso del suelo seco para el estrato "i"

También se obtuvo la evapotranspiración para un período determinado y la total para el ciclo del cultivo, calculándose los porcentajes de humedad de los estratos de 0-30 y de 30-60 cm de la siguiente forma:

$$D\psi_i = \psi_{idr} - \psi_{iar} \quad (\text{ecuación 2})$$

donde:

$D\psi_i$ = Diferencia de humedad para el estrato "i" en %
 ψ_{idr} = % de humedad después del riego estrato "i" en %
 ψ_{iar} = % de humedad antes del riego subsiguiente estrato "i" en %

Entonces:

$$L_i = D\psi_i \times D\psi_i \times X \cdot pr \quad (\text{ecuación 3})$$

donde:

L_i = lámina consumida en un período determinado (en cm) para el estrato "i"

$D\psi_i$ = densidad aparente del estrato considerado (en g/cc)

pr = profundidad radicular del estrato considerado (30 cm).

Esta fórmula se aplicó para cada uno de los estratos considerados, para luego sumar las láminas de los dos estratos. Entonces la evapotranspiración se obtuvo de la siguientes ecuaciones:

$$ET_j = \sum_{i=1}^n L_i \quad (\text{ecuación 4})$$

donde:

ET_j = Evapotranspiración en un período determinado

n = número de estratos

La evapotranspiración total para el ciclo del cultivo se determinó con la siguiente ecuación:

$$ETt = \sum_{j=1}^m ETj \quad (\text{ecuación 5})$$

donde:

ETt = Evapotranspiración total para el ciclo del cultivo

m = número de períodos muestreados

Determinación de la cantidad de agua a aplicar.

La fórmula utilizada para determinar la lámina de auxilio se expresa así:

$$Lai = \frac{Pscci - Psari}{100} \times Dapi \times Pr \quad (\text{ecuación 6})$$

donde:

Lai = lámina de auxilio (cm) para el estrato "i"

Pscci = Porcentaje de humedad a capacidad de campo para el estrato "i"

Psari = Porcentaje de humedad antes del riego para el estrato "i"

Dapi = Densidad aparente del estrato (g/cc) para el estrato "i"

Pr = Profundidad del estrato (30 cm)

Por lo que la lámina consumida en el período es: (Lj)

$$L_j = \sum_{i=1}^n L_{ai} \quad (\text{ecuación 7})$$

n = número de estratos

...Y la lámina total consumida en el ciclo del cultivo (LT) es:

$$LT = \sum_{j=1}^m L_j \quad (\text{ecuación 8})$$

m = número de períodos

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

$$Vol = A \times L_j \quad (\text{ecuación 9})$$

donde:

Vol = volumen de agua requerido (m³)

A = Area de cada parcela (m²)

L_j = Lámina consumida en el período (m)

Conocido el caudal al final de la tubería (por medio de un aforo), se procedió a calcular el tiempo de riego por parcela; dividiéndose éste entre el número de surcos, se obtuvo el tiempo de riego por surco de la siguiente manera:

$$Tr = \frac{Vol}{Q} \quad (\text{ecuación 10})$$

donde:

Tr = tiempo de riego (minutos)

Vol = volumen de agua requerido (m³)

Q = caudal de descarga de la tubería (m³/Mints)

La evaporación se determinó por medio de lecturas efectuadas en el tanque evaporímetro; las que se tomaban a las 6:00 a.m. y 6:00 p.m. de cada día, que proporcionaban una lámina evaporada en mm para períodos de 12 horas (día y noche). Este control se llevó permanentemente desde el día del transplante hasta la última medición de evapotranspiración en el campo.

Las características del tanque evaporímetro están contempladas en la sección IV.11.4. Método de evaporación del tanque.

Para mantener la cantidad necesaria del agua para las mediciones, la misma era respuesta periódicamente hasta llegar a un nivel de 5 cm antes de que se llenara nuevamente el tanque de evaporación.

V.4.3. Diseño experimental

En la presente investigación la variable estudiada fue la humedad, y tomando en consideración que el terreno era inclinado en un sentido, se estableció como adecuado utilizar un diseño experimental de bloques al azar. Reyes en 1982, indica que se puede utilizar este diseño cuando se tenga un solo gradiente, y en este caso el único gradiente fue la pendiente (22).

Por tanto se tienen 6 tratamientos (8 - 12 - 16 - 20 - 24 y 28 días) con 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 experimental (22).

V.4.4. Parcela o unidad experimental

- Area del ensayo -----	= 1,700 m ²
- Area útil del ensayo-----	= 1,176 m ²
- Area de cada parcela experimental-----	= 49 m ²
- Area útil de cada parcela experimental---	= 36 m ²
- Número de parcelas-----	= 24
- Distancia entre parcelas-----	= 1.6 m
- Distancia entre bloques-----	= 2 m
- Número de surcos por parcela-----	= 8
- Densidad de siembra: 84 plantas/parcela neta	
60 plantas/parcela útil	

En la figura 22 del apéndice puede observarse el plano general del experimento.

V.4.5. Variables de respuesta

Las variables de respuesta consideradas fueron:

1. Rendimiento en kg/ha
2. Número de plantas vivas al final del ciclo
3. Altura de planta en m
4. Area foliar en m²/ha
5. Número de hojas cosechadas por parcela
6. Humedad foliar a la cosecha en %
7. Materia seca de la lámina foliar a la cosecha en %
8. Porcentaje de nicotina en el período vegetativo in termedio, al inicio de la floración y al final del ciclo del cultivo (cosecha)

Para eliminar el efecto de borde, las variables de res puesta fueron medidas dentro de la parcela útil, utilizá ndo se los 6 surcos centrales, con 60 plantas en 36 m^2 .

Las mediciones de las variables de respuesta fueron - realizadas en la siguiente forma:

- a) Rendimiento: Se pesó a todas las hojas cosechadas por parcela y calculó su peso por ha.
- b) Plantas vivas: Se contaron el número de plantas vivas al final del ciclo del cultivo (última cosecha)
- c) Altura de plantas: Se midieron todas las plantas vivas por parcela en metros y luego se promediaron, para obte ner una altura promedio por parcela.
- d) Area foliar: A todas las hojas cosechadas se les aplicó mediciones métricas, utilizándose una longitud y tres an chos promediados; todo ésto en metros. Multiplicándose estas lecturas dieron como resultado una medición en me- tros cuadrados por parcela. Luego se calculó el área fo- liar por hectárea.
- e) Número de hojas: Se contaron todas las hojas cosechadas por parcela.
- f) Humedad foliar: De todas las hojas cosechadas se cortó una porción uniforme, la cual se pesó y en papel aluminio se transfirió a un horno por 24 horas con una temperatu- ra de 105°C ; por el método gravimétrico se determinó el % de humedad.
- g) Materia seca: Se obtuvo a partir del contenido de hume- dad, con respecto al 100% del peso de la muestra sin se- car.
- h) Porcentaje de nicotina: Se obtuvo cortando las últimas hojas superiores haciendo un total de 100 g por muestra

(parcela) y enviándose al laboratorio del departamento agrícola de la Tabacalera Nacional S.A. Para lo anterior se hicieron 3 cortes de hoja: en el período vegetativo intermedio o de rápido crecimiento (49 días después del trasplante); en el período de floración (70 días después del trasplante) y al final de la cosecha (93 días después del trasplante).

La forma en que se midió el % de materia seca se justifica porque según conversaciones sostenidas con el Ingeniero Químico Luis Eduardo Reyes, Jefe del laboratorio del Departamento Agrícola de la Tabacalera Nacional S.A., la forma en que dicha institución determina el % de materia seca es por medio de muestras foliares que son transferidas en cajas de aluminio a un horno por 15 horas a 100 grados C. Según la información, el tiempo que permanezca la muestra en el horno (a más de 15 horas) no influye significativamente en el contenido de humedad removido. Además si el papel aluminio actúa como sustituto de las cajas de aluminio funciona eficientemente, es decir no desnaturaliza la muestra (carbonizada) las lecturas son confiables, como es el caso de esta determinación.

La forma en que se midió el área foliar se justifica porque según comparaciones realizadas por el Autor por medio de una escala constituida en cuartos de centímetro cuadrado, las lecturas hechas con una longitud y el promedio de 3 anchos no se aleja significativamente una de otra medición.

Se han realizado algunos trabajos sobre mediciones de área foliar como el caso de Maldonado, S. (17).

V.4.6. Métodos de análisis de resultados

Los resultados de las variables de respuesta se analizaron por medio de un análisis de varianza y - prueba de Tukey al 1 y al 5% de significancia.

La parte correspondiente a evapotranspiración se analizó utilizando las pruebas de "t" de medias apareadas o de - Student, correlación y regresión lineal simple entre la eva potranspiración medida para cada tratamiento y la estimada por las fórmulas de Blaney-Criddle, Hargreaves y tanque eva porímetro.

El estudio de correlación y regresión se utilizó para determinar si la pendiente de la recta se aproxima a 1 y ver la necesidad de ajustar fórmulas si los coeficientes son altos.

Se analizó únicamente el modelo lineal debido a que es el único que indicará adecuadamente si existe una relación funcional adecuada. Los otros modelos no interesan para el presente trabajo.

Para el estudio de correlación se utilizó la prueba de t y para regresión la prueba de F, con un nivel de significancia de 1 y 5%.

La evaluación económica de los tratamientos se efectuó a través del análisis de los costos de producción y rentabilidad (a nivel experimental).

VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Para una mayor facilidad en la presentación y discusión de los resultados, este capítulo se ha dividido en cuatro partes: la primera comprende los aspectos agronómicos o variables de respuesta por medio de las cuales se evaluó el efecto de los tratamientos; la segunda comprende el uso del agua; la tercera se refiere a la determinación del grado de adaptabilidad en el área de la evapotranspiración calculada por medio de fórmulas; y la cuarta se refiere a la evaluación económica de los diferentes tratamientos.

En los análisis de varianza para las variables de respuesta y en las pruebas de Tukey se utilizó la prueba de F y t respectivamente, con un nivel de significancia de 5 y 1%.

La razón por la cual en la prueba de Tukey de algunas variables de respuesta aparezca únicamente una hilera de líneas indicadoras de qué tratamientos son estadísticamente iguales es porque los niveles de significancia de 0.05 y 0.01 coinciden en sus comparaciones.

VI.1. Aspectos agronómicos o variables de respuesta

El el cuadro 3 se presentan los resultados promedio obtenidos en cada una de las variables de respuesta evaluadas.

CUADRO 3. Resultados promedio de las variables de respuesta evaluadas

Tratamiento	R	P.V.	h	A.F.	H	H.F.	M.S.	N.1	N.2	N.3
F-8	11246.86	60.00	1.072	32803.72	1662.50	85.89	14.10	1.36	1.33	1.17
F-12	8452.02	59.00	0.685	21017.15	1399.00	85.55	14.44	1.78	1.43	1.14
F-16	6997.31	55.75	0.695	18746.50	1331.50	83.24	16.76	1.80	1.81	1.25
F-20	7847.27	51.00	0.720	18080.70	1245.50	85.12	14.87	1.79	1.39	1.30
F-24	3270.27	50.75	0.407	9748.82	947.00	84.97	15.03	1.85	1.64	1.28
F-28	3486.26	50.75	0.462	9517.52	879.00	84.44	15.55	1.99	1.48	1.37

- R = Rendimiento en kg/ha
 P.V. = Plantas vivas al final del ciclo
 h = Altura de planta en m
 A.F. = Area foliar en m²/ha
 H = Número de hojas/parcela
 H.F. = Humedad foliar en %
 M.S. = Materia seca en %
 N.1 = Nicotina en el período vegetativo intermedio en %
 N.2 = Nicotina en el período de floración en %
 N.3 = Nicotina en la cosecha en %

VI.1.1. Rendimiento

En el cuadro 1 del apéndice están contenidos los resultados organizados por tratamiento y repetición del rendimiento de kg/ha.

Según el análisis de varianza para el rendimiento que se encuentra en el cuadro 2 del apéndice, la diferencia que existe entre tratamientos es significativa y altamente significativa. La prueba de Tukey, cuadro 3 del apéndice, presenta el tratamiento F-8 como el mayor rendimiento; a los tratamientos F-12, F-20, y F-16 sin diferencia estadística pero inferiores al anterior, seguidos por los tratamientos F-28 y F-24 que presentan igualdad estadística pero con el menor rendimiento.

Esto es explicable porque al aumentar el intervalo de riego existió un déficit riguroso de humedad en los períodos de formación de cosecha (50 días después del transplante) y maduración (70 días después del transplante) afectando al peso de las hojas.

VI.1.2. Plantas vivas

Los promedio de número de plantas vivas al final del ciclo se presentan en el cuadro 3. El mayor número de plantas vivas corresponde al tratamiento F-8 (riego cada 8 días) con una media de 60 plantas, mientras que los tratamientos F-24 y F-28 (riego cada 24 y 28 días) observaron el menor número con 50.75 plantas.

Es de hacer notar que se sembraron 60 plantas por parcela útil.

Los resultados organizados por parcela, tratamiento y repetición, así como el análisis de varianza se presentan en los cuadros 4 y 5 del apéndice.

El análisis de varianza indica que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Es decir, la diferencia en el número de plantas vivas no se debe al efecto de los tratamientos y por lo tanto el contenido de humedad en el suelo no tuvo ningún efecto sobre la mortalidad de plantas al final del ciclo.

VI.1.3. Altura de plantas

En el mismo cuadro 3 se pueden observar el promedio de altura de plantas que se obtuvieron por parcela. El tratamiento F-8 produjo la mayor altura con 1.07 m y los tratamientos F-28 y F-24 produjeron las menores con 0.46 y 0.4m. respectivamente. Esto es explicable por dos razones: 1) El tratamiento F-8 no presentó déficit de humedad al cultivo a finales del período vegetativo inicial (30 días después del transplante), ni a mediados del período vegetativo intermedio (45 días después del transplante) y 2) dichos déficit de humedad sí se acentuaron en los tratamientos de mayor intervalo de riego (24 y 28 días). La falta de humedad en el suelo en estos períodos provocaron un crecimiento retrasado que enmarcaron en los riegos subsiguientes una disminución en el desarrollo general del cultivo.

En el cuadro 6 del apéndice se puede encontrar la altura de plantas organizadas por parcela, tratamiento y repetición.

El análisis de varianza que se encuentra en el cuadro 7 del apéndice manifiesta diferencia significativa y altamente significativa entre tratamientos. La prueba de Tukey - cuadro 8 del apéndice, coloca como mayor al tratamiento F-8 con un comportamiento regular a los tratamientos F-20, F-16 y F-12 que muestran igualdad estadística; seguidos por el tratamiento F-28. La menor altura la muestra el tratamiento F-24.

VI.1.4. Area foliar

Puede observarse en el cuadro 3 que la mayor área foliar por tratamiento corresponde al F-8 (riego cada 8 días) con $32,803.72 \text{ m}^2/\text{ha}$, mientras que el tratamiento F-28 (riego cada 28 días) observa la menor área foliar con $9,517.528 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Esto es explicable porque al aumentar el intervalo de riego se provocó déficit de humedad a mediados del período vegetativo intermedio (45 días después del transplante) con el consecuente disminución del crecimiento y formación de hojas más pequeñas. Los resultados organizados por tratamiento y repetición aparecen en el cuadro 9 del apéndice.

El análisis de varianza, cuadro 10 del apéndice manifiesta que hay diferencia significativa y altamente significativa entre tratamientos. En el cuadro 11 del apéndice (prueba de Tukey) se observa que el tratamiento F-8 muestra la mayor área foliar; los tratamientos F-12, F-16 y F-20 son estadísticamente iguales e inferiores al anterior;

los tratamientos F-24 y F-28 son estadísticamente iguales y tienen la menor área foliar (se discute a un nivel de significancia del 1%).

VI.1.5. Número de hojas

En el cuadro 12 del apéndice se presentan los resultados organizados por parcela, tratamiento y repetición, donde se observa que el mayor número de hojas corresponde al tratamiento F-8 (riego cada 8 días) con una media de 1,662.5 hojas, mientras que el tratamiento F-28 (riego cada 28 días) presenta el menor con 879 hojas.

El análisis de varianza aparece en el cuadro 13 del apéndice, donde se comprueba que existe diferencia significativa y altamente significativa entre tratamientos. La prueba de Tukey, cuadro 14 del apéndice, coloca a los tratamientos F-8, F-12, F-16 y F-20 con igualdad estadística; pero al mismo tiempo coloca a los tratamientos F-12, F-16, F-20, F-24 y F-28 como iguales estadísticamente. Lo que indica que el tratamiento F-8 con los F-24 y F-28 son diferentes dando la mayor y menor media respectivamente para el número de hojas.

VI.1.6. Humedad foliar

En el cuadro 15 del apéndice se presentan los resultados organizados por parcela, tratamiento y repetición, donde se observa que el mayor porcentaje de humedad foliar lo posee el tratamiento F-8 (riego cada 8 días) con 85.89% y al tratamiento F-16 (riego cada 16 días) con el menor porcentaje, de 83.24%.

El análisis de varianza, cuadro 16 del apéndice, manifiesta que no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Esto queda de manifiesto en el cuadro 3, pues el porcentaje de humedad foliar por parcela entre los tratamientos es muy similar. Se puede inferir entonces que el contenido de humedad en el suelo no tuvo ningún efecto sobre la humedad foliar al momento de la cosecha.

VI.1.7. Materia seca

En el cuadro 17 del apéndice están contenidos los resultados organizados por parcela, tratamiento y repetición.

Según el análisis de varianza, cuadro 18 del apéndice, no existe diferencia significativa entre tratamientos. Aunque el tratamiento que muestra el mayor porcentaje promedio lo muestra el tratamiento F-16 con 16.76%, y el menor lo muestra el tratamiento F-18 (riego cada 8 días) con 14.1% de materia seca. Por lo que se puede inferir que el contenido de humedad en el suelo no tuvo ningún efecto sobre el contenido de materia seca al momento de la cosecha.

VI.1.8. Nicotina

Para la discusión de la variable de respuesta nicotina, se divide su estudio en tres períodos: a) en el período vegetativo intermedio o de rápido crecimiento (49 días después del transplante); b) período de floración (70 días después del transplante) y c) período de cosecha (93 días después del transplante).

En el cuadro 19 del apéndice se presentan los resultados organizados para el primer período por parcela, tratamiento y repetición. Según el análisis de varianza, cuadro 20 del apéndice

los tratamientos presentan diferencia significativa y altamente significativa. La prueba de Tukey, cuadro 21 del apéndice, coloca a todos los tratamientos exceptuando al F-28 (riego cada 28 días) como iguales estadísticamente; y a todos los tratamientos exceptuando al F-8 (riego cada 8 días) como iguales estadísticamente. Lo que da como conclusión que los tratamientos F-8 y F-28 son diferentes con el menor porcentaje de 1.36 y el mayor de 1.99 respectivamente (se discute al 1% de significancia).

En el cuadro 22 del apéndice están contenidos los resultados organizados para el segundo período por parcela, tratamiento y repetición. Según el análisis de varianza, cuadro 23 del apéndice, los tratamientos muestran diferencia significativa y altamente significativa. La prueba de Tukey cuadro 24 del apéndice, coloca al tratamiento F-16 con 1.81% (riego cada 16 días) como el mayor; seguido del tratamiento F-24 (riego cada 24 días) con un porcentaje de 1.64; a los tratamientos F-28, F-12 y F-20 como iguales estadísticamente pero inferiores al anterior; y al tratamiento F-8 con el menor porcentaje de 1.33. Las comparaciones de semejanza estadística coinciden para 0.05 y para 0.01 de nivel de significancia.

En el cuadro 25 se presentan los resultados organizados para el tercer período por parcela, tratamiento y repetición (apéndice). El análisis de varianza, cuadro 26 del apéndice, indica que la diferencia entre tratamiento no es estadísticamente significativa. Aunque el cuadro 25 del apéndice muestra que el mayor contenido de nicotina corresponde al tratamiento F-28 (riego cada 28 días) con 1.37% promedio; y el tratamiento

F-12 (riego cada 12 días) con el menor contenido de nicotina promedio que fue de 1.14%. Por lo anteriormente descrito se concluye que la humedad del suelo sí influye el contenido de nicotina en los períodos de crecimiento rápido o intermedio y de floración, pero no así en la época de cosecha, donde se uniformiza.

Esto queda demostrado en la figura 21 del apéndice en donde se observa el comportamiento del contenido nicotínico en tres períodos de desarrollo del cultivo con respecto a los tratamientos y a su evapotranspiración.

VI.2. Uso del agua

VI.2.1. Lámina de agua consumida

En el cuadro 4 se presenta un resumen del número de riegos aplicados y la lámina de agua total consumida por cada tratamiento.

Cuadro 4. Número de riegos y lámina total de agua consumida por cada tratamiento.

Tratamiento	Número de riegos		Lámina total consumida (cm)
	Diferenciales	Totales*	
F-8	9	14	35.94
F-12	6	11	27.51
F-16	4	9	25.96
F-20	3	8	23.04
F-24	3	8	23.18
F-28	2	7	20.10

* Incluye 5 riegos generales

Transplante = 20/1/85

Cosecha = 14/4/85; 25/4/85 y 5/5/85

El número de riegos se ha dividido en diferenciales y totales debido a que los tratamientos se empezaron a aplicar cuando el cultivo ya estaba establecido, es decir 27 días después del trasplante. Durante el período de establecimiento se aplicaron tres riegos después del trasplante con un intervalo entre uno y otro de 4 días. El otro riego general fue el que sirvió como punto de partida de los tratamientos.

Para el período de 27 días que va desde el trasplante hasta el riego inicial se aplicó una lámina de 8.22 cm para todos los tratamientos.

Las láminas consumidas para cada riego se calcularon en base a los datos de porcentaje de humedad obtenidos en los muestreos después y antes del riego. Como no hubo escurrimiento al pie de la parcela, por poseer ésta bordos, se puede considerar que la lámina aplicada fue igual a la lámina consumida. En los cuadros 27 al 32 se presentan los datos obtenidos en los muestreos y el cálculo de la lámina consumida en cada intervalo, para cada uno de los tratamientos.

En el cuadro 4 puede notarse que el tratamiento F-8 fue el que tuvo un mayor número de riego: 9 diferenciales y 5 generales, 14 en total; la lámina total consumida fue de 35.94 cm. Esto se debe a que fue el tratamiento con menor intervalo de riego (8 días) y que a mayor disponibilidad de agua corresponde un mayor consumo (ET). Lo contrario sucedió con el tratamiento F-28, el cual tuvo el intervalo de riego más largo (28 días), por lo que lógicamente se le aplicó un menor número de riegos (7 en total: 2 diferenciales y 5 generales) y consumió una lámina total menor (20.10 cm).

Se confirma entonces que a menor intervalo de riego - (frecuencia) mayor consumo.

VI.2.2. Agotamiento de la humedad aprovechable

Puede observarse en las figuras 1 a la 6 del apéndice la forma en que la humedad aprovechable en cada estrato era consumida entre cada riego. En todos los tratamientos puede notarse un incremento en el consumo de agua a partir de mediados del período vegetativo intermedio o de rápido crecimiento (45 días después del transplante) y del período de la floración (70 días después del transplante), así como también un mayor agotamiento de la humedad aprovechable en este último período en el tratamiento F-24 (riego cada 24 días).

Para el tratamiento F-8, figura 1 del apéndice, para todos los riegos hubo un consumo que osciló entre 2 y 20% de humedad aprovechable para los dos estratos (de 0-30 y de 30-60 cm). Es decir, que nunca se utilizó ni la mitad del agua disponible, por lo que la planta no tuvo que realizar mucho esfuerzo para extraer el agua del suelo, razón que justifica el rendimiento más alto (5).

Para el tratamiento F-12, figura 2 del apéndice, en los primeros dos riegos se tuvo el consumo más alto, pues se usó aproximadamente el 25% de humedad aprovechable para el estrato de 0-30 y 38% del estrato de 30-60 cm, que coincide con el período vegetativo de crecimiento rápido disminuyéndose el consumo en el tercer riego para luego incrementarse muy tenuemente al inicio del período de floración el consumo de humedad aprovechable a 18% del estrato de 0-30 y 15% de 30-60, manteniéndose casi constante hasta la cosecha. Este tratamiento también mantuvo durante todo el ci-

clo una disponibilidad de agua mayor del 60%.

Para el tratamiento F-16, figura 3 del apéndice, para el período de crecimiento rápido llegó a agotar un 15% aproximadamente de la humedad aprovechable del estrato de 0-30 y 20% de 30-60; para luego incrementarse al inicio de la floración en 30% de la humedad aprovechable del estrato de 0-30 y 31% de 30-60. Puede observarse cómo aumenta el consumo en el estrato de 30-60 cm.

Para el tratamiento F-20, figura 4 del apéndice, en los primeros dos riegos agotó aproximadamente un 15% de la humedad aprovechable del estrato de 0-30 y 20% de 30-60. Hubo un creciente agotamiento de la humedad aprovechable a partir de la floración hasta la cosecha de 40% de 0-30 y 37% de 30-60 cm.

Para el tratamiento F-24, figura 5 del apéndice, llegó a agotar en el período de crecimiento rápido una humedad aprovechable aproximada de 25% para los estratos de 0-30 y 30-60; incrementándose al inicio de la floración en un 50% para los dos estratos de 0-30 y 30-60. El agotamiento de la humedad aprovechable se redujo a la cosecha en un 25% para los dos estratos.

Por último, el tratamiento F-28 figura 6 del apéndice, muestra un agotamiento de la humedad aprovechable para el período de crecimiento rápido de 25% para los dos estratos de 0-30 y 30-60. Este agotamiento se agudizó a partir de la floración hasta la cosecha hasta un 35% de 0-30 y 50% de 30-60.

Hay que hacer notar que ninguno de los tratamientos - llegó a condiciones de marchitez permanente.

VI.3. Comparaciones entre evapotranspiración medida y evapotranspiración estimada con Blaney-Criddle, Hargreaves y evaporación del tanque

Las figuras 7, 8, 9, 10, 11 y 12 del apéndice muestran el comportamiento de la evapotranspiración medida para cada tratamiento y la calculada por fórmulas.

Se puede observar que el tratamiento F-8 si da cierta tendencia aproximada a los valores de evapotranspiración obtenidos por medio del tanque; sin embargo, en los tratamientos F-12, F-16, F-20, F-24 y F-28 no hay una tendencia parecida mostrada a través de las fórmulas evaluadas. Lo anterior puede deberse a la baja intensidad de muestreos de humedad del suelo para la determinación de evapotranspiración de los tratamientos citados.

Los cálculos de evapotranspiración por los diferentes métodos se encuentran en los cuadros 33, 34, 35, 36, 37 y 38 del apéndice. El cuadro 39 del apéndice contiene la evapotranspiración semanal y total de los tratamientos y de los métodos. El cuadro 39 sirvió para hacer la prueba "t" de medias apareadas y análisis de regresión y correlación lineal simple.

Puede notarse en el cuadro 39 que la fórmula que reporta los valores totales más altos es la de Hargreaves y que la fórmula del tanque evaporímetro con Kc de la curva única de Hansen reporta valores totales similares a los de los tratamientos F-12, F-16, F-20, F-24, y F-28; esto se puede apreciar mejor en las gráficas de ET acumulada en las figuras 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del apéndice. La fórmula del tanque evaporímetro con Kc de la FAO arroja valores simila-

res a los tratamientos F-8 y F-12. La fórmula de Blaney-Criddle con Kc de la curva única de Hansen arroja resultados muy similares al tratamiento F-8.

Para tener mayor seguridad en cuanto a la similitud existente entre los valores totales medidos y los calculados, se realizaron 2 pruebas estadísticas. La primera fue una comparación de medias apareadas o prueba de "t" al 5 y al 1% de significancia. Esta prueba reportó que para el tratamiento F-8, existe una diferencia significativa y altamente significativa con los valores de evapotranspiración total medidos por la fórmula de Hargreaves, como puede apreciarse en el cuadro 40 del apéndice. Así también con el resto de fórmula el tratamiento F-8 no muestra diferencia estadística significativa en cuanto a evapotranspiración total y presenta a la fórmula de Blaney-Criddle con Kc de la curva única de Hansen con la más alta semejanza estadística.

Para el tratamiento F-12 existe una diferencia significativa y altamente significativa en relación a los valores de evapotranspiración medidos por las fórmulas Blaney-Criddle con Kc de la FAO, Hargreaves y Hargreaves modificado, como se aprecia en el cuadro 41 del apéndice. Con el resto de las fórmulas no muestra diferencia estadística significativa y presenta a la fórmula del tanque evaporímetro con Kc de la curva única de Hansen con la mayor semejanza estadística.

Para el tratamiento F-16 existe una diferencia significativa y altamente significativa en relación a los valores de evapotranspiración medidos por las fórmulas de Hargreaves, Hargreaves modificado y Blaney-Criddle con Kc de la FAO como se aprecia en el cuadro 42 del apéndice. Con el resto de las fórmulas

mulas no presenta diferencia estadística significativa y coloca a la fórmula del tanque evaporímetro con Kc de la curva única de Hansen con la mayor semejanza estadística.

Para el tratamiento F-20 existe una diferencia significativa y altamente significativa en relación a la evapotranspiración semanal medida por las fórmulas de Hargreaves, Hargreaves modificado y Blaney-Criddle con Kc de la FAO y la curva única de Hansen. Esto puede apreciarse en el cuadro 43 del apéndice, y una diferencia significativa con Blaney-Criddle con Kc de la curva única de Hansen. No así con las fórmulas del tanque evaporímetro, colocando con la mayor semejanza estadística a la que utiliza Kc de la curva única de Hansen.

Para el tratamiento F-24 existe una diferencia significativa y altamente significativa en relación a la evapotranspiración semanal medida por las fórmulas de Hargreaves, Hargreaves modificado y Blaney-Criddle con Kc de la FAO; y una diferencia significativa con Blaney-Criddle utilizando Kc de la curva única de Hansen. Sin embargo, no muestra diferencia estadística significativa con las fórmulas del tanque evaporímetro, colocando con la mayor semejanza estadística a la que utiliza Kc de la curva única de Hansen, como se observa en el cuadro 44 del apéndice.

El mismo resultado arroja el tratamiento F-28; que se puede apreciar en el cuadro 45 del apéndice.

La segunda prueba realizada fue un análisis de correlación y regresión utilizando el modelo lineal simple con las pruebas de F y t al 5 y 1% de significancia.

En el cuadro 46 del apéndice se presentan la correlación y regresión lineal simple en donde se observa que ningún tratamiento indica correlación y regresión con las fórmulas estudiadas; por lo que se puede inferir que las fórmulas no muestran un grado de asociación estadísticamente significativo y que no existe una relación funcional adecuada entre el método directo y los indirectos para la medición y estimación de la evapotranspiración respectivamente.

Lo anterior puede apreciarse en las figuras 13, 14, 15, 16, 17 y 18 del apéndice donde aparecen las evapotranspiraciones acumuladas de cada tratamiento con las fórmulas.

Buscando encontrar alguna relación en el comportamiento de la evapotranspiración medida por los tratamientos y la evaporación del tanque se prepararon los cuadros 47 y 48 del apéndice, con valores semanales. No se observan cambios significativos en el comportamiento de la relación ET/Ev posiblemente debido a las condiciones en que se midió la Ev, dado que el tanque evaporímetro fue ubicado por cuestiones de seguridad, en un sitio no representativo de las condiciones experimentales.

Esta se hace más visible en las figuras 19 y 20 del apéndice, en las cuales se presenta dicha relación para todos los tratamientos, así como la evapotranspiración de los tratamientos y evaporación del tanque acumulada, notándose que las curvas de evapotranspiración siguen la misma tendencia cuando las plantas ya están bien enraizadas.

VI.4. Evaluación económica de los tratamientos

En el cuadro 49 del apéndice se presentan los costos de producción y rentabilidad a nivel experimental para seis frecuencias de riego. Se hace énfasis que el aspecto fundamental de esta parte consiste en la influencia del riego sobre el costo de producción y sobre el rendimiento del cultivo tomado entre los rubros insumo.

Puede observarse en el cuadro 49 que el tratamiento F-8 (riego cada 8 días) posee la mayor rentabilidad de 63%; es decir que por cada quetzal invertido se obtienen 63 centavos de ganancia. Pero con un costo de Q89.85 por concepto de aplicación del riego y Q210.83 por consumo de energía eléctrica. Estos dos costos directos incrementan los costos indirectos en Q68.40.

El tratamiento F-12 (riego cada 12 días) posee el segundo lugar en rentabilidad con 29%; con un costo por aplicación del riego de Q68.78 y Q165.65 por consumo de energía eléctrica. Estos costos directos incrementan los costos indirectos en Q50.95.

El tratamiento F-20 (riego cada 20 días) posee el tercer lugar en rentabilidad con 25%; con un costo por aplicación del riego de Q59.60 y Q120.47 por concepto de energía eléctrica. Incrementan los costos indirectos en Q39.30.

El tratamiento F-16 posee una rentabilidad del 13%, del cual se puede decir que no es una buena rentabilidad porque ni se acerca a un 20%. Tiene un costo por aplicación del riego de Q64.90 y Q135.53 por concepto de energía eléctrica, incrementando los costos indirectos en Q43.71.

Los tratamientos F-24 y F-28 poseen rentabilidades de -47% y -42% respectivamente; lo que indica que por cada quetzal invertido se pierden 47 y 42 centavos, por lo que se tendrán únicamente pérdidas.

El tratamiento F-24 tiene un costo por aplicación del riego de Q57.95 y Q120.77 por concepto de energía eléctrica, in-

crementando los costos indirectos en Q38.98.

El tratamiento F-28 tiene un costo por aplicación del riego de Q50.25 y Q105.07 de energía eléctrica, incrementando los costos indirectos en Q33.87.

VII. CONCLUSIONES

1. La aplicación de diferentes frecuencias de riego sí influye sobre el rendimiento, área foliar, altura de plantas, número de hojas. No influye el número de plantas vivas al final del ciclo, humedad foliar y materia seca.
2. En cuanto al rendimiento y al área foliar, el tratamiento de 8 días produjo el mayor rendimiento y la mayor área fo- liar; los tratamientos de 12, 16 y 20 días se comportaron similarmente, pero inferiores al de 8 días; y los tratamientos de 24 y 28 días se comportaron similarmente pero produjeron el menor rendimiento y área foliar.
- 3. En cuanto a la altura de plantas el tratamiento de 8 días produjo la mayor altura; los tratamientos de 12, 16 y 20 días se comportaron similarmente pero con una altura inferior al de 8 días; el tratamiento de 28 días produjo una altura inferior a los anteriores; y el tratamiento de 24 días mostró la menor altura.
- 4. En cuanto al número de hojas que el tratamiento de 8 días produjo la mayor cantidad de hojas aunque los tratamientos de 12, 16 y 20 días se comportaron similarmente; el tratamiento de 28 días produjo la menor cantidad de hojas aunque los tratamientos de 12, 16, 20 y 24 se comportaron similarmente.
- 5. La aplicación de diferentes frecuencias de riego no influye en el contenido de nicotina en la etapa de cosecha, pero sí influye el contenido nicotínico en la etapa de crecimiento rápido y de floración.

6. En cuanto al contenido nicotínico en el período vegetativo de mayor crecimiento el tratamiento de 28 días produjo la mayor cantidad de nicotina; y el tratamiento de 8 días la menor.
7. En cuanto al contenido de nicotina en la floración el tratamiento de 16 días produjo la mayor cantidad de nicotina; el tratamiento de 24 días la segunda mayor cantidad de nicotina; los tratamientos de 12, 20 y 28 días se comportaron similarmente pero produjeron una cantidad inferior de nicotina; el tratamiento de 8 días produjo la menor cantidad de nicotina.
8. La evapotranspiración también se vio afectada por las diferentes frecuencias de riego. El tratamiento de 8 días, que fue el más húmedo, fue el que más evapotranspiró. La evapotranspiración se redujó a medida que la frecuencia era más larga, hasta el tratamiento de 28 días, que fue el que menos evapotranspiró.
9. El consumo de la humedad disponible en cada estrato fue variable para cada tratamiento. El tratamiento de 8 días (más húmedo) no llegó a consumir ni el 75% de la humedad aprovechable para los estratos de 0-30 y de 30-60, mientras que para el tratamiento de 24 días (uno de los más secos) llegó a agotar aproximadamente un 50% de humedad aprovechable para los dos estratos (0-30 y 30-60 cm), que supone se vio afectado por las variaciones propias del terreno, pues existía próximo al experimento una quebrada que pudo influir perjudicialmente con un gradiente de humedad provocando una lixiviación mayor. Para el tratamiento de 28 días (el más seco) hubo un agotamiento de la humedad aprovechable de 35% para el estrato de 0-30 y de 50% para el estrato de 30-60 cm.

10. Los valores de ET total de todos los tratamientos no fueron estadísticamente diferentes a la estimada por medio del tan que evaporímetro.

11. La evapotranspiración medida en el campo de todos los trata mientos no muestra correlación y regresión lineal estadísti ca mente significativa con la evapotranspiración calculada - por métodos indirectos, por lo que se concluye que ninguna fórmula empírica estimó adecuadamente la ET del tabaco en las condiciones en que se desarrolló la investigación.

12. A través de la evaluación económica de los trata mientos con cluye que las frecuencias de riego de 16. 24 y 28 días no son rentables. El tratamiento de 8 días es el más rentable seguidos por el de 12 días; el tratamiento de 20 días tam bién es rentable pero inferior a los anteriores.

13. A pesar de que el experimento se realizó en una época no a costum brada en la región, los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento pueden considerarse aceptables; teniendo como ventaja la baja incidencia de plagas y enfermedades, así como la posibilidad de lograr una cosecha adicional - por año.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Habiendo determinado que el mayor consumo de agua se produce durante el crecimiento vegetativo rápido (o intermedio) y en la floración, posteriores trabajos pueden ser diseñados en función de varias etapas fenológicas del cultivo. Estos se podrían inciar con 2 etapas; antes y después de la floración.
2. En futuras investigaciones como la presente se recomienda iniciar los tratamientos desde el momento del transplante, pues los resultados podrían variar en relación a los obtenidos dejando un período de establecimiento.
3. Para el control de la humedad de los tratamientos se recomienda muestrear un tercer estrato (de 60-90 cms) para observar el comportamiento de la humedad en el mismo, que en muchos casos podría explicar el almacenamiento y absorción de agua a lo largo del ciclo del cultivo.
4. Se recomienda que el muestreo para determinar el consumo de humedad para todos los tratamientos se efectúe con un intervalo mínimo correspondiente a la frecuencia mínima investigada.
5. Considerando que el rendimiento y la rentabilidad obtenidos a partir del experimento, el tratamiento de 8 días fue el que mejores resultados aportó, se recomienda usar dicho intervalo de riego. Debe tomarse muy en cuenta que este rendimiento se logró en una época de cultivo no acostubrada en la región.

6. Se recomienda repetir este tipo de experimento en la misma región, época, tipo de suelo y cultivo, con el objeto de hacer más consistentes los resultados obtenidos. También se recomienda realizarlos en otras regiones y otros cultivos.

7. Se recomienda para esta época, región y cultivo la confección de una cama de germinación protegida con material - aislante para el control de la temperatura.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. AGUA; SU aprovechamiento en la agricultura. Trad. por J. Meza Nieto. México, Herrero, 1966. pp. 370-407.
2. BARILLAS K., E. Determinación experimental de la evapotranspiración de tomate y melón en el valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. 69 p.
3. BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. Trad. por Armando Rabuffeti y Susana Darre. Buenos Aires, Hemisferio - Sur, 1975. pp. 75-157.
4. BONIFAZ, R. Cultivo de tabaco Burley. Rev. por Miguel - Coter. Guatemala, Tabacalera Nacional, 1982. 70 p.
5. DOOREMBOS, J. y PRUITT, W.O. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Riego y Drenaje no. 24. 1976. 194 p.
6. DOOREMBOS, J. y KASSAM, A.H. Las necesidades de agua de los cultivos. FAO. Riego y Drenaje no. 33. 1979. 159 p.
7. GISQUET, P. y HITIER, M. La production du tabac. París, Balliere, 1961. pp. 14-47.
8. GONZALEZ R., J. Los costos de producción de la empresa agrícola. Guatemala, Instituto Técnico de Agricultura, 1979. 12 p.
9. GRASSI, C.J. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. CIDIAT. Texto no. RD-8. 1975. 88 p.
10. GUATEMALA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Proyecto de riego La Fragua. Guatemala, 1970. s.p.
11. INFLUENCIA DE los factores del clima sobre las necesidades de agua de los cultivos. México. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Distritos de Riego. Memorandum Técnico no. 267. 1969. 31 p.

12. INSTITUTO DE BIOLOGIA DEL TABACO. Estudios agroedafológicos. Madrid, 1967. pp. 80-123.
13. ISRAELSEN, O.W. y HANSEN, V.E. Principios y aplicaciones del riego. Trad. por Alberto García Palacios. Barcelona, España, Reverté, 1969. pp. 154-179 y 224-276.
14. KASSAM, A.H. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. Riego y Drenaje no. 33. 1979. 46 p.
15. KOSTOFF J., H. Citogenetics of the genus nicotiana. Lima, Perú, Farcoley, 1961. 43 p.
16. KRAMER, J.P. Relaciones hídricas de suelos y plantas; una síntesis moderna. México, Edutex, 1974. pp. 62-116 y 336-392.
17. MALDONADO M., S.I. Evaluación agronómica del sistema caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) asociado con leguminosas de grano, frijol común (Phaseolus vulgaris L.), caupi (Vigna unguiculata Walp) y soya (Glycine max L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad, 1984. pp. 15-16.
18. MINERA B., A.A. Comparación de métodos para pronosticar evapotranspiración en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 88 p.
19. OCHSE, J.J. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Trad. por Alonso Blackaller V. México, Limusa, 1965. pp. 1389-1404.
20. OSTLE, B. Estadística aplicada. Trad. de la 1 ed. inglesa por Dagoberto de la Serna Valdivia. México, Limusa, 1983. pp. 185-273.
21. RELACIONES ENTRE suelo-planta-agua. Trad. por Emilio Avila de la Torre. México, Diana, 1972. 99 p.
22. REYES C., P. Diseño de experimentos aplicados. 2a. ed. México, Trillas, 1982. pp. 167-344.
23. RODRIGUEZ Z., C. Instructivo para el manejo y reporte de experimentos agrícolas bajo condiciones de riego. México. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Dirección General de Distritos de Riego. Memorandum Técnico no. 380. 1978. 11 p.

24. SERVICIO NACIONAL DE CULTIVO Y FERMENTACION DEL TABACO. Estudios agroedafológicos de las regiones tabaqueras españolas Extremadura, Andalucía, Levante y Norte. Madrid, España, 1966. 123 p.
25. THORNE, D.X. and PETERSON, H.B. Irrigated soils; their fertility and management. Arizona, The Blakiston - Company, 1954. pp. 28-55 y 155-166.
26. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. Caracterización y diagnóstico de la Unidad de Riego El Progreso. Guatemala, 1984. 101 p.
27. WITHERS, D.W. y VIPOND, S. El riego; diseño y práctica. Trad. por Agustín Contin. México, Diana, 1979. pp. 41-127.

Vo.Bo.

Agustín Contin



APENDICE

CUADRO 1

RESULTADOS ORGANIZADOS DE RENDIMIENTO EN kg/ha POR TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	11818.917	13273.5	10025.167	9869.861	44987.44	11246.86
F-12	8562.5	9840.361	7413.014	7992.208	33808.08	8452.02
F-16	7001.25	7437.5	6903.09	6647.41	27989.25	6997.31
F-20	8025.43	7901.64	7526.41	7935.604	31389.08	7847.27
F-24	3250.18	3564.17	4020.2	2246.561	13081.11	3270.27
F-28	3639.22	4125.16	1050.24	3130.436	13945.05	3486.26
TOTAL	42297.497	46142.331	38938.121	37822.08	165200.03	

CUADRO 2

ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _T	
					0.05	0.01
Bloque	3	7019581	233986.03	5.0499537	(*)	(**)
Trata- miento	5	1.881504x10 ^B	37630080	81.214318	2.9	4.56
Error	15	6950144	463342.93		(*)	(**)
TOTAL	23	2.0212x10 ^B			2.9	4.56

CUADRO 3

PRUEBA DE TUKEY PARA RENDIMIENTO

TRATAMIENTO	MEDIA kg/ha (0.05) (0.01)
F-8	11246.86 I
F-12	8452.02
F-20	7847.27
F-16	6997.31
F-28	3486.26
F-24	3270.27

CUADRO 4

RESULTADOS ORGANIZADOS DE NUMERO DE PLANTAS VIVAS FINALES POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	REPETICIONES				TOTAL %	MEDIA
	I	II	III	IV		
F-8	60	60	60	60	240	60.00
F-12	60	60	59	57	236	59.00
F-16	50	59	54	60	223	55.75
F-20	60	53	45	46	204	51.00
F-24	56	48	59	40	203	50.75
F-28	55	60	42	46	203	50.75
TOTAL	341	340	319	309	1309	

CUADRO 5

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE PLANTAS FINALES VIVAS

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	125.4609	41.82031	1.223319	(N.S.)	(N.S.)
Tratamiento	5	369.7110	73.94219	2.162942	2.9	4.56
Error	15	512.7891	34.18594		2.9	4.56
Total	23	1007.9610				

CUADRO 6

RESULTADOS ORGANIZADOS DE ALTURA DE PLANTAS EN MTS. POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

Tratamiento	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	1.08	1.07	1.04	1.10	4.29	1.07
F-12	0.69	0.68	0.70	0.67	2.74	0.68
F-16	0.72	0.71	0.68	0.67	2.78	0.69
F-20	0.75	0.73	0.71	0.69	2.88	0.72
F-24	0.41	0.42	0.41	0.39	1.63	0.40
F-28	0.47	0.45	0.455	0.475	1.85	0.46
TOTAL	4.12	4.06	3.995	3.995	16.17	

CUADRO 7

ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTAS/PARCELA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	FT	
					0.05	0.01
Bloque	3	1.80416-03	6.01386-04	1.7437091	2.9 (*)	4.56 (**)
Tratamiento	5	1.108915	0.221787	643.06715	2.9	4.56
Error	15	5.17334-03	3.44889-04			
TOTAL	23	1.1159125				

CUADRO 8

PRUEBA DE TUKEY PARA ALTURA DE PLANTAS

TRATAMIENTO	MEDIA(ALTURA-mts.) (0.05) (0.01)
F-8	1.07
F-20	0.72
F-16	0.69
F-12	0.68
F-28	0.46
F-24	0.40

CUADRO 9

RESULTADOS ORGANIZADOS DE AREA FOLIAR EN m^2/ha , POR TRATAMIENTO Y REPETICION

Tratamiento	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	32800.806	33720.417	31920.222	32773.415	131214.86	32803.72
F-12	21015.75	22525.806	20274.944	20252.111	94068.61	21017.15
F-16	19064.806	19763.11	18966.889	18191.194	74986.	18746.50
F-20	18413.778	19946.917	17950.5	16011.611	72322.80	18080.70
F-24	10077.694	10622.222	10240.43	8054.959	38995.30	9748.82
F-28	10030.139	11593.889	9600.543	6845.54	38070.11	9517.52
TOTAL	111402.97	117172.36	108953.53	102128.83	439657.69	

CUADRO 10

ANALISIS DE VARIANZA PARA AREA FOLIAR

F.V.	G.L.	S.C.	C.H.	Fc	FT	
					0.05	0.01
Bloque	3	19405364	6468454.7	10.033137	(*) 2.9	(**) 4.56
Tratamiento	5	1472964000	294592800	456.93912	(*) 2.9	(**) 4.56
Error	15	9670636	644709.07			
TOTAL	23	1.50204				

CUADRO 11

PRUEBA DE TUKEY PARA AREA FOLIAR

TRATAMIENTO	MEDIA (mts ² /ha)	0.05	0.01
F-8	32803.72		
F-12	21017.15		
F-16	18746.50		
F-20	18080.70		
F-24	9748.82		
F-28	9517.52		

CUADRO 12

RESULTADOS ORGANIZADOS DE NUMERO DE HOJAS POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	1978	1087	1704	881	6 650	1662.50
F-12	1647	1952	1183	814	5596	1399.00
F-16	1290	1407	1268	1361	5326	1331.50
F-20	1563	1646	1040	733	4982	1245.50
F-24	1212	1120	959	377	3668	917.00
F-28	1171	1252	471	622	3516	879.00
TOTAL	8861	9464	6625	4788	29738	

CUADRO 13

ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE HOJAS/PARCELA

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	2302168	767389.3	14.332150	(*)	(**)
Tratamiento	5	1787336	357467.2	6.676239	2.9	4.56
Error	15	803148	53543.2		(*)	(**)
TOTAL	23	4892652				

CUADRO 14

PRUEBA DE TUKEY PARA NUMERO DE HOJAS

TRATAMIENTO	MEDIA (No. HOJAS)	(0.05)	(0.01)
F-8	1662.50		
F-12	1399.00		
F-16	1391.50		
F-20	1245.50		
F-24	917.00		
F-28	879.00		

CUADRO 15

RESULTADOS ORGANIZADOS DE HUMEDAD FOLIAR EN % POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TABLA DE DATOS

TRATAMIENTO	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	86.11	84.92	85.67	86.87	343.57	85.89
F-12	85.46	86.06	86.18	84.51	342.21	85.55
F-16	85.42	83.97	77.97	85.60	332.96	83.24
F-20	85.02	83.22	86.16	86.11	340.51	85.12
F-24	86.30	83.73	84.69	85.16	339.88	84.97
F-28	84.56	83.59	85.70	83.93	337.78	84.44
TOTAL	512.87	505.49	506.37	512.18	2036.91	

CUADRO 16

ANALISIS DE VARIANZA PARA HUMEDAD FOLIAR/PARCELA

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	7.37500	2.458333	0.790355	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Tratamiento	5	17.71875	3.543750	1.139317	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Error	15	46.65625	3.110417			
TOTAL	23	71.75000				

CUADRO 17

RESULTADOS ORGANIZADOS DE MATERIA SECA EN % POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	13.89	15.08	14.33	13.13	56.43	14.10
F-12	14.54	13.94	13.82	15.49	57.79	14.44
F-16	14.58	16.03	22.03	14.40	67.04	16.76
F-20	14.98	16.78	13.84	13.89	59.49	14.87
F-24	13.70	16.27	15.31	14.84	60.12	15.03
F-28	15.44	16.41	14.30	16.07	62.22	15.55
TOTAL	87.13	94.51	93.63	87.82	363.09	

CUADRO 18

ANALISIS DE VARIANZA PARA MATERIA SECA/PARCELA

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	7.354492	2.451497	0.787142	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Tratamiento	5	17.701170	3.540234	1.137008	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Error	15	46.704590	3.113639			
TOTAL	23	71.760260				

CUADRO 19
 RESULTADOS ORGANIZADOS DE NICOTINA EN % PARA EL PERIODO VEGETATIVO INTERMEDIO,
 POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TABLA DE DATOS

TRATAMIENTO	REPETICIONES				Y1	\bar{Y}_1
	I	II	III	IV		
F-8	1.29	1.27	1.56	1.33	5.45	1.36
F-12	1.41	1.93	1.90	1.91	7.15	1.78
F-16	1.59	1.55	2.15	1.93	7.22	1.80
F-20	1.58	1.49	2.15	1.94	7.16	1.79
F-24	1.53	1.71	2.10	2.07	7.41	1.85
F-28	1.84	2.27	1.81	2.06	7.98	1.99
TOTAL	9.24	10.22	11.67	11.24	42.37	

CUADRO 20

ANALISIS DE VARIANZA PARA NICOTINA-INTERMEDIA/PARCELA

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.591370	0.197123	5.317564	(*) 2.9	(**) 4.56
Tratamiento	5	0.901161	0.180232	4.861916	(*) 2.9	(**) 4.56
Error	15	0.556053	0.037070			
TOTAL	23	2.048584				

CUADRO 21

PRUEBA DE TUKEY PARA NICOTINA

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	0.05	0.01
F-28	1.99		
F-24	1.85		
F-16	1.58		
F-20	1.79		
F-12	1.78		
F- 8	1.36		

CUADRO 22

RESULTADOS ORGANIZADOS DE NICOTINA EN % PARA EL PERIODO DE LA FLORACION, POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	REPETICIONES				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	1.37	1.30	1.34	1.34	5.35	1.33
F-12	1.37	1.47	1.39	1.49	5.72	1.43
F-16	1.80	1.83	1.81	1.80	7.24	1.81
F-20	1.42	1.40	1.35	1.40	5.57	1.39
F-24	1.66	1.63	1.63	1.66	6.58	1.64
F-28	1.48	1.47	1.48	1.50	5.93	1.48
TOTAL	9.1	9.1	9	9.19	36.39	

CUADRO 23

ANALISIS DE VARIANZA PARA NICOTINA_FLORACION/PARCELA

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.c	F _T	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.0030125	0.0010046	1.0374272	2.9 (*)	4.56 (**)
Tratamiento	5	0.634831	0.126966	131.1723	2.9	4.56
Error	15	0.014519	9.67933-04			
TOTAL	23	0.6523625				

CUADRO 24

PRUEBA DE TUKEY PARA NICOTINA

TRATAMIENTO	MEDIA (%)	(0.05)	(0.01)
F-16	1.81	I	
F-24	1.64	I	
F-28	1.48		I
F-12	1.43		I
F-20	1.39		I
F-8	1.33		I

CUADRO 25

RESULTADOS ORGANIZADOS DE NICOTINA EN % PARA LA COSECHA, POR PARCELA, TRATAMIENTO Y REPETICION

TRATAMIENTO	Repeticiones				Total	Media
	I	II	III	IV		
F-8	1.19	1.28	1.42	0.81	4.7	1.17
F-12	1.03	1.06	1.39	1.10	4.58	1.14
F-16	1.25	1.01	1.51	1.24	5.01	1.25
F-20	1.41	1.35	1.21	1.24	5.21	1.30
F-24	1.04	1.35	1.47	1.28	5.14	1.28
F-28	1.33	1.34	1.40	1.41	5.48	1.37
TOTAL	7.25	7.39	8.4	7.08	30.12	

CUADRO 26

ANALISIS DE VARIANZA PARA NICOTINA-COSECHA/PARCELA

F.V.	G.L.	SUMA CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA	
					0.05	0.01
Bloque	3	0.176239	0.058746	2.408910	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Tratamiento	5	0.139557	0.027911	1.144514	(NS) 2.9	(NS) 4.56
Error	15	0.365807	0.024387			
TOTAL	23	0.681603				

CUADRO 27

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA. TRATAMIENTO P-B

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cm)	* Ajuste (cm)	Lámina total consumida (cm)
	Después Riego		Antes Riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	33.41	16	32.62	0.79	0.30	0.18	0.48
30-60	Feb	34.32	1 Feb	32.47	1.85	0.64	0.38	1.02
0-30	19	33.10	24	31.63	1.47	0.56	0.34	0.90
30-60	Feb	33.59	Feb	32.53	1.06	0.36	0.22	0.58
0-30	27	33.52	4	29.51	4.01	1.51	0.91	2.42
30-60	Feb	33.51	Mar	31.97	1.54	0.53	0.32	0.85
0-30	7	33.39	12	32.27	1.12	0.42	0.25	0.67
30-60	Mar	34.57	Mar	32.06	2.51	0.86	0.52	1.38
0-30	15	33.24	20	31.13	2.11	0.80	0.42	1.28
30-60	Mar	34.10	Mar	31.59	2.51	0.86	0.52	1.38
0-30	23	33.47	28	30.16	3.31	1.25	0.75	2.00
30-60	Mar	34.54	Mar	30.81	3.73	1.28	0.77	2.05
0-30	31	33.76	5	30.89	2.87	1.08	0.65	1.73
30-60	Mar	34.27	Abril	30.82	3.45	1.19	0.71	1.90
0-30	8	33.10	13	32.11	0.99	0.37	0.22	0.59
30-60	Abril	32.78	Abril	29-36	3.42	1.18	0.71	1.89
0-30	16	35.04	21	29.20	5.84	2.21	1.33	3.54
30-60	Abril	35.80	Abril	30.24	5.56	1.91	1.15	3.06
Lámina parcial (cms)								27.72
Consumo riego generales(cms)								8.22
Lámina total								35.94

* Ajuste: días no incluidos entre los muestreos

CUADRO 28

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA TRATAMIENTO P-12

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cm)	* Ajuste (cm)	Lámina total consumida (cm)
	Después Riego		Antes Riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	32.86	20	28.24	4.72	1.78	0.59	2.37
30-60	Feb	32.77	Feb	30.51	2.26	0.78	0.26	1.04
0-30	23	33.22	4	29.28	3.94	1.49	0.50	1.99
30-60	Feb	32.35	Mar	27.83	4.52	1.55	0.52	2.07
0-30	7	33.24	16	30.57	2.67	1.00	0.33	1.33
30-60	Mar	35.92	Mar	32.33	3.59	1.23	0.41	1.64
0-30	19	33.80	28	30.24	3.26	1.23	0.41	1.64
30-60	Mar	33.30	Mar	30.64	2.66	0.91	0.30	1.21
0-30	31	32.88	9	28.99	3.89	1.47	0.49	1.96
30-60	Mar	34.37	Abril	33.81	0.56	0.19	0.06	0.25
0-30	12	32.85	21	28.35	4.5	1.70	0.57	2.27
30-60	Abril	33.80	Abril	30.47	3.33	1.14	0.38	1.52
Lámina parcial (cm)								19.29
Consumo riegos generales(cms)								9.22
Lámina total (cm)								27.51

* Ajuste: días no incluidos entre los muestreos

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA
TRATAMIENTO F-16.

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cm)	* Ajuste (cm)	Lámina total consumida (cm)
	Después Riego		Antes Riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	33.64	24	30.64	3	1.13	0.26	1.39
30-60	Feb	35.02	Feb	30.36	4.66	1.60	0.37	1.97
0-30	27	34.79	12	29.81	4.98	1.88	0.43	2.31
30-60	Feb	34.60	Mar	30.67	3.93	1.35	0.31	1.66
0-30	15	33.33	28	28.63	4.7	1.78	0.41	2.19
30-60	Mar	32.78	Mar	28.33	4.45	1.53	0.35	1.88
0-30	31	33.34	13	26.42	6.92	2.61	0.60	3.21
30-60	Mar	33.00	Abril	25.61	7.39	2.54	0.59	3.13
Lámina parcial (cms)								17.74
Consumo riegos generales (cms)								8.22
Lámina total (cms)								25.96

* Ajuste: días no incluidos entre los muestreos

CUADRO 30

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA
TRATAMIENTO F-20

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cm)	* Ajuste (cm)	Lámina total consumida (cm)
	Después Riego		Antes riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	34.36	23	30.39	3.97	1.50	0.26	1.76
30-60	Feb	36.45	Feb	30.37	6.08	2.09	0.37	2.46
0-30	3	35.01	20	30.40	4.61	1.74	0.31	2.05
30-60	Mar	36.08	Mar	30.62	5.46	1.88	0.33	2.21
0-30	23	34.11	9	25.64	8.47	3.20	0.56	3.76
30-60	Mar	34.58	Abril	28.4	6.38	2.19	0.39	2.58
Lámina parcial (cms)								14.82
Consumo riegos generales (cms)								8.22
Lámina total								23.04

* Ajuste: días no incluidos entre los muestreos

CUADRO 31

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA
TRATAMIENTO F-24

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cms)	* Ajuste (cms)	Lámina total consumida (cms)
	Después riego		Antes riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	33.18	4	28.97	4.21	1.59	0.23	1.82
30-60	Feb	34.91	Mar	28.86	5.95	2.04	0.29	2.33
0-30	7	33.75	28	24.35	9.4	3.55	0.51	4.06
30-60	Mar	31.84	Mar	25.33	6.51	2.24	0.12	2.56
0-30	31	33.02	21	27.97	5.05	1.91	0.27	2.18
30-60	Mar	33.47	Abril	28.36	5.11	1.76	0.25	2.01
Lámina parcial (cms)								14.96
Consumo riegos generales (cms)								8.22
Lámina total (cms)								23.18

* Ajuste: días no incluidos entre los muestreos

CUADRO 32

CONTROL DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y CALCULO DE LA LAMINA CONSUMIDA
TRATAMIENTO F-28

ESTRATO (cm)	% Humedad (Ps)				Diferencia %	Consumo entre muestreos (cm)	* Ajuste (cm)	Lámina total consumida (cm)
	Después riego		Antes riego					
	Fecha	%	Fecha	%				
0-30	11	34.68	8	28.77	5.91	2.23	0.27	2.5
30-60	Feb	34.25	Mar	28.79	5.46	1.88	0.23	2.11
0-30	11	34.91	5	26.74	8.17	3.09	0.37	3.46
30-60	Mar	34.51	Abril	24.62	9.89	3.40	0.41	3.81
Lámina parcial (cms)								11.88
Consumo riegos generales (cm)								8.22
Lámina total (cms)								20.10

* Ajuste días no incluidos entre los muestreos

CUADRO 33

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO DE EVAPORACION DEL
TANQUE

Semana	(1)	(2)	(1)B(2)	F.A.O. Kc	ET _p * K _c	ET acumulada
	E.V.	C	Et _p		ET (mm)	
20-26En	27.52	0.70	19.264	0.43	8.28	8.28
En27-2Feb	26.21	0.70	18.347	0.57	10.46	18.74
3-9Feb	27.73	0.70	19.411	0.68	11.20	31.94
10-16Feb	29.24	0.70	20.468	0.78	15.97	47.91
17-23Feb	32.34	0.70	22.638	0.85	19.24	67.15
24-2 Mar	39.92	0.70	27.944	0.91	25.43	92.58
3-9Mar	40.78	0.70	28.546	0.98	27.98	120.56
10-16Mar	42.38	0.75	31.785	0.98	31.15	151.71
17-23Mar	48.42	0.70	33.894	0.96	32.54	184.25
14-30Mar	50.35	0.70	35.245	0.94	33.13	217.38
11-31-6Ab	47.94	0.70	33.558	0.91	30.54	247.92
7-13Ab	51.03	0.70	35.721	0.87	31.08	279.00
14-20Ab	48.66	0.70	34.062	0.76	25.89	304.89
21-22Ab	15.81	0.70	11.067	0.75	8.30	313.19

Ev = Evaporación

ET_p = Evapotranspiración potencial

C = Coeficiente de ajuste para estimar la ET en función de la Ev (velocidad del viento, humedad relativa y cobertura vegetal alrededor del tanque)

ET = Evapotranspiración real usando Kc de la F.A.O.

CUADRO 34

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO DE EVAPOFACION DEL TANQUE

Semana	(1)	(2)	(1)8(2)	C.U.H. Kc	ET _p *Kc	ET acumulada (mm)
	Ev.	C.	Et _p		ET(mm)	
20-26 En	27.52	0.70	19.26	0.25	4.81	4.81
En27-2Feb	26.21	0.70	18.34	0.35	6.42	11.23
3-9Feb	27.73	0.70	19.41	0.47	9.12	20.36
10-16Feb	29.24	0.70	20.46	0.61	12.48	32.84
17-23Feb	32.24	0.70	22.63	0.74	16.75	49.59
24-2Mar	39.92	0.70	27.94	0.84	23.47	73.07
3-9Mar	40.78	0.70	28.54	0.91	25.97	99.04
10-16Mar	42.38	0.75	31.78	0.97	30.83	129.87
17-23Mar	48.42	0.70	33.89	0.98	33.21	163.09
24-30Mar	50.35	0.70	35.24	0.91	32.07	195.16
M-31-6Ab	47.94	0.70	33.55	0.85	28.52	223.69
7-13Ab	51.03	0.70	35.72	0.76	27.14	250.84
14-20Ab	48.66	0.70	34.06	0.63	21.45	272.29
21-22Ab	15.81	0.70	11.06	0.54	5.97	278.27

Ev. = Evaporación

ET_p = Evapotranspiración potencial

C = Coeficiente de ajuste para estimar la ET_p en función de la Ev. (velocidad del viento, humedad relativa y cobertura alrededor del tanque)

ET = Evapotranspiración real usando Kc de la curva única de Hansen (tomate)

CUADRO 35

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO BLANEY-CRIDDLE

Fracción Semanal	T̄°C Semanal	m = $\frac{T+17.8}{21.8}$	P	fi = m * p * Fs	Kt $0.03114\bar{T} + 0.2396$	fi * Kt	F.A.O. Kc	ET 1*2	F.A.	ET/semanal corregida (cm)
						1	2			
1	24.87	1.96	1.68	3.29	1.01	3.33	0.43	1.43	0.94	1.35
1	26.84	2.05	1.73	3.54	1.07	3.81	0.57	2.17	0.94	2.05
1	27.59	2.08	1.84	3.82	1.09	4.20	0.68	2.85	0.94	2.70
1	24.30	1.93	1.84	3.55	0.99	3.53	0.78	2.75	0.94	2.60
1	25.90	2.00	1.84	3.68	1.04	3.85	0.85	3.27	0.94	3.09
1	26.59	2.04	1.86	3.79	1.06	4.05	0.91	3.68	0.94	3.48
1	26.29	2.02	1.90	3.83	1.05	4.06	0.98	3.98	0.94	3.76
1	25.94	2.01	1.90	3.81	1.04	4.00	0.98	3.92	0.94	3.70
1	28.67	2.13	1.90	4.04	1.13	4.58	0.96	3.39	0.94	4.15
1	29.83	2.18	1.90	4.14	1.16	4.84	0.94	4.54	0.94	4.30
1	28.44	2.12	1.96	4.15	1.12	4.67	0.91	4.25	0.94	4.02
1	28.37	2.12	1.97	4.17	1.12	4.69	0.87	4.08	0.94	3.85
1	29.00	2.15	1.97	4.23	1.14	4.83	0.76	3.67	0.94	3.47
0.29	30.50	2.22	0.56	0.36	1.18	0.42	0.75	0.32	0.94	0.30
F = 50.46								45.37		42.89

ET = K_g * F = ET = 0.85 * 50.4657 = 42.895845

K' = ET'/F = K' = 45.3731/50.4657 = 0.8990879

F.A. = KG/k' = 0.85/0.8990879 = 0.9454025

CUADRO 36

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO BLANEY-CRIDDLE

Fracción Semanal	T°C Semanal	m = $\frac{T+17.8}{21.8}$	P	fi = m * p * Ps	Kt 0.03114T + 0.2396	fi * Kt 1	C.U.H. Kc 2	ET' 1 * 2	F.A.	ET/semana corregida (cms)
1	24.87	1.96	1.68	3.29	1.01	3.33	0.25	0.83	0.93	0.78
1	26.84	2.05	1.73	3.54	1.07	3.81	0.35	1.33	0.93	1.25
1	27.59	2.08	1.84	3.82	1.09	4.20	0.47	1.97	0.93	1.85
1	24.30	1.93	1.84	3.55	0.99	3.53	0.61	2.15	0.93	2.02
1	25.90	2.00	1.84	3.68	1.04	3.85	0.74	2.84	0.93	2.67
1	26.59	2.04	1.86	3.79	1.06	4.05	0.84	3.40	0.93	3.18
1	26.29	2.02	1.90	3.83	1.05	4.06	0.91	3.69	0.93	3.46
1	25.94	2.01	1.90	3.81	1.04	4.00	0.97	3.88	0.93	3.63
1	28.67	2.13	1.90	4.04	1.13	4.58	0.98	4.49	0.93	4.20
1	29.83	2.18	1.90	4.14	1.16	4.84	0.91	4.40	0.93	4.12
1	28.44	2.12	1.96	4.15	1.12	4.67	0.85	3.97	0.93	3.72
1	28.37	2.12	1.97	4.17	1.12	4.69	0.76	3.56	0.93	3.34
1	29.00	2.15	1.97	4.23	1.14	4.83	0.63	3.04	0.93	2.85
0.29	30.50	2.22	0.56	0.36	1.18	0.42	0.54	0.23	0.93	0.21
F = 50.46								39.84		37.34

Kc = curva Única de Hansen (tomate)

Et = Kg * F = ET = 0.74 * 50.4657 = 37.3446

K' = ET' / F = K' = 39.8477 / 50.4657 = 0.7895996

FA = Kg / K' = 0.74 / 0.7895996 = 0.9371837

CUADRO 37

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO HARGREAVES

HP	S	Fr	T°C	d	Hn	17.37 * (1-0.01Hn)	P.A.O. Kc	Et (mm)	Viento A (+)	Altitud (+)	Correccioner	
											Involación (-)	Et corregida (cms)
64.14	1	1	24.87	0.202	63.11	9.80	0.43	21.34	10.186	3.66	18.11	1.49
54.31	2	1	26.84	0.208	34.86	11.31	0.57	32.99	13.680	38.87	18.14	3.18
55.71	3	1	27.59	0.221	35.70	11.17	0.68	46.31	7.200	51.46	31.82	4.23
61.40	4	1	24.30	0.221	40.64	10.31	0.78	43.18	12.960	50.56	42.37	4.16
64.57	5	1	25.90	0.221	43.51	9.81	0.85	47.72	48.78	53.18	41.63	4.37
57.71	6	1	26.59	0.223	37.41	10.87	0.91	58.65	7.506	66.08	43.79	5.53
59.57	7	1	26.29	0.228	39.02	10.59	0.98	62.20	8.694	71.71	55.38	6.27
75.71	8	1	25.94	0.228	54.71	7.95	0.98	46.07	11.214	83.80	62.75	5.77
67.14	9	1	28.67	0.228	45.83	9.40	0.96	58.98	38.214	77.50	66.01	6.99
62.00	10	1	29.83	0.228	41.18	10.22	0.94	65.33	30.762	80.85	73.33	7.33
53.57	11	1	28.44	0.235	33.91	11.48	0.91	69.82	23.742	83.80	77.50	7.11
55.14	12	1	28.37	0.236	35.22	11.25	0.87	65.53	11.390	77.50	71.19	6.82
56.14	13	1	29.00	0.236	36.06	11.11	0.76	57.78	14.102	71.66	68.26	6.31
54.00	14	1	30.50	0.067	34.26	11.41	0.75	17.48	19.638	24.52	63.12	2.15
693.45											72.29	

HRI = Humedad relativa media semanal
Hni = Humedad relativa al medio día
d = coeficiente semanal de duración del día
T°C = Temperatura media semanal en grandes centígrados
S = Semana
Fr = Fracción semanal

Fórmulas
1) d = 0.12P
2) Hni = 1.0 + 0.4HRI + 0.004 HRI²

CUADRO 38

CALCULO DE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL POR EL METODO HARGREAVES MODIFICADO

S	Pr	T°C Max	T°C Min	TD	mm/scm Ra	mm/scm Rs	T°F	ET mm/scm	F.A.O. Kc	ETr mm/scm	ETr acumulada mm
1	1	31.29	17.96	13.96	85.60	52.77	76.77	30.38	0.43	13.06	13.06
2	1	35.11	16.07	19.04	88.08	63.42	80.31	38.20	0.57	21.77	34.83
3	1	34.61	17.94	16.67	94.30	63.53	81.66	38.91	0.68	26.45	61.29
4	1	31.09	16.03	15.06	94.30	60.38	75.74	34.30	0.78	26.75	88.05
5	1	32.84	18.57	14.27	94.30	58.78	78.62	34.65	0.85	29.46	117.51
6	1	33.67	17.49	16.18	96.98	64.37	79.86	38.55	0.91	35.05	152.59
7	1	33.76	17.89	15.89	103.70	68.16	79.32	40.55	0.98	39.73	192.33
8	1	33.13	20.71	12.42	103.70	60.30	78.69	35.58	0.98	34.87	227.21
9	1	37.69	20.49	17.20	103.70	70.96	83.61	44.49	0.96	42.71	269.93
10	1	36.11	21.03	15.08	103.70	66.44	85.69	42.70	0.94	40.14	310.07
11	1	33.54	18.64	16.90	108.75	73.77	83.19	46.02	0.41	41.88	351.95
12	1	35.21	19.71	15.50	109.59	71.19	83.07	44.35	0.87	38.59	390.54
13	1	35.71	20.94	14.77	109.59	64.44	84.20	43.88	0.76	33.35	423.90
14	0.29	37.75	21.50	16.25	31.31	20.82	86.90	13.57	0.75	10.18	434.08
											434.08

$ET_r = ET_p \cdot K_c$

$ET_p = 0.0075 \cdot R_s \cdot T^{\circ}F$ $R_s = 0.165 \cdot R_a \cdot TD^{0.5}$

R_s = Parámetro que está en función de temperaturas máximas y mínimas absolutas

R_a = Radiación extraterrestre

TD = Diferencia entre temperaturas máximas y mínimas

CUADRO 39

EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL Y TOTAL EN Cms. TRATAMIENTOS Y METODOS

Semana	F-8	F-12	F-16	F-20	F-24	F-28	F.A.O. TANQUE	C.U.H. TANQUE	F.A.O. BLANEY-C	C.U.H. BLANEY-C	HARG	MOD HARG
20-26En*	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	0.83	0.48	1.36	0.78	1.99	1.31
En27-2Feb*	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	2.88	1.05	0.64	2.06	1.25	3.18	2.18
3-9Feb*	2.65	2.75	2.68	2.68	2.64	2.63	1.32	0.91	2.70	1.85	4.24	2.65
10-16Feb	1.31	1.99	1.47	1.47	1.21	1.15	1.60	1.25	2.61	2.02	4.16	2.68
17-23Feb	1.30	2.15	1.47	1.48	1.21	1.15	1.92	1.68	3.09	2.67	4.38	2.95
Feb24-2Mar	2.64	2.37	1.70	1.48	1.22	1.15	2.54	2.35	3.49	3.19	5.54	3.51
3-9Mar	2.10	1.91	1.74	1.49	1.73	1.15	2.80	2.60	3.76	3.46	6.28	3.97
10-16Mar	2.09	1.73	1.76	1.49	1.93	1.16	3.12	3.08	3.71	3.64	5.78	3.49
17-23Mar	2.85	1.66	1.78	1.45	1.93	1.16	3.25	3.32	4.16	4.21	7.00	4.27
24-30Mar	3.44	1.56	1.80	1.39	1.73	1.16	3.31	3.21	4.30	4.13	7.33	4.01
Mar31-6Ab	3.03	1.29	1.85	1.39	1.22	1.16	3.05	2.85	4.02	3.72	7.12	4.19
7-13Abr	2.17	1.82	1.85	1.39	1.22	1.16	3.11	2.71	3.86	3.34	6.83	3.86
14-20Abr	5.78	2.21	1.85	1.38	1.22	1.16	2.59	2.15	3.48	2.86	6.31	3.34
21-22Abr	0.83	0.32	0.26	0.20	0.17	0.16	0.83	0.60	0.30	0.22	2.16	1.02
TOTAL	35.94	27.51	25.96	23.04	23.18	20.10	31.32	27.63	42.90	37.34	72.30	43.43

* Incluido consumo entre riegos generales

CUADRO 40
PRUEBA "t" MEDIAS APAREADAS : F-8 Vrs. FORMULAS (ET POR SEMANA)

ET	F-8	F.A.O. TANQUE		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		(1) % Relativo	(2) % Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
2.567142	2.237142	128.67	100	0.33	1.617015384	0.339854526	0.97	2.16	3.01

F-8	C.U.H. TANQUE	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
2.567142	1.987857	129.16	100.	0.579285714	1.873007143	0.365767992	1.58	2.16	3.01

F-8	F.A.O. BLANEY-C	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
2.567142	3.064285	100.	119.37	0.497142857	1.719560439	0.350465042	1.42	2.16	3.01

F-8	C.U.H. BLANEY-C	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
2.567142	2.667142	100.	103.90	0.1	2.117676921	0.388924976	0.26	2.16	3.01

F-8	F.A.O. HARGREAVES	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (*)	0.01 (**)
2.567142	5.164285	100.	201.17	2.597142857	2.99352967	0.462410583	5.62	2.16	3.01

F-8	Modificado HARGREAVES	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
2.567142	3.102142	100.	120.84	0.535	1.712488461	0.349743626	1.53	2.16	3.01

CUADRO 41
PRUEBA "t" MEDIAS APAREADAS : F-12 Vrs. FORMULAS (ET POR SEMANA)

F-12	F.A.O. TANQUE	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
1.965	2.237142	100.	113.85	0.271142857	1.710264285	0.349516429	0.78	2.16	3.01

F-12	C.U.H. TANQUE	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
1.965	1.987857	100.	101.16	0.022857142	1.997021978	0.377682971	0.06	2.16	3.01

F-12	F.A.O. BLANEY-C	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (*)	0.01 (**)
1.965	3.064285	100.	155.94	1.099285714	1.760591758	0.354621705	3.10	2.16	3.01

F-12	C.U.H. BLANEY-C	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (NS)	0.01 (NS)
1.965	2.667142	100	135.73	0.702142857	2.283264286	0.403844408	1.74	2.16	3.01

F-12	F.A.O. HARGREAVES	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (*)	0.01 (**)
1.965	5.164285	100	262.81	3.199285714	4.216284066	0.555253099	5.76	2.16	3.01

F-12	MODIFICADO HARGREAVES	%		-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
		Relativo	Relativo					0.05 (*)	0.01 (**)
1.965	3.102142	100	157.07	1.137142857	1.67232967	0.345618459	3.29	2.16	3.01

CUADRO 42

PRUEBA "t" DE MEDIAS APAREADAS: F-16 Vrs. formulas (ET POR SEMANA)

F-16	F.A.O. TANQUE	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	2.237142	100	120.65	0.382857142	1.503637363	0.327723463	1.17	(NS)	(NS)
								2.16	3.01

F-16	C.U.H. TANQUE	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	1.987857	100	107.20	0.133571428	1.762670879	0.354831034	0.38	(NS)	(NS)
								2.16	3.01

F-16	F.A.O. BLANEY-C	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	3.064285	100	165.25	1.21	1.599107694	0.337967421	3.58	(*)	(**)
								2.16	3.01

F-16	C.U.H. BLANEY-C	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	2.667142	100	143.84	0.812857142	2.076268132	0.385103708	2.11	(NS)	(NS)
								2.16	3.01

F-16	F.A.O. HARGREAVES	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	5.164285	100	278.51	3.31	3.926046154	0.529558182	6.25	(*)	(**)
								2.16	3.01

F-16	MODIFICADO HARGREAVES	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.854285	3.102142	100	167.30	1.247857143	1.493725824	0.326641549	3.82	(*)	(**)
								2.16	3.01

CUADRO 43

PRUEBA "t" DE MEDIAS APAREADAS: F-20 Vrs. FORMULAS (ET POR SEMANA)

F-20	F.A.O. TANQUE	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	2.237142	100	135.94	0.591428571	1.897813186	0.368182135	1.61	(NS)	(NS)
								2.16	3.01

F-20	C.U.H. TANQUE	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	1.987857	100	120.79	0.342142857	2.174264285	0.394087035	0.87	(NS)	(NS)
								2.16	3.01

F-20	F.A.O. BLANEY-C	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	3.064285	100	186.20	1.418571429	2.003320879	0.378278136	3.75	(*)	(**)
								2.16	3.01

F-20	C.U.H. BLANEY-C	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	2.667142	100	162.07	1.021428571	2.523151648	0.424529289	2.41	(*)	(N.S.)
								2.16	3.01

F-20	F.A.O. HARGREAVES	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	5.164285	100	313.80	3.518571429	4.623859341	0.574696152	6.12	(*)	(**)
								2.16	3.01

F-20	MODIFICADO HARGREAVES	% Relativo	% Relativo	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								0.05	0.01
1.645714	3.102142	100	188.50	1.456428571	1.876609341	0.366119549	3.98	(*)	(**)
								2.16	3.01

CUADRO 44

PRUEBA DE "t" MEDIAS APAREADAS F-24 Vrs. FORMULAS (ET POR SEMANA)

F-24	F.A.O. TANQUE	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	2.237142	100	135.12	0.581428571	1.765536263	0.355119322	1.64	(NS)	(NS)
								2.16	3.01
F-24	C.U.H. TANQUE	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	1.987857	100	120.06	0.332142857	1.985095055	0.376553454	0.88	(NS)	(NS)
								2.16	3.01
F-24	F.A.O. BLANEY-C	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	3.064285	100	185.07	1.408571429	1.894428571	0.367853675	3.83	(*)	(**)
								2.16	3.01
F-24	C.U.H. BLANEY-C	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	2.667142	100	161.09	1.011428571	2.331367033	0.408076238	2.48	(*)	(NS)
								2.16	3.01
F-24	F.A.O. HARGREAVES	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	5.164285	100	311.91	3.506571429	4.402674726	0.560795017	6.26	(*)	(**)
								2.16	3.01
F-24	MODIFICADO HARGREAVES	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.655714	3.102142	100	187.36	1.446428571	1.784517033	0.357023111	4.05	(*)	(**)
								2.16	3.01

CUADRO 45

PRUEBA "t" DE MEDIAS APAREADAS F-28 Vrs. FORMULAS (ET/SEMANA)

F-28	F.A.O. TANQUE	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	2.237142	100	155.82	0.801428571	2.183474725	0.394920853	2.03	(NS)	(NS)
								2.16	3.01
F-28	C.U.H. TANQUE	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	1.987857	100	138.46	0.552142857	2.480018132	0.420884963	1.31	(NS)	(NS)
								2.16	3.01
F-28	F.A.O. BLANEY-C	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	3.064285	100	213.43	1.628571429	2.326351648	0.407637062	4.00	(*)	(**)
								2.16	3.01
F-28	C.U.H. BLANEY-C	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	2.667142	100	185.77	1.231428571	2.88015648	0.453569308	2.71	(*)	(NS)
								2.16	3.01
F-28	F.A.O. HARGREAVES	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	5.164285	100	359.70	3.728571429	5.047613187	0.600452994	6.21	(*)	(**)
								2.16	3.01
F-28	MODIFICADO HARGREAVES	%	%	-d	s ²	s ^{-d}	t	T	
								Relativo	Relativo
1.435714	3.102142	100	216.07	1.666428571	2.179655494	0.394575313	4.22	(*)	(**)
								2.16	3.01

COEFICIENTES DE REGRESION (R) TRANSFORMADOS A VALORES DE Fc Y COEFICIENTES DE CORRELACION (R) TRANSFORMADOS A R. FORMULAS DE Y PARA REGRESION Y CORRELACION LINEAL SIMPLE. TRANSFORMACION Y FORMULAS

C.C.R.	TAMÑO TAC			TAMÑO C.T.R.			FAO			C.C.R.			FAO			MODIFI CADO		
	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc	fc
1.24	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.25	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.26	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.27	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.28	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.29	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.30	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.31	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.32	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.33	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.34	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.35	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.36	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.37	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.38	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.39	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.40	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.41	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.42	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.43	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.44	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.45	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.46	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.47	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.48	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.49	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)
1.50	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)	(NR)

NR = No existe regresión
 NC = No existe correlación
 * = Existe regresión y/o correlación significativas
 ** = Existe regresión y/o correlación altamente significativas

CUADRO 47

RELACION ENTRE EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL DE LOS TRATAMIENTOS Y LA EVAPORACION SEMANAL DEL TANQUE

Semana	Ev Tanque Cms	TRATAMIENTOS											
		F-8		F-12		F-16		F-20		F-24		F-28	
		ET (cms)	ET/EV	ET cms	ET/EV								
20-16En*	27.5	2.87	1.04	2.87	1.04	2.87	1.04	2.87	1.04	2.87	1.04	2.87	1.04
En24-2Feb*	26.2	2.88	1.10	2.88	1.10	2.88	1.10	2.88	1.10	2.88	1.10	2.88	1.10
3-9Feb	2.77	2.65	0.96	2.75	0.99	2.66	0.96	2.68	0.97	2.64	0.95	2.63	0.95
10-16Feb	2.92	1.31	0.76	1.99	0.68	1.47	0.50	1.47	0.50	1.21	0.41	1.15	0.39
17-23Feb	3.23	1.30	0.40	2.15	0.67	1.47	0.46	1.48	0.46	1.21	0.37	1.15	0.36
Feb24-2Mar	3.99	2.64	0.66	2.37	0.59	1.70	0.43	1.48	0.37	1.22	0.31	1.15	0.29
3-9Mar	4.08	2.10	0.51	1.91	0.47	1.74	0.43	1.49	0.37	1.73	0.42	1.15	0.28
10-16Mar	4.24	2.09	0.49	1.73	0.41	1.76	0.42	1.49	0.35	1.93	0.46	1.16	0.27
17-23Mar	4.84	2.85	0.59	1.66	0.34	1.78	0.37	1.45	0.30	1.93	0.40	1.16	0.24
24-30 Mar	5.04	3.44	0.68	1.56	0.31	1.80	0.36	1.39	0.28	1.73	0.34	1.16	0.23
Mar31-6Ab	4.79	3.03	0.63	1.29	0.27	1.85	0.39	1.39	0.29	1.22	0.25	1.16	0.24
7-13Ab	5.10	2.17	0.43	1.82	0.36	1.85	0.36	1.39	0.27	1.22	0.24	1.16	0.23
14-20Ab	4.87	5.78	1.19	2.21	0.45	1.85	0.37	1.36	0.28	1.22	0.25	1.16	0.24
21-22Ab	1.58	0.83	0.52	0.32	0.20	0.26	0.16	0.20	0.13	0.17	0.11	0.16	0.11
TOTAL	52.82	35.94	0.71	27.51	0.56	25.96	0.53	23.04	0.48	23.18	0.48	20.10	0.43

* Los datos de ET corresponden al período de riegos generales

CUADRO 48

EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA DE LOS TRATAMIENTOS Y LA EVAPORACION SEMANAL ACUMULADA DEL TANQUE

SEMANAL	EV Tanque Acumulada (cms)	TRATAMIENTOS					
		F-8	F-12	F-16	F-20	F-24	F-28
		ET (cms)	ET (cms)	ET (cms)	ET (cms)	ET (cms)	ET (cms)
20-26En*	2.75	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87	2.87
En27-2Feb*	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75	5.75
3-9 Feb	8.14	8.40	8.50	8.43	8.43	8.39	8.38
10-16Feb	11.06	9.71	10.49	9.90	9.90	9.60	9.53
17-23Feb	14.29	11.01	12.64	11.37	11.38	10.61	10.68
Feb24-2Mar	18.28	13.65	15.01	13.07	12.86	12.03	11.83
3-4Mar	22.36	15.75	16.92	14.81	14.35	13.76	12.98
10-16 Mar	26.60	17.84	18.65	16.57	15.84	15.69	14.41
17-23Mar	31.44	20.69	20.31	18.35	17.29	17.62	15.30
24-30Mar	36.48	24.13	21.87	20.15	18.68	19.35	16.46
Mar31-6Ab	41.27	27.16	13.26	22.00	20.07	20.57	17.62
7-13Ab	46.37	29.33	24.98	23.85	21.46	21.79	18.78
14-20Ab	51.24	35.11	27.19	25.70	22.84	23.01	19.94
21-11Ab	52.82	35.94	27.51	25.96	23.04	23.18	20.10

* Los datos de ET corresponden al período de riegos generales

CUADRO 49 Costos de Producción y Rentabilidad a nivel experimental (seis frecuencias de riego)

Información general

- a) Cultivo: Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) Tipo Burley
 b) Variedad: KY-17
 c) Lugar: Unidad de Riego El Progreso, Guastatoya, El Progreso
 d) Preparado por: P.A. Jorge Mario Ruano Rossil (I.T.A.)
 e) Fecha: Agosto de 1985
 f) Grado de tecnología: Alto

I. COSTOS DIRECTOS

		F-8	F-12	F-16	F-20	F-24	F-28
1. Semillero							
1.1. Preparación manual (2 jornales a Q3.00c/u)	Q6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
1.2. Siembra manual (1 jornal a Q0.50)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
1.3. Cuidados culturales:							
1.3.1. Corrección de invernadero rústico (2 jornales a Q2.50)	5.00						
1.3.2. Manteado (2 jornales a Q1.25)	2.50						
1.3.3. Riego (25 jornales a Q0.40c/u)	10.00						
1.3.4. Fertilización (1 jornal)	2.00						
1.3.5. Limpias (4 jornales a Q0.50 c/u)	2.00						
1.3.6. Control de plagas y enfermedades (14 jornales)	7.00	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50	28.50
1.4. Insumos							
1.4.1. Semilla (42g)	58.00						
1.4.2. Desinfección del suelo (1.5 lb Bromuro de Metilo)	5.00						
1.4.3. Invernadero rústico	50.00						
1.4.4. Manta	7.39						
1.4.5. Agua para riego	2.00						
1.4.6. Fertilizante (4 qq de turba bioferta a Q3.50 c/u)	14.00						
1.4.7. Pesticidas	34.10	150.49	150.49	150.49	150.49	150.49	150.49
2. Preparación de la tierra (mecanizada)							
2.1. Aradura	50.00						
2.2. Rastra	20.00						
2.3. Surqueado	25.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
3. Transplante (manual)	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25	30.25
4. Cuidados culturales							
4.1. Fertilización (8 jornales a Q2.50 c/u)	20.00						
4.2. Limpias (12 con 152 jornales a Q3.00 c/u)	60.00						
4.3. Control de plagas y enfermedades (96 jornales a Q3.00)	288.00	368.00	368.00	368.00	368.00	368.00	368.00
5. Cosecha (eliminación de la flor) 4 jornales a Q3.00							
	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
6. Cosecha (manual) 10 jornales a Q2.50 c/u							
	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
7. Curado de la hoja							
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
8. Insumos							
8.1. Fertilizante							
8.1.1. 6 qq de 46-0-0	60.00						
8.1.2. 3 qq de 0-0-60	26.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
8.2. Pesticidas							
	385.00	385.00	385.00	385.00	385.00	385.00	385.00
8.3. Aplicación de los riegos							
		89.85	68.78	64.90	57.60	57.95	50.25
8.4. Energía eléctrica para los riegos							
		210.83	165.65	135.53	120.47	120.47	105.07
TOTAL COSTOS DIRECTOS		1585.42	1519.17	1485.17	1462.81	1463.16	1440.00

II. COSTOS INDIRECTOS:

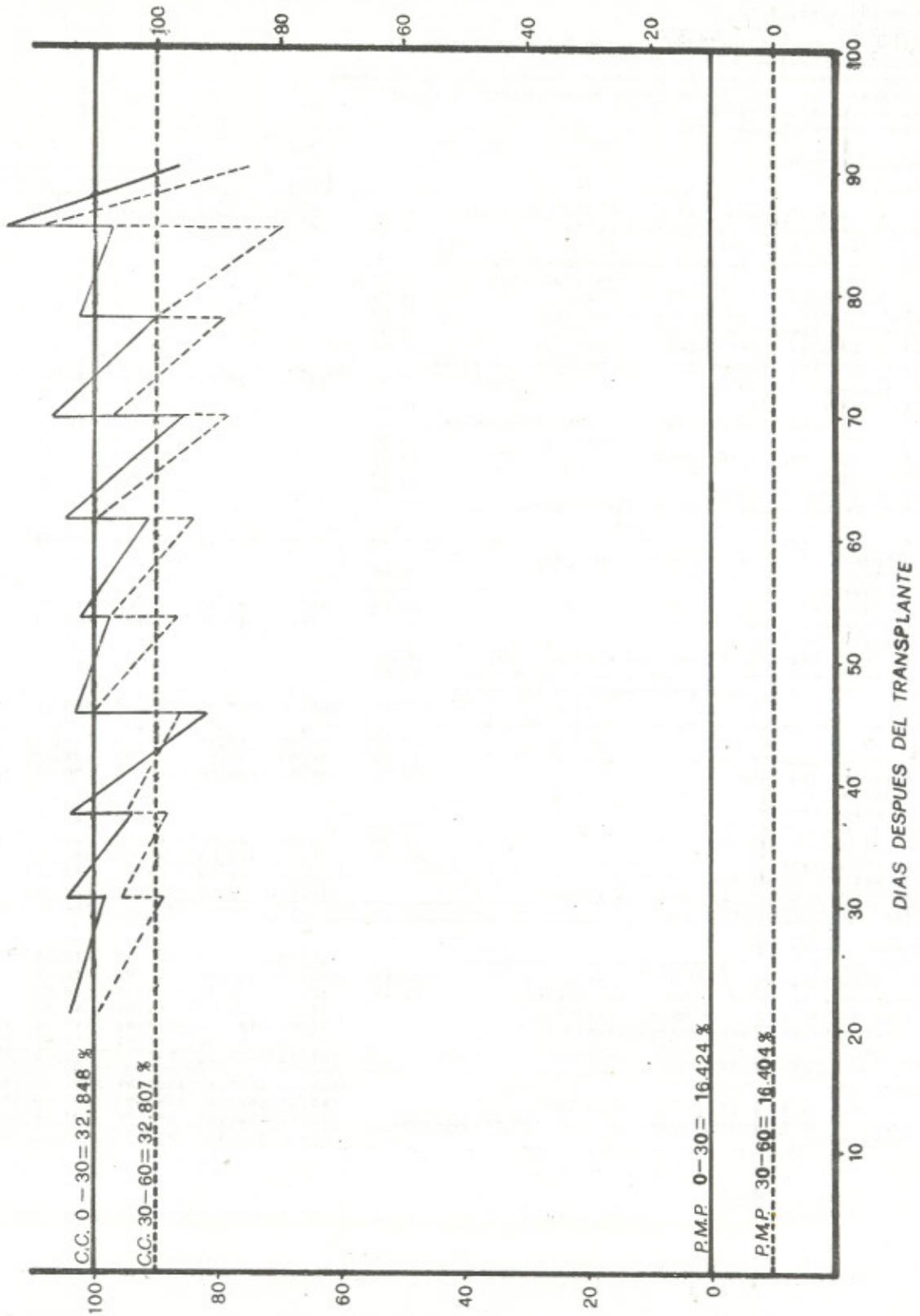
1. Administración (10% sobre costos directos)	158.54	151.92	148.52	146.28	146.32	144.00
2. Arrendamiento de la tierra (6 meses)	142.00	142.00	142.00	142.00	142.00	142.00
3. Derecho a la salud (2.5% sobre jornales*)	18.88	18.35	18.25	18.07	18.08	17.89
4. Imprevistos (3% sobre costos directos)		47.56	45.58	44.56	43.88	43.89
5. Intereses (8% sobre costos directos)		126.83	121.53	118.81	117.02	115.20
6. Transporte		102.13	77.06	65.57	71.90	30.02
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		595.94	556.44	537.71	539.15	497.36

COSTO TOTAL

	2181.36	2075.61	2022.88	2001.96	1960.52	1934.55
III. INGRESOS BRUTOS (Q2.09 por kilogramo)	3557.67	2684.22	2283.96	2504.60	1045.70	1121.70
UTILIDAD NETA (ingresos brutos-costo de producción)	1376.31	608.61	261.08	502.64	-914.82	-812.85
RENTABILIDAD	63%	29%	13%	25%	-47%	-42%

CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO F - 8 .

FIGURA 1



— 0 - 30 CM - - - - 30 - 60 CM

— 0 - 30 CM - - - - 30 - 60 CM

PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE

PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE

DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE

FIGURA 2
 CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO F - 12.

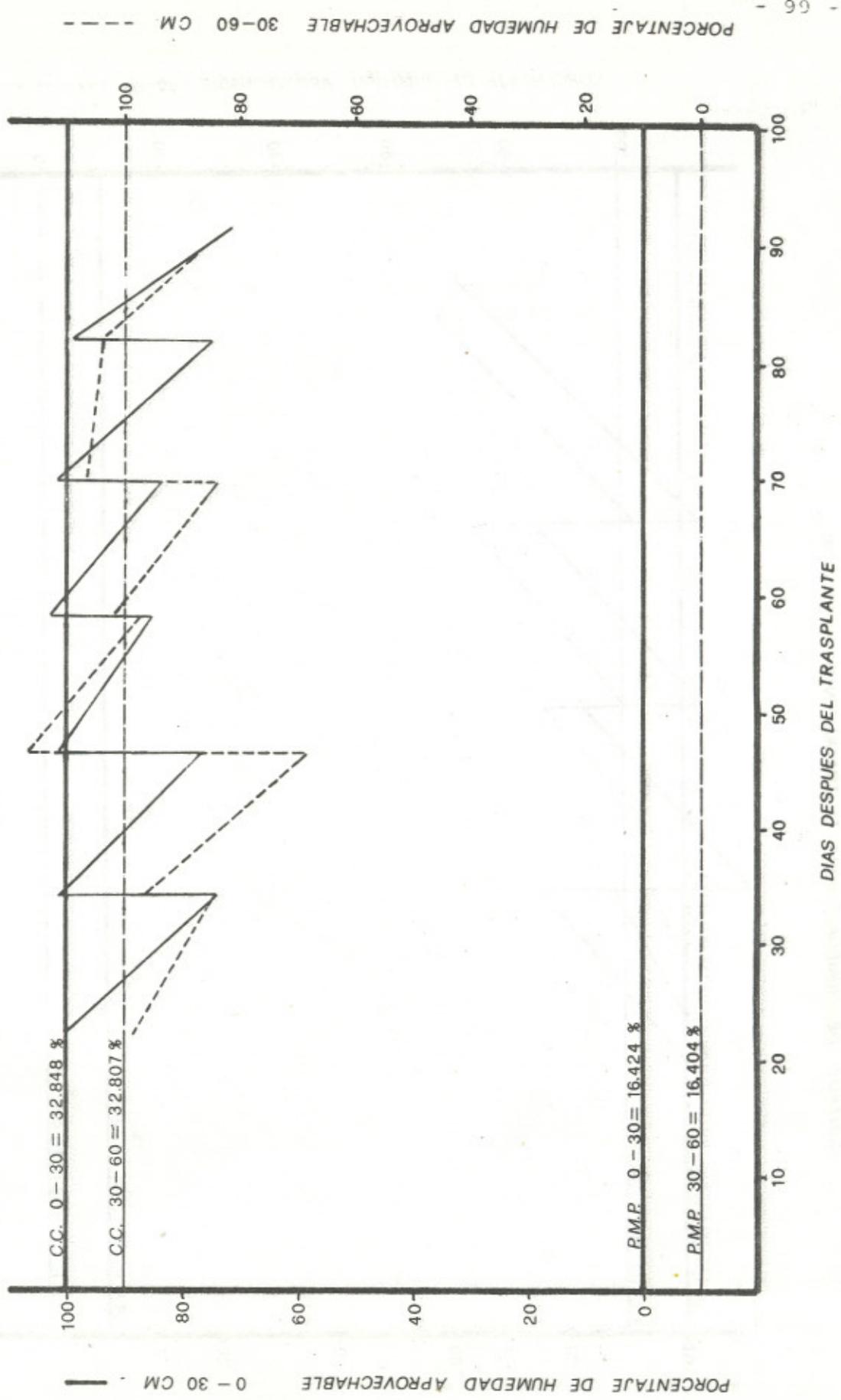
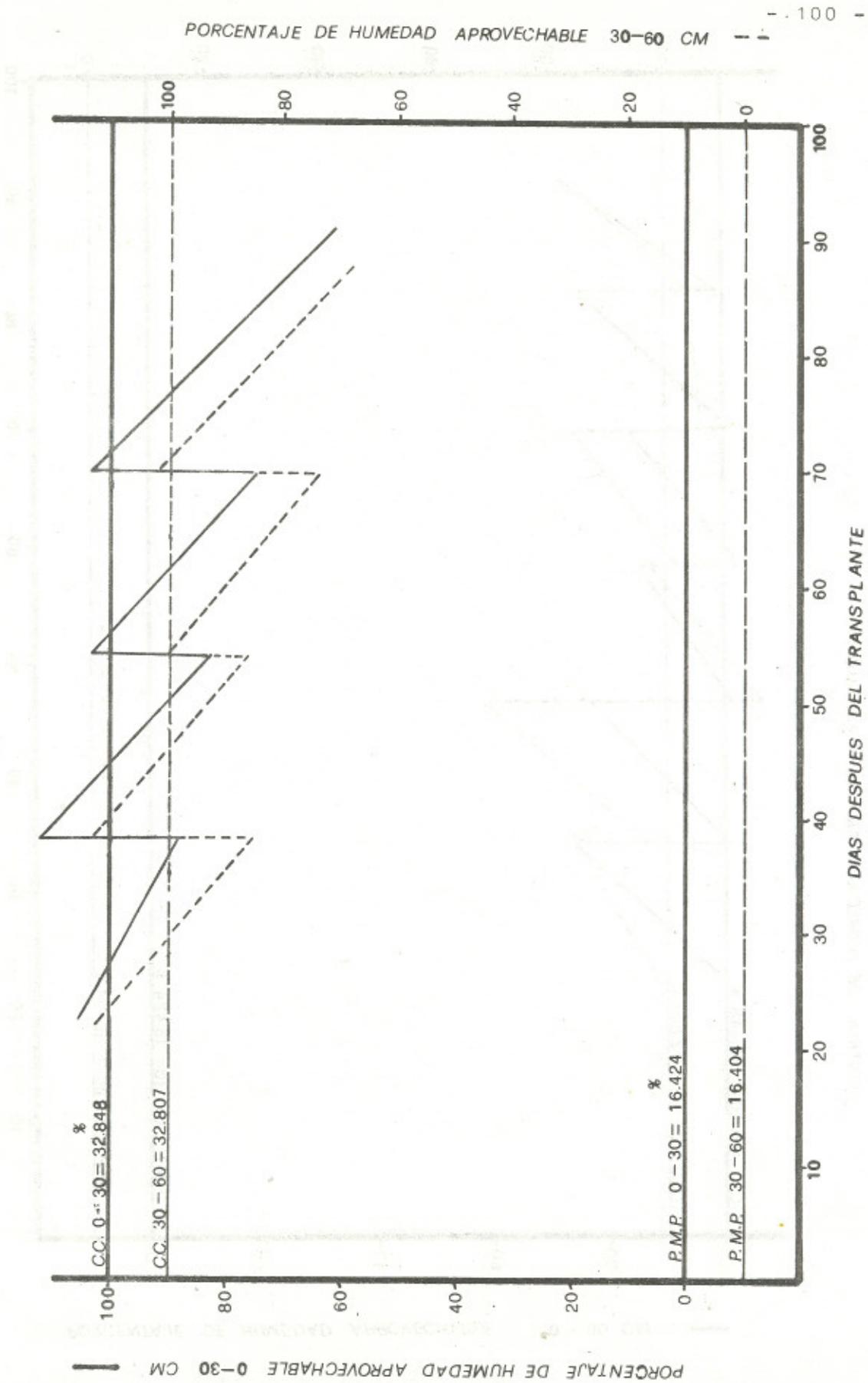
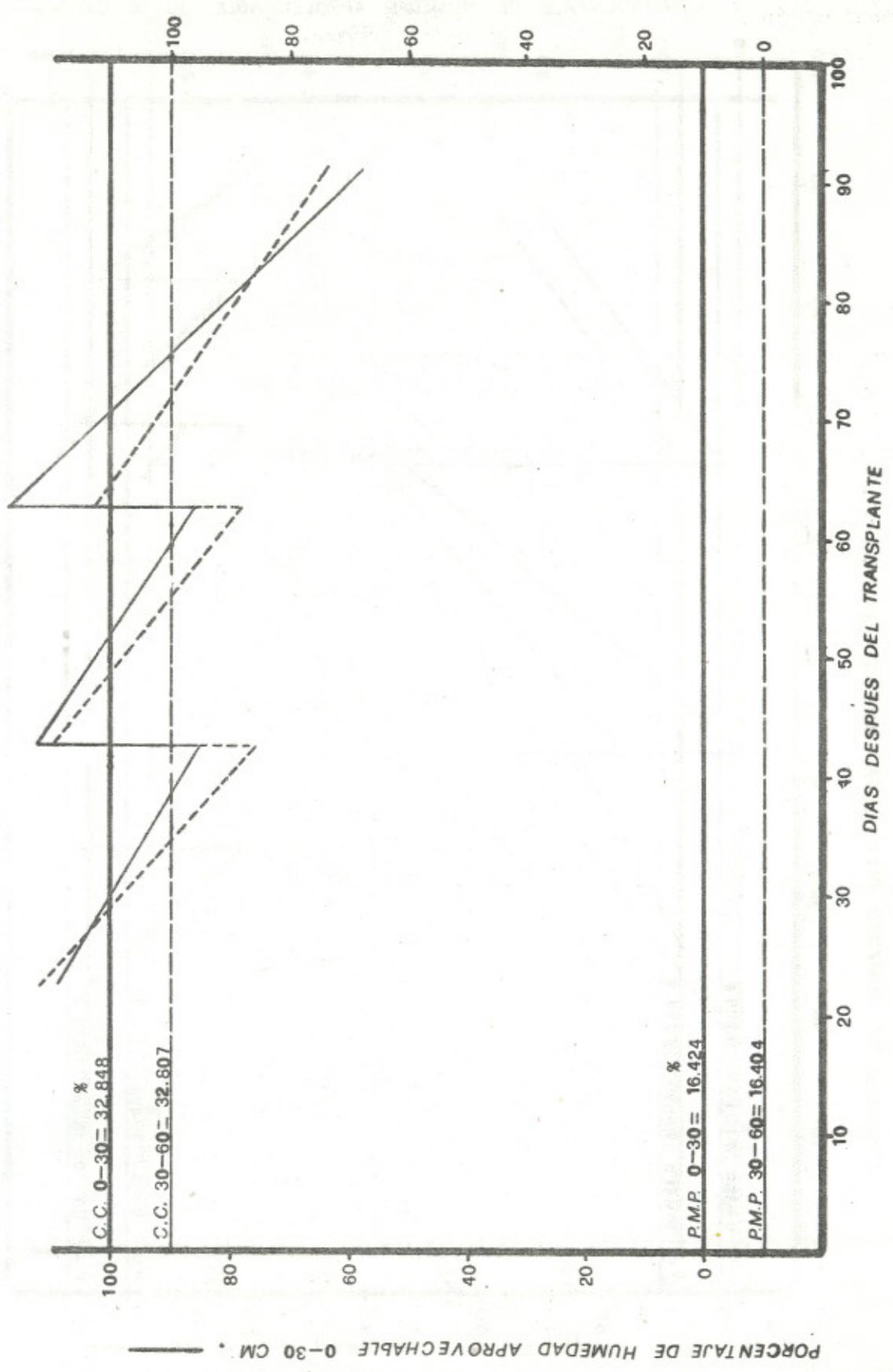


FIGURA 3
CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO F - 16.



--- PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVEVECHABLE 30-60 CM

FIGURA 4
CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO
F - 20.



— PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVEVECHABLE 0-30 CM .

FIGURA 5

CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO F-24.

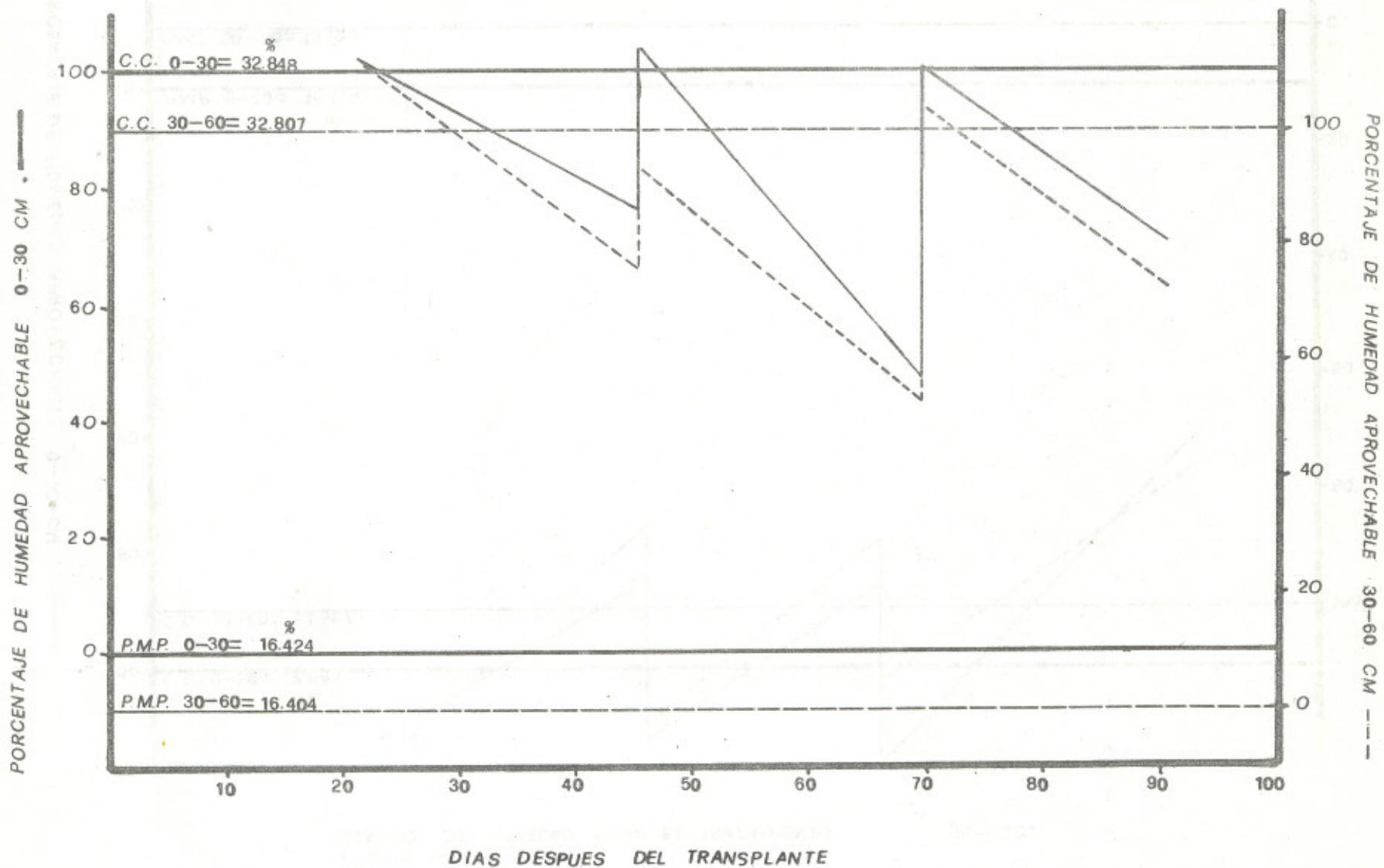
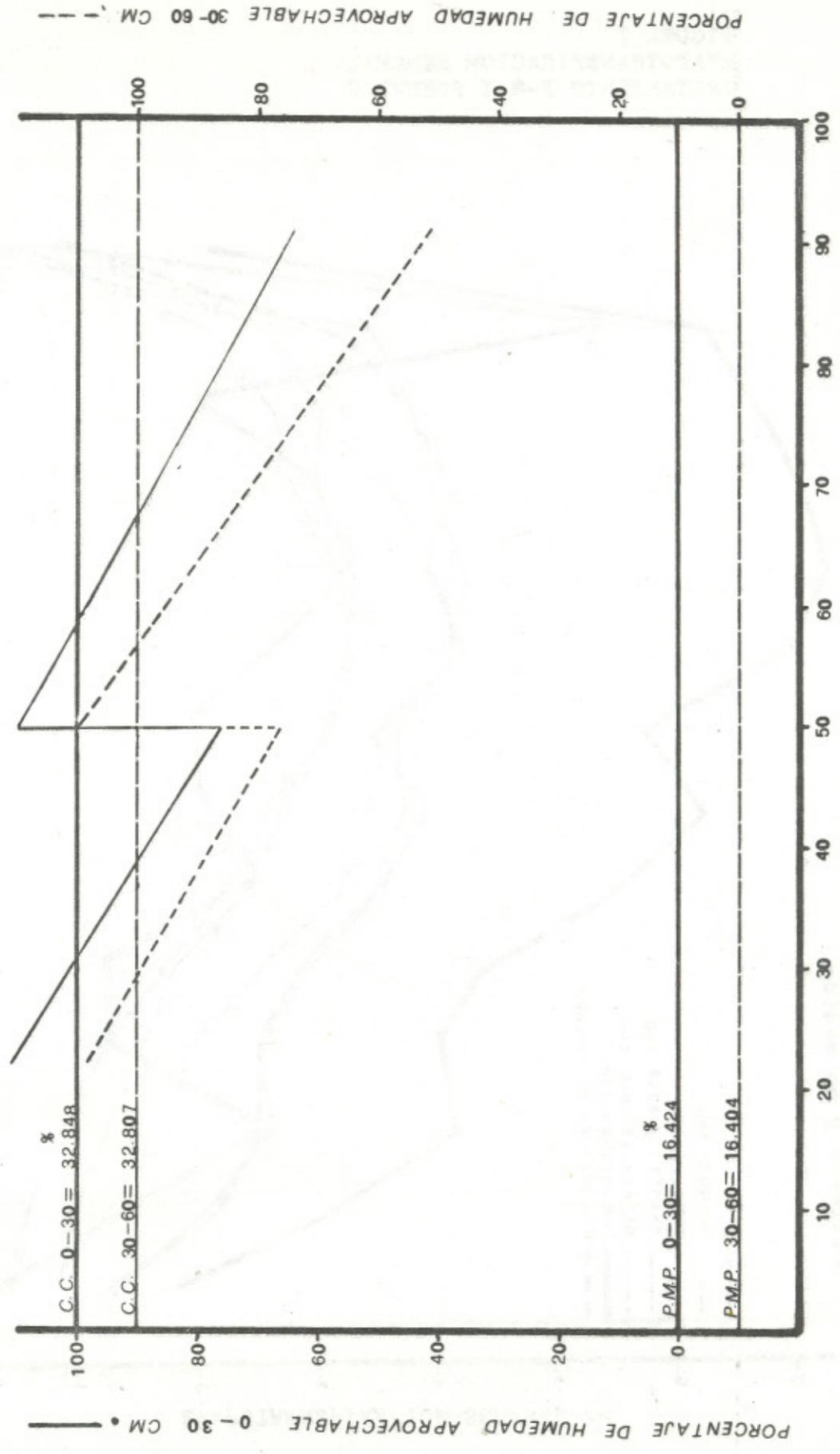


FIGURA 6
CONTROL DE HUMEDAD PARA EL TRATAMIENTO F-28.



—●— PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE 0-30 CM.

--- PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE 30-60 CM.

DIAS DESPUES DEL TRANSPLANTE

FIGURA 7
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
 TRATAMIENTO F-S Y FORMULAS

* No incluye ET primeras 2 semanas antes del establecimiento de frecuencias de riego debido a que es estimada y no medida.

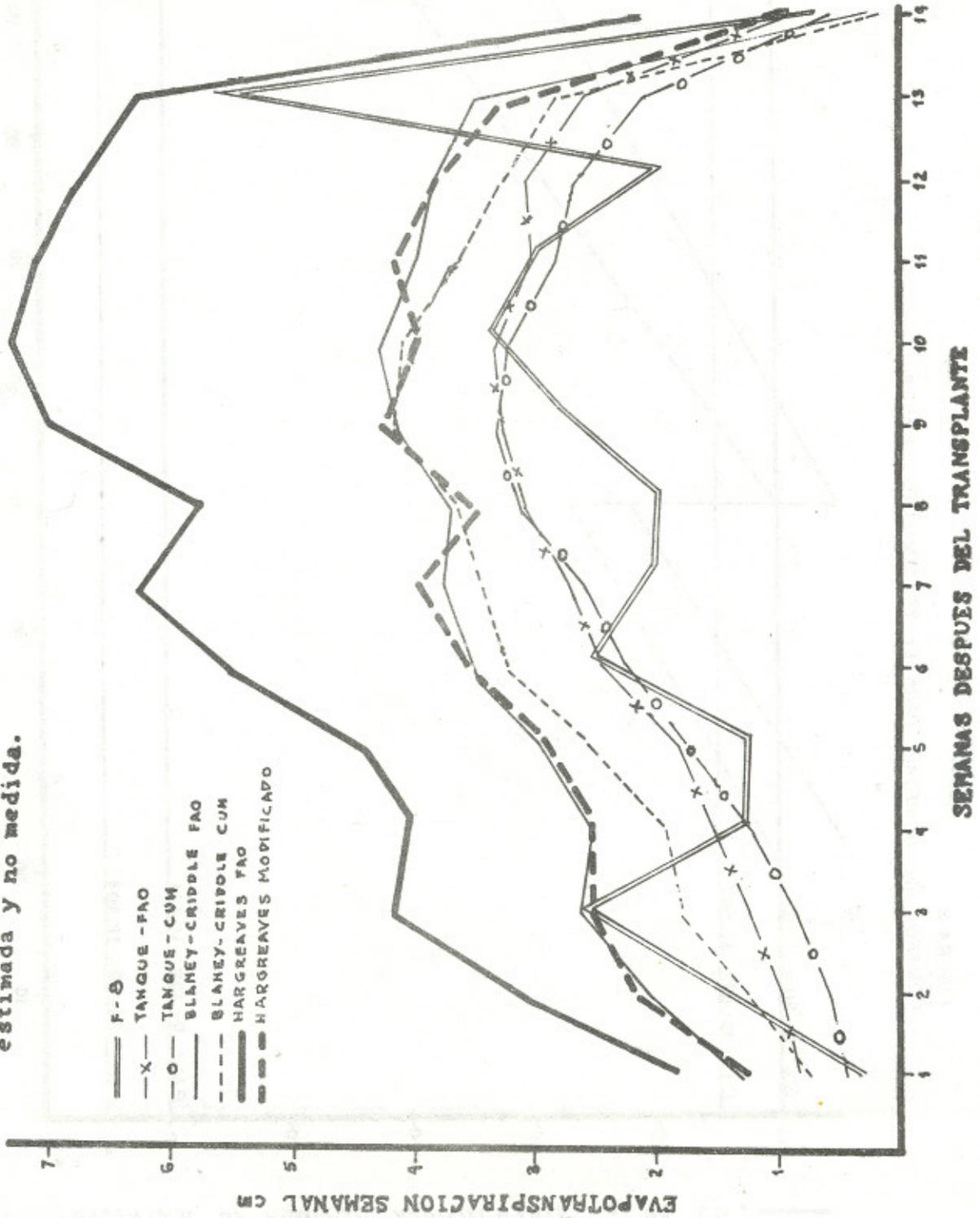


FIGURA 8
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
 TRATAMIENTO F-12 Y FORMULAS

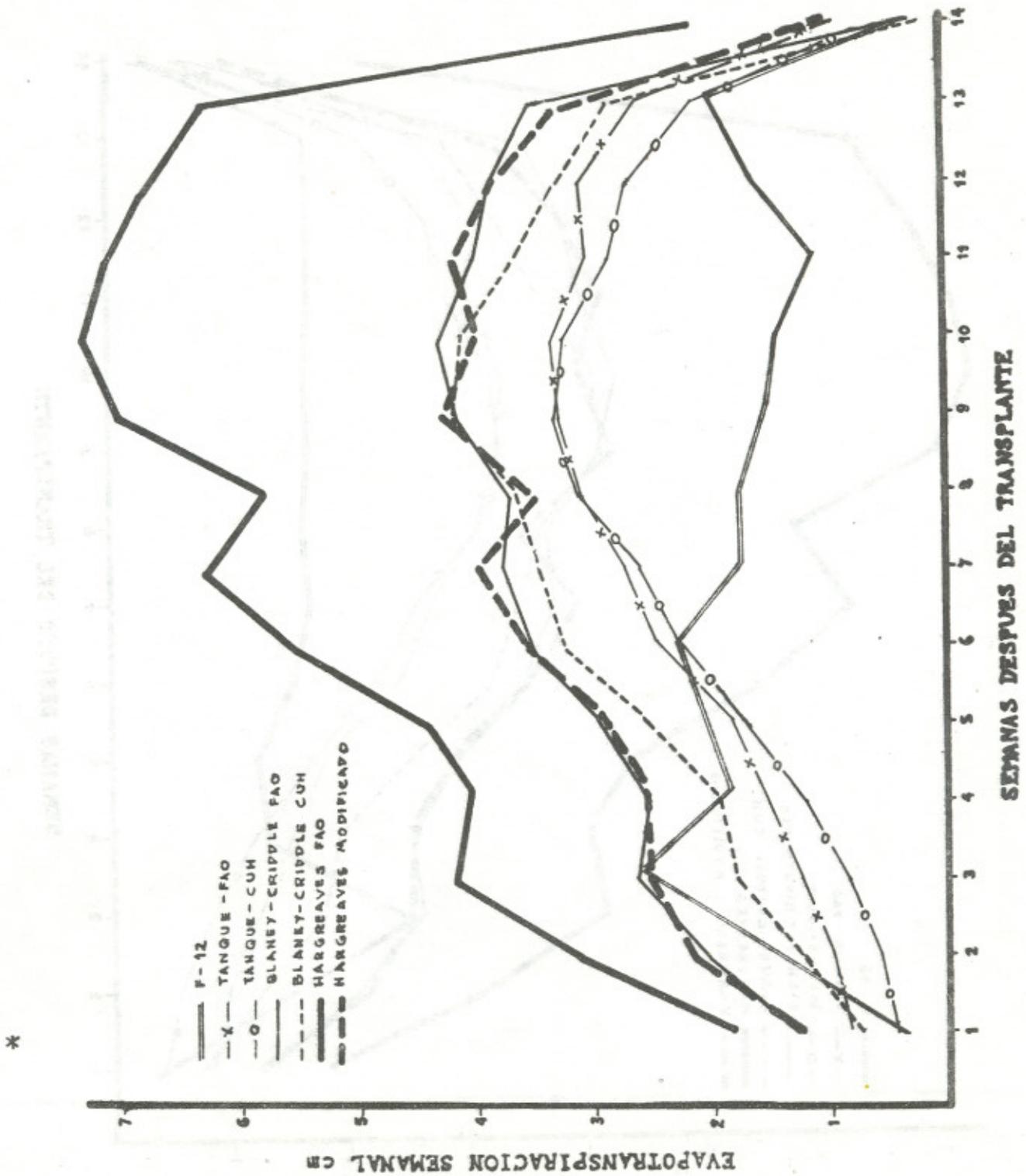


FIGURA 9
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
 TRATAMIENTO F-16 Y FORMULAS

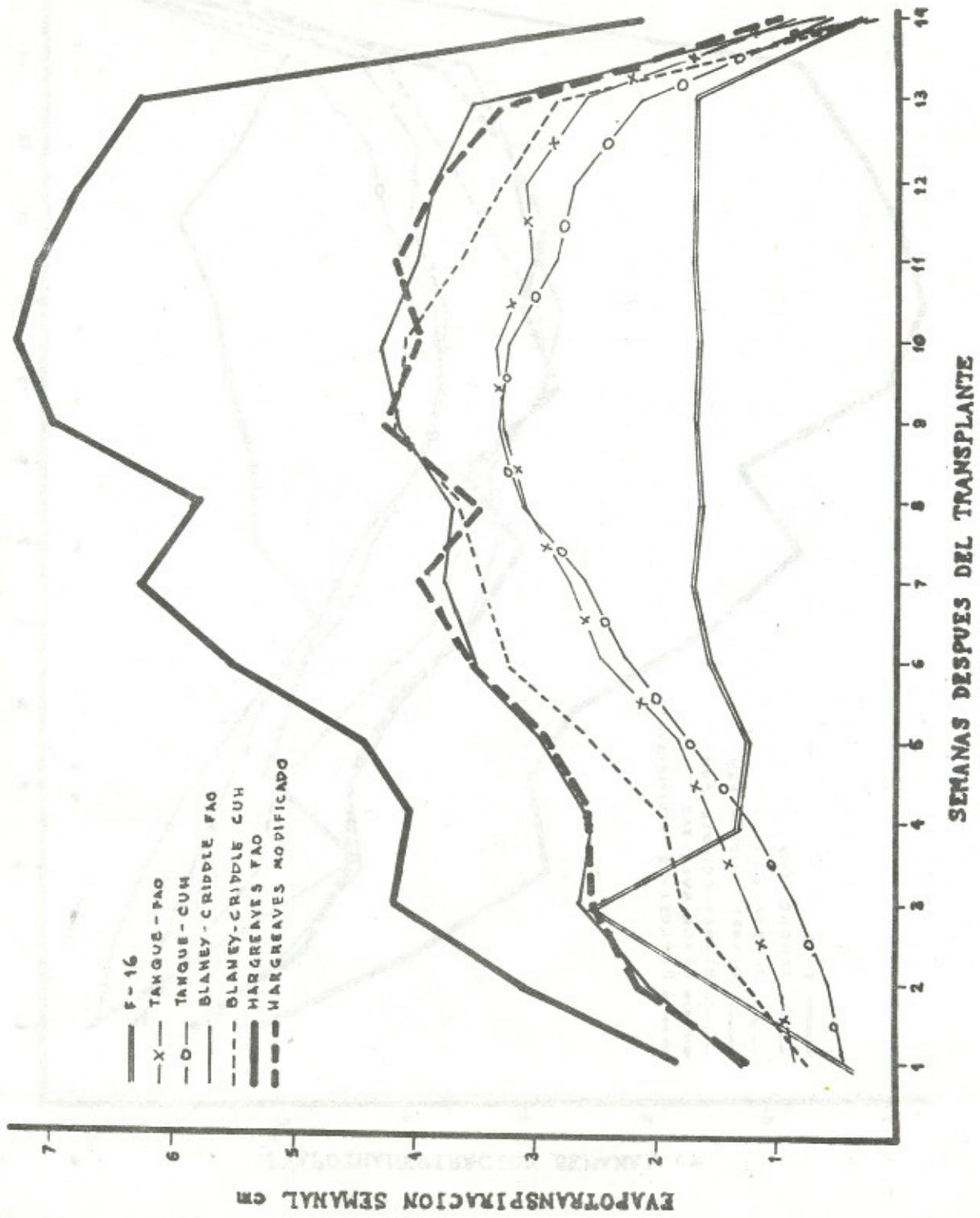


FIGURA 10
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
 TRATAMIENTO F-20 Y FORMULAS

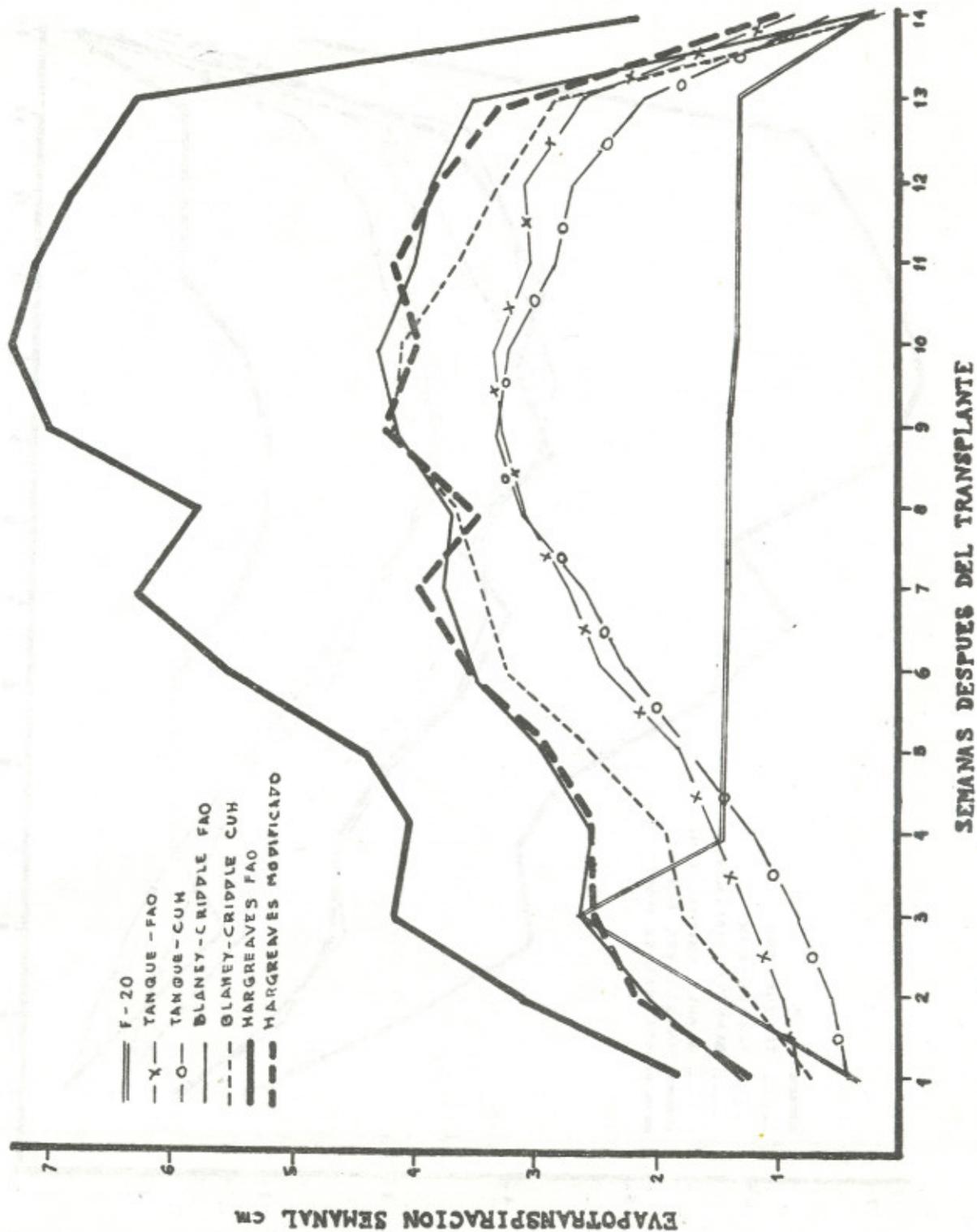


FIGURA 11
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
 TRATAMIENTO F-24 Y FORMULAS

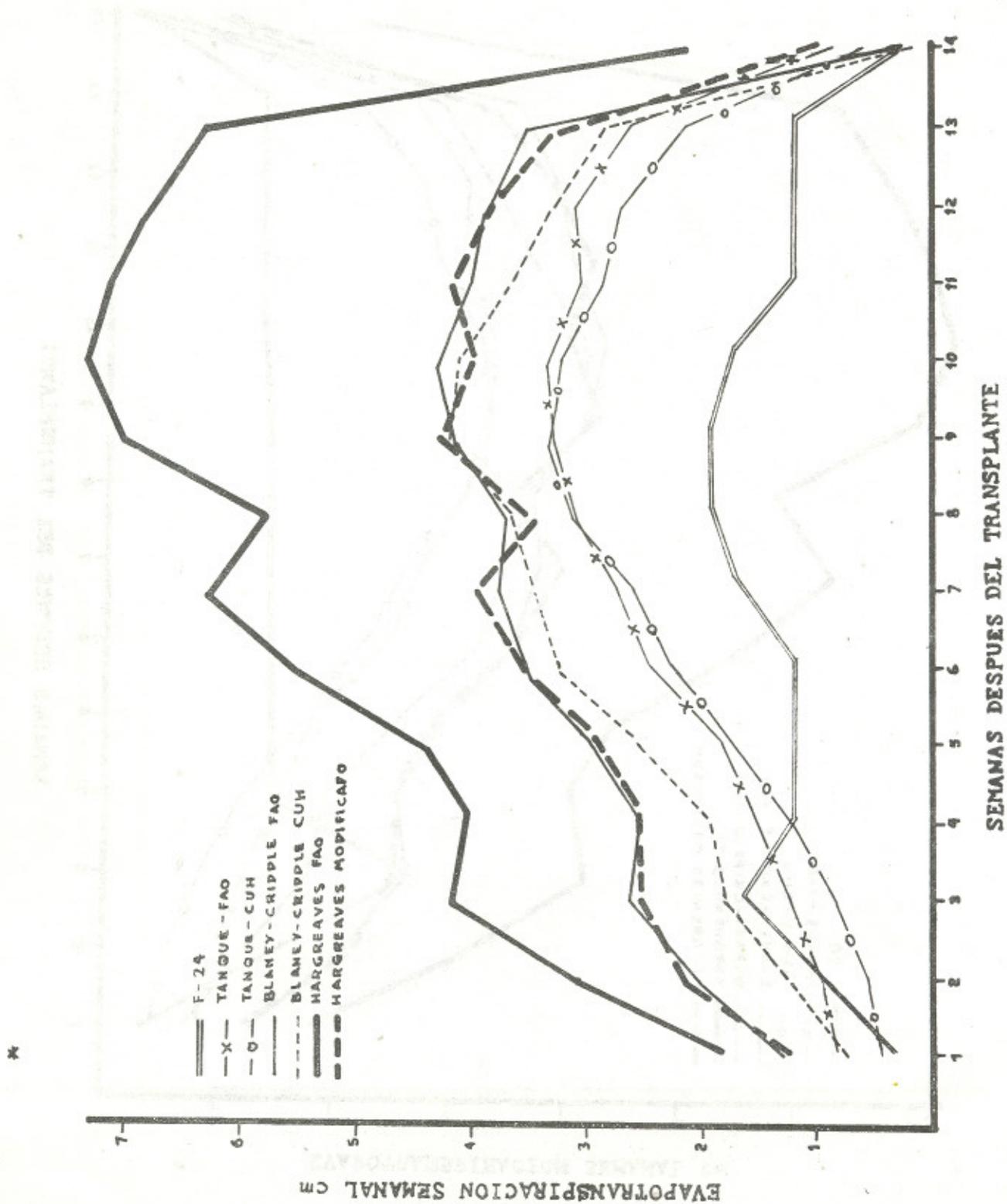


FIGURA 12
EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL.
TRATAMIENTO F-28 Y FORMULAS

FIGURA 12
EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL
TRATAMIENTO F-28 Y FORMULAS

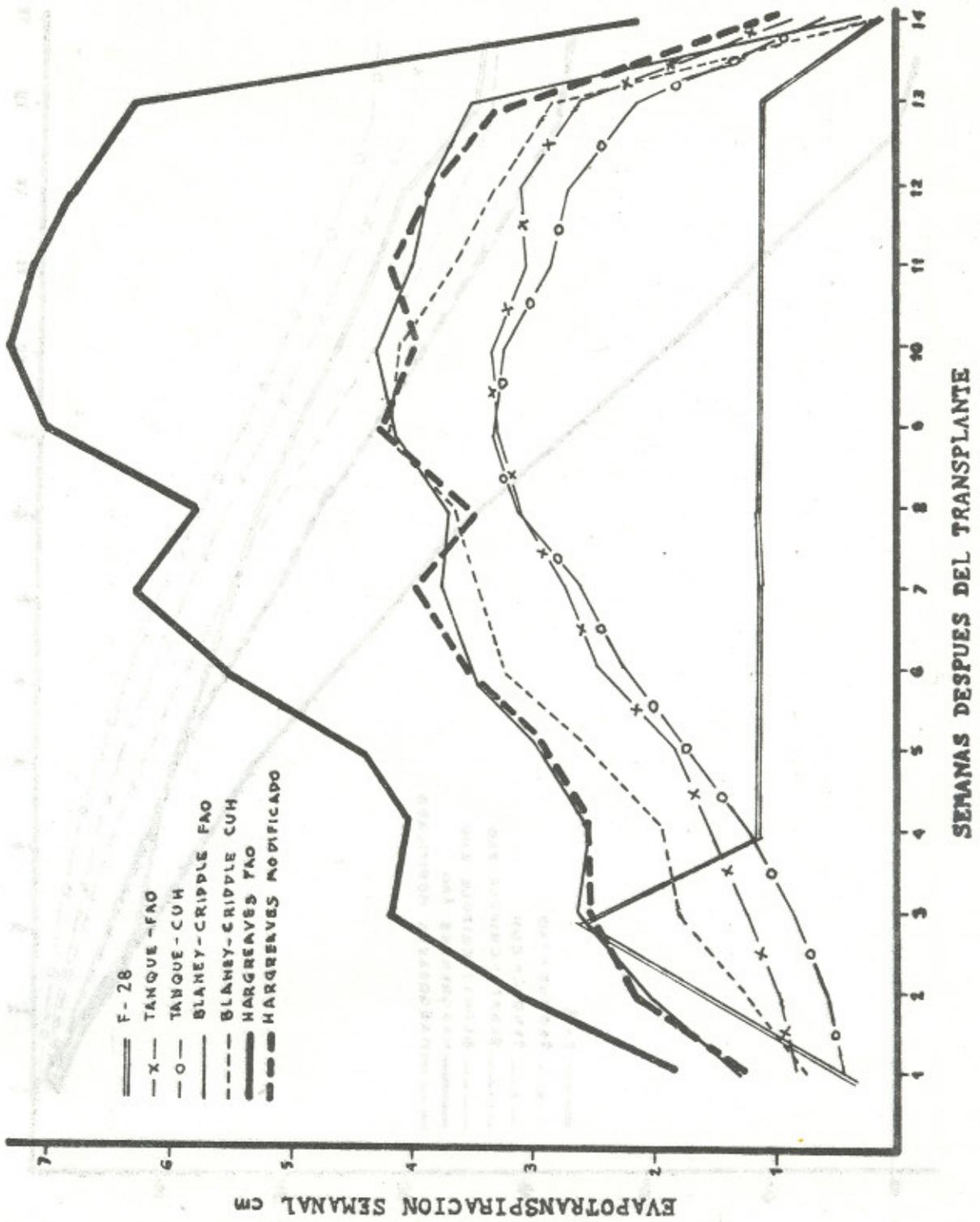
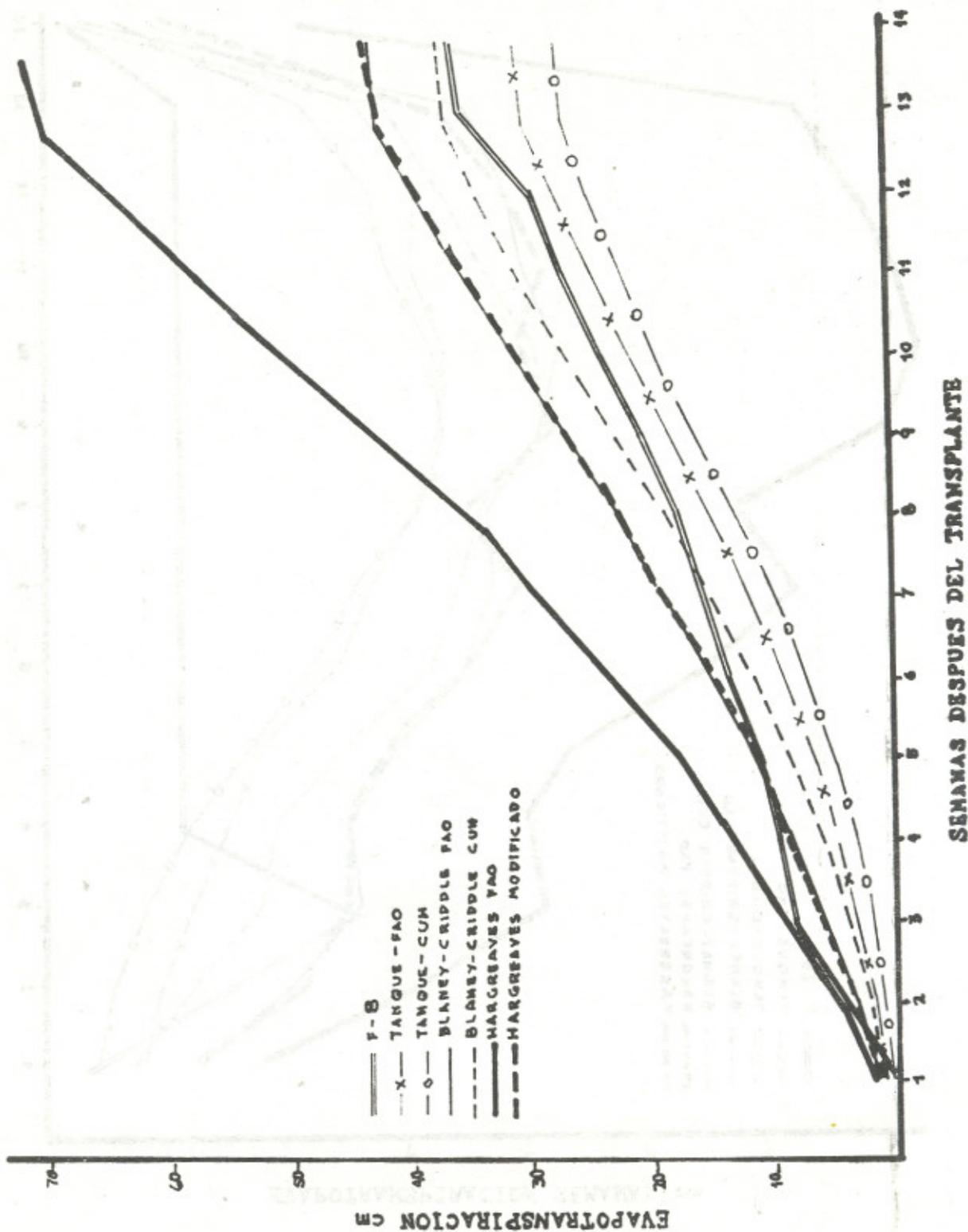


FIGURA 13
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
 TRATAMIENTO P-8 Y FORMULAS



*

FIGURA 14
EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
TRATAMIENTO F-12 Y FORMULAS

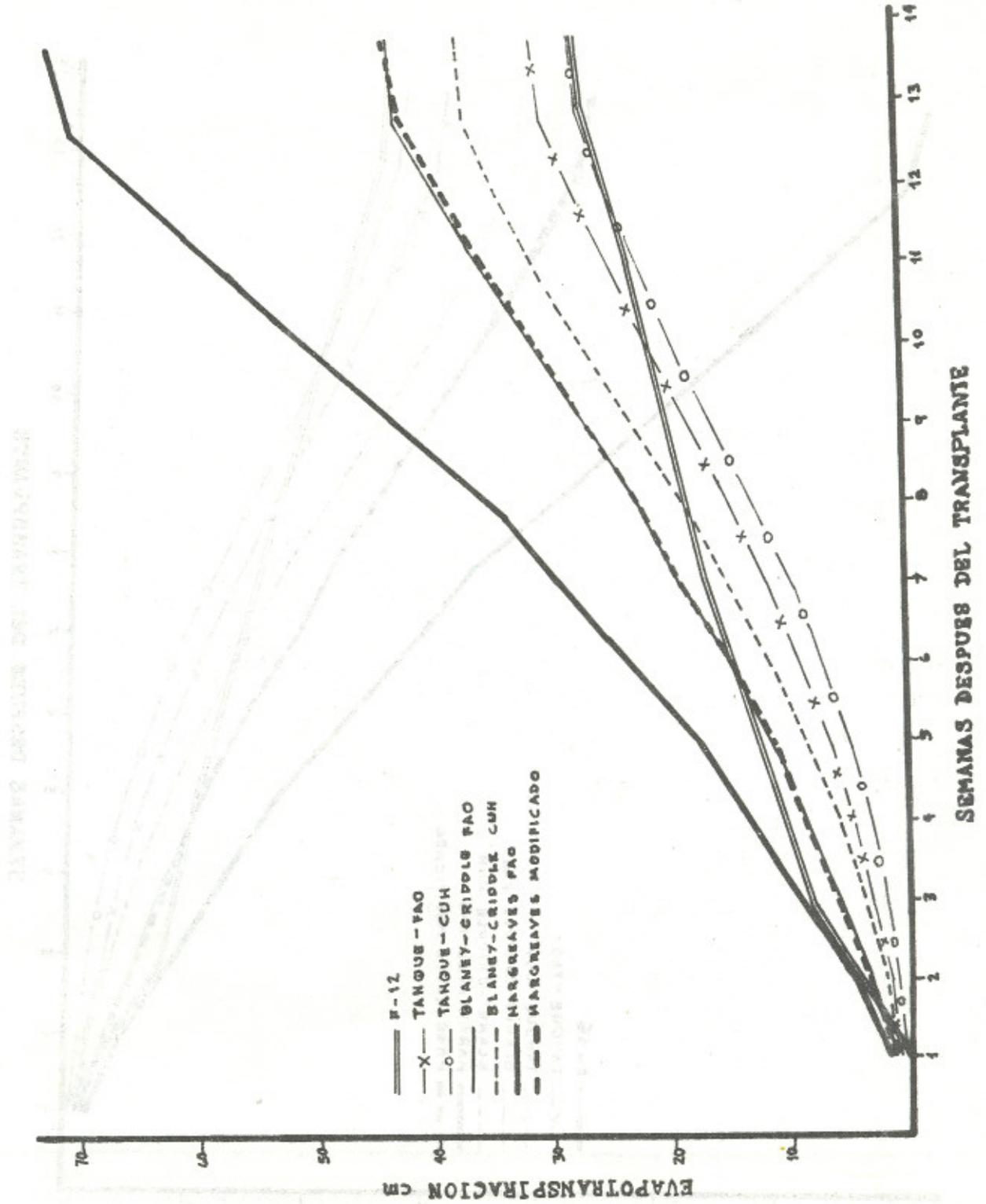


FIGURA 15
EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
TRATAMIENTO F-16 Y FORMULAS

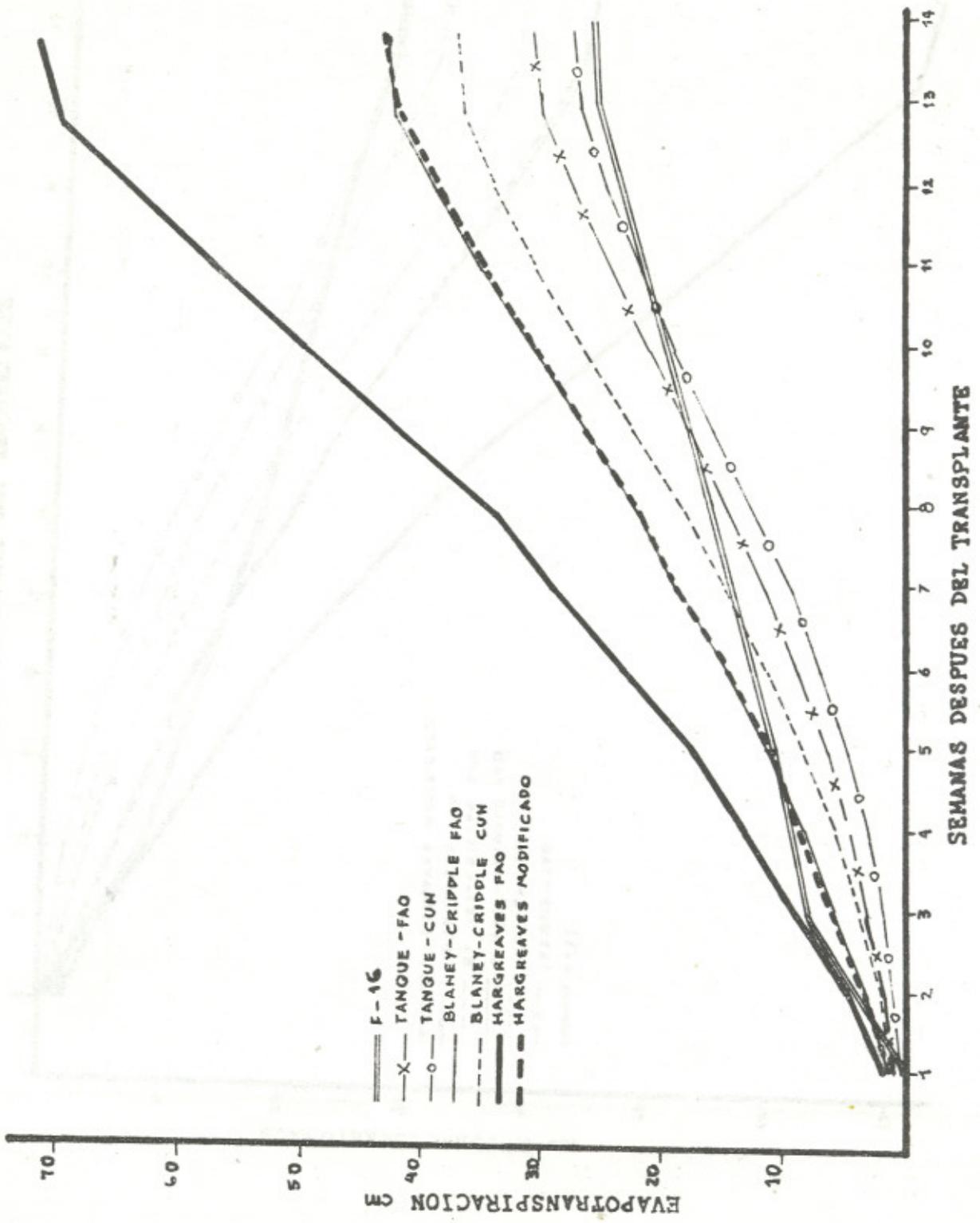
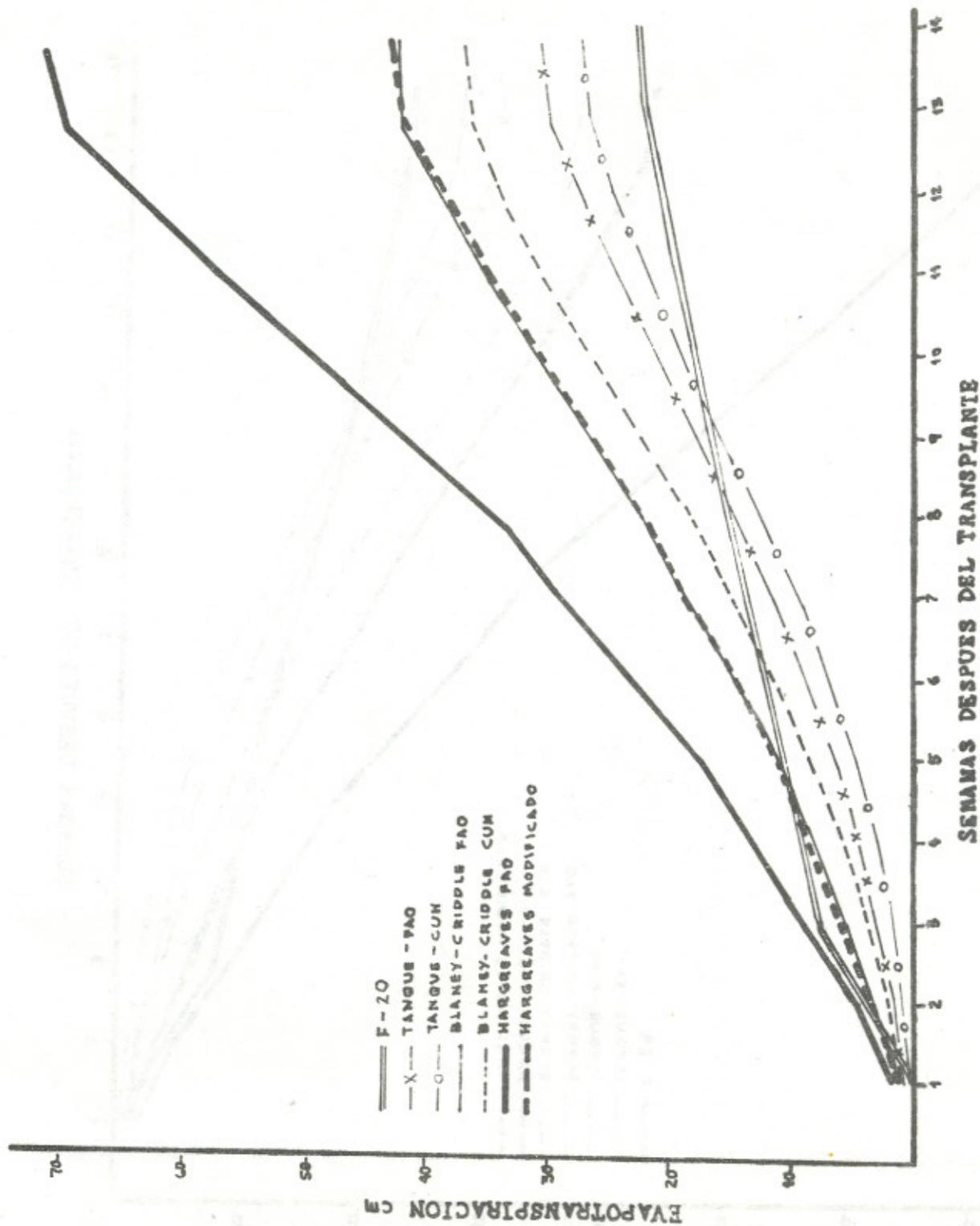


FIGURA 16
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
 TRATAMIENTO F-20 Y FORMULAS



*

FIGURA 17
 EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
 TRATAMIENTO F-24 Y FORMULAS

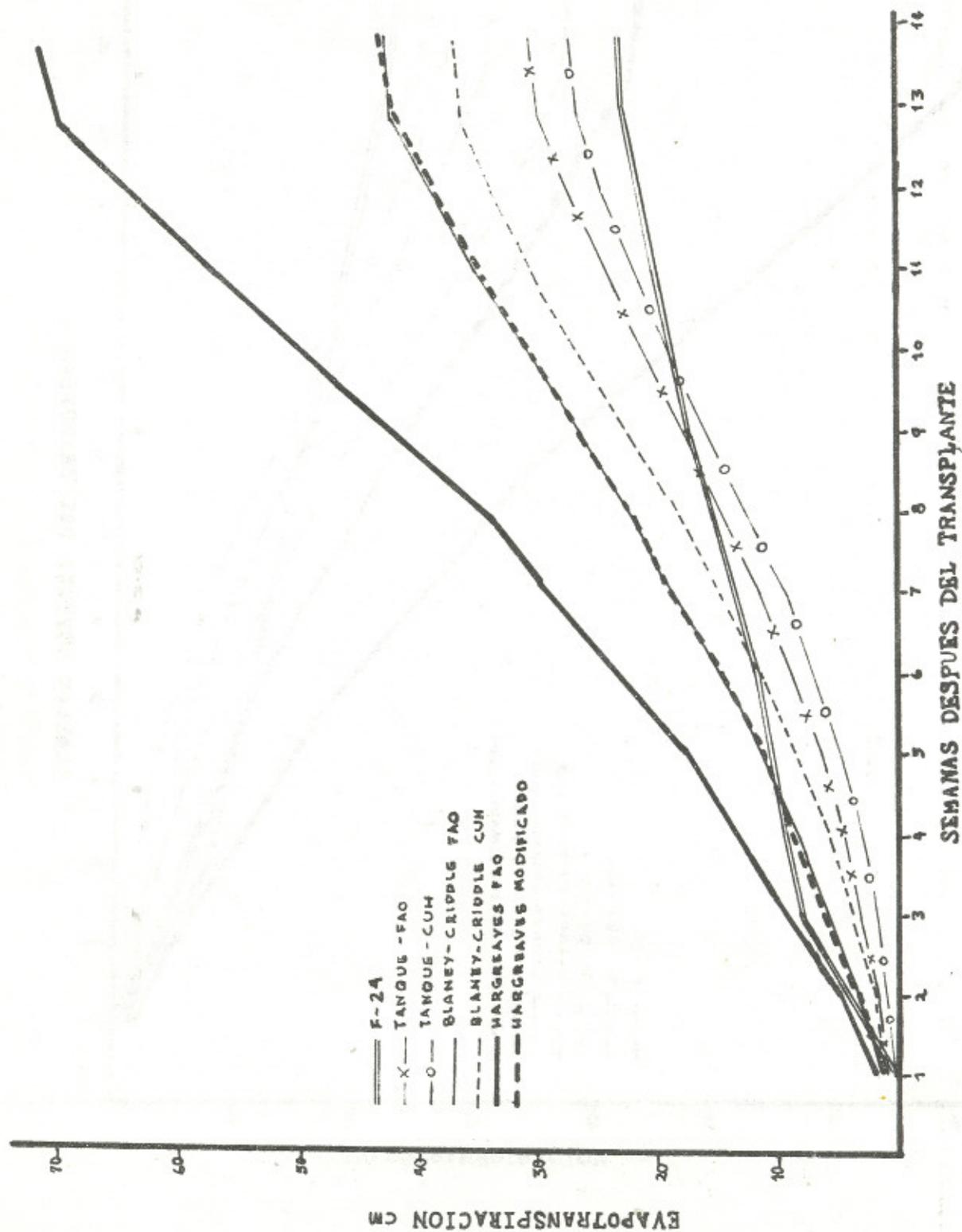


FIGURA 18
EVAPOTRANSPIRACION SEMANAL ACUMULADA.
TRATAMIENTO F-28 Y FORMULAS

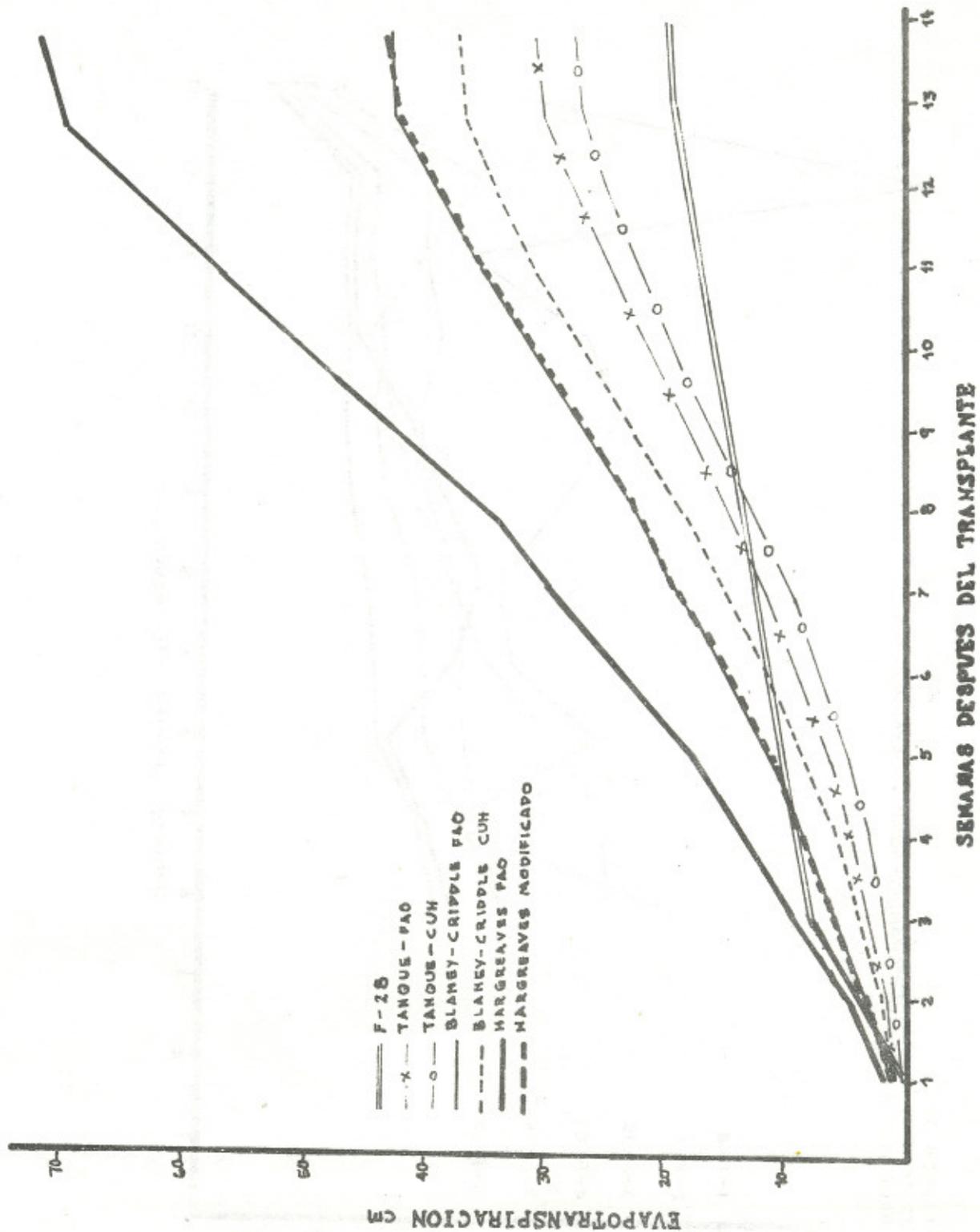


FIGURA 19
 TRATAMIENTOS Y TANQUE A.
 RELACION ENTRE EVAPOTRANSPIRACION Y EVAPORACION.

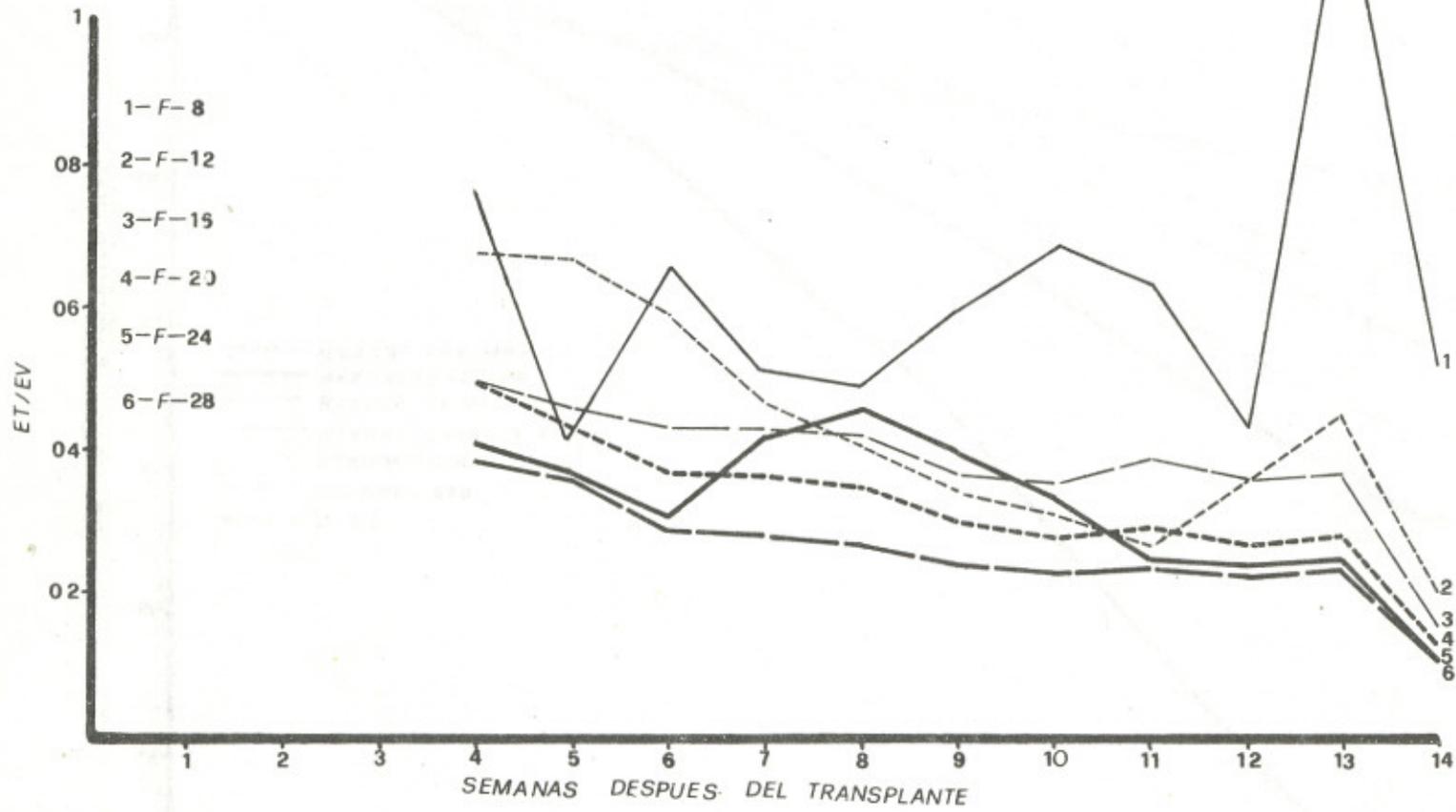


FIGURA 20
EVAPOTRANSPIRACION Y EVAPORACION SEMANAL ACUMULADA.
TRATAMIENTOS Y TANQUE A.

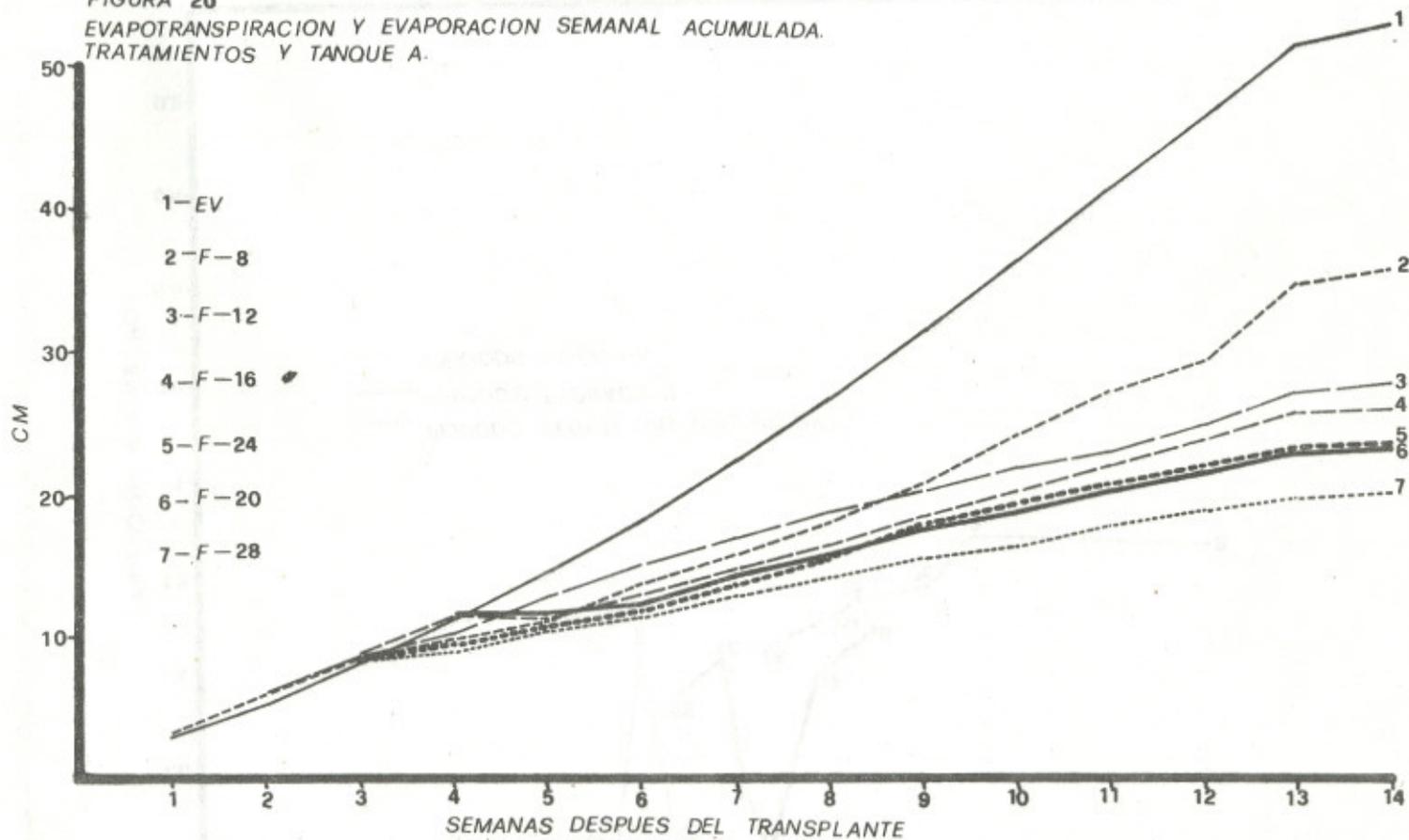
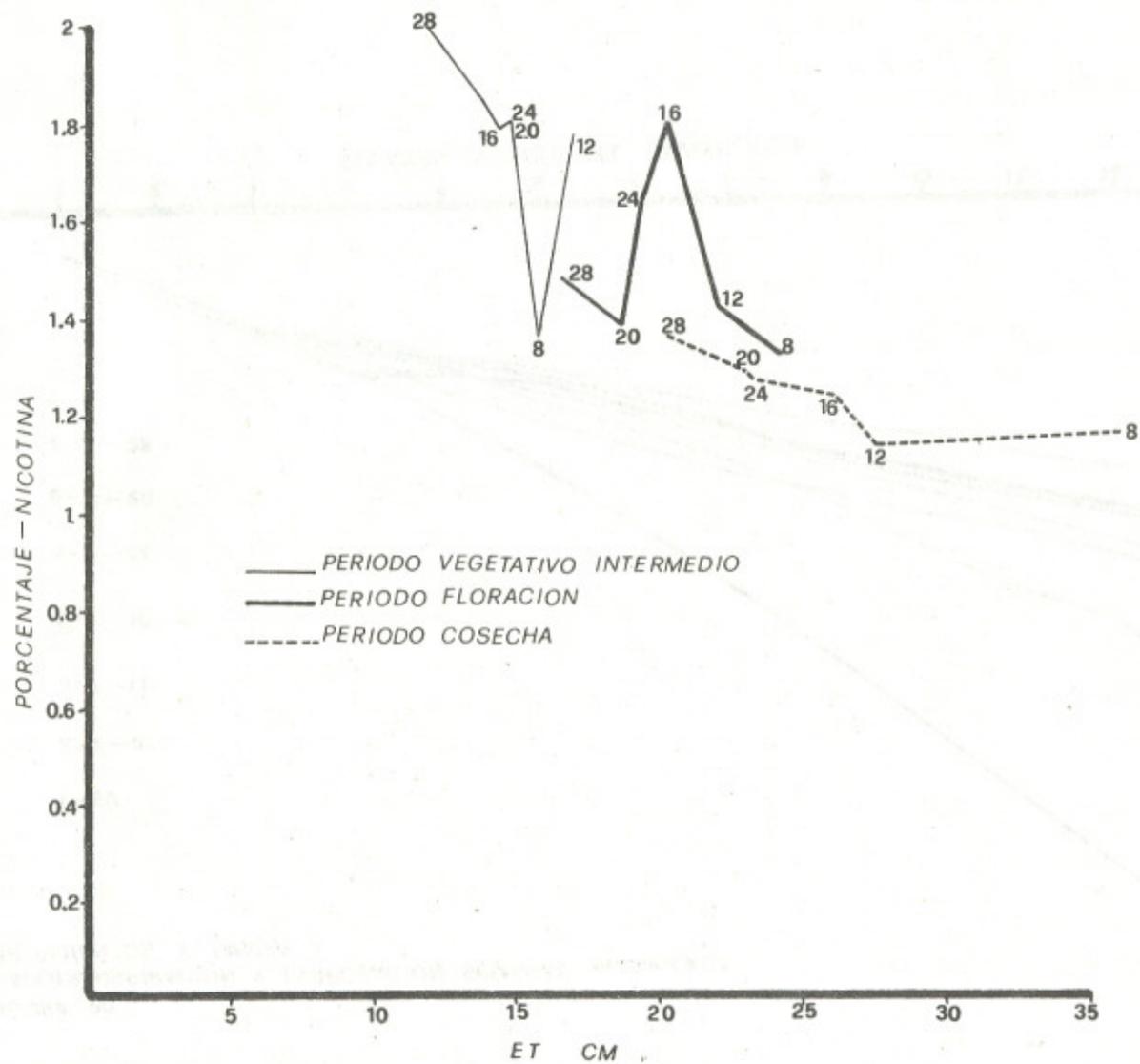
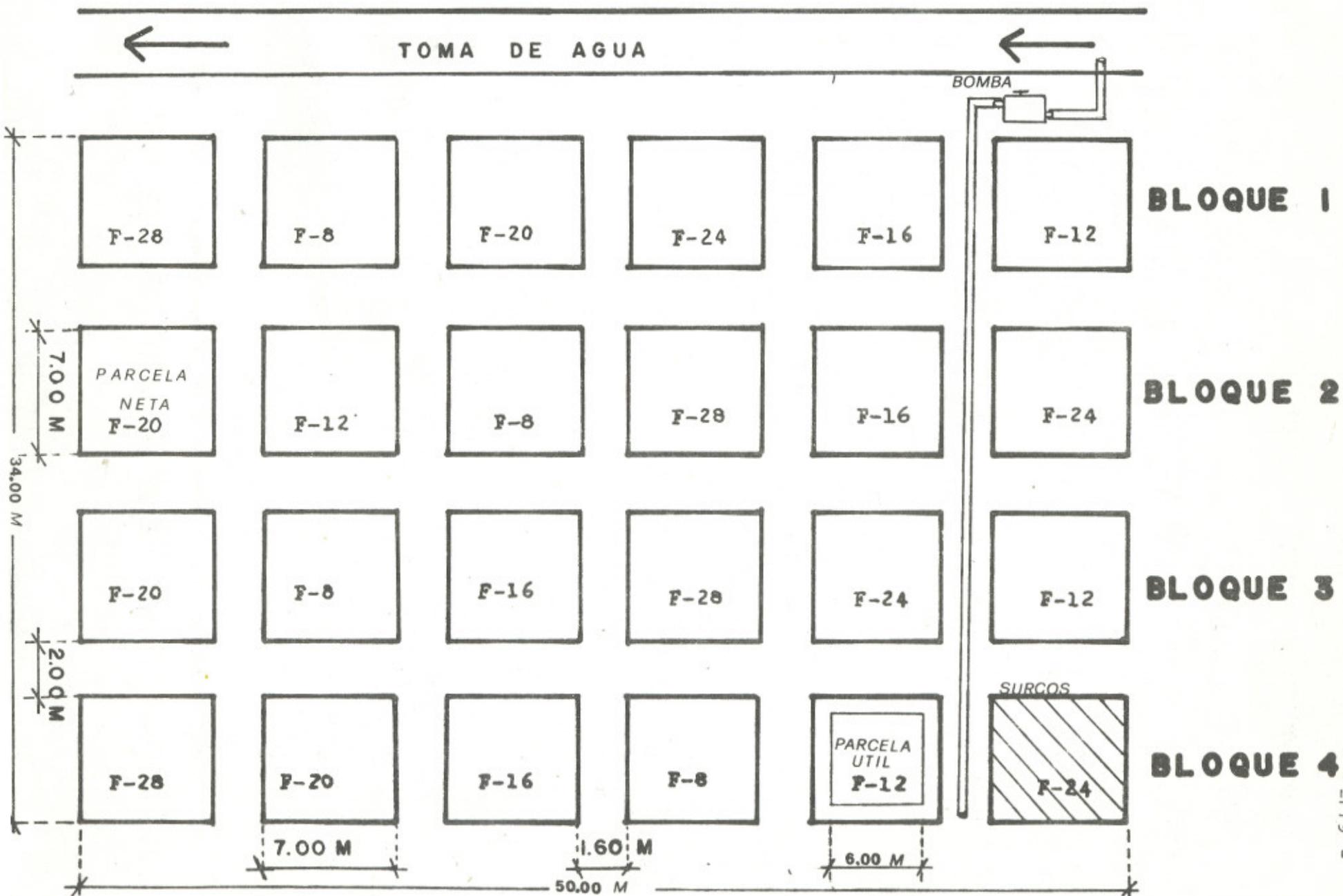


FIGURA 21
 EVAPOTRANSPIRACION Y NICOTINA EN TRES PERIODOS. TRATAMIENTOS.



PLANO GENERAL DEL EXPERIMENTO



PLANO GENERAL DEL EXPERIMENTO.



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

R. Serencia

Asunto

"IMPRIMASE"



ING. AGR. CESAR A. CASTANEDA S.
DECANO

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
DEPOSITO LEGAL
BIBLIOTECA CENTRAL-USAC