

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS

"EVALUACION DE CUATRO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO,
CALIDAD INDUSTRIAL DEL FRUTO Y EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO
DE TOMATE (Lycopersicon esculentum L.), UTILIZANDO LOS METODOS
DE PENMAN Y SONDA DE NEUTRONES, EN EL PARCELAMIENTO
CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA".

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

ABELARDO PEREZ MELGAR

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

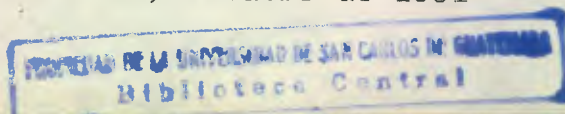
EN

SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE

LICENCIADO

Guatemala, octubre de 1991



DL
01
T(1333)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. ALFONSO FUENTES SORIA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO:	Ing. Agr. Efraín Medina G.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Agr. Maynor Estrada R.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Agr. Waldemar Nufio R.
VOCAL TERCERO:	
VOCAL CUARTO:	P. Agr. Alfredo Itzep Manuel
VOCAL QUINTO:	P. Agr. Francisco Ibarra.
SECRETARIO:	Ing. Agr. Marco R. Estrada M.

Guatemala,
octubre de 1991

Señores
Honorable Junta Directiva
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala.

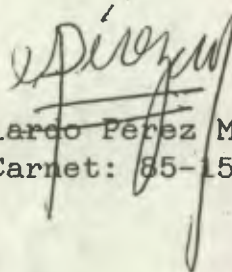
Señores:

En cumplimiento a lo establecido en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"EVALUACION DE CUATRO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD INDUSTRIAL DEL FRUTO Y EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* L.), UTILIZANDO LOS METODOS DE PENMAN Y SONDA DE NEUTRONES, EN EL PARCELAMIENTO CUYUTA, MASAGUA. ESCUINTLA."

Como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Atentamente,



Abelardo Pérez Melgar
Carnet: 85-15277

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES: MECEDES PEREZ FRANCO Y
GREGORIA MELGAR DE PEREZ

A MIS HERMANOS: LAZARO, JOAQUIN, MARGARITA, ERNESTO,
LUIS ANTONIO, JAYME, NERY, GILDA,
ESTUARDO Y BEATRIZ.

A MIS CUÑADAS Y SOBRINOS.

A LA SEÑORA BLANCA GODINEZ E HIJOS.

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS EN GENERAL.

TESIS QUE DEDICO

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

AL INSTITUTO TECNICO DE AGRICULTURA.

A LA ALDEA TIERRA BLANCA, CHIQUIMULILLA, SANTA ROSA.

AGRADECIMIENTOS

A LAS INSTITUCIONES PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE INVESTIGACION
DEL SEGUNDO PROGRAMA DE RIEGO:

DIRECCION TECNICA DE RIEGO Y AVENAMIENTO.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA.

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS.

DIRECCION GENERAL DE ENERGIA NUCLEAR DEL MINISTERIO DE ENERGIA Y
MINAS.

COOPERACION FRANCESA.

A LOS INGENIEROS JORGE SANDOVAL ILLESCAS, MARIA ANTONIETA ALFARO
Y LIONEL MULLER, POR SU VALIOSA ASESORIA EN LA REALIZACION DE
ESTA TESIS.

A LOS COMPANEROS DEL PROYECTO REGIONAL DE AGROMETEOROLOGIA (PRA).

A ALIMENTOS KERN'S S.A.

CONTENIDO:

	No. Pag.
1. INTRODUCCION:.....	1
2. DEFINICION DEL PROBLEMA:.....	3
3. MARCO TEORICO:.....	5
3.1 Marco referencial:.....	5
3.1.1 Ubicación y descripción del área experimental:.....	5
3.2 Marco conceptual:.....	5
3.2.1 Evapotranspiración:.....	5
3.2.1.1 Evapotranspiración potencial:.....	6
3.2.1.2 Evapotranspiración máxima:.....	10
3.2.1.3 Evapotranspiración real:.....	11
3.2.1.4 Métodos para determinar la evapotranspiración:...	11
3.2.2 Contenidos de humedad del suelo:.....	12
3.2.2.1 Humedad aprovechable:.....	12
3.2.2.2 Humedad fácilmente aprovechable:.....	13
3.2.3 Factores que afectan los requerimientos de agua en los cultivos:.....	13
3.2.4 Frecuencias de riego:.....	14
3.2.5 Necesidades de agua y efecto sobre el cultivo de tomate:.....	16
3.2.6 Antecedentes de investigaciones realizadas sobre frecuencias de riego y evapotranspiración en el cultivo de tomate:.....	17
4. OBJETIVOS:.....	21
5. HIPOTESIS:.....	23
6. METODOLOGIA:.....	24
6.1 Determinaciones previas del suelo:.....	24
6.1.1 Análisis físico-químico:.....	24
6.1.2 Calibración de la sonda de neutrones:.....	24
6.2 Manejo del cultivo:.....	25
6.3 Manejo del experimento:.....	28
6.3.1 Período de conducción y trazo del experimento:.....	28
6.3.2 Método de riego y lámina a aplicar en cada riego:..	29
6.3.3 Riegos generales:.....	30

6.3.4 Control de la humedad del suelo:.....	30
6.3.5 Determinación de las láminas consumidas:.....	31
6.3.6 Diseño experimental:.....	32
6.3.7 Descripción de los tratamientos:.....	33
6.3.8 Ensayo experimental:.....	33
6.4 Variables evaluadas:.....	34
6.5 Análisis de resultados:.....	34
7. RESULTADOS Y DISCUSION:.....	36
7.1 Variables respuesta:.....	36
7.1.1 Rendimiento:.....	37
7.1.2 Plantas muertas al final del ciclo:.....	38
7.1.3 Calidad industrial del fruto:.....	38
7.2 Uso del agua por el cultivo:.....	39
7.2.1 Número de riegos y láminas consumidas:.....	39
7.2.2 Agotamiento de la humedad aprovechable del suelo:..	40
7.2.3 Comparación de los métodos utilizados en el cálculo de la evapotranspiración:.....	47
7.2.4 Cálculo de coeficientes "C".....	50
8. CONCLUSIONES:.....	52
9. RECOMENDACIONES:.....	54
10. BIBLIOGRAFIA:.....	55
APENDICE:.....	57

INDICE DE CUADROS:

Pag. No.

CUADRO 1: Resultados promedios de rendimiento en TM/Ha:.....	37
CUADRO 2: Resultados promedio de calidad industrial del del fruto:.....	38
CUADRO 3: Láminas calculadas a través del método de Penman y medidas con la sonda de neutrones:.....	40
CUADRO 4: Coeficientes "C" calculados para diferentes etapas fenológicas del cultivo:.....	51
CUADRO 5: Rendimiento de fruto comercial en TM/Ha:.....	58
CUADRO 6: Rendimiento de fruto no comercial en TM/Ha:.....	58
CUADRO 7: Resultados de grados Brix del fruto:.....	58
CUADRO 8: Resultados de porcentaje de pulpa del fruto:.....	59
CUADRO 9: Resultados de pH del fruto:.....	59
CUADRO 10: Resultados del porcentaje de acidez del fruto:.....	59
CUADRO 11: Resultados de porcentaje de pectina del fruto:.....	60
CUADRO 12: Análisis de varianza para rendimiento de fruto comercial:.....	60
CUADRO 13: Análisis de varianza para rendimiento de fruto no comercial:.....	60
CUADRO 14: Análisis de varianza para grados Brix del fruto:...	61
CUADRO 15: Análisis de varianza para porcentaje de pulpa del fruto:.....	61
CUADRO 16: Análisis de varianza para pH del fruto:.....	61
CUADRO 17: Análisis de varianza para porcentaje de acidez del fruto:.....	62
CUADRO 18: Análisis de varianza para porcentaje de pectina	

del fruto:.....	62
CUADRO 19: Resultados del análisis físico-químico del suelo:..	63
CUADRO 20: Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas para la frecuencia 7 días:.....	64
CUADRO 21: Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas para la frecuencia 10 días:.....	65
CUADRO 22: Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas para la frecuencia 13 días:.....	66
CUADRO 23: Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas para la frecuencia 16 días:.....	67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Porcentaje de humedad aprovechable y porcentaje de humedad del suelo para la frecuencia 7 días:.....	42
FIGURA 2: Porcentaje de humedad aprovechable y porcentaje de humedad del suelo para la frecuencia 10 días:.....	43
FIGURA 3: Porcentaje de humedad aprovechable y porcentaje de humedad del suelo para la frecuencia 13 días:.....	45
FIGURA 4: Porcentaje de humedad aprovechable y porcentaje de humedad del suelo para la frecuencia 16 días:.....	46
FIGURA 5. Curva de calibración de sonda de neutrones para los suelos de Cuyuta:.....	48
FIGURA 6: Croquis de campo y aleatorización de tratamientos:..	68
FIGURA 7: Unidad experimental del ensayo:.....	69
FIGURA 8: Comportamiento de la evapotranspiración real, máxima y evaporación con respecto al tiempo:.....	70
FIGURA 9: Curva de humedad para capacidad de campo 0-30 cm:..	71
FIGURA 10: Curva de humedad para capacidad de campo 30-60 cm:.	71

EVALUACION DE CUATRO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD INDUSTRIAL DEL FRUTO Y EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum L.) UTILIZANDO LOS METODOS DE PENMAN Y SONDA DE NEUTRONES, EN EL PARCELAMIENTO CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA.

EVALUATION OF FOUR IRRIGATION FRECUENCIES ON THE YIELD, FRUIT INDUSTRIAL QUALITY OF THE FRUIT AND REAL EVAPORTRANSPIRATION OF TOMATO (Lycopersicon esculentum L.) USING PENMAN AND NEUTRONIC SOUND METHODS IN THE FIELD CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA, GUATEMALA.

RESUMEN:

La presente investigación se llevó a cabo en la estación experimental del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas en el parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla; evaluándose el efecto de cuatro frecuencias de riego sobre el rendimiento, calidad industrial del fruto y evapotranspiración real, del cultivo del tomate (Lycopersicon esculentum L.).

Las frecuencias de riego evaluadas fueron de 7, 10, 13 y 16 días, arregladas bajo el diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, el material genético utilizado fue el híbrido Milano NK, en un suelo de textura franco arenosa.

Las dosis fueron calculadas de la manera siguiente: En cada riego se re- puso lo máximo que había podido consumir el cultivo desde el riego pre- cedente, siendo esa lámina la evapotranspiración máxima (ETM) acumulada mulada sobre el período, calculada en base a la ETP Penman y los kc de la FAO. Las láminas (mm) calculadas por este método fueron comparadas mediante un análisis de regresión lineal con las láminas consumidas (ETR), medidas a través del método neutrónico. Además se obtuvieron

coeficientes "C" de la relación ETR (medida en el campo con la sonda) y la evaporación del agua medida en el tanque tipo "A".

El efecto de las cuatro frecuencias de riego se midió a través de las variables respuesta: Rendimiento en TM/Ha de fruto comercial y no comercial; número de plantas muertas al final del ciclo y calidad industrial del fruto.

Al evaluar el efecto producido por los tratamientos medido a través de las variables anteriores, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, por lo que para las condiciones de Cuyuta, puede ser regado el cultivo de tomate con frecuencias de 16 días sin afectar el rendimiento y la calidad industrial del fruto.

En la comparación de las láminas de evapotranspiración calculadas (ETM) y las láminas de evapotranspiración medidas (ETR), pudo observarse que la relación más alta (79.36%) la presenta la frecuencia 7 días, resultado que era de esperarse, por ser el tratamiento donde hubo humedad disponible por más tiempo. En la relación ETR\evaporación del tanque, los coeficientes "C" determinados son: 0.93 para la fase de desarrollo vegetativo, 1.12 para la fase de floración, 1.20 para la fase de fructificación y 0.83 en la cosecha.

1. INTRODUCCION:

En los sistemas de riego que actualmente operan en Guatemala se ha venido dando problemas de bajas eficiencias de operación, a causa que nunca se ha previsto un proceso de educación a los agricultores sobre el uso del agua, antes de que dichos sistemas se pusieran en función.

Por otro lado investigaciones han demostrado que solamente utilizando frecuencias más largas permiten reducir las pérdidas en términos globales a nivel de parcela. De acuerdo a estas consideraciones la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento y el Proyecto Regional de Agrometeorología del CATIE contemplaron desarrollar previamente a la implementación de la unidad de riego Cuyuta (Segundo Programa de Riego), investigaciones sobre comparación de frecuencias fijas de riego con fines de dar recomendaciones a los agricultores.

La presente investigación de tesis fue llevada a cabo en la estación experimental del ICTA en el parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla, quien cuenta con un sistema de riego por gravedad en donde el agua es derivada del río Achiguate. En la misma se evaluaron cuatro frecuencias de riego sobre el rendimiento, calidad industrial del fruto y evapo-

transpiración real del cultivo del tomate (*L. esculentum L.*) bajo las condiciones del área mencionada.

Se utilizaron dosis de riego predeterminadas en base a datos climáticos y se controló a posteriori lo realmente consumido (ETR) por las plantas por el método neutrónico. Estas investigaciones de frecuencias fijas de riego permitirán efectuar una adecuada programación del riego (turnos de riego), y manejar eficientemente el agua a nivel de parcela. Con estos resultados se pretende crear un paquete tecnológico sencillo el cual deberá ser transmitido a los agricultores previo a iniciar la operación del sistema.

Esta investigación formó parte de un programa en el que participaron: El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, La Dirección Técnica de Riego y Avenamiento, El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza en el marco del Proyecto Regional de Agrometeorología, La cooperación Francesa, La Sección Agropècuaria de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas y El Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA:

La carencia de capacitación técnica en riegos a los agricultores, ha llevado frecuentemente a cometer errores en la operación de los sistemas de riego, siendo éste uno de los factores que ha incidido directamente en que dichos sistemas operen muy por debajo de la capacidad para la que fueron creados, ya que según diversas fuentes (PRA, AID, Plan Maestro de Riego), los sistemas de riego con que cuenta el país se encuentran operando con eficiencias que van del 15 al 40 %.

Por otro lado varios estudios anteriores (USAC, ICTA, PRA) demostraron que solamente utilizando frecuencias de riego mas largas que las normalmente utilizadas por los agricultores se puede reducir las pérdidas a nivel de parcela hasta en un 40 % (PRA), independientemente de la forma de regar del agricultor (manejo de los caudales), explicado eso por la disminución al nivel global de las pérdidas por cola de surco, percolación profunda que varía en función del suelo y consumo de lujo (que comprende un consumo inútil del cultivo y la evaporación del suelo después de cada riego).

Debido a esta situación es necesario en un primer paso de capacitación recomendar a los agricultores regar con frecuencias de las más largas posibles siempre y cuando se haya demostrado que no afecta el desarrollo del cultivo y que el agricultor tenga en cada riego suficiente agua para poner a capacidad de campo su suelo, situación que si es posible en las unidades de riego del país.

De acuerdo a la situación anteriormente planteada se desarrolló esta investigación de evaluación de cuatro frecuencias fijas de riego en el cultivo de tomate, la escogencia de este cultivo es producto de el resultado de una encuesta realizada y ante la necesidad actual de encontrar nuevas zonas potenciales de producción, se considera que bajo condiciones de riego el parcelamiento Cuyuta puede ser una de ellas.

3. MARCO TEORICO:

3.1 Marco Referencial:

3.1.1 Ubicación y descripción del área experimental:

El experimento se instaló en la estación experimental del ICTA, en el parcelamiento Cuyuta, Masagua, Escuintla.

Ubicado dentro de las coordenadas: 14° 07' latitud norte y 91° 09' longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich. A una elevación de 48 m sobre el nivel del mar. Se presenta una precipitación pluvial de 2062 mm distribuidos entre los meses de mayo a octubre, una temperatura media anual de 26° C.

Los suelos de la zona han sido originados de material aluvial cuaternario, por lo que Simmons (14), los clasifica dentro de la serie de suelos Tiquisate.

3.2 Marco Conceptual:

3.2.1 Evapotranspiración:

Grassi (9), define la evapotranspiración como el proceso de cambio del estado líquido del agua a vapor, mediante la cual el agua almacenada en la capa de suelo, pasa a la atmósfera al ser usada en el

complejo suelo-planta-agua.

Israelsen y Hansen (10), definen el término evapotranspiración como la suma de la evaporación del agua del suelo y la transpiración de las plantas.

3.2.1.1 Evapotranspiración potencial:

Con el desarrollo progresivo de la Agrometeorología, se tuvo la necesidad de tener una referencia climática de la evapotranspiración, al haber observado que la evapotranspiración de los cultivos varía con las condiciones climáticas; de ello surgió el concepto de ETP. Penman la define como la cantidad de agua transpirada en una unidad de tiempo por un cultivo verde y de corta altura, el cual cubre completamente la superficie del suelo, de altura uniforme y sin limitaciones de agua en ningún momento.

Este mismo científico basado en un balance de energía y en la ecuación aerodinámica, concluyó que la evapotranspiración potencial depende de las siguientes variables: Radiación global, coeficiente de reflexión, temperatura del aire, tensión de vapor del agua, velocidad del viento y número de horas-sol.

Existen varios métodos para calcular la evapotranspiración poten-

cial, sin embargo en aquellas zonas en donde se dispone de datos medidos sobre temperatura, humedad del viento y horas de fuerte insolación o radiación, se sugiere el empleo del método de Penman, ya que proporciona resultados más satisfactorios al predecir los efectos del clima sobre las necesidades de agua de los cultivos, por ser un método basado en conceptos físicos.

La ecuación de Penman tiene dos términos a saber: El de la energía (radiación) y el aerodinámico (viento y humedad). En condiciones meteorológicas de calma, el término aerodinámico suele ser más pequeño que el energético. En condiciones ventosas y especialmente en las regiones más áridas, el término aerodinámico pasa a ser relativamente más importante.

El programa para microcomputadoras AGROCLIM elaborado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza calcula la evapotranspiración potencial según la fórmula de Penman simplificada a nivel diario, la cual se puede redactar en la forma siguiente:

$$ETP = \frac{\Delta R_n + \Gamma E_a}{\Delta + \Gamma}$$

$$\Delta + \Gamma$$

Δ = Pendiente de la curva dando la tensión de vapor saturante

en función de la temperatura.

Γ = Constante sicrométrica.

R_n = Radiación neta.

E_a = Poder evaporativo del aire.

Los términos R_n y E_a se determinan en base a fórmulas físicas y a ajustes estadísticos. Expresándose de la siguiente manera:

$$R_n = (1-a)*(A+B*n/N) R_{g_0} - \delta \cdot T^4 (0.56 - 0.08*e) * (0.1 + 0.9*n/N)$$

$$E_a = 0.26 (E_w - e) * (1 + 0.4 V); \text{ En donde:}$$

a = albedo

A y B = Coeficientes de la fórmula de Black-Angstrom

n = duración de la insolación.

N = duración astronómica del día.

R_{g_0} = Radiación solar en el límite atmosférico.

δ = Constante de Stefan = $0.118 \cdot 10^{-8}$ cal.cm⁻².día⁻¹.°K⁻¹

T = Temperatura promedio del aire, en grados Kelvin.

E = Tensión de vapor promedia en milibares.

E_w = Tensión de vapor saturante a la temperatura promedia del
aire, en milibares.

V = velocidad del viento en metros por segundo a 10 metros.

A pesar de la complejidad aparente de estas fórmulas, los cálculos por medio del computador no presentan dificultad particular. De hecho:

Los términos δ y Γ son constantes, el término "a" (albedo) es característico en primer lugar de la cobertura vegetal, y en segundo lugar del período del año. De no tener información particular se tomará como valor $a = 0.20$.

Los términos A y B son los coeficientes de la fórmula de Black. Son característicos de la zona climática, es decir de la latitud en particular. De no tener información particular al respecto se tomaran los valores: $A = 0.31$ y $B = 0.45$.

El término R_{g_0} es característico del lugar (latitud) y del día del año. Su determinación se realiza a partir de una fórmula física.

El término "e" es una función de la temperatura y de la humedad relativa del aire. su determinación se hace a través de una fórmula física.

E_w es función únicamente de la temperatura. Su determinación es física.

Al final, solamente quedan cuatro parámetros para determinar la ETP

diaria, los cuales son proporcionados por los archivos meteorológicos diarios del lugar considerado:

- La temperatura promedio diaria, en grados Centígrados.
- La humedad relativa promedio diaria, en %.
- La insolación (brillo solar) diaria, en horas y décimas de hora.
- La velocidad promedio del viento, en metros por segundo.

El programa procede en dos tiempos:

- Primer tiempo: grabación de los parámetros específicos del lugar, y de los datos meteorológicos.
- Segundo tiempo: cálculo y grabación de los resultados.

3.2.1.2 Evapotranspiración máxima:

La evapotranspiración máxima ha sido considerada como el producto de multiplicar el coeficiente del cultivo y la evapotranspiración potencial, referida a aquellas condiciones en que el agua es la conveniente para un crecimiento y desarrollo sin limitaciones.

$$ETM = ETP * Kc$$

Si Kc es igual a 1, ETR va ser igual a ETM.

3.2.1.3 Evapotranspiración real:

Se le ha definido como la cantidad de agua que se pierde por la evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de las plantas, bajo las condiciones actuales o reales de tiempo. Esta puede ser igual a la evapotranspiración potencial, solo cuando el suelo está a capacidad de campo y los cultivos han llegado a una fase de desarrollo en que cubren completamente el suelo (7).

Existen diferencias entre la evapotranspiración potencial y la evapotranspiración de los cultivos, siendo ésta última la que determina las necesidades hídricas de los cultivos.

Estas diferencias tienen que ver fundamentalmente con el tipo del cultivo y el estado de desarrollo del mismo.

$$ETR = Kh * Kc * ETP$$

Kh = Coeficiente de humedad del suelo.

Kc = Coeficiente de cultivo.

ETP = Evapotranspiración potencial.

3.2.1.4 Métodos para determinar la evapotranspiración:

Para determinar la evapotranspiración real se hace a través de experimentos en tanques, lisímetros y en parcelas de campo,

utilizándose el método de balance hídrico para el cálculo de la lámina evapotranspirada. En esta investigación se utilizó el método de parcelas experimentales utilizando para ello el humidímetro de neutrones, también conocido como sonda de neutrones.

Entre los métodos para medir la evapotranspiración potencial, el método de Penman es considerado como el método que mejor la calcula, su ecuación fue descrita anteriormente.

3.2.2 Contenidos de humedad del suelo:

3.2.2.1 Humedad aprovechable o disponible a las plantas:

La humedad aprovechable a las plantas (HA) o reserva útil (RU) es la diferencia entre el contenido de humedad gravimétrica del suelo a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente (12).

La humedad aprovechable puede ser expresada como un porcentaje de la humedad del suelo así:

$$\%HA = CC - PMP$$

Para fines de riego la humedad aprovechable se expresa como una lámina de agua (en cm):

$$LHA = \frac{(CC - PMP)}{100} \cdot Da \cdot Zr$$

LHA = Lámina de humedad aprovechable (cm)

CC = Capacidad de campo (%)

PMP = Punto de marchitez permanente (%)

Da = Densidad aparente del suelo (gr/cc)

Zr = Grosor del estrato de suelo considerado.

3.2.2.2 Humedad fácilmente aprovechable:

Zea Morales (16), cita a varios autores quienes 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 1 atmósfera en la mayoría de los suelos hasta cerca de 50 a 75% del agua utilizable ha sido removida. Israelsen y Hansen (10) afirman que la humedad del suelo que se encuentra cerca del punto de marchitez permanente es no utilizable fácilmente por las plantas, ya que la humedad fácilmente utilizable es la humedad que puede ser extraída por las plantas sin gran esfuerzo y que según la FAO representa aproximadamente un 70% de la humedad utilizable total.

3.2.3 Factores que afectan los requerimientos de agua de los cultivos:

Israelsen y Hansen (10), indican que de manera general los facto-

res que afectan las necesidades de agua en los cultivos son:

Radiación, horas de brillo solar, temperatura del aire, precipitación, humedad relativa, velocidad del viento y período libre de heladas.

Siendo otros factores muy importantes la fertilidad y la salinidad, la fertilización aumenta el desarrollo de las plantas con lo que las necesidades se reducen proporcionalmente, es decir, a mayor fertilidad menor necesidad de agua, pues es usada eficientemente.

3.2.4 Frecuencias de riego:

El momento oportuno de aplicar agua a un suelo puede ser enfocado bajo diferentes puntos de vista, uno de ellos es con fines de planificación para cuando se esté proyectando un sistema de riego o cuando se está elaborando un plan de riego para una temporada en un sistema ya instalado. Los factores que de un modo decisivo influyen sobre el momento oportuno de aplicar riego son: La evapotranspiración y la lámina de agua disponible en el suelo que la planta puede usar sin disminuir su producción (12).

Cuando se va diseñar un sistema de riego es necesario el intervalo

de riego para diseño o intervalo de riego crítico, o sea la frecuencia con la que deberá regarse el cultivo cuando la demanda de agua sea máxima. El sistema deberá ser diseñado para esta condición y así asegurarse que su tamaño sea adecuado y que se cuente con el tiempo suficiente para regar toda el área al tener la máxima evapotranspiración y aplicar la lámina de humedad rápidamente aprovechable cuando el cultivo está completamente desarrollado (12).

Israelsen y Hansen (10), indican que los factores que intervienen en el momento oportuno de aplicar agua de riego son:

La necesidad de agua del cultivo, la disponibilidad de agua para riego, la capacidad de la zona radicular para almacenar agua, factores edáficos, climáticos y época de siembra.

Los cultivos de zona radicular superficial requieren de riegos más frecuentes que aquellos de sistema radicular más profundo.

La textura del suelo influye directamente en la frecuencia y lámina de agua por cada aplicación, los suelos arenosos requieren mayor frecuencia de riego, en cambio los suelos limosos tienen la capacidad de almacenar mayor cantidad de agua, por lo tanto

requieren de menor frecuencia pero mayor cantidad de aplicación.

3.2.5 Necesidades de agua y efectos sobre el cultivo de tomate:

La cantidad de agua que necesita este cultivo según investigaciones realizadas, varía de acuerdo a la región y a la época en la que se han llevado a cabo:

Doorembos y Kassam, citados por Andrino Alvarez (1), indican que las necesidades totales de agua después del trasplante son de 400 a 600 mm dependiendo del clima.

Barillas Klee (2), reporta láminas para este cultivo en el valle de La Fragua de 506.3 mm para un suelo franco arcillo-arenoso y 490.6 mm para un suelo arcilloso. Igualmente Soberanis (15), en la unidad de riego El Rancho-El Jícaro encontró en su investigación consumos que varían de 232 mm a 627.3 mm, en un suelo arenoso, situación que resulta ilógica ya que bajo las mismas condiciones ambientales no puede darse tanta diferencia en la tasa de evapotranspiración de un cultivo.

El cultivo de tomate requiere que se tenga mucho cuidado en la aplicación de agua ya que tanto la falta como el exceso repercuten en la calidad y producción del fruto. La humedad excesiva incide

negativamente al favorecer el desarrollo de enfermedades (6).

Si se proporciona un riego abundante después de una escasez prolongada de agua durante la producción, los frutos se ven afectados por agrietamiento (1). La máxima demanda de agua se produce durante la floración por lo que es recomendable retirar el riego durante este período para forzar la floración de las plantas menos maduras, a fin de obtener una floración y maduración uniforme (6).

Muchos procesos que ocurren en las plantas son afectados por el agua, sin embargo, la relación entre ellas no es simple, varía con las características de la planta, estado de desarrollo, condiciones de suelo y condiciones climáticas. Estas relaciones se hacen más complejas bajo condiciones de estrés hídrico. Por ejemplo, las deficiencias de agua no solamente reducen el rendimiento, sino que afectan el patrón de crecimiento (6).

3.2.6 Antecedentes de investigaciones realizadas sobre frecuencias de riego y evapotranspiración en el cultivo de tomate:

Actualmente han sido realizadas en Guatemala ocho investigaciones sobre frecuencias de riego y evapotranspiración en el cultivo del tomate, en las siguientes regiones: El Rancho, El Progreso; La

Fragua, Zacapa; El Progreso; San Jerónimo, Baja Verapaz; Asunción Mita, Jutiapa y Cuyuta, Escuintla, las mismas han sido resumidas por Sandoval Illescas (13), llegándose a las siguientes conclusiones:

-De manera general el agricultor de Guatemala tiende a regar más frecuentemente que lo necesario, ya que en los ocho lugares en donde se ha experimentado el agricultor riega cada 8 días, pudiéndose alargar la frecuencia 12, 16 y hasta 20 días. Pudo determinarse en los ocho experimentos que la frecuencia de riego no tuvo efecto sobre la mortalidad de plantas ni sobre la calidad industrial del fruto.

-Cuando se tienen intervalos de riego más largos la lámina consumida siempre decrece, corroborándose de esta manera que, si existe más disponibilidad de agua en el suelo, las plantas tienden a consumir más. Si se considera que no es recomendable regar cada 4 o 6 días (Porque no existe diferencia estadísticamente significativa con el rendimiento del riego cada 12, 16 o 20 días), puede decirse que de manera general el tomate regado con la frecuencia de 8 días consume alrededor de 35 a 40 cm y regado cada 24 o 28 días

alrededor de 20 a 25 cm, lógicamente se dan variaciones con el lugar, la época, variedad, densidad de siembra y tipo de suelo. Si se trabaja con términos promedios regando cada 12 o 16 días, que es lo recomendable por el momento, el cultivo consume aproximadamente 28.5 cm durante el ciclo y 7 riegos deben de ser aplicados en promedio.

-El agotamiento de la humedad aprovechable, del estrato 0-30 cm de suelo, en todos los experimentos regados con frecuencias de 8 días nunca fue mayor del 50% . En ningún lugar ni tratamiento la humedad del suelo alcanzó valores de punto de marchitez permanente, siendo ésta una de las razones por la cual las frecuencias de riego no causaron mortalidad de plantas. Se determinó además que la etapa de mayor consumo es a finales de la floración, fructificación y cosecha.

-En lo referente a las fórmulas que se han utilizado para calcular la evapotranspiración, en El Rancho se probó únicamente la de Blaney y Criddle modificada por Phelan, siendo equivalente a la evapotranspiración medida al regar cada 10 o 12 días.

En La Fragua se probaron las fórmulas de Blaney-Criddle

modificada por Phelan y la de Hargreaves modificada en 1966, equivaliendo la primera a la evapotranspiración media al regar cada 8 y 12 días. En El Progreso se probaron las fórmulas de Blaney-Criddle y Hargreaves con todas sus modificaciones, siendo equivalente la de Hargreaves modificada en 1966 y 1983 a la evapotranspiración medida al regar cada 8 días. En San Jerónimo también se probaron todas las fórmulas anteriores, encontrándose que ninguna se adapta para calcular la evapotranspiración de tomate en la zona.

-Los valores de coeficiente "C", que representan la relación de evapotranspiración real/evaporación del tanque tipo "A" fueron determinados en cuatro etapas de desarrollo del cultivo. Estos valores varían de un lugar a otro, por lo que se considera que más experimentación es necesaria para lograr afinar estos coeficientes en cada región y poder usarlos en el cálculo de la evapotranspiración para conocer el requerimiento de riego del cultivo a partir de datos de evaporación del tanque.

4. OBJETIVOS:

4.1 General:

Evaluar el efecto de cuatro frecuencias de riego sobre el rendimiento, calidad industrial del fruto y evapotranspiración real del cultivo de tomate (*L. esculentum L.*) en Cuyuta, Masagua, Escuintla.

4.2 Específicos:

- 4.2.1 Determinar el efecto producido por las diferentes frecuencias sobre el rendimiento en peso de fruto comercial y no comercial, sobre la calidad industrial del fruto y mortalidad de plantas.
- 4.2.2 Determinar la frecuencia más adecuada para el cultivo y condiciones del área.
- 4.2.3 Cuantificar las láminas de agua consumidas (ETR) en cada riego y en todo el ciclo del cultivo.
- 4.2.4 Comparar los resultados de las láminas de riego calculadas empleando la fórmula de Penman (ETM) y las láminas consumidas (ETR) medidas mediante la sonda de neutrones.

4.2.5 Determinar el grado de agotamiento de la humedad aprovechable del suelo en base a mediciones de sonda de neutrones.

4.2.6 Determinar el coeficiente "C" de la relación evapotranspiración real medida con la sonda de neutrones/evaporación medida en el tanque tipo "A" para cada etapa fenológica del cultivo en los tratamientos con mayores rendimientos.

5. HIPOTESIS:

- 5.1 El rendimiento en peso de fruto comercial, no comercial y calidad industrial del fruto del cultivo de tomate, será diferente con la aplicación de riego a intervalos de 7, 10, 13 y 16 días.
- 5.2 Los valores de evapotranspiración real (ETR) medidos en cada tratamiento mediante la sonda de neutrones serán diferentes.
- 5.3 Los valores de ETR medidos en el tratamiento 7 días deben de ser similares a los valores de ETM calculados.

6. METODOLOGIA:

6.1 Determinaciones previas del suelo:

6.1.1 Análisis físico-químico:

Para el análisis físico-químico de los suelos del área experimental, se tomaron submuestras de suelo a profundidades de 0-30 cm y de 30-60 cm para finalmente formar una muestra compuesta la cual fue analizada a nivel de laboratorio, determinándose la textura por el método de Boyoucos, la densidad aparente se determinó por el método del cilindro de volumen conocido, el punto de marchitez permanente por el método de la membrana de presión y la capacidad de campo se determinó por el método directo de parcelas de campo.

Para el análisis químico se envió una muestra de suelo al laboratorio de suelo y planta AGRILAB, para contar con recomendaciones en cuanto a fertilización.

6.1.2 Calibración de la sonda de neutrones:

Uno de los métodos utilizados para el control de la humedad fue la sonda de neutrones marca CPN modelo 503 que pertenece a

la Dirección General de Energía Nuclear.

Se instalaron tubos de acceso en diferentes sitios y con diferentes niveles de humedad. Se tomaron muestras de suelo en estratos de 10 cm hasta una profundidad de 1.30 m para 9 tubos y hasta 1.8 m para 4 tubos, las muestras fueron colocadas en cajas de aluminio, para posteriormente determinarles el contenido de humedad en base a peso por el método gravimétrico.

Con el aspensor de neutrones se tomaron 10 lecturas o conteos por minuto (CPM) estando la fuente en la caja del aparato, con el propósito de obtener el contaje estándar. Posteriormente se tomaron lecturas con la sonda dentro del tubo de acceso en la parte media de los estratos, las lecturas obtenidas (CPM) se dividieron dentro del contaje estándar para obtener los contajes relativos (CR). A través de un análisis de regresión lineal simple entre CR y humedades del suelo obtenidas por el método gravimétrico se obtuvo la curva de calibración para este suelo.

6.2 Manejo del cultivo:

El cultivo se manejó de acuerdo a recomendaciones del ICTA en cuanto a preparación del terreno, método y distancias de siembra,

control de plagas y enfermedades, control de malezas y fertilizaciones.

Se sembró el híbrido Milano NK, actualmente uno de los híbridos de mayor aceptación por su morfología y capacidad de producción.

En la preparación del terreno inicialmente se dio un paso de arado a una profundidad de 30 cm, seguido de un paso de rastra, un paso de niveladora y posteriormente el surqueo a una distancia de 1 m.

El semillero se preparó de la siguiente manera: Se hicieron dos tablones de 15 m de largo, 1 m de ancho y 0.20 m de alto, el cual fue desinfectado con Bromuro de Metilo (1.5 lbs. para 15 metros cuadrados), 10 días después se efectuó la fertilización del semillero distribuyendo 5 lbs de 15-15-15 por tablón, a los tres días de efectuada la fertilización se efectuó la siembra distribuyendo la semilla en surquitos distanciados 0.10 m, dos días después de germinadas las plántulas apareció el ataque de mal del talluelo (*Phytophthora, pytium*) iniciando aplicaciones de Captán, Pentacloro Nitrobenceno y de Truban + Metil tiofanato con intervalos de 3 días hasta el día del trasplante.

Durante el semillero se tuvo incidencia de minador de la hoja

(Liriomyza sp.) y mosca blanca (Bemisia tabaci) aplicándose para su control los insecticidas Endosulfan, Oxidimeton metil y Fenpropatrín.

Antes de efectuar el trasplante y dirigido al fondo del surco se aplicó carbofurano al 10% a razón de 40 kg/Ha para el control de plagas del suelo.

Ocho días después del trasplante se realizó la primera fertilización con la fórmula comercial 15-15-15 en dosis de 250 Kg/Ha, a los 25 días se aplicó una dosis similar de 20-20-0 y 8 días después de la anterior se aplicó urea (46% N) a razón de 200 kg/ha, se realizaron además aplicaciones foliares de 20-20-20, 15-30-15 a intervalos de 15 días durante dos meses. A los 20 días después del trasplante se aplicó el estimulante Aminol forte (aminoácidos) para contrarrestar problemas de estrés.

Desde los cuatro días después del trasplante se iniciaron aplicaciones contra la mosca blanca (B. tabaci) continuándose dos veces por semana durante las primeras 6 semanas del cultivo, utilizándose los productos comerciales: Fenpropatrín, imidacloprid y methomyl en forma alternada.

Para el control de larvas (Heliothis sp) se utilizaron los siguientes productos: Methomyl, Bacillus thuringiensis, Permetrina y Fenvalerate, efectuándose aplicaciones semanales con alternabilidad de productos.

Control de enfermedades: por haberse tenido daños de Phitophthora, Pytium, y Fusarium en la fase de semillero, éste continuó después del trasplante, por lo que una semana después del mismo, se hizo una aplicación de Trubán + Metiltioalofanato para su control.

Para el caso de los tizones (Phytophthora infestans) y (Alternaria solani) se hicieron aplicaciones quincenales de Oxadixil + Propineb, Mancozeb y Benomil en forma alternada y 3 aplicaciones de Metalaxil durante el ciclo del cultivo.

En lo que respecta a limpieas, se efectuaron cuatro limpieas manuales, siendo la maleza más importante el coyolillo (Cyperus rotundus).

6.3 Manejo del experimento:

6.3.1 Período de conducción y trazo del experimento:

El trabajo de campo duró aproximadamente cuatro meses, comprendidos desde la preparación de semilleros hasta el final de la

cosecha, correspondiendo a las fechas de noviembre de 1990 a febrero de 1991.

Después de efectuado el surqueo del terreno, se trazó el experimento, delimitándose los bloques y luego las unidades experimentales, las cuales estuvieron compuestas por 6 surcos cada una. Las dimensiones de la parcela experimental fueron de 6 x 12 m, entre bloques se dejó un espacio de 4 m, en donde se construyeron las tomas respectivas para regar los bloques (ver figura 6 y 7 del apéndice).

6.3.2 Método de riego y lámina de agua a aplicar en cada riego:

Se utilizó el método de riego por surcos, desviando el agua de las tomas a las unidades experimentales por medio de sifones de PVC de 1", previamente calibrados.

La lámina de riego neta fue igual a la evapotranspiración máxima (ETM) acumulada durante el período, la cual fue calculada multiplicando la evapotranspiración potencial (ETP) por el coeficiente del cultivo (K_c) dado por FAO, la ETP fue calculada diariamente usando la fórmula de Penman, para lo cual se utilizó el programa para microcomputadoras AGROCLIM del Proyecto Regional

de Agrometeorología (PRA).

6.3.3 Riegos Generales:

Inicialmente se contempló un período de establecimiento del cultivo, el cual fue de 16 días, en el cual se uniformizó el riego en todas las unidades experimentales previo a iniciar los tratamientos. En total se realizaron cuatro riegos de establecimiento, efectuándose el primero en el momento del trasplante, los demás riegos fueron espaciados por un intervalo de 5 días. Todos los riegos llevaron el control de la lámina aplicada y de esta manera se calculó el volumen aplicado en cada tratamiento.

6.3.4 Control de la humedad del suelo:

El control de la humedad del suelo se hizo utilizando la sonda de neutrones permitiendo conocer el porcentaje de humedad a intervalos de 10 cm hasta una profundidad de 1.3 m para el segundo bloque y hasta 1.7 m para el cuarto bloque. Las lecturas de la sonda fueron tomadas antes y después de cada riego con el fin controlar los volúmenes y determinar las laminas normalmente consumidas por el cultivo.

Los tubos de acceso de la sonda fueron colocados de la siguiente manera: En el segundo bloque del ensayo fueron colocados dos tubos por parcela uno a 4 m del inicio y el otro a 4 m del final de uno de los surcos centrales de la parcela. En el cuarto bloque fue colocado un tubo al centro de cada unidad experimental.

6.3.5 Determinación de las láminas consumidas:

Las láminas de evapotranspiración real medidas por este método fueron obtenidas por diferencia de almacenamiento de agua en el suelo realizando lecturas de sonda antes y después de cada riego, simplificando de esta manera la ecuación de balance hídrico de la manera siguiente:

$$ETR = \Delta Al. + R - Perc. + (-Esc + lluvia)$$

$\Delta Al.$ = diferencia de almacenamiento.

R = riego

Perc. = percolaciones profundas.

Esc. = escorrentía.

La ecuación se simplificó al no haber existido riego entre lecturas; las percolaciones profundas solamente pueden ser controladas mediante un estudio drenaje interno, lo cual no era

parte de los objetivos de esta investigación; la escorrentía y la lluvia fueron inexistentes. Quedando la ecuación $ETR = \Delta A1 + R$.

Las láminas de evapotranspiración real medidos a través de el método de sonda de neutrones fueron comparadas con las láminas de evapotranspiración máxima calculados con la fórmula de Penman mediante un análisis de regresión lineal simple.

6.3.6 Diseñó experimental:

El ensayo se plasmó bajo diseño experimental Bloques al Azar, utilizando cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, el modelo estadístico en el siguiente:

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

$$i = 1, \dots, 4$$

$$j = 1, \dots, 4$$

Y_{ij} = Variable respuesta

M = 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.

6.3.7 Descripción de los tratamientos:

<u>TRATAMIENTO</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
(Frec. riego)	
7 días	F-7
10 "	F-10
13 "	F-13
16 "	F-16

6.3.8 Ensayo experimental:

Area total del experimento:	1440 m ²
Area neta del experimento:	704 "
Area bruta por parcela:	72 "
Area neta por parcela:	44 "
Número de parcelas:	16
Distancia entre bloques:	4 m
Distancia entre plantas:	0.4 m
Distancia entre surcos:	1.0 m
Número de plantas por parcela bruta:	180

Número de plantas por parcela

neta: 110

Densidad de población por Ha. 25000 plantas.

6.4 Variables evaluadas:

Para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos en estudio, se analizaron las siguientes variables:

Rendimiento (TM/Ha) de fruto comercial y no comercial, variable que fue registrada por cada corte efectuado.

Calidad industrial de el fruto: Esta variable fue determinada enviando muestras de los diferentes tratamientos de dos cortes efectuados a Alimentos Kerns S.A., en donde fue analizado el contenido de grados Brix, pH, porcentaje de acidez, % de pectina y % de pulpa.

Número de plantas muertas al final del ciclo: Estas fueron cuantificadas al final del ciclo por cada unidad experimental.

6.5 Análisis de resultados:

A los resultados de las variables rendimiento, contenido de grados Brix, pH, porcentaje de acidez, porcentaje de pectina y porcentaje de pulpa, se les aplicó un análisis de varianza con un nivel de

significancia del 5%.

Los resultados obtenidos de las láminas de evapotranspiración (ETM) calculadas a través de la ecuación de Penman Y las láminas de evapotranspiración (ETR) medidas por medio de la sonda de neutrones fueron comparadas mediante un análisis de regresión lineal simple.

7. RESULTADOS Y DISCUSION:

La presentación de resultados obtenidos se ha dividido en cuatro partes. La primera corresponde a los resultados y análisis estadísticos obtenidos de las variables rendimiento, número de plantas muertas al final del ciclo y calidad industrial del fruto.

La segunda parte corresponde a toda la información correspondiente al consumo de la humedad del suelo.

En la tercera se presenta una comparación de los métodos utilizados en el cálculo de la evapotranspiración. La cuarta parte de los resultados fue asignada a los cálculos de valores de coeficiente "c" obtenidos de la relación evapotranspiración real ETR y evaporación del tanque tipo "A".

7.1 Variables respuesta:

Las variables respuesta evaluadas fueron las siguientes:
Rendimiento en Tm/ha de fruto comercial y no comercial, número de plantas muertas al final del ciclo y calidad industrial del fruto que comprende: Grados Brix, pH, Porcentaje de acidez, porcentaje de pulpa y porcentaje de pectina.

7.1.1 Rendimiento:

En el cuadro 1, pueden observarse los resultados promedio en TM/Ha obtenidos de fruto comercial y no comercial para cada uno de los tratamientos evaluados, a los cuales les fue practicado un análisis de varianza (cuadro 12 del apéndice) en donde se muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos por lo que estadísticamente es igual aplicar riego cada 7 o 16 días, los mismos resultados fueron mostrados por el análisis practicado para fruto no comercial (cuadro 13 del apéndice).

Cuadro 1. Promedio de rendimiento de fruto comercial y no comercial en TM/Ha.

TRATAMIENTOS	FRUTO COMERCIAL	FRUTO NO COMERCIAL
F-7	25.35	0.88
F-10	26.59	0.73
F-13	22.04	0.90
F-16	22.46	0.72

Los resultados anteriores son similares a los obtenidos para el cultivo del tomate por Zea Morales (16) y Andrino Alvarez (1) en investigaciones realizadas bajo las condiciones de "La Fragua", Zacapa en donde se evaluaron frecuencias de 8, 12, 16 y 20 días y a los obtenidos por Orozco Godinez (11) en la unidad de riego San Jerónimo, Baja Verapaz, quien además de las frecuencias anteriores evaluó frecuencias de 24 y 28 días, no encontrándose diferencias

significativas en cuanto a rendimiento.

7.1.2 Plantas muertas al final del ciclo:

En el conteo del número de plantas al final del ciclo pudo determinarse que no se presentaron plantas muertas a causa de la falta de humedad, de lo que se deduce que las frecuencias utilizadas no afectan la mortalidad de plantas. Los investigadores mencionados en el párrafo anterior obtuvieron los mismos resultados en los referente a mortalidad de plantas.

7.1.3 Calidad industrial del fruto:

Todos los análisis que se practicaron para determinar la calidad industrial del fruto fueron realizados en el laboratorio de Alimentos Kern's S.A., practicándose dos análisis, de los cuales se obtuvo un promedio.

Observando el cuadro 2, en donde se presentan los resultados promedios de calidad industrial del fruto, comparándolos con los valores mínimos de aceptación industrial podemos darnos cuenta que son valores muy cercanos a éstos, en el caso del pH no se trata de un valor mínimo sino óptimo y para porcentaje de acidez se ha establecido un máximo de 0.45.

Cuadro 2. Resultados promedio de las variables utilizadas para determinar la calidad industrial del fruto.

TRATAMIENTOS	GRADOS BRIX	% DE PULPA	pH	% ACIDEZ	% PECTINA
F-7	4.91	36.68	4.07	0.42	0.20
F-10	4.96	37.06	4.11	0.42	0.19
F-13	4.87	39.04	4.11	0.39	0.22
F-16	4.96	40.56	4.11	0.43	0.21
VALOR MINIMO	4.78	38.6	4.26	0.40	0.10

Al practicarse un análisis de varianza (Cuadros 14 al 18 del apéndice) se estableció que para ninguno de los casos existieron diferencias significativas entre tratamientos por lo que se puede concluir que la calidad industrial del fruto no está afectada por diferentes contenidos de humedad en el suelo.

7.2 Uso del agua por el cultivo:

7.2.1 Número de riegos y láminas consumidas:

En el cuadro 3, puede observarse el número de riegos y las láminas consumidas por el cultivo de tomate bajo dos métodos de control de humedad en los diferentes tratamientos.

Debido a la metodología de riego utilizada (dosis igual a ETM acumuladas), las dosis aplicadas debían de ser iguales al nivel global en todos los tratamientos (sobre períodos similares), pero se introdujeron ciertas pequeñas diferencias por dificultades prácticas. Se observó que la frecuencia 10 días presenta una lámina total de consumo superior a la frecuencia 7 días.

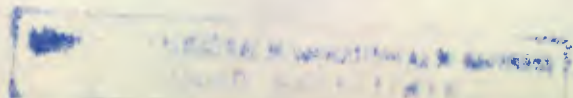
La lámina total disminuye de una manera general conforme se alarga el intervalo de riego, la misma tendencia siguieron las láminas medidas a través de la sonda de neutrones a excepción que la F-16 presenta más consumo que la F-13.

CUADRO 3. Láminas calculadas y medidas utilizando la fórmula de Penman y medidas a través de la sonda de neutrones en los distintos tratamientos (mm).

TRATAMIENTOS								
	F-7		F-10		F-13		F-16	
	PENMAN	SONDA	PENMAN	SONDA	PENMAN	SONDA	PENMAN	SONDA
No.Riego								
1	25.68	23.46	41.78	46.33	57.73	68.65	73.29	81.12
2	36.91	35.25	54.00	50.42	72.43	63.90	90.35	84.69
3	38.60	33.72	56.20	53.51	73.44	44.61	81.97	80.88
4	39.69	43.18	56.15	51.70	60.79	49.22		
5	38.58	34.42	46.85	39.13				
6	37.63	33.97	47.35	38.40				
7	33.14	29.38						
8	32.49	28.20						
Láminas (mm)	282.72	261.6	302.33	279.49	264.39	226.38	245.61	246.69
Lámina Establec	51.84	40.48	51.84	42.84	51.84	54.98	51.84	67.74
Lámina Total de consumo	334.56	302.1	354.17	322.33	316.23	281.36	297.45	314.43

7.2.2 Agotamiento de la humedad aprovechable del suelo:

A partir del trasplante se llevó un control de humedad del suelo para todos los tratamientos en estratos de 0-130 cm y de 0-180 cm, pero para fines de humedad aprovechable únicamente se tomaron los estratos de 0-30 y de 30-60 cm, ya que se notó que a esta



profundidad se lleva a cabo el consumo de humedad por las raíces de las plantas. En las figuras 1 a la 4 aparece graficada la humedad del suelo obtenida con la sonda de neutrones con respecto al tiempo en las diferentes etapas del cultivo. Los primeros 17 días correspondieron a la fase de establecimiento del cultivo, período durante el cual se trató de mantener el suelo a capacidad de campo.

En la figura 1, aparece graficado el consumo de humedad correspondiente al tratamiento regado cada 7 días, en donde podemos observar graficados los 8 riegos realizados. En esta frecuencia los valores de humedad para el primer y segundo riego en el estrato 0-30 sobrepasaron a la capacidad de campo, no así para el estrato de 30-60 en donde si se presentó en todos los riegos el agotamiento de la humedad aprovechable, pudiéndose observar además que en ninguno de los riegos y estratos el agotamiento de la humedad sobrepasó el 50 %

La figura 2, corresponde al tratamiento regado cada 10 días en donde se observa que en los dos primeros riegos para el estrato 0-30 cm el agotamiento de la humedad no superó el 50%, siendo

TRASPLANTE (5/12/90)

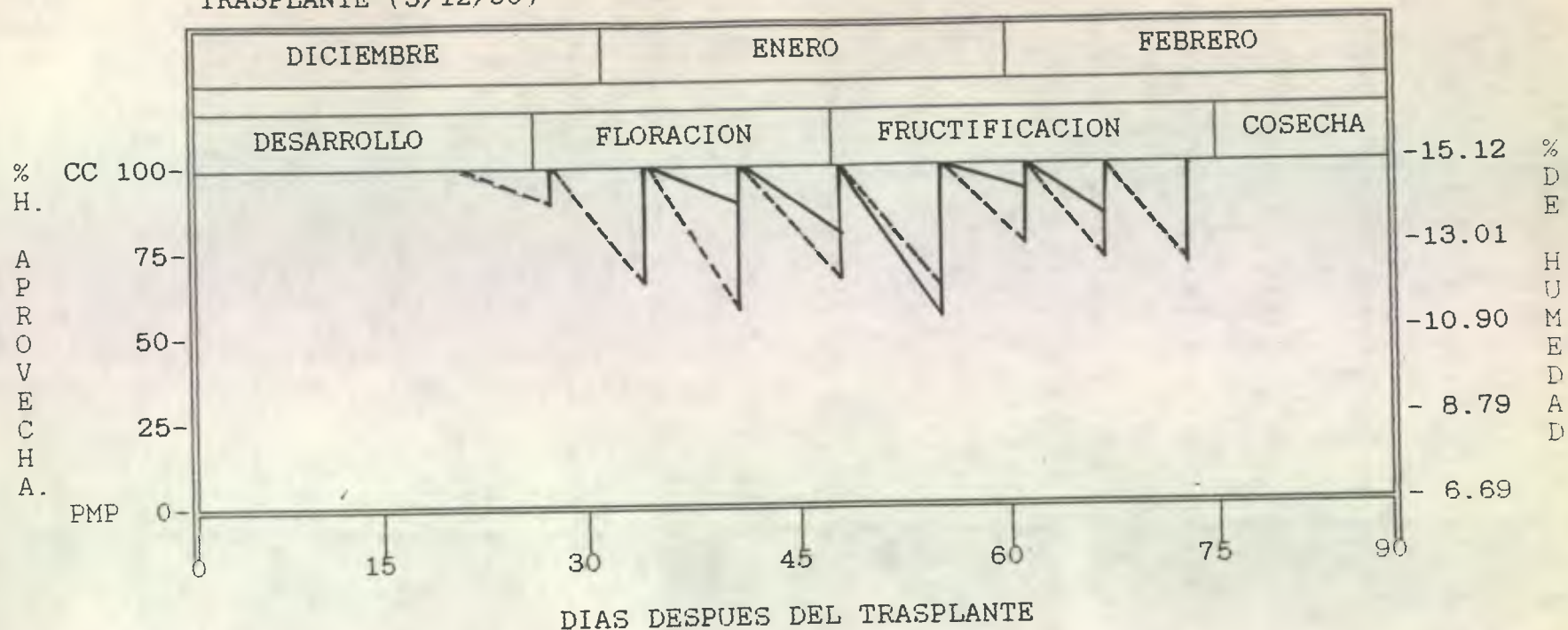


FIGURA 1: PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO, OBTENIDA CON LA SONDA DE NEUTRONES EN EL TRATAMIENTO F-7.

————— ESTRATO 0-30 CM.

- - - - - ESTRATO 30-60 CM.

TRASPLANTE (5/12/90)

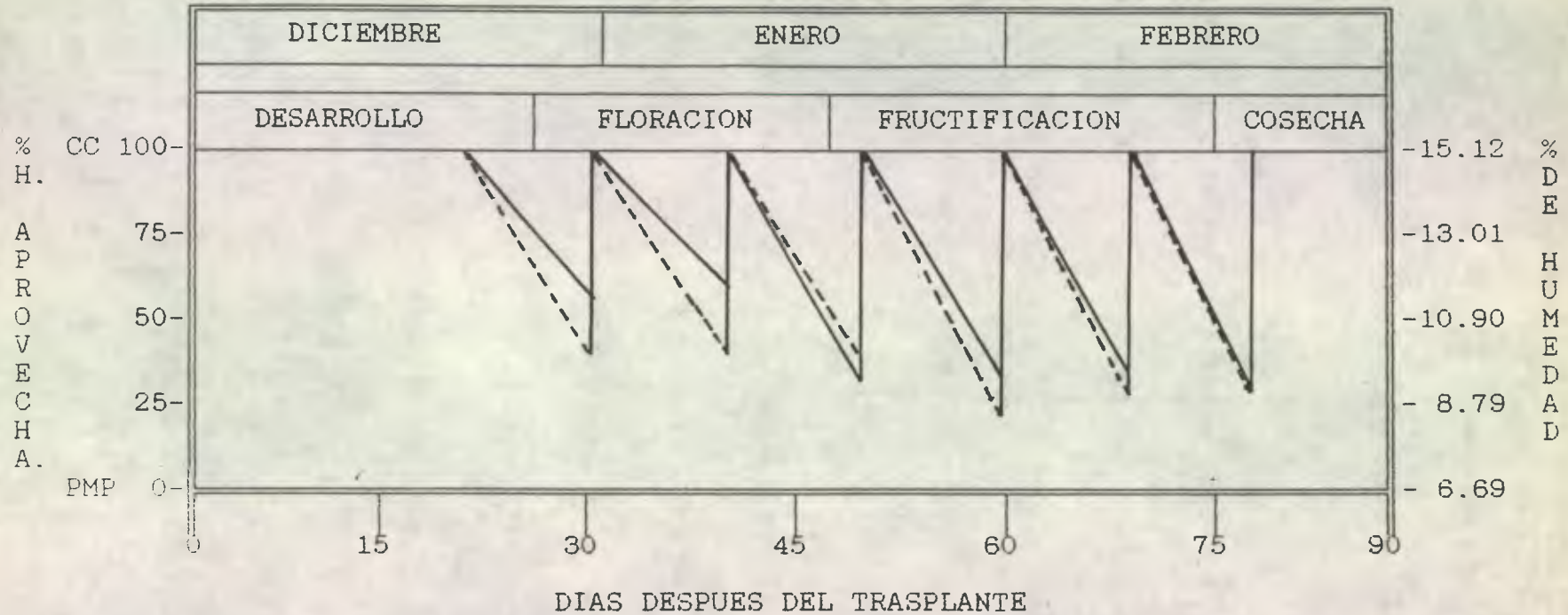


FIGURA 2: PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO, OBTENIDA CON LA SONDA DE NEUTRONES EN EL TRATAMIENTO F-10.

- ESTRATO 0-30 CM.
- - - - - ESTRATO 30-60 CM.

superado a partir del tercer riego hasta llegar al final manteniéndose el consumo casi constante. En el estrato de 30-60 cm el consumo de la humedad aprovechable superó en todos los casos el 50%

La figura 3 contiene las gráficas correspondientes al tratamiento F-13, la cual muestra que para el estrato de 0-30 únicamente en el primer riego no se alcanzó el 50 de agotamiento de la humedad aprovechable, pero para el estrato 30-60 sobrepasó en los cuatro riegos dicho porcentaje.

la figura 4, corresponde al tratamiento F-16, pudiendo observar un comportamiento casi uniforme para los dos estratos en el segundo y tercer riego. La gráfica muestra un agotamiento de una manera ascendente al transcurrir el tiempo, sobrepasando el 50% de agotamiento de la humedad en el segundo y tercer riego.

TRASPLANTE (5/12/90)

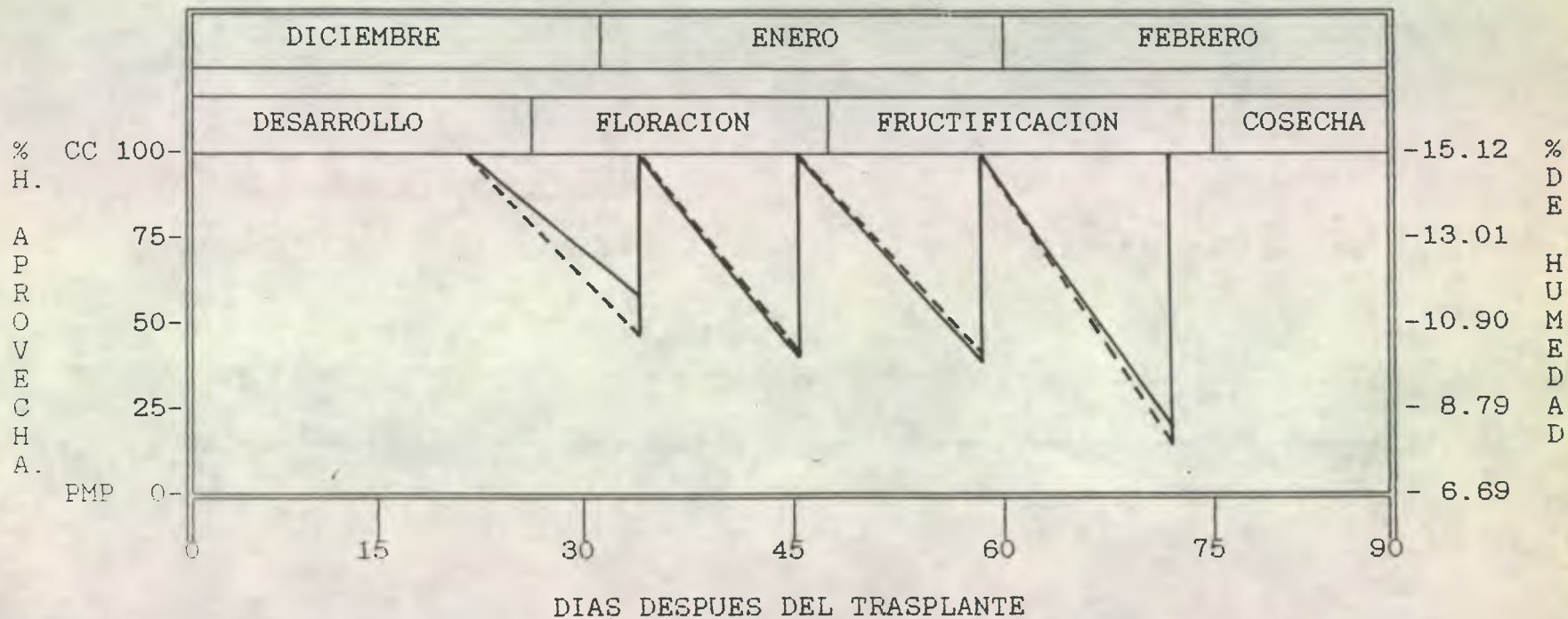


FIGURA 3: PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO, OBTENIDA CON LA SONDA DE NEUTRONES EN EL TRATAMIENTO F-13.

————— ESTRATO 0-30 CM.
 - - - - - ESTRATO 30-60 CM.

TRASPLANTE (5/12/90)

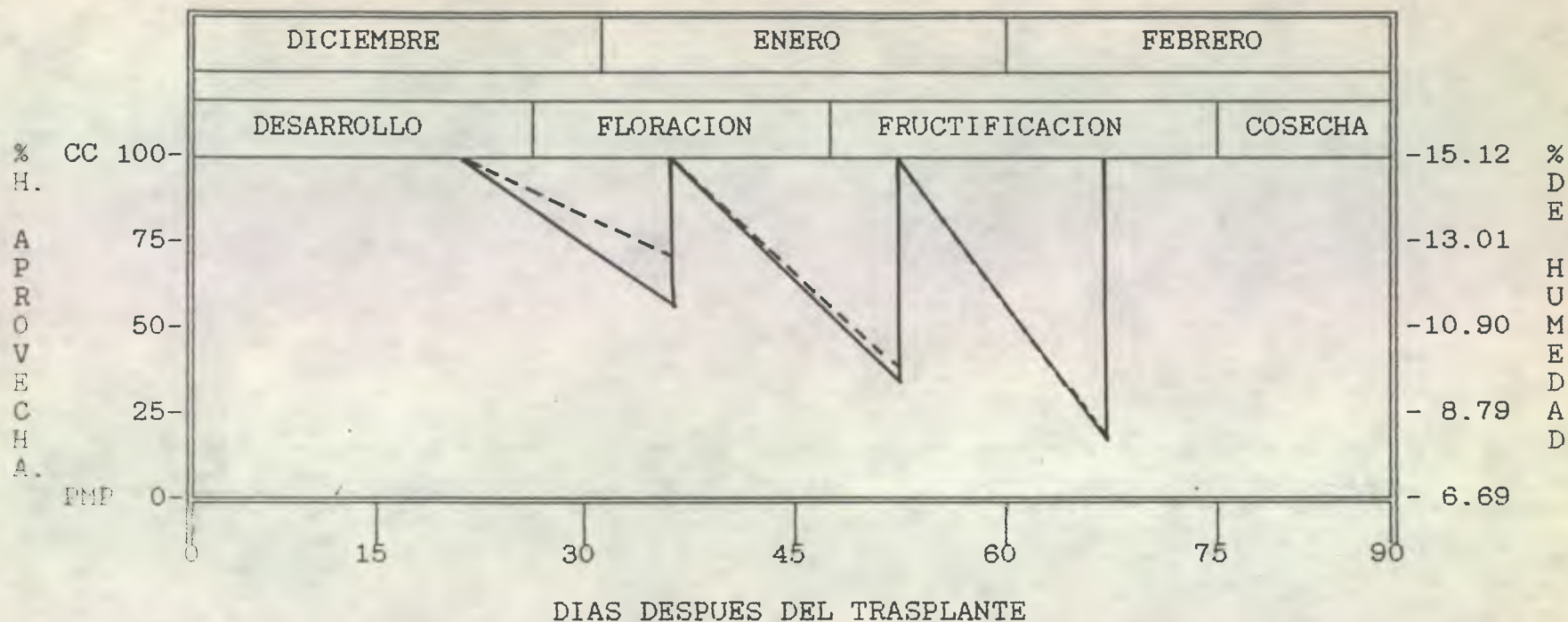


FIGURA 4: PORCENTAJE DE HUMEDAD APROVECHABLE Y PORCENTAJE DE HUMEDAD DEL SUELO, OBTENIDA CON LA SONDA DE NEUTRONES EN EL TRATAMIENTO F-16.

7.2.3 Comparación de la evapotranspiración máxima (ETM) calculada por la ecuación de Penman y la evapotranspiración real (ETR) medida con la sonda de neutrones:

Inicialmente se describe la forma como fueron obtenidas las láminas consumidas por el cultivo. La curva de calibración fue efectuada a través de una análisis de regresión lineal entre 192 valores de humedad volumétrica (humedad gravimétrica multiplicada por la densidad aparente) y sus correspondientes contajes relativos obtenidos con la sonda de neutrones según fue descrito en la metodología. Al graficar estos valores se observó que siete puntos se encontraban fuera de la tendencia general, por lo que se decidió eliminarlos. La ecuación así obtenida fue:

$$Y = -4.18 + 21.16X \quad \text{donde:}$$

Y = humedad volumétrica (%).

X = contaje relativo.

arrojando un coeficiente de correlación de 0.90 lo que manifiesta que existe una aceptable relación entre los datos.

En la figura 5, puede observarse la curva de calibración para el

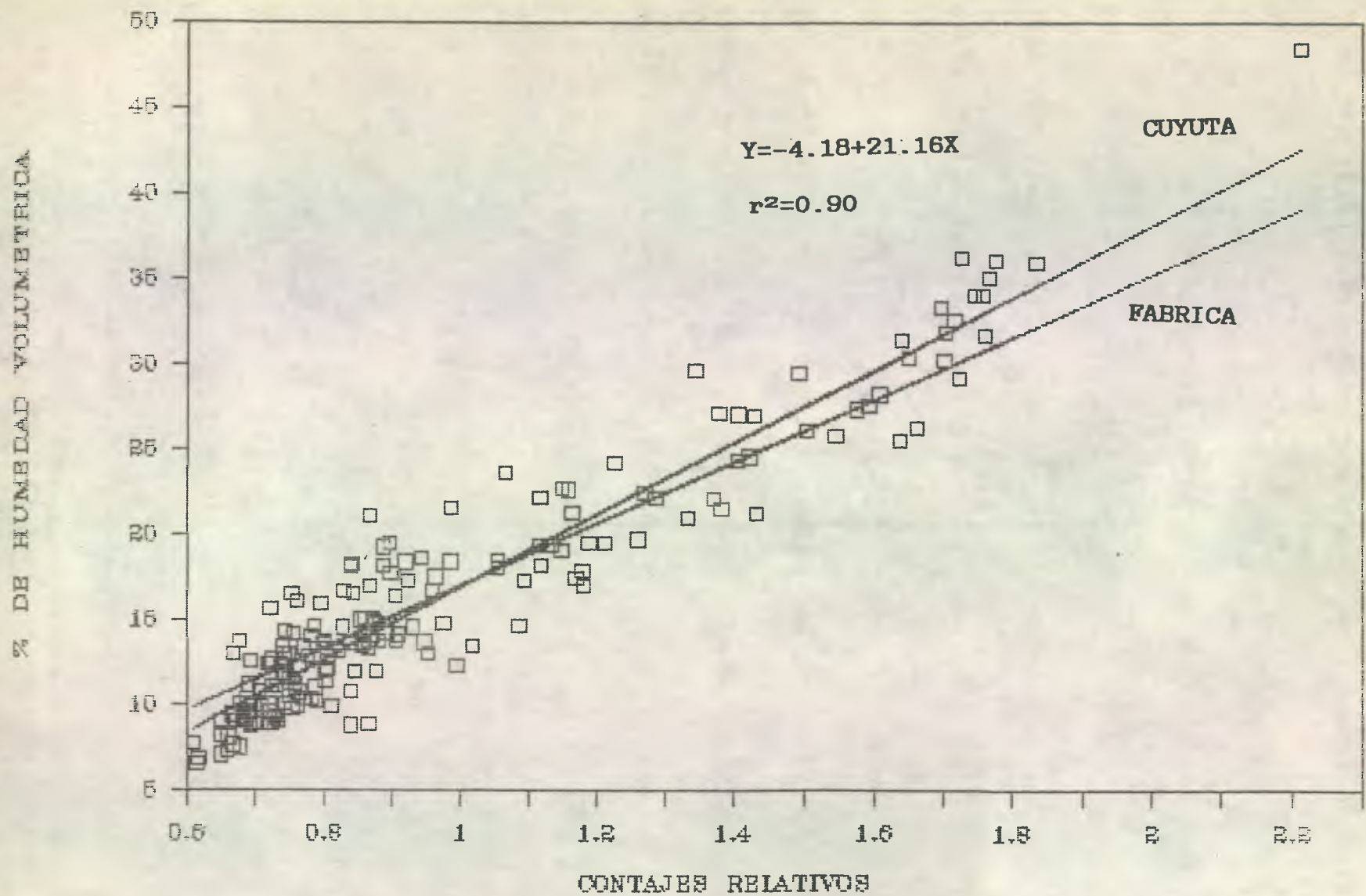


FIGURA 5. CURVA DE CALIBRACION DE SONDA DE NEUTRONES CPN-503 PARA LOS SUELOS DE GUYUTA, COMPARADA CON LA CURVA DE FABRICA

suelo del ensayo experimental obtenida de la ecuación anterior y la cual fue utilizada para calcular el % de humedad volumétrica del suelo a diferentes estratos para los diversos tratamientos. La lámina fue calculada al establecer las diferencias de humedad en el intervalo de tiempo establecido por cada una de las frecuencias fijas utilizadas.

En el cuadro 3, se muestran los valores de láminas calculadas y medidas para los cuatro tratamientos usando los métodos descritos anteriormente, los cuales fueron comparados mediante un análisis de regresión lineal simple, con el objetivo de poder observar el grado de relación existente en el cálculo de láminas de riego.

Al ser comparados mediante el análisis anterior los valores de láminas de riego (ETM) obtenidos con la ecuación de Penman y los obtenidos con la sonda de neutrones (ETR) pudo determinarse que de acuerdo al coeficiente de relación " r^2 " obtenidos del modelo de regresión lineal simple se explica en un 79.36%, la relación entre la ETM calculada por la fórmula de Penman y la ETR medida con la sonda de neutrones para la frecuencia 7 días, en 50.47% para la frecuencia 10 días, en un 14.10% para la frecuencia 13 días y en un

42.65% para la frecuencia 16 días, lo que resulta muy lógico al darse la mayor relación en las frecuencias 7 y 10 días ya que en esos tratamientos las condiciones de humedad fueron más favorables, permitiendo que los valores de ETR fueran cercanos a los valores de ETM, lo que comprueba la hipótesis No. 3 planteada en esta investigación.

7.2.4 Cálculo del coeficiente "C" de la relación evapotranspiración real/evaporación del tanque tipo "A".

La evaporación del tanque es una variable que está afectada por los mismos factores que directamente influyen sobre la evapotranspiración a excepción de la intervención de las plantas, factor que las hace diferente por lo que se le ha dado mucha utilidad práctica al determinar coeficiente "c" producto de la relación evapotranspiración/evaporación del tanque para diferentes etapas fenológicas del cultivo, obteniéndose de esta manera la evapotranspiración de una manera indirecta.

En el cuadro 4, se muestran los coeficientes "c" semanales para cuatro etapas fenológicas del cultivo de tomate de la

relación anterior, observándose que el coeficiente es ascendente hasta alcanzar los máximos valores en la floración y fructificación para posteriormente descender en la fase de cosecha. Estos valores fueron calculados utilizando la evapotranspiración ETR medida con la sonda de neutrones en los tratamientos F-7 y F-10 los cuales obtuvieron los máximos rendimientos.

Cuadro 4. Coeficiente "c" de la relación Et/Ev del tanque de evaporación para el cultivo de tomate.

ETAPA DE DESARROLLO DEL CULTIVO	COEFICIENTE "C" Et/Ev
Fase de desarrollo vegetativo (1-3 sem)	0.93
Fase de floración (4-6 semanas)	1.12
Fase de fructificación: (7-9 semanas)	1.20
Cosecha (10-12 semanas)	0.83

8. CONCLUSIONES:

- 8.1 La aplicación de riego en los diferentes intervalos evaluados no tiene ninguna influencia sobre la variable rendimiento de fruto comercial, no comercial, calidad industrial del fruto y mortalidad de plantas.
- 8.2 Los rendimientos promedio de fruto comercial obtenidos para las frecuencias 7, 10, 13 y 16 días en Tm/Ha son respectivamente los siguientes: 25.35, 26.59, 22.04 y 22.46, los cuales estadísticamente son iguales.
- 8.3 De los resultados del análisis de las variables evaluadas se puede concluir que para las condiciones del parcelamiento la frecuencia 16 días puede ser utilizada en el cultivo del tomate sin disminuir el rendimiento y la calidad industrial del fruto.
- 8.4 Las láminas calculadas a través de la ecuación de Penman (ETM) Y medidas con la sonda de neutrones (ETR) fueron comparadas mediante un análisis de regresión lineal simple, determinándose que existe una relación de 79.36 % para la frecuencia 7 días, 50.47% para la frecuencia 10 días, 14.10 % para la frecuencia 13 días y 42.65 % para la frecuencia 16 días. Como puede observarse la mayor relación se dio en las frecuencias 7 y 10 días por haber existido condiciones de humedad más favorables.
- 8.6 De manera general el mayor consumo de agua se da en las etapas fenológicas de floración y fructificación sin que la humedad del suelo alcanzara valores de punto de marchitez permanente, presen-

tando el máximo valor de agotamiento de humedad aprovechable la F-16 en el estrato de 0-30 cm.

8.7 Los coeficientes "c" obtenidos de la relación evapotranspiración/evaporación del tanque para los tratamientos F-7 y F-10 fueron de 0.93 en la fase de desarrollo, 1.12 en la fase de floración, 1.20 en la fase de fructificación y 0.83 durante la cosecha.

9. RECOMENDACIONES:

- 9.1 El análisis estadístico mostró que en cuanto a rendimiento y calidad industrial todos los tratamientos son iguales, por lo que se recomienda por cuestiones prácticas se aplique agua al cultivo de tomate para estas condiciones en frecuencias de 14 días lo que es igual a dos semanas.
- 9.2 Se recomienda se sigan realizando investigaciones en Guatemala utilizando los métodos de Penman y Sonda de neutrones para el cálculo de la evapotranspiración, ya que actualmente son poco utilizados haciéndose necesaria más experiencia para poder ser utilizados de una manera eficiente y correcta.
- 9.3 Que se sigan realizando investigaciones para determinar la validez de la utilización de los coeficientes de cultivo obtenidos en esta investigación, para poder ser utilizados en el cálculo de la evapotranspiración a través de valores de evaporación del tanque tipo "A".
- 9.4 Que en futuras investigaciones se realice un análisis económico de las frecuencias de riego y láminas aplicadas, así como se contemple el impacto ambiental causado por el exceso de humedad en el suelo.

10. BIBLIOGRAFIA:

1. ANDRINO ALVAREZ, F. J. 1985. Efecto en los rendimientos de tomate (Lycopersicon esculentum L.) de cinco frecuencias de riego y verificación de la adaptabilidad de fórmulas empíricas para la estimación de la evapotranspiración en el Oasis, La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 99 p.
2. BARILLAS KLEE, E. 1983. Determinación experimental de la evapotranspiración de tomate y melón en el valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 69 p.
3. CALVACHE, M.; ENGEL, G. 1984. Evapotranspiración de un cultivo de maíz (Zea mays L.). Ecuador, Universidad Central de Ecuador. p. 247-254.
4. _____; GARCIA, C. 1985. Dinámica de agua en un cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.). Ecuador, Universidad Central de Ecuador. 21 p.
5. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. El riego en el distrito de La Fragua, Guatemala, evaluación de eficiencia y propuestas de modificación. Guatemala. 52 p.
6. DOOREMBOS, J.; KASSAN, A. H. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma, FAO. 212 p.
7. _____; PRUIT, W. O. 1976. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma, FAO. Serie de Riego y Drenaje. no. 24. 110 p.
8. EDMON, J. B.; SENN, T. L.; ANDREWS, F. S. 1976. Principios de horticultura. 3a. ed. México, CECSA. 575 p.
9. GRASSI, C. J. 1975. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño de proyectos; criterios y procedimientos. Mérida, Venezuela, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras. 88 p.
10. ISRAELSEN, O. E. 1976. Principios y aplicaciones de riego. Traducido por Alberto García Palacios. Barcelona, España, Reverté. 276 p.
11. OROZCO GODINEZ, M. E. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum L.), en la unidad de riego San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 66 p.
12. SANDOVAL ILLESCAS, J. E. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Agronomía. 345 p.

13. _____. 1989. Resumen de la investigación realizada en frecuencias de riego y evapotranspiración de 1982 a 1989. Tikalia (Gua) 7 (1): 79-98.
14. SIMMONS, C. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Traducido por Pedro Tirado. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. p. 62-63.
15. SOBERANIS LOPEZ, J. L. 1983. Efecto de la frecuencia de riego y medición de la evapotranspiración en tomate (Lycopersicon esculentum L.) en la unidad de riego El Rancho-El jícaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
16. ZEA MORALES, J. L. 1984. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento y la evapotranspiración del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum L.) en un suelo de la serie Chicaj de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 78 p.

Vo. Bo.
Patrualla



APENDICE

CUADRO 5. Rendimiento de fruto comercial en TM/Ha por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	19.58	19.81	27.14	34.88	101.41	25.35
F-10	20.68	21.36	35.99	28.35	106.38	26.59
F-13	16.66	23.92	30.85	16.73	88.14	22.04
F-16	14.94	17.68	27.93	29.31	89.86	22.46

CUADRO 6. Rendimiento de fruto no comercial en TM/Ha por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	0.725	0.835	0.842	1.13	3.532	0.883
F-10	0.597	1.19	0.759	0.387	2.931	0.733
F-13	0.562	1.34	0.895	0.802	3.599	0.900
F-16	0.45	1.13	0.602	0.697	2.879	0.720

CUADRO 7. Resultados de grados Brix del fruto por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	4.95	4.90	4.95	4.85	19.64	4.91
F-10	5.15	5.25	4.50	4.95	19.84	4.96
F-13	4.75	4.95	4.90	4.90	19.48	4.87
F-16	5.25	5.00	4.65	4.95	19.84	4.96

CUADRO 8. Resultados de porcentaje de pulpa del fruto por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	37.00	39.25	37.20	36.50	149.95	36.68
F-10	37.00	37.25	38.00	36.00	148.08	37.06
F-13	40.25	40.40	36.25	39.25	156.16	39.04
F-16	40.50	39.25	36.25	40.25	156.25	39.06

CUADRO 9. Resultados de pH del fruto por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	4.15	4.05	4.05	4.05	16.28	4.07
F-10	4.10	4.15	4.07	4.15	16.44	4.11
F-13	4.10	4.05	4.17	4.12	16.44	4.11
F-16	4.10	4.05	4.10	4.20	16.45	4.11

CUADRO 10. Resultados de porcentaje de acidez del fruto por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	0.405	0.420	0.450	0.415	1.69	0.422
F-10	0.395	0.430	0.430	0.440	1.69	0.423
F-13	0.390	0.395	0.385	0.395	1.56	0.391
F-16	0.450	0.400	0.445	0.425	1.72	0.430

CUADRO 11. Resultados de porcentaje de pectina del fruto por tratamiento y repetición.

TRATAM./REPETIC.	I	II	III	IV	TOTAL	MEDIA
F-7	0.23	0.21	0.19	0.18	0.81	0.20
F-10	0.22	0.20	0.18	0.15	0.76	0.19
F-13	0.25	0.20	0.19	0.24	0.88	0.22
F-16	0.16	0.21	0.21	0.25	0.84	0.21

CUADRO 12. Análisis de varianza para el rendimiento de fruto comercial en TM/Ha.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	401.09			
TRATAM.	3	58.84	19.61	0.86	0.5021 NS
ERROR	9	205.19	12.80		
TOTAL	15	665.12			
Coeficiente de variación: 19.8 %.					

CUADRO 13. Análisis de varianza para el rendimiento de fruto no comercial en TM/Ha.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	0.6166			
TRATAM	3	0.1099	0.037	0.83	0.5083 NS
ERROR	9	0.3938	0.044		
TOTAL	15	1.1204			
Coeficiente de variación: 25.86 %					

CUADRO 14. Análisis de varianza para grados Brix del fruto.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	0.2029			
TRATAM	3	0.0217	0.007	0.19	0.899 NS
ERROR	9	0.5648	0.038		
TOTAL	15	0.5648			
Coeficiente de variación: 3.94 %					

CUADRO 15. Análisis de varianza para porcentaje de pulpa del fruto.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	10.398			
TRATAM	3	12.967	4.32	2.09	0.171 NS
ERROR	9	18.615	2.06		
TOTAL	15	41.980			
Coeficiente de variación: 3.768 %					

CUADRO 16. Análisis de varianza para pH del fruto.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	0.0066			
TRATAM	3	0.0046	0.002	0.562	0.6560 NS
ERROR	9	0.0247	0.003		
TOTAL	15	0.0360			
Coeficiente de variación: 1.2779 %					

CUADRO 17. Análisis de varianza para porcentaje de acidez del fruto.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	0.0007			
TRATAM	3	0.0036	0.001	3.478	0.0634 NS
ERROR	9	0.0031	0.000		
TOTAL	15	0.0075			
Coeficiente de variación: 4.47 %					

CUADRO 18. Análisis de varianza para porcentaje de pectina del fruto.

F.V.	G.L.	SUMA DE C.	CUADRADO M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
BLOQUE	3	0.0010			
TRATAM	3	0.0018	0.001	0.57	0.6513 NS
ERROR	9	0.0098	0.001		
TOTAL	15	0.0127			
Coeficiente de variación: 16.047 %					

CUADRO 19. Resultados del análisis físico-químico efectuado a los suelos del área experimental.

PUNTO	PROF. (cm)	TEXTURA	% DE HUMEDAD		D.Ap.	% M. O.	pH
			1/3 ATM.	15 ATM.			
1	0-20	FRANCO ARENOSO	17.46	6.84	1.4349	3.16	6.9
	20-40	ARENA FRANCA	15.29	6.55	1.4513	1.78	7.0
	40-70	ARENA	10.01	4.64	1.6191		7.1
	70-90	ARENA	5.18	2.94	1.5585		7.2
	FONDO	FRANCO LIMOSO	44.85	15.70	0.9004		7.5
2	0-40	FRANCO ARENOSO	22.62	8.54	1.2201	3.60	6.7
	40-60	FRANCO ARENOSO	20.14	8.42	1.2808	2.21	6.7
	60-80	A.F.TENDENCIA F.A.	12.52	8.03	1.5149		7.2
	80-+	ARENA	4.13	3.96	1.5600		7.3

CUADRO 20. Datos de humedades volumetricas y cálculo de láminas con sonda de neutrones para la frecuencia 7 días.

Tubo	FECHAS	21/12/90	27/12/90	28/12/90	4/1/91	5/1/91	10/1/91	12/1/91	17/1/91	19/1/91	25/1/91	26/1/91	1/2/91	2/2/91	8/2/91	8/2/91	15/2/91	16/2/91
		ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.
Tubo 1	10-20	23.82205	18.52574	24.12947	18.16177	18.62807	14.12976	16.70202	12.77249	12.48012	7.317433	12.07433	13.73261	18.47926	13.47598	13.24349	8.018666	8.888703
	20-30	27.02453	21.68071	28.07742	21.22651	22.59225	17.40702	21.30179	14.44549	15.83595	10.66511	16.39393	16.65532	22.37527	16.67082	18.15622	12.16010	12.97248
	30-40	23.28780	18.75239	24.39327	18.18436	19.28194	15.99630	18.41658	13.02494	13.65672	10.25951	13.07731	14.01039	16.84709	15.86725	15.52515	11.75844	12.47123
	40-50	17.67588	14.58658	19.60568	14.19341	14.75492	12.77598	13.48986	11.22348	11.47749	9.204665	10.14529	9.913822	10.88884	11.72547	11.23291	9.56315	9.308672
	50-60	16.43485	14.01844	18.90624	13.95395	14.34378	13.03234	13.25332	11.81500	11.26765	9.947753	10.09400	8.984888	9.176036	10.01976	9.636501	8.506071	8.780324
	60-70	14.15557	12.28079	16.75212	12.49914	12.53388	11.44019	11.42275	11.07709	11.05782	9.885703	9.979333	8.659312	8.723568	9.190819	9.347339	8.357142	8.402503
	70-80	11.81425	11.39233	14.76081	11.08047	10.97430	10.75655	10.55192	9.693891	10.76100	9.981805	9.946956	8.998329	8.423415	8.769615	8.750943	7.601965	7.764271
	80-90	11.69317	10.97076	14.76081	11.55637	11.59025	10.73556	10.64533	10.34068	10.46418	10.07790	9.914528	9.362734	9.247714	8.708377	8.803655	8.023179	7.454186
	90-100	11.94289	12.07379	15.44066	12.10607	12.29570	11.47767	11.63971	10.98747	11.36914	10.82704	10.64753	10.33796	10.37365	9.752411	9.933192	9.310891	9.079871
	100-110	12.41661	12.83080	15.72255	13.45396	13.34553	12.55710	12.35235	12.12570	12.27410	11.57619	11.38054	11.33410	11.19198	10.64857	11.07026	10.50683	10.33074
	110-120	12.21980	12.98643	15.12259	13.21299	13.25147	12.69652	12.89926	12.12122	12.20924	11.55651	11.55097	11.52527	11.59816	11.36551	11.34285	10.74452	10.92231
	120-130	11.53123	11.86829	13.49457	12.56390	12.99508	12.49713	12.00733	11.51327	12.14438	11.53684	11.72140	10.90847	11.14270	10.84722	11.14405	10.93106	10.60470
	TOTAL:	194.0127	171.9671	221.1662	172.1929	176.5872	155.4421	164.6822	141.1407	144.9978	122.8364	136.9262	134.4232	148.4677	137.0418	138.1865	115.5502	116.9800
LAMINAS:	-22.0455	49.19914	-48.9732	4.394262	-21.1450	9.240099	-23.5415	3.857080	-22.1613	14.08970	-2.50297	14.04451	-11.4258	1.144741	-22.6363	1.429807		
Tubo 2	10-20	29.89405	24.35668	29.67529	23.76867	29.12640	23.01554	29.25082	19.28970	28.09183	19.76680	24.71039	24.35562	29.32806	21.96268	29.35370	19.38844	26.51168
	20-30	29.60650	23.79459	30.08531	23.01566	28.87304	22.84463	29.23274	21.85744	20.01954	24.19457	24.57068	28.78300	22.32713	29.55707	16.32410	26.26697	
	30-40	23.40887	17.26104	23.75864	17.50364	23.45093	17.71885	23.79377	16.33208	20.56872	15.42783	20.68439	18.28170	23.55050	18.23463	23.7512	12.67007	20.08937
	40-50	19.16664	14.17861	19.11727	14.00817	18.02882	13.75046	18.71941	13.46410	15.99161	12.35408	17.00779	14.72725	19.38868	13.59099	18.64719	12.03073	15.67443
	50-60	17.47611	13.17984	17.14556	13.35908	15.83206	13.44313	19.55108	12.75158	15.00882	12.09680	15.89471	13.71767	17.53102	12.72320	14.82785	12.19620	13.18773
	60-70	17.72583	14.02146	17.64150	13.79130	15.10840	14.10427	17.04252	13.53430	14.02603	12.43581	16.74335	13.97007	18.28962	13.24597	13.73747	11.28758	12.57810
	70-80	15.50104	12.56940	15.87631	12.21902	12.90254	12.26175	14.32605	12.29001	12.81814	11.42182	15.97841	11.80305	16.33041	12.63956	11.90009	10.30224	11.07585
	80-90	15.10754	12.07530	15.43765	11.69192	11.43702	11.80000	12.30866	11.66862	11.61026	10.40783	15.21298	11.06229	15.86749	11.45662	10.78561	11.54934	10.11699
	90-100	16.13821	12.87159	16.58429	12.86058	12.97384	12.85844	12.90733	12.70677	11.46986	10.43810	15.07573	11.46702	16.92474	12.53053	12.58984	10.71293	11.49883
	100-110	14.09050	11.37420	14.81960	11.20547	11.45522	11.43869	11.18923	11.23842	11.32946	10.46836	14.93848	10.35290	14.82666	11.68365	11.75400	9.640341	10.87414
	110-120	13.56532	10.46155	14.19703	10.58800	10.35229	10.24982	10.04267	10.75146	11.82620	11.01546	14.07200	9.898888	13.46179	10.65305	10.55067	11.21989	9.551019
	120-130	15.52072	12.24000	15.62607	11.99462	12.53692	12.03387	11.90036	12.13466	12.32293	11.56257	11.30423	11.20551	11.30423	12.98244	12.09588	11.01229	11.50184
	TOTAL:	227.2013	178.3843	230.0645	176.0062	202.0775	175.5195	210.3846	168.0191	192.8764	157.4150	207.7193	175.5114	227.2644	173.3485	199.5581	148.3342	179.0270
LAMINAS:	-48.8170	51.68027	-54.0583	26.07133	-26.5580	34.86517	-42.3655	24.85728	-35.4614	50.30428	-32.2079	51.75305	-53.9159	26.20955	-51.2239	30.69278		
Tubo 3	10-20	32.02955	28.84736	31.14503	27.39667	29.73324	26.24332	28.47792	27.39326	28.05978	24.96539	28.14465	24.71256	29.65061	25.95660	29.79797	22.46782	24.58559
	20-30	34.42838	30.92347	33.07454	29.50660	31.37929	28.27624	30.71377	23.61558	30.02669	26.17461	30.55734	26.04473	30.46894	27.09324	30.40794	22.50242	28.00706
	30-40	33.27967	28.44846	30.79079	26.60450	28.54080	25.07994	27.67789	23.11816	27.14586	22.80574	27.40109	22.82034	27.32256	24.61683	27.39584	21.74724	25.02212
	40-50	32.53947	27.89997	29.79890	26.11806	28.42550	24.80259	27.21987	21.65877	26.18577	22.44706	26.56703	22.99358	25.68740	23.40701	25.61418	20.75738	23.31666
	50-60	28.85128	25.23759	26.48105	24.01265	25.28966	22.86861	24.29850	16.18719	23.95472	20.91700	23.52143	20.70260	23.06368	22.61390	24.07500	15.82466	22.47672
	60-70	21.87271	18.32176	19.15798	17.09551	18.49457	16.66191	17.72202	12.63955	17.67334	15.35368	17.55890	15.40081	16.02130	17.15176	17.93784	11.67721	16.44663
	70-80	17.28844	13.80237	13.76892	13.35305	13.89017	12.70852	13.27592	12.06745	15.04087	11.70029	12.25381	11.43118	11.11582	12.63956	12.45281	10.15031	11.54699
	80-90	16.96456	13.55305	13.71014	12.96902	13.04059	12.49113	12.81037	12.75905	12.40839	11.95908	11.63090	10.80392	11.00233	10.87411	11.11694	10.32955	9.967977
	90-100	16.88132	14.13781	13.64984	13.27474	13.30912	12.96038	12.81489	12.24968	12.44273	12.21798	11.93557	11.51929	11.22931	11.33862	11.13050	10.41958	10.78082
	100-110	15.82946	12.91239	13.05290	13.00215	13.11058	12.99336	12.74257	11.96587	12.47707	12.04383	11.67163	11.39683	11.28457	11.25647	11.12749	10.29773	10.64233
	110-120	14.59296	12.60566	12.32180	11.77926	11.77981	11.05340	11.63368	10.52590	11.46833	11.30226	11.11659	11.76792	10.31392	10.43051	10.76001	9.838836	10.23591
	120-130	14.15557	11.93175	11.54396	11.17535	11.23542	10.82402	10.72066	11.80455	10.94947	10.73473	10.77875	10.09005	10.25120	9.631429	9.707285	11.7326	9.591661
	130-140	14.54151	12.38973	12.37455	12.16932	12.32158	12.11783	12.39755	11.89268	12.45678	14.44336	12.31263	11.72390	11.77735	11.31771	11.66364	14.76110	11.26702
140-150	17.50627	16.05224	15.82355	15.67081	15.23647	15.37260	15.60368	15.41493	15.39209	18.15199	16.69860	15.60392	15.80616	14.96063	14.88659	21.51034	14.71257	
150-160	29.08396	25.31465	24.38121	25.71896	24.95321	25.45474	25.27028	24.56859	26.54216	24.25634	26.65753	23.54317	26.03036	21.49369	20.56289	41.03584	22.57456	
160-170	51.89070	51.44734	50.84107	50.51103	50.85624	50.98017	50.94794	51.04071	51.42241	52.01471	52.05181	51.27531	51.26457	40.79713	40.18973	52.23112	40.89664	
TOTAL:	281.2788	239.7640	249.6762	228.1460	239.9397	218.3172	231.6388	194.9917	228.8565	203.7566	224.2828	199.8250	218.4122	208.3901	221.7708	176.3254	203.8834	
LAMINAS:	-41.5148	9.912184	-21.5301	11.79375	-21.6225	13.32159	-36.6471	33.36478	-35.0998	20.52620	-24.4579	18.58719	-10.0220	13.28065	-45.4454	27.55802		

CUADRO 21. Datos de humedades volumetricas y cálculo de láminas.
con sonda de neutrones para la frecuencia 10 días.

FECHAS:	21/12/90	30/12/90	2/1/91	9/1/91	11/1/91	19/1/91	21/1/91	30/1/91	31/1/91	9/2/91	10/2/91	19/2/91	20/2/91	
PROF (CM)	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	ZH.V.	
Tubo 1	10-20	22.70966	13.42998	19.38118	12.57814	18.32459	5.824077	23.51957	9.076357	20.30450	8.998056	14.02334	5.704742	10.80800
	20-30	24.84061	16.15030	21.77785	15.81075	20.91105	11.68273	23.56650	12.27559	21.84771	11.52430	16.83103	8.851876	14.05530
	30-40	20.35622	14.00347	17.31462	13.82065	16.51770	13.09844	18.65296	11.41269	17.28753	11.56798	13.89394	9.129342	12.29495
	40-50	16.18513	11.97825	13.49654	12.02940	12.65312	14.51416	13.73942	9.402779	12.18377	9.712093	10.20452	7.870187	8.664907
	50-60	15.19229	11.66298	12.42934	11.37899	11.53212	12.11104	11.46808	8.822473	9.763255	8.744980	8.499749	7.119218	7.569817
	60-70	14.47037	12.05481	12.14747	11.65411	11.66205	9.707923	9.196750	8.357020	8.872360	8.277993	8.746513	7.239856	7.358697
	70-80	15.50407	13.33690	12.93430	12.74560	12.56096	9.044043	9.704603	9.145873	9.228718	8.888088	8.696859	8.188369	8.227479
	80-90	15.52677	13.30688	13.71510	13.09697	13.16225	8.380164	10.21245	9.570524	9.364617	9.713600	9.614700	8.720682	9.284598
	90-100	14.70345	12.97360	13.04886	12.50787	12.78607	9.039454	10.41908	8.834563	9.648496	9.784401	9.512384	8.946878	9.355984
	100-110	15.24981	13.52156	13.29305	13.21061	13.22268	9.698745	10.62570	9.490429	9.932374	9.492158	9.613196	8.957434	9.474454
	110-120	15.62212	13.60713	13.80856	12.83083	13.48254	10.82688	10.36458	9.714089	9.865934	9.706068	9.885539	8.503061	8.819830
	120-130	14.07839	12.08033	11.99222	11.51805	11.88413	11.95501	10.10346	9.053689	9.799495	8.760044	9.250573	7.576133	8.081669
	TOTAL:	204.4389	158.1062	175.3391	153.1820	168.6993	125.8826	161.5732	115.1560	148.0987	115.1697	128.7723	96.90778	113.9957
	LAMINAS:	-46.3326	17.23289	-22.1571	15.51726	-42.8166	35.69051	-46.4171	32.94268	-32.9290	13.60260	-31.8645	17.08792	
Tubo 2	10-20	24.11566	11.60443	21.79744	13.76682	21.29328	6.388527	21.55930	8.505119	10.90190	19.87717	10.17004	21.54212	9.997933
	20-30	23.90680	13.26634	22.26773	15.24856	22.49888	9.478471	21.60471	10.90190	19.87717	10.17004	21.54212	9.997933	20.06235
	30-40	18.40840	12.22596	16.69209	13.04464	16.78359	8.829124	16.86677	9.611326	14.59673	9.820555	15.55207	9.316330	15.42834
	40-50	15.96265	11.53987	14.26980	11.70345	15.18821	8.179777	14.88834	9.892412	11.99653	9.312895	11.31947	8.514090	10.52094
	50-60	14.92744	11.02794	13.46790	11.28031	14.49929	7.948796	13.92712	10.15536	11.03617	9.207447	10.13230	8.830764	9.196505
	60-70	15.12722	11.55939	13.43926	11.67205	14.99936	7.717815	14.46601	11.18449	11.22190	9.814529	10.00139	9.718958	9.448634
	70-80	15.82038	10.97840	14.42657	12.77850	15.61123	8.933907	14.50991	12.05193	11.70887	11.29231	11.16449	10.83636	11.13759
	80-90	15.50407	12.72889	14.47028	12.78298	15.00691	10.14999	14.66885	12.20456	12.19585	11.52128	11.59934	11.07914	11.29859
	90-100	15.70352	12.53672	14.72653	13.06856	15.35893	11.45940	14.31615	12.40707	12.11733	11.36161	11.67909	10.62675	11.13507
	100-110	15.06214	12.30102	14.27432	12.56618	14.18656	12.76880	13.57745	11.54114	12.16867	11.04375	11.08174	10.842512	10.47581
	110-120	15.06214	12.30102	14.27432	12.56618	14.18656	12.76880	13.57745	11.54114	12.16867	11.04375	11.08174	10.842512	10.47581
	120-130	15.10905	12.07133	14.12359	12.40769	13.95541	12.76880	13.11880	11.94010	12.29853	10.60539	10.86507	10.11404	10.17515
	TOTAL:	205.2425	144.3785	188.6007	153.3031	193.9429	117.3922	187.5653	132.6846	161.3119	123.5815	157.3307	116.6223	148.1804
	LAMINAS:	-60.8640	44.22213	-35.2975	40.63979	-76.5507	70.17307	-54.8806	28.62730	-37.7303	33.74932	-40.7077	31.55746	
Tubo 3	10-20	22.92154	14.11156	27.87201	13.83710	21.05155	11.52517	18.64236	9.682353	21.06704	10.81930	18.56741	10.09896	18.51488
	20-30	25.96165	16.50310	30.80981	16.04400	24.93275	14.45450	21.14606	12.17283	24.32862	14.47234	21.86411	12.73188	20.32653
	30-40	24.91628	15.67590	28.22172	14.92261	20.17832	13.69584	19.41436	12.39951	22.42503	14.95740	20.80032	13.33959	19.30287
	40-50	19.96121	13.26634	27.60371	13.04763	17.19906	12.91718	14.63706	11.50195	17.93230	13.24612	16.35857	12.34885	14.33927
	50-60	16.68759	12.23196	24.91010	11.21602	15.10663	11.86094	11.78218	10.15838	13.63789	11.85872	12.54737	11.20581	11.30765
	60-70	14.24335	10.65112	18.33057	10.16539	14.26814	10.80470	10.98294	9.466250	10.42614	10.59936	10.28878	9.928566	9.957448
	70-80	13.15669	10.03259	13.73018	9.411322	12.95225	10.52324	10.18369	8.922213	9.264958	9.404786	9.510879	9.351014	9.304343
	80-90	13.06134	9.984555	13.59602	9.354505	13.52786	10.24177	10.85730	9.723156	9.776845	9.034210	9.000800	8.918226	8.976272
	90-100	14.62021	11.65697	13.69099	10.78839	12.96585	11.40280	11.53090	10.52409	10.38873	10.19565	10.24214	10.01452	9.978712
	100-110	15.68417	12.35807	13.21617	11.83353	12.13039	12.56582	11.92220	11.10283	10.88835	11.66138	11.32248	11.64916	11.22265
	110-120	15.86730	12.11637	12.79864	11.85148	11.76478	12.53246	12.31350	11.68168	11.48917	11.84818	11.70617	11.33851	11.46616
	120-130	15.61304	12.39810	12.17913	11.42086	12.15909	12.50111	12.38843	11.73911	11.74436	11.25465	11.64899	11.46518	11.50353
	130-140	15.97475	12.38660	11.11344	12.34489	12.71808	12.64642	12.46335	11.79654	11.99955	12.33475	12.27644	11.70646	11.95777
	140-150	15.56763	12.67784	12.44743	12.49291	21.39239	12.48956	12.45978	12.54721	12.45231	12.51702	12.18164	12.49663	12.47266
	150-160	22.06795	18.78054	15.67916	19.92403	21.56673	11.57871	19.83669	20.67189	20.32111	18.72643	18.70493	18.90778	
	160-170	37.39628	35.76750	24.20014	36.59845	36.74857	34.56231	33.65482	33.74521	33.42516	33.81462	32.26431	33.37449	35.27330
	170-180	55.04021	53.16280	51.23725	53.79469	53.56960	54.50446	54.32833	53.69491	54.18718	49.15889	48.20014	49.88826	48.89162
	TOTAL:	212.7024	150.9766	236.9591	143.8938	188.2367	145.0135	165.8010	129.0743	173.2710	139.3521	163.8579	132.3903	158.5025
	LAMINAS:	-61.7257	35.99240	-93.0652	44.34283	-43.2231	20.78744	-36.7266	44.19672	-33.9189	24.50584	-31.4675	26.11222	

CUADRO 22. Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas con sonda de neutrones para la frecuencia 13 días.

	FECHAS	21/12/90	3/1/91	4/1/91	15/1/91	18/1/91	29/1/91	30/1/91	11/2/91	12/2/91
	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.	H.V.
Tubo 1	10-20	22.85949	13.55364	21.38442	11.50100	18.79353	12.97058	16.11640	5.532884	17.33872
	20-30	26.61590	17.51757	24.83899	15.56981	21.79810	16.39402	19.22774	9.581665	17.41226
	30-40	24.14593	16.27715	22.07261	14.38591	18.47868	15.19074	16.63248	10.17245	15.11435
	40-50	19.84770	13.82795	16.93462	12.79377	14.15924	12.50229	13.29276	9.387228	12.10800
	50-60	17.97168	12.50313	13.85213	12.00148	11.80087	11.21869	11.14240	9.041728	9.511411
	60-70	15.12722	10.92208	11.54706	10.28535	9.970245	9.730504	9.478472	8.187700	8.040507
	70-80	13.52446	10.35839	10.34462	10.20219	9.605919	9.542585	8.898618	7.432386	7.738822
	80-90	14.03298	10.98840	11.19616	10.34432	10.03171	9.460750	9.635671	7.761434	8.504292
	90-100	14.08293	11.39986	11.57429	10.81304	10.21912	10.22151	9.925598	8.307353	8.823989
	100-110	13.85591	10.73971	10.95416	10.29896	10.48749	10.02147	10.21532	8.660332	8.775959
	110-120	13.63948	11.31546	11.36405	10.72081	11.46503	10.86862	10.97408	8.570591	9.735048
	120-130	14.57934	12.93419	12.61792	12.67734	12.96131	12.06281	11.73264	9.692344	10.54554
		TOTAL:	209.6830	152.3376	178.6810	141.5940	159.7712	140.1846	147.2724	102.3281
	LAMINAS:	-57.3454	26.34348	-37.0870	18.17727	-19.5866	7.087795	-44.9443	31.32082	
Tubo 2	10-20	26.07105	11.61690	24.94487	9.800000	23.85661	18.63995	23.73014	6.814674	20.02387
	20-30	28.27919	14.68103	27.99711	13.40462	25.73372	21.89821	26.26460	10.47757	23.67711
	30-40	21.06150	12.34035	21.03654	11.78526	18.56714	16.32280	19.00677	10.40129	19.02425
	40-50	14.32811	9.506832	14.40873	9.577736	12.80089	11.68849	13.38915	8.141334	13.00105
	50-60	12.72384	9.325969	12.91891	9.561104	12.06774	10.68676	12.19237	7.534092	10.68813
	60-70	13.46544	10.65531	13.87028	11.12451	12.98680	12.06735	13.08217	8.993866	12.17855
	70-80	14.80182	11.97410	14.81711	12.45659	14.58204	13.27064	14.56888	10.24424	13.05959
	80-90	15.82946	12.87239	16.23282	13.27307	15.76947	14.22842	16.05559	11.76833	15.05431
	90-100	18.11327	15.04426	18.81316	15.27194	18.00341	17.69884	17.13967	14.44558	18.18373
	100-110	17.93620	14.82120	18.68157	15.27648	17.91045	16.59710	18.22375	15.26521	19.09760
	110-120	15.93843	12.87993	17.33392	13.47719	16.12330	14.87249	17.55491	13.02918	17.44978
	120-130	16.63160	13.45116	17.88901	13.99279	17.13532	14.86491	16.88608	13.07704	17.47980
		TOTAL:	215.1799	149.1694	218.9440	149.0013	205.5369	182.8360	208.0941	130.1924
	LAMINAS:	-66.0104	69.77459	-69.9427	56.53561	-22.7009	25.25812	-77.9016	68.72557	
Tubo 3	10-20	22.13908	13.03668	18.97046	9.955737	16.03035	7.804341	16.01407	5.591216	12.35415
	20-30	26.09527	16.81974	24.22491	14.09107	21.44876	11.33841	19.97518	9.840416	17.16461
	30-40	27.26517	16.97347	24.39129	16.10959	22.10995	13.11303	21.38551	11.96277	19.30642
	40-50	25.50350	16.44897	22.73812	15.35057	19.91499	13.34641	19.64595	12.44886	18.67604
	50-60	19.92943	12.95981	15.97418	12.28271	11.19965	10.76557	13.81922	11.06686	14.05170
	60-70	15.18927	10.77287	11.95393	10.51366	11.22064	8.221095	9.901129	9.281035	10.44798
	70-80	14.57632	11.00649	11.45026	10.91132	10.96082	9.527431	9.910027	9.260096	9.694524
	80-90	15.03792	11.89121	11.88133	11.72478	11.32559	10.39428	10.32452	10.41624	10.40145
	90-100	15.00463	11.56566	11.58941	11.67186	11.77388	10.77920	10.73902	10.28313	10.30239
	100-110	14.59750	11.95150	11.69075	12.08010	11.59247	11.58544	10.97408	10.28762	10.02322
	110-120	14.17525	11.65157	11.51984	11.44203	11.44404	11.25809	11.20913	10.38035	10.24536
	120-130	14.55513	11.93040	12.25945	11.91832	11.63745	12.27497	11.65255	11.03246	11.35604
	130-140	14.37957	11.88217	12.51961	12.30085	11.95229	12.19769	12.09597	11.47219	12.10350
140-150	15.02733	13.19644	13.11856	13.17479	13.21546	13.33429	13.12546	12.95888	12.88098	
150-160	29.67006	24.67373	25.96127	25.09544	26.68276	26.17639	26.28239	23.55272	24.82682	
160-170	44.04734	43.40966	43.53209	43.39524	43.36574	43.97256	41.96548	40.58691	40.69907	
170-180	52.04356	51.57112	51.77678	51.70976	51.45694	51.68327	50.48206	50.86366	51.06594	
	TOTAL:	224.0685	157.0083	188.6439	148.0517	170.5586	130.4083	165.5504	121.9510	154.0239
	LAMINAS:	-67.0601	31.63558	-40.5921	22.50684	-40.1503	35.14212	-43.6993	32.17284	

CUADRO 23. Datos de humedades volumétricas y cálculo de láminas con sonda de neutrones para la frecuencia 16 días.

FECHAS PROF.	21/12/91	6/1/91	7/1/91	21/1/91	23/1/91	7/2/91	8/2/91
	H.U.	H.U.	H.U.	H.U.	H.U.	H.U.	H.U.
Tubo 1 10-20	22.08914	7.100297	18.41053	5.122525	20.07266	3.037275	15.90405
20-30	28.33519	13.00787	25.43299	9.530733	26.88943	6.683763	23.31867
30-40	27.93715	16.71408	25.99779	12.87463	27.41623	9.940321	69.84006
40-50	25.29313	16.07346	23.71906	12.85198	24.35956	10.69447	22.63288
50-60	21.48224	14.11837	19.81953	10.82451	20.10889	9.257586	18.59083
60-70	18.37662	11.84297	15.56249	8.540396	15.21971	7.572175	12.28951
70-80	15.98686	10.80801	12.42454	8.082214	10.76375	6.572354	7.756133
80-90	14.35384	10.59045	10.89237	7.624032	8.642952	6.445234	7.355343
90-100	13.92250	10.36079	10.49431	8.160716	8.138789	6.606634	7.324170
100-110	14.64594	11.44410	11.10567	8.697400	9.085227	6.780888	7.431048
110-120	15.33002	12.45790	11.90331	9.394108	10.01808	7.360784	8.419664
120-130	15.48591	12.38387	12.57626	10.09081	10.66866	7.697866	8.541386
TOTAL:	233.2385	146.9022	198.3389	111.7940	191.3839	88.64935	209.4037
LAMINAS:	-86.3363	51.43670	-86.5448	79.58989	-102.734	120.7544	
Tubo 2 10-20	24.22312	6.272329	20.43541	5.857730	21.41005	3.144398	20.03071
20-30	24.52278	9.745863	22.73667	8.303379	23.14141	6.033880	22.32560
30-40	19.50112	10.45900	18.96933	8.597763	18.46507	7.040842	18.81052
40-50	14.46886	8.611186	13.90264	7.457969	13.99627	5.812491	13.61064
50-60	12.52558	7.462910	11.39859	6.650301	11.16376	5.104047	10.43994
60-70	12.49833	8.032515	11.66296	6.943175	11.01885	5.215455	10.23509
70-80	13.91342	9.942279	13.02690	8.154677	12.89965	6.298118	11.57403
80-90	15.54039	11.76138	14.82495	9.366180	14.47403	7.215096	13.23360
90-100	17.34292	13.81468	16.64253	10.43200	16.22653	8.346321	13.86893
100-110	17.32476	15.07023	16.81978	11.49782	16.67786	9.103328	15.24497
110-120	16.39096	13.22393	15.59104	11.28722	15.71029	7.249376	14.40183
120-130	17.03266	13.51704	16.56291	11.07662	16.44238	9.614665	14.83528
TOTAL:	205.2849	127.9133	192.5737	105.6248	191.0262	80.17802	178.6111
LAMINAS:	-77.3715	64.66038	-86.9489	85.40138	-110.848	98.43317	
Tubo 3 10-20	29.24932	23.73518	26.36131	20.11646	28.21021	17.60608	24.26721
20-30	33.48852	27.99757	31.38894	22.49569	31.98087	17.73035	29.31717
30-40	34.17715	26.65271	32.12949	22.06997	31.96276	16.79051	29.53390
40-50	33.30994	23.69439	30.15118	20.34442	29.94762	14.82373	27.84018
50-60	29.56563	21.10019	26.37783	17.94406	25.90978	13.21544	24.44534
60-70	25.31129	17.89106	21.80234	15.68410	21.37835	11.56717	19.91641
70-80	20.39709	14.78014	17.56634	13.23091	16.16313	10.23883	14.86348
80-90	16.37072	12.02730	13.40243	12.01714	12.50719	9.427556	11.42262
90-100	15.03338	11.10264	11.11919	10.80337	10.38790	8.566282	9.942668
100-110	13.55322	10.46504	10.34560	10.48710	9.829396	8.580565	9.427578
110-120	14.15255	10.61160	10.78722	10.17082	10.23695	9.503256	9.249449
120-130	15.60698	12.76915	12.18571	11.47819	12.09813	10.25455	9.973841
130-140	16.21842	13.33573	13.20415	12.78556	12.73059	11.97424	10.87487
140-150	16.48479	14.06549	14.45242	14.45263	13.93968	22.59804	13.16630
150-160	27.85391	28.32526	25.69737	27.88216	27.51888	39.75211	24.61308
160-170	44.36274	43.95692	43.56821	44.52365	44.84911	45.35824	41.985.2
170-180	52.26149	51.33308	51.59259	52.05634	52.55647	49.00044	47.83814
TOTAL:	437.8972	363.2435	392.1324	338.5426	392.2070	316.9874	358.6779
LAMINAS:	-74.6537	28.88889	-53.5997	53.66443	-75.2196	41.89047	

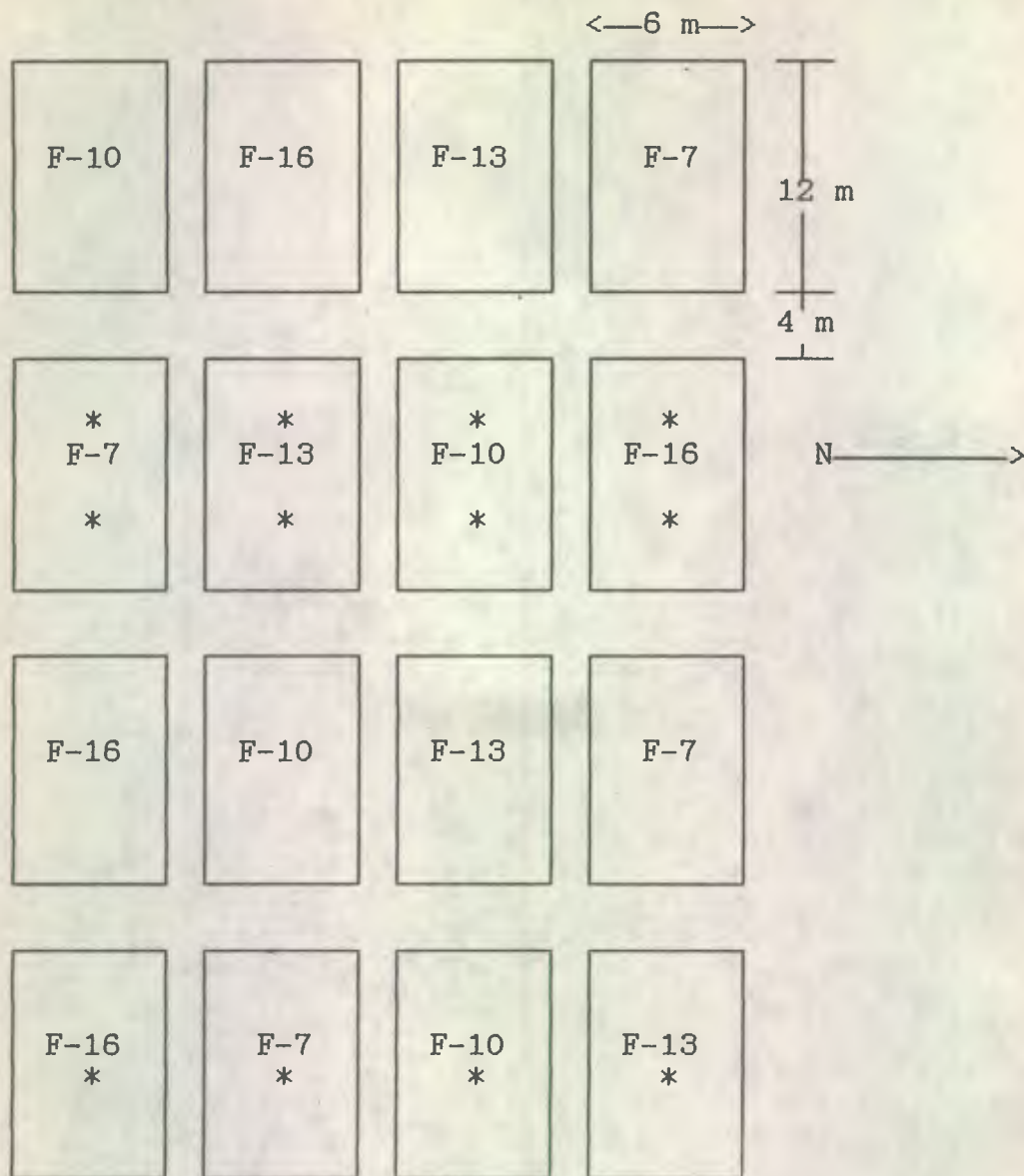


FIGURA 6. Corquis de campo y aleatorización de los tratamientos del ensayo sobre frecuencias de riego en tomate.

* = Posición de los tubos de acceso.

6 m



FIGURA 7. Unidad experimental del ensayo sobre frecuencias de riego en el tomate.

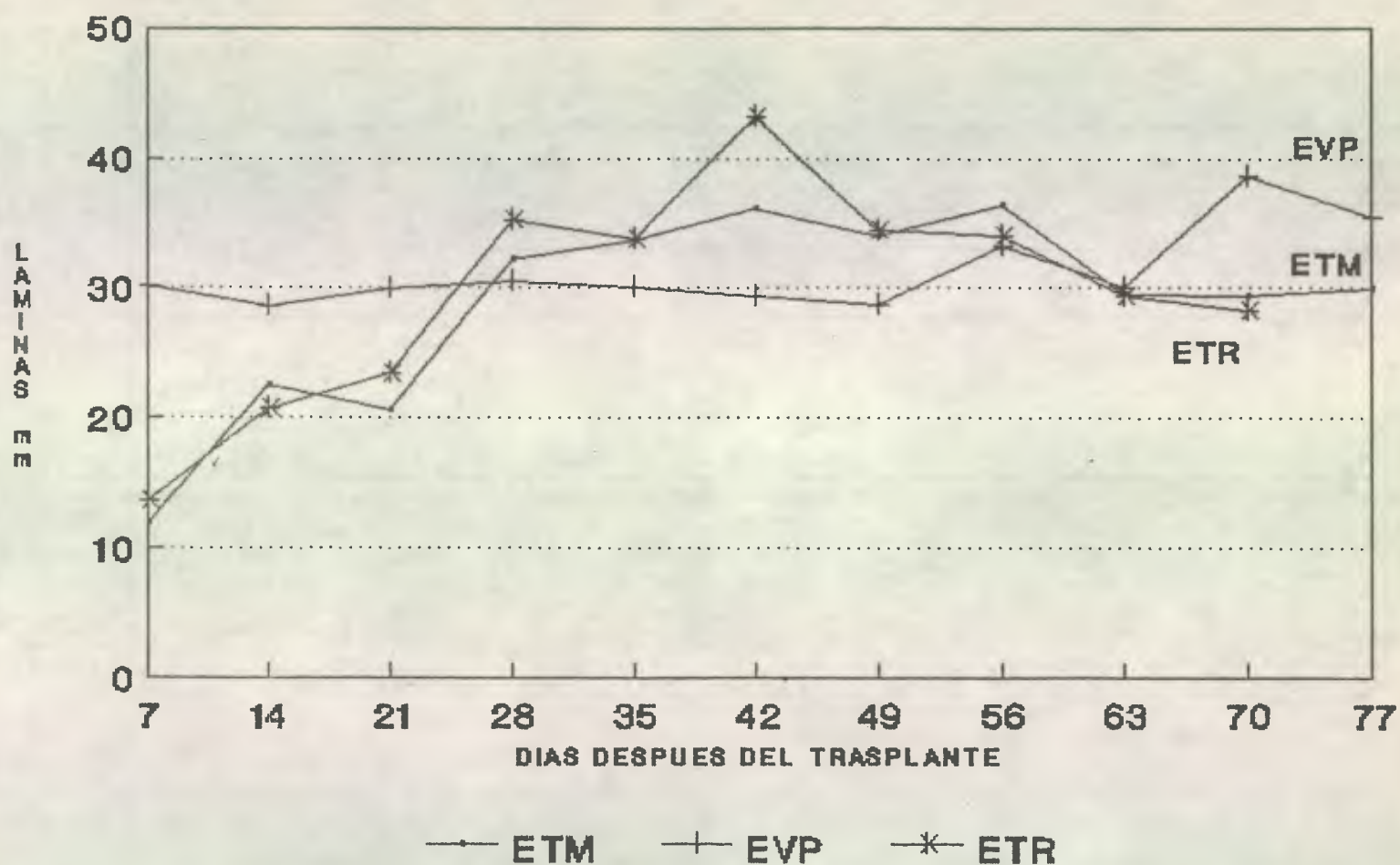


FIGURA 8. COMPORTAMIENTO DE LA EVAPOTRANSPIRACION REAL, máxima y evaporación del tanque con respecto al tiempo

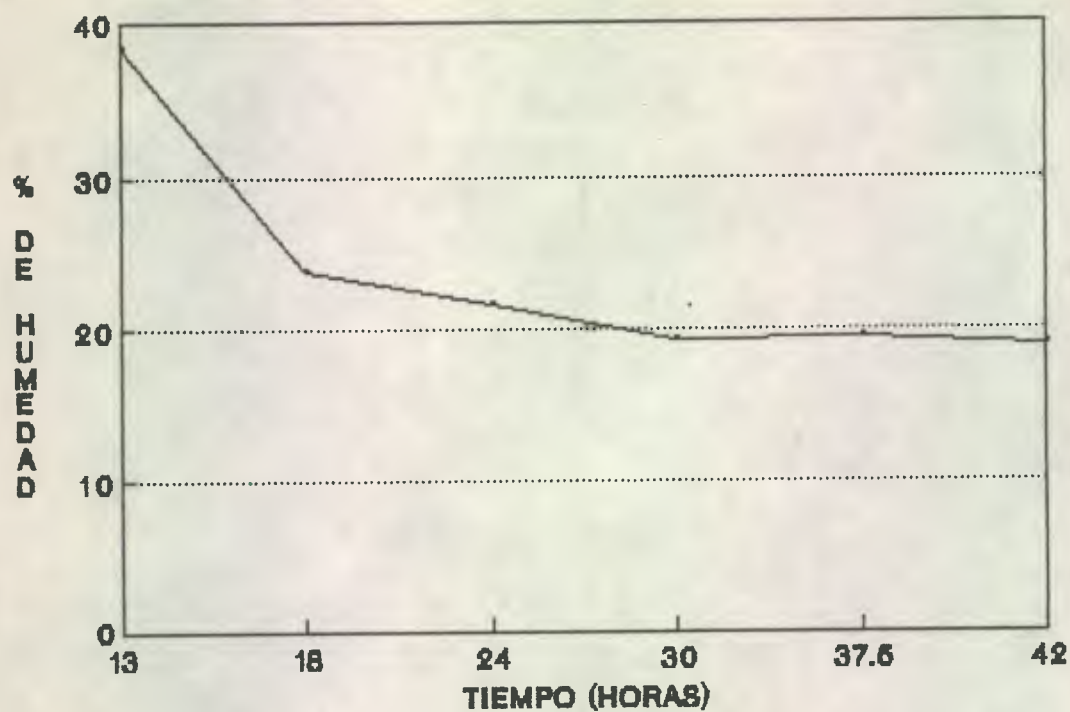


FIGURA 9. CURVA DE HUMEDAD PARA CC. ESTRATO DE 0-30 cm.

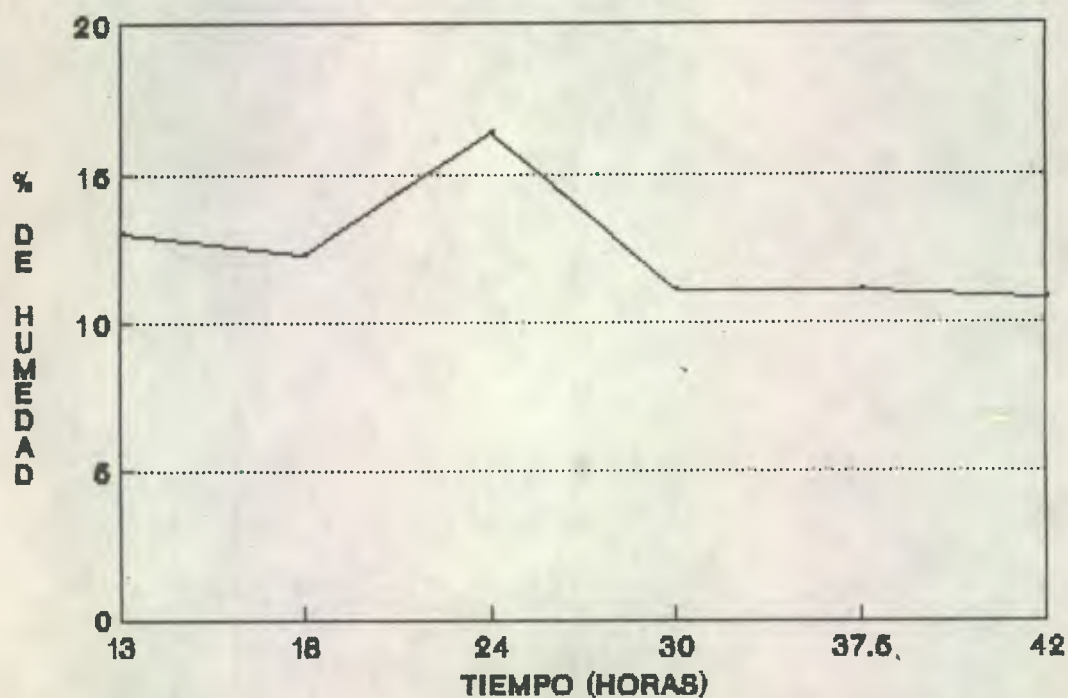


FIGURA 10. CURVA DE HUMEDAD PARA CC. ESTRATO 30-60 cm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref: 053-91

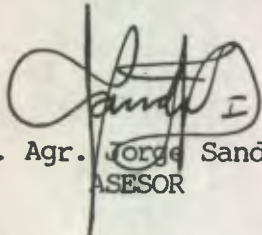
LA TESIS TITULADA: EVALUACION DE CUATRO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO, CALIDAD INDUSTRIAL DEL FRUTO Y EVAPOTRANSPIRACION REAL DEL CULTIVO DE TOMATE (Lycopersicon esculentum L.), UTILIZANDO LOS METODOS DE PENMAN Y SONDA DE NEUTRONES, EN EL PARCELAMIENTO CUYUTA, MASAGUA, ESCUINTLA.


DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: ABELARDO PEREZ MELGAR

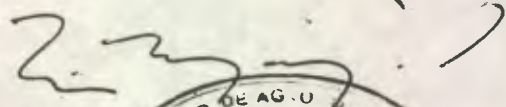
CARNET NO: 8515277

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ingenieros Agrónomos David Juárez y Gustavo Méndez.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

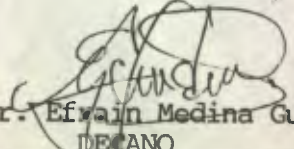
Ing. Agr.  Sandoval
 ASESOR

Ing. Agr.  Maria Antonieta Alfaro
 ASESOR


 Dr. Luis Mejía de León

DIRECTOR
 DIRECCION

I M P R I M I D O

Ing. Agr. 
 DECANO



/sler.