

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

EFECTO DE CINCO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE
EL RENDIMIENTO Y EVAPOTRANSPIRACION
EN EL CULTIVO DE PERICON (*Tagetes lucida* cav.)
EN LA UNIDAD DE RIEGO SAN JERONIMO
BAJA VERAPAZ.

TESIS

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

POR
MARVIN TURCIDO SAMAYOA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA

EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, septiembre de 1995.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Dr. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. JOSE ROLANDO LARA ALECIO
VOCAL 1o: Ing. Agr. JUAN JOSE CASTILLO MONT
VOCAL 2o: Ing. Agr. WALDEMAR NUFIO REYES
VOCAL 3o: Ing. Agr. CARLOS ROBERTO MOTTA
VOCAL 4o: P.A. HENRY ESTUARDO ESPAÑA MORALES
VOCAL 5o: Br. MYNOR JOAQUIN BARRIOS OCHAETA
SECRETARIO a. i.: Ing. Agr. GUILLERMO MENDEZ

Guatemala, septiembre de 1995.

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

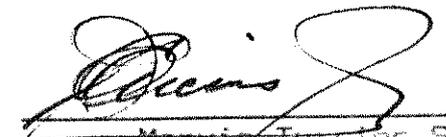
Señores Miembros:

De conformidad con las normas establecidas 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 CINCO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA Y EVAPOTRANSPIRACION EN EL CULTIVO DE PERICON (Tagetes Lucida cav.), EN LA UNIDAD DE RIEGO SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ.

Investigación presentada como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente.


Marvin Turcios Samayoa

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Centro

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Fuente infinita de sabiduria, por permitirme realizar con éxito mi carrera.
- A MIS PADRES Raymundo Turcios Balcarcel y Maria Alicia Samayoa de Turcios. Por los sacrificios realizados.
- A MIS HERMANOS Henry, Lisbeth Gisela y Brisly Raymundo. Por sus muestras de apoyo y cariño recibido.
- A MIS ABUELITOS Guillermo Turcios Garrido, Estanislao Samayoa Ramirez, Vicenta Carrera de Samayoa y Concepción Balcarcel de Turcios (QEPD).
- A MI FAMILIA Por su apoyo moral.
- A MIS AMIGOS Por ser parte importante de mi vida. Especialmente a Carlos Alfredo Arango Espigares (QEPD).

TESIS QUE DEDICO

A: Guatemala

La Facultad de Agronomía

Mis padres y hermanos

Mis abuelitos

Mis asesores: Ing. Agr. Eddi Vanegas, Ing. Agr. Rolando
Lara Alecio, e Ing. Agr. Myrna Herrera.

Ing. Agr. William Escobar

Mi familia

Mis Amigos

AGRADECIMIENTO

A: La familia Turcios Samayoa, por su ayuda incondicional en la realización de este trabajo.

Ing. Agr. Eddie Vanegas, Ing. Agr. Rolando Lara Alecio y Ing. Agr. Myrna Herrera, por la asesoría prestada al presente trabajo.

Ing. Agr. Victor Cabrera C., Ing. Agr. Roderico Estrada M. y Ing. Agr. Gustavo Mendez, por sus valiosos aportes.

La familia Arango Espigares, por su ayuda y cariño recibido.

La familia Marroquin Vaidez, por su amistad y apoyo.

La familia Santos Lopez, por sus muestras de apoyo y amistad.

CONTENIDO GENERAL

TITULO	PAG.
Contenido general	i
Indice de figuras	iii
Indice de cuadros	iv
Resumen	viii
1. Introducción	1
2. Definición del problema	3
3. Marco teórico	4
3.1 Marco conceptual	4
3.1.1 Descripción botánica del pericón	4
3.1.2 Clasificación	4
3.1.3 Origen del pericón	4
3.1.4 Distribución	5
3.1.5 Usos medicinales	5
3.1.6 Composición química	5
3.1.6.1 Composición de los aceites esenciales	6
3.1.6.2 Características fisicoquímicas y cromato- gráficas del aceite esencial	6
3.1.6.2.1 Características del aceite esencial	7
3.1.7 Trabajos realizados en el proyecto de de plantas medicinales	7
3.1.8 Necesidades de agua por las plantas	7
3.1.9 Frecuencia de riego y lámina a aplicar	8
3.1.10 Estudio de frecuencias de riego en Guatemala	8
3.1.11 Evapotranspiración	8
3.1.12 Determinación de la evapotranspiración	9
3.1.13 Descripción de algunos métodos para determinar la evapotranspiración	9
3.1.13.1 Método de parcelas de campo	9
3.1.13.2 Método de Hargreaves	10
3.1.14 Métodos para determinar el contenido de humedad del suelo	10
3.2 Marco referencial	11
3.2.1 Ubicación	11
3.2.2 Colindancia y extensión	11
3.2.3 Vías de acceso	11
3.2.4 Clima	12
3.2.5 Suelos	12
4. Objetivos	13
4.1 Objetivo general	13
4.2 Objetivos específicos	13
5. Hipótesis	14
6. Metodología	15
6.1 Propiedades físicas y químicas del suelo	15
Análisis químico	16
Densidad aparente	16
6.2 Tratamientos	16
6.3 Repeticiones	17
6.4 Modelo estadístico	17

INDICE GENERAL

	TITULO	PAG.
	TITULO	
6.5	Dimensiones del ensayo	17
6.6	Manejo del experimento	18
6.6.1	Semillero	18
6.6.2	Preparación del terreno	18
6.6.3	Trasplante	19
6.6.4	Control de malezas	19
6.6.5	Control de plagas y enfermedades	
6.7	Descripción del método y cantidad de agua a aplicar	19
6.7.2	Evapotranspiración real	20
6.7.3	Tiempo de riego	21
6.8	Determinación del coeficiente "c"	21
6.9	Cosecha	22
6.10	Secado	22
6.11	Extracción de aceites esenciales	22
6.11.1	Metodología de extracción de aceites esenciales	22
6.11.1.1	Materiales y métodos	22
6.11.1.2	Materiales	22
6.11.1.3	Métodos	23
6.12	Variables de respuesta a evaluar	25
6.12.1	Días a la floración	25
6.12.1	Diámetro de amacollamiento	25
6.12.2	Altura promedio	25
6.12.3	Rendimiento en peso fresco	25
6.12.4	Rendimiento en peso seco	25
6.12.5	Rendimiento en peso seco de hojas y flores	26
6.12.6	Rendimiento de aceites esenciales	26
6.13	Análisis de resultados	26
7.	Resultados y discusión	27
7.1	Variables de respuesta	28
7.1.1	Días a la floración	29
7.1.2	Diámetro de amacollamiento	29
7.1.3	Altura promedio	30
7.1.4	Rendimiento en peso fresco	31
7.1.5	Rendimiento en peso seco	32
7.1.6	Rendimiento en peso seco de hojas y flores	33
7.1.7	Profundidad radicular	33
7.1.8	Rendimiento de aceites esenciales	34
7.2	Uso del agua	35
7.2.1	Lámina de agua consumida	35
7.2.2	Coefficiente evaporación evapotranspiración "C"	37
8.	Conclusiones	39
9.	Recomendaciones	41
10.	Bibliografía	42
11.	Apéndice	45

INDICE DE CUADROS		
No.	TITULO	PAG.
1	Textura, densidad aparente y capacidad de campo en los estratos estudiados	15
2	Resultados del análisis químico realizado	16
3	Tratamientos evaluados en el cultivo de pericón durante el desarrollo del cultivo	17
4	Promedio de resultados obtenidos de las variables respuestas analizadas durante la primera cosecha	27
5	Promedios de resultados de las variables respuestas analizadas durante la segunda cosecha	28
6	Láminas de agua evapotranspiradas por el cultivo en cada uno de los tratamientos evaluados	35
7a.	Resultados de días a la floración en la primera cosecha para tratamientos y repeticiones	45
8a.	Análisis de varianza para días a la floración durante la primera cosecha	45
9a.	Resultados obtenidos para días a la floración a la segunda cosecha	45
10a.	Análisis de varianza para días a la floración durante la segunda cosecha	46
11a.	Resultados de diámetro de amacollamiento del pericón durante la primera cosecha, expresado en centímetros.	46
12a.	Análisis de varianza para diámetro de amacollamiento durante la primera cosecha	46
13a.	Resultados de diámetro de amacollamiento durante la segunda cosecha, expresados en centímetros	47
14a.	Análisis de varianza para diámetro de amacollamiento de pericón durante la segunda cosecha	47

No.	TITULO	PAG.
15a.	Resultados para altura promedio durante la primera cosecha expresados en centímetros	47
16a.	Análisis de varianza para altura durante la primera cosecha	48
17a.	Resultados de altura alcanzada por el pericón durante la segunda cosecha expresados en centímetros	48
18a.	Análisis de varianza para altura alcanzada por el cultivo de pericón durante la segunda cosecha	48
19a.	Rendimiento en peso fresco expresado en kilogramos por hectárea, durante la primera cosecha para tratamientos y repeticiones	49
20a.	Análisis de varianza para rendimiento en peso fresco durante la primera cosecha	49
21a.	Resultados de rendimiento en peso fresco de pericón expresados en kilogramos por hectárea, para la segunda cosecha	49
22a.	Análisis de varianza de rendimiento en peso fresco alcanzado por los diferentes tratamientos durante la segunda cosecha	50
23a.	Análisis de tukey y medias ordenadas para rendimiento en peso fresco	50
24a.	Resultados obtenidos para rendimiento en peso seco durante la primera cosecha de pericón, expresados en kilogramos por hectárea	50
25a.	Análisis de varianza para rendimiento de pericón en peso seco durante la primera cosecha	51
26a.	Resultados de rendimiento e peso seco de pericón en kilogramos por hectárea para la segunda cosecha	51
27a.	Análisis de varianza de rendimiento en peso seco de pericón para la segunda cosecha	51

INDICE DE CUADROS

No.	TITULO	PAG.
28a.	Análisis de tukey y medias ordenadas para rendimiento en peso seco de pericón durante la segunda cosecha	52
29a.	Rendimiento en peso seco de hojas y flores para la primera cosecha, expresado en kilogramos por hectárea	52
30a.	Análisis de varianza para rendimiento en peso seco de hojas y flores durante la primera cosecha	52
31a.	Resultados de rendimiento en peso seco de hojas y flores de pericón para la segunda cosecha expresados en kilogramos por hectárea	53
32a.	Análisis de varianza de rendimiento en peso seco de hojas y flores de pericón de la segunda cosecha	53
33a.	Análisis de tukey y medias ordenadas para rendimiento en peso seco de hojas y flores de pericón durante la segunda cosecha	53
34a.	Resultados de profundidad radicular alcanzada por el cultivo de pericón durante la segunda cosecha, expresados en centímetros para tratamientos y repeticiones	54
35a.	Análisis de varianza de profundidad radicular alcanzado durante la segunda cosecha de pericón	54
36a.	Resultados del análisis de aceites esenciales de pericón durante la segunda cosecha, datos expresados en mg. de aceite por 10 gramos de materia seca analizada	54
37a.	Análisis de varianza de miligramos de aceite esencial obtenido en 10 gramos de materia seca analizada.	55

INDICE DE CUADROS

No.	TITULO	PAG.
38a.	Análisis de tukey y medias ordenadas para el rendimiento de aceite esencial en pericón	55
39a.	Porcentajes de humedad antes y después de cada riego y láminas consumidas en el tratamiento 1.	56
40a.	Datos de porcentajes de humedad tanto antes como después de cada riego y láminas evapotranspiradas entre cada riego para el tratamiento 2.	57
41a.	Datos sobre porcentajes de humedad tanto antes como después del riego y datos sobre láminas evapotranspiradas entre cada riego para el tratamiento 3.	58
42a.	Datos sobre porcentajes de humedad antes y después de cada riego y láminas evapotranspiradas para el tratamiento 4.	59
43a.	Datos de porcentaje de humedad antes y después del riego entre cada muestreo y láminas evapotranspiradas para el tratamiento 5.	59
44a.	Resultados del coeficiente "c" obtenido para el tratamiento 1 en cada uno de los muestreos realizados	60
45a.	Resultados del coeficiente "c" obtenidos para el tratamiento 2 en cada uno de los muestreos realizados	60
46a.	Resultados del coeficiente "c" obtenidos para el tratamiento en cada uno de los muestreos realizados	61
47a.	Resultados obtenidos para el coeficiente "c" para el tratamiento 4 en cada uno de los muestreos realizados	61
48a.	Resultados obtenidos para el coeficiente "c" para el tratamiento 5 en cada uno de los muestreos realizados	61

EFFECTO DE CINCO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA Y EVAPOTRANSPIRACION EN EL CULTIVO DE PERICON (*T. lucida* cav.), EN LA UNIDAD DE RIEGO SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ

EFFECT OF FIVE IRRIGATION FREQUENCIES ON THE BIOMASS PRODUCTION AND EVAPOTRANSPIRATION OF PERICON (*Tagetes lucida* cav.) UNDER CULTIVATION, IN THE UNIT OF IRRIGATION SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ.

RESUMEN

La presente investigación sobre la evaluación de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento del cultivo de pericón (*Tagetes lucida* cav.) y consumo de agua, se realizó en la unidad de riego San Jerónimo, Baja Verapaz.

Las frecuencias de riego evaluadas fueron a cada 6, 10, 14 18 y 22 días, que se identificaron como f1, f2, f3 f4 y f5 respectivamente. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar, con cuatro repeticiones con un total de 20 unidades experimentales.

Se estudiaron dos períodos de cosecha. La primera incluyó un período de establecimiento del cultivo que comprendió de noviembre de 1994 a enero de 1995, la segunda se desarrolló con el cultivo ya establecido de febrero a abril de 1995.

Las variables de respuesta evaluadas en la primera cosecha fueron: Días a la floración, diámetro de amacollamiento, altura, rendimiento en peso fresco, rendimiento en peso seco y rendimiento en peso seco de hojas y flores. Durante la segunda cosecha se evaluaron además de las variables de respuesta mencionadas con anterioridad, profundidad radicular y el rendimiento de aceites esenciales.

Los resultados muestran que durante la primera cosecha no existieron diferencias significativas en ninguna variable de respuesta analizada, mientras que durante la segunda cosecha si existieron diferencias significativas, tanto para el rendimiento en biomasa como para el rendimiento de aceites esenciales. Los

mejores rendimiento de biomasa se alcanzaron con el tratamiento 1, mientras que el mejor rendimiento de aceite esencial lo reportó el tratamiento 2 (riego cada 10 días).

El consumo del agua mostró variaciones de acuerdo a las variaciones climatológicas o las profundidades evaluadas. La segunda cosecha comprendida de 80 a 110 días después de iniciados los muestreos de humedad, reportó el mayor consumo de agua. Pudo notarse que al aumentar el intervalo de la frecuencia de riego el consumo de agua disminuyó.

Finalmente se recomienda realizar el mismo experimento en distintas épocas y localidades con la finalidad de establecer claramente los factores que afectan el rendimiento en el pericón, así como el consumo de agua.

1. INTRODUCCION

En Guatemala existen muchas regiones donde los niveles de evapotranspiración, superan la precipitación durante varios meses del año (época seca). Tal es el caso de la región comprendida por los valles de San Jerónimo y Salamá, donde la obtención de buenas cosechas va casi siempre ligado a la aplicación de riego. (24)

El escaso conocimiento de los usuarios en cuanto a frecuencia, lámina y otros factores relacionados para efectuar un buen riego así como la poca asistencia técnica, hacen que el riego proporcionado al cultivo sea deficiente, repercutiendo en otros factores tales como: incidencia de enfermedades fungosas, disminución en la cantidad de frutos pegados, agrietamiento en los frutos. (7)

Esta investigación forma parte de los estudios de investigación que el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala lleva a cabo, con el fin de contribuir a la domesticación y al desarrollo de técnicas agroecológicas en plantas medicinales nativas, silvestres, en peligro de extinción y con alto potencial medicinal. Dentro de las cuatro plantas medicinales que el Instituto de Investigaciones Agronómicas ha considerado prioritarias se encuentra el pericón (Tagetes lucida cav.). (14)

Los estudios efectuados a la fecha en la Facultad de Agronomía de Universidad de San Carlos de Guatemala han mostrado que la planta Brequiere de riego para poder subsistir en el verano; no se conoce la lámina de agua adecuada, ni la frecuencia, por lo tanto este estudio pretende alcanzar dicho objetivo. (14)

El presente trabajo pretende obtener información sobre el efecto que pueda tener las distintas frecuencias de riego sobre características del cultivo tales como: Altura promedio, diámetro de amacollamiento, peso fresco de la planta, peso seco de la planta, peso seco de hojas y flores, profundidad radicular y aceites esenciales. Así como también información referente a evapotranspiración del cultivo. láminas de riego consumida durante el ciclo del cultivo y coeficiente evaporación/evapotranspiración, con el objetivo de establecer el efecto que las distintas frecuencias de riego evaluadas puedan tener sobre la misma.

El desarrollo del experimento requirió de muestreos de suelo para establecer el contenido de humedad y así poder determinar la lámina de agua a aplicar entre uno y otro riego, de los distintos tratamientos evaluados.

Con la finalidad de obtener información sobre los volúmenes de exportación se consultó en el Banco de Guatemala y la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales de Guatemala, reportando que a la fecha no existen volúmenes de exportación registrados. Sin embargo se desarrolla un programa de investigación tendiente a su domesticación, ya que es una planta con alto potencial de exportación.

El desarrollo del presente experimento abarcó los meses comprendidos de octubre de 1994 a mayo de 1995.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la unidad de riego San Jerónimo se ha generado muy poca información en lo que a frecuencia de riego y evapotranspiración se refiere, a lo largo de sus 17 años de funcionamiento, excepto en cultivos de tomate y pepino que son los cultivos más importantes de la zona.

Debido a la falta de información necesaria para efectuar riegos adecuados e instituciones que se encarguen de divulgarla, los agricultores han regado de forma empírica sin tomar en cuenta los requerimientos más adecuados, aplicando de esta manera láminas de agua que no se ajustan a las necesidades del cultivo.

El pericón (*Tagetes lucida* Cav.) es una planta nativa, con un alto potencial medicinal, puesto que científicamente está comprobado su efecto antiespasmódico y antibacteriano. Debido a la fuerte demanda en el mercado, las poblaciones naturales de la especie se están reduciendo drásticamente; por lo que la especie se encuentra seriamente amenazada. De allí que la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala está tratando de lograr su domesticación, o sea desarrollar técnicas agrícolas de cultivo con la finalidad que exista una alternativa a la depredación y extinción de la especie. Dicha alternativa es el cultivo y/o el manejo sostenido de poblaciones naturales.

3. MARCO TEORICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DESCRIPCION BOTANICA DEL PERICON

Planta perenne de 30-90cms. de alto, de olor fuerte, erecta y ramificada desde su base, aunque con escasa ramificación.

Sus hojas son densamente aserradas, de 5-10cms. de largo por 7-9mm. de ancho, opuestas, lineares o estrechamente oblongas, agudas en el ápice con numerosas glándulas. Las inflorescencias son pequeñas con fuerte olor a anís presentan de 5 a 7 filarios subalados en el ápice, así como 3 brácteas, 5 a 7 flores en el disco, corola de 5 a 7 mm. de largo, bracteas flavelliformes de 3 mm. de largo. Frutos estriados, aquenios de 6 a 7 mm. de largo, papus escamoso, 2 de ellos setiformes, los otros mas largos, , planta hermafrodita (3, 28).

3.1.2 CLASIFICACION

Según Cronquist (6), su clasificación es:

Reino:	Plantae
Sub - reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub - clase:	Asteridae
Orden:	Asterales
Familia:	Asteraceae
Genero:	Tagetes
Especie:	<u>Tagetes lucida</u> cav.

3.1.3 ORIGEN DEL PERICON

Originario de la zona mesoamericana que incluye parte de México, Guatemala, El Salvador y Honduras (15, 28).

3.1.4 DISTRIBUCION

Se encuentra en los países de México, Guatemala, El Salvador y Honduras. En Guatemala se encuentra como maleza en campos cultivados; también en bosques de encino, ocasionalmente en laderas. Se encuentra en los departamentos de: El Petén, Jalapa, Guatemala, El Quiché, San Marcos, Sacatepequez, Huehuetenango y Chimaltenango. La altura a la que se encuentra es de 1000 a 2000 msnm. Abunda en la época lluviosa y escasea en verano. (10, 8)

3.1.5 USOS MEDICINALES

Es usado en decocción para aliviar el dolor de estómago, diarreas, indigestión, flatulencia, inflamación, náuseas y procesos febriles (gripe, resfrió, malaria). (12, 28)

Según el CEMAT (5) y COGUANOR (13), reportan que es usado para curar fiebres de paludismo, aromatizar agua para baño de niños, calmar dolores menstruales y aromatizar comidas (elotes cocidos).

Al pericón se le atribuyen diversas propiedades antidiarreicas, antisépticas, digestivas, antiespasmódicas, antiinflamatorias, carminativas, diuréticas y febrífugas. (3, 21, 27)

Villatoro (28), indica que según ensayos farmacológicos realizados, las hojas tienen una acción depresiva en el sistema nervioso central y actividades hipotensivas.

Saravia (25), comprobó farmacológicamente su acción antiespasmódica presentando los extractos bencénicos y etereos actividades mayores.

Fernández (8), reporta que dentro de las enfermedades tratadas con pericón esta el dolor abdominal tipo cólico, indigestión, gastroenteritis viral, amenorrea y síndrome diarreico agudo.

3.1.6 COMPOSICION QUIMICA

Cáceres (3), reporta que el pericón contiene una gran cantidad de compuestos químicos entre los que se encuentran las resinas, glucosa, glucósidos, flavonoides, saponinas, leucoantocianinas, derivados del tiofenol, gomas, sales minerales y aceites esenciales entre otros.

3.1.6.1 COMPOSICION DE LOS ACEITES ESENCIALES

Morton, citado por COGUANOR (13), reporta que dentro del contenido de los aceites esenciales se encuentran:

Monoterpenos acíclicos: Mirceno
Livialoe
B-ocimina

Monoterpenos monocíclicos:
Limoneno

Sesquiterpenos bicíclicos:
B-caryophylleno

Derivados del fenil propano:
Anebol
Esdrogol
Metilenglicol.

Alvarez (1), en un estudio realizado sobre el principio antiespasmódico y antibacterial del pericón, encontró los siguientes derivados de las cumarinas: 6, 7, 8-trimetoxicumarina, 7 - metoxicumarina, 7 - isoprenoxicumarina, scoperona. Determinó que la cumarina con mayor presencia es la 7 - metoxicumarina.

Los métodos de cuantificación de 7 - metoxicumarina son:

Fluorometría de rayos láser, espectroscopia ultravioleta, polarografía.
(23)

3.1.6.2 CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS Y CROMATOGRAFICAS DEL ACEITE ESENCIAL.

USPXX, citado por COGUANOR (13), reporta que dentro de las características mas importantes se encuentran:

Aspecto: Líquido aceitoso de color amarillo equivalente a una solución 1.77% de FeCl acuoso.

Índice de refracción: 1.5322 a 26 grados centígrados utilizando un refractómetro ABBE.

Densidad: 0.9718, a 26 grados centígrados.

Punto de ebullición: 233 grados centígrados.

Concentración: 0.9718 gramos/100 gramos de materia seca.

Solubilidad: Soluble con etanol al 95%, cloroformo y acetona.
 Contenido de 7 - metoxicumarina: 0.5% por cromatografía de capa fina.

3.1.6.2 CARACTERISTICAS DEL ACEITE ESENCIAL

El aceite esencial tiene un olor a diphenilamina. Dependiendo del desarrollo de la planta así varía su composición. En el estado de floración los componentes mayoritarios son: Limoneno, B-ocimeno y B-cariofileno. (18)

3.1.7 TRABAJOS REALIZADOS EN EL PROYECTO PLANTAS MEDICINALES.

En conversación personal con la Ing. Agr. Myrna Herrera, investigadora de La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala indicó que, a través de varios trabajos de investigación realizados en pericón proveniente de diferentes localidades de Guatemala, se encontró que los aceites esenciales se presentan en mayor concentración en las hojas en comparación con las flores; encontrándose 29 y 21.5 mg. de aceite esencial por gramo de materia seca. Ninguna muestra presentó simultáneamente los siete compuestos estudiados, los cuales fueron: Myrceno, limoneno, linalool, methylchavicol, anethol, methylenol, B-catyophylleno. El limoneno no se reportó en ninguna localidad. Las localidades estudiadas fueron:

Sipacapa, San Marcos

La Toma, Jalapa

Barcenas, Guatemala

Cumarron, Jalapa

San Martín Jilotepeque, Chimaltenango

La Fuente, Jalapa.

3.1.8 NECESIDADES DE AGUA POR LAS PLANTAS.

El agua como un componente de las plantas es un factor limitante para su desarrollo. La falta de agua disponible en el suelo reduce el crecimiento y se vuelve un factor crítico para el buen desarrollo de las plantas. Los factores que favorecen la pérdida o disponibilidad de agua

para las plantas son: Período largo de sequía, la retención por el suelo, la transpiración por efecto de altas temperaturas, velocidad alta del viento y humedad relativa. (7, 24)

3.1.9 FRECUENCIA DE RIEGO Y LAMINA A APLICAR

La frecuencia de riego es el tiempo (días) que existe entre un riego y al siguiente. La lámina es la cantidad de agua aplicada por riego expresada en milímetros. Los factores que determinan la lámina a aplicar son: Profundidad radicular, Disponibilidad de agua en el momento de riego, capacidad de retener agua por el suelo el cual esta determinado por la textura. (24)

3.1.10 ESTUDIOS DE FRECUENCIAS DE RIEGO EN GUATEMALA

Sandoval (24), menciona que se habían desarrollado 20 experimentos en diferentes regiones del país hasta el año 1987; los cuales han sido orientados a cultivos tales como: Tomate, pepino, cebolla, chile, maíz, frijol, tabaco, remolacha y melón. En dichos trabajos se han evaluado diferentes frecuencias de riego, desde 4 a 28 días, concluyéndose que la época, cultivo y lugar de estudio influyen significativamente en los resultados.

Dichos trabajos los ha ejecutado la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA). Además se concluye que cuando la frecuencia de riego aumenta, también se incrementa la cantidad de agua disponible en el suelo para la planta, por lo que la planta consume menos. Lo contrario ocurre cuando se disminuye la frecuencia de riego.

3.1.11 EVAPOTRANSPIRACION

Es la suma del agua transpirada y el agua evaporada. (19, 24)

Israelsen y Hansen (17), mencionan que los factores que intervienen en la evapotranspiración son: Temperatura, prácticas de riego, período de crecimiento, agua disponible, humedad relativa, vientos, radiación solar y naturaleza de sus hojas. La transpiración depende del tipo de planta y estado fenológico en que se encuentra. La forma en que pierde

el agua por transpiración es en el proceso de fotosíntesis, cuando entra el aire en las hojas, los estomas se abren y parte del agua se pierde.

3.1.12 DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION

Israelsen y Hansen (17), indican que existen varios métodos para determinar la evapotranspiración, los cuales se dividen en directos y indirectos. La elección depende de las condiciones de trabajo e intereses del investigador, ya que muchos de los métodos existentes requieren aparatos especiales para efectuar mediciones; o bien requieren de información específica para ser sustituidas en las ecuaciones para la determinación de la evapotranspiración, las cuales por lo general, no se encuentran registradas en las estaciones meteorológicas del lugar. Dentro de los métodos mas usados para calcular evapotranspiración se encuentran:

- | | |
|------------|---------------------------------|
| DIRECTOS | 1) Tanques y lisímetros |
| | 2) Parcelas de campo |
| | 3) Estudio de humedad del suelo |
| | 4) Entradas y salidas |
| INDIRECTOS | 1) Método de Penman |
| | 2) Método de Thornthwaite |
| | 3) Método de Lowry-Johnson |
| | 4) Método de Blaney - Criddle. |

3.1.13 DESCRIPCION DE ALGUNOS METODOS PARA DETERMINAR LA EVAPOTRANSPIRACION.

3.1.13.1 METODO DE PARCELAS DE CAMPO.

Israelsen y Hansen (17), establecen que este método es utilizado en suelos donde las características son uniformes y el nivel freático no influye en la humedad disponible. Consiste en hacer mediciones de la humedad antes y después del riego haciendo mediciones en la zona radicular principal, las muestras son colocadas en un recipiente hermético y puestas a un horno eléctrico a una temperatura de 105 a 110 grados centígrados durante 24 horas. Estos muestreos se realizan antes

y después del riego, de esta forma se conoce la cantidad de agua consumida entre uno y otro riego.

3.1.13.2 METODO DE HARGREAVES.

Israelsen y Hansen (17), citan que Hargreaves se ha dedicado por muchos años a investigar formas de determinar la evapotranspiración, encontrando que no es necesario utilizar fórmulas complicadas donde incluyan factores que en muchos casos es difícil obtener, por lo que desarrollo la siguiente ecuación:

$$ETC = 2 * 10^3 Ra (1.8 Tmed + 32) (100 - HRpromedio)^{0.25}$$

donde:

- ETC: Evapotranspiración potencial expresada en mm.
 Ra: Radiación expresada en equivalentes de evaporación en mm/día, de acuerdo a la latitud y mes.
 Tmed: Temperatura promedio diaria en grados centígrados.
 HRprom: Humedad relativa promedio expresada en porcentaje.

3.1.13.3 COEFICIENTE EVAPORACION EVAPOTRANSPIRACION "C"

Es un coeficiente que relaciona la evaporación registrada con la evapotranspiración obtenida, ya sea por métodos directos o indirectos.

La utilidad que representa es que por medio de un registro de datos de coeficientes de evaporación / evapotranspiración (coeficiente "c"), para un cultivo determinado, en una época y lugar específico, se puede llegar a establecer indirectamente la evapotranspiración del cultivo. (17)

3.1.14 METODOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO.

Existen diferentes formas de determinar el contenido de humedad del suelo dividiéndose en: Directos e indirectos. Dentro de los métodos directos se encuentran: El gravimétrico, al tacto y con alcohol. Dentro de los indirectos se encuentran el aspersor de neutrones entre otros. (17)

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 UBICACION

El presente experimento se llevó a cabo en la Aldea San Juan, Salamá Baja Verapaz.

San Juan esta ubicado en el valle de Salamá, sierra de Chuacús, 4 kilómetros por la ruta nacional y 17 Kms. al sur-sureste de la cabecera. Se encuentra a 970 mts. sobre el nivel del mar, latitud 15 grados 5 minutos 5 segundos, longitud: 90 grados 17 minutos 30 segundos. (26)

3.2.2 COLINDANCIA Y EXTENSION.

Tiene una extensión de 1.98 kilómetros cuadrados y sus colindancia son:

Norte: Fca. El Estoraque.
Sur: Aldea Los pinos y Aldea Santa Elena.
Este: Aldea Santa Marta y finca El Valle.
Oeste: Cabecera municipal Salamá.

3.2.3 VIAS DE ACCESO.

Baja Verapaz está relativamente bien dotada de facilidades de transporte. Un camino corto conecta Cubulco con Rabinal. Además existe un camino de terracería que comunica la ciudad capital de Guatemala con Salamá vía la Canoa con una longitud de 86 kilómetros.

San Juan es cruzado por la ruta nacional 17 que tiene unos 8 kilómetros sureste a la cabecera municipal San Jerónimo. De allí sureste aproximadamente 29 kilómetros a la cabecera municipal Morazán y de ese lugar al este unos 20 kilómetros al enlace con la carretera interoceánica CA-9, que aproximadamente 84 kilómetros suroeste lleva a la ciudad de Guatemala. (26)

3.2.4 CLIMA

De la Cruz citado por el ICTA (10), clasifica a San Juan en la zona de vida Monte espinoso subtropical y está representada en las referencias del mapa de zonas de vida por el símbolo me-S. El monte espinoso abarca un área que va desde el valle de San Jerónimo pasando por el Valle de Salamá. La superficie total de esta zona de vida es de 268.8 Kilómetros cuadrados aproximadamente, lo que representa el 8.6 por ciento de la superficie del departamento. Las condiciones climáticas en esta zona de vida, están representadas por días claros y una precipitación escasa. El período lluvioso transcurre durante los meses de mayo a octubre.

De acuerdo al reporte del INSIVUMEH citado por el ICTA (11), la precipitación promedio es de 876.96mm. correspondientes a 33 años de registro. La temperatura máxima anual es de 29.53 y la mínima de 16.82, correspondiente a 24 años de registro. La humedad relativa media anual es de 74.73 correspondiente a 24 años de registro. La insolación total en horas y décimos es de 1231.64 horas correspondiente a 23 años de registro.(11)

4.2.5 SUELOS

San Juan tiene una variedad en lo que a clases de suelo se refiere; siendo que hay variaciones notables en distancias relativamente cortas.

Según Simmons Pinto y Tarano (26), los suelos de San Juan pertenecen a la serie Salamá y Chicaj. En el subgrupo A. Suelos bien drenados, sobre ceniza volcánica, están los suelos Salamá. Se han desarrollado sobre ceniza volcánica blanca y porosa que fue depositada en terrazas a lo largo de los ríos y en los valles.

En el subgrupo B. Suelos mal drenados, sobre ceniza volcánica, están incluidos los suelos Chicaj. Se encuentran en relieve casi plano y son comúnmente usados para diversos cultivos entre los que cabe mencionar el cultivo de maíz, frijol, pepino y pastos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la generación de información sobre los requerimientos de agua del cultivo de pericón (Tagetes lucida cay.), durante la época seca (verano) y lugar de estudio.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar el efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento de biomasa en el cultivo de pericón (Tagetes lucida cay.).
- 2- Establecer la concentración de aceites esenciales en la planta, para cada una de las frecuencias de riego evaluadas.
3. Establecer el efecto de las distintas frecuencias de riego aplicadas al cultivo sobre características tales como: Altura de la planta, diámetro de amacollamiento, días a la floración y profundidad radicular.
- 4- Establecer la lámina total de agua consumida durante el ciclo del cultivo en cada una de las frecuencias de riego evaluadas.
- 5- Determinar el coeficiente "C" de Evaporación /Evapotranspiración para las diferentes etapas fenológicas del cultivo en las frecuencias de riego que reporten mayores rendimientos.

5. HIPOTESIS

- a) La aplicación de diferentes frecuencias de riego (cada 6, 10, 14, 18 y 22 días) no influye sobre los rendimientos en biomasa y aceite esencial en el cultivo de pericón; tanto para la primera como para la segunda cosecha.
- b) Las distintas frecuencias de riego no influyen en la altura y diámetro alcanzado por las plantas en el cultivo de pericón.
- c) La profundidad radicular alcanzada es similar entre las distintas frecuencias de riego evaluadas para el cultivo de pericón.
- d) Los valores de evapotranspiración medidos directamente en el campo son similares entre los tratamientos evaluados durante el desarrollo del cultivo.

6. METODOLOGIA

6.1 PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL SUELO

Se realizó una calicata de un metro cuadrado de área por un metro de profundidad para medir la profundidad de los estratos. Se tomaron muestras de cada uno de los estratos, los cuales se enviaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala para la determinación de textura, densidad aparente, punto de marchitez permanente y capacidad de campo.

A nivel de campo se determinó la capacidad de campo, utilizando la metodología que a continuación se describe: Se limpió y niveló una parcela de 1 metro cuadrado, se hicieron bordes a su alrededor, luego se aplicó una lámina de 30 cm. (300 lts. de agua) y se dejó que se filtrara, se cubrió con plástico, se aplicó agua en los bordes para evitar la infiltración lateral. Luego que el agua hubo infiltrado se tomaron muestras cada 12 horas, determinando el porcentaje de humedad a través del método gravimétrico. Los datos obtenidos se graficaron colocando los datos de tiempo en el eje "X" y porcentaje de humedad en el eje "Y"; cuando el porcentaje de humedad se comportó constante, se tomó como porcentaje de humedad a capacidad de campo. (24).

Algunos datos obtenidos a nivel de laboratorio se encontraban muy alejados de los datos obtenidos a nivel de campo por lo que se tomaron los datos a nivel de campo.

CUADRO 1. Textura, densidad aparente, capacidad de campo, lámina de agua potencial retenida, y punto de marchitez permanente en los estratos estudiados.

ESTRATO (cm.)	TEXTURA	DENSIDAD APARENTE (gr./cc.)	% DE HUMEDAD A CAPACIDAD DE CAMPO	% HUMEDAD A PUNTO DE MARCHITES PERMANENTE	LAMINA DE AGUA DISPONIBLE POR EL ESTRATO. (cm.)
0-30	FRANCO ARCILLOSO	1.165	32.5	32.5	5.681
30-60	FRANCO ARCILLOSO	1.165	32.0	16.00	5.592

ANALISIS QUIMICO:

Se tomaron 15 submuestras del área experimental, se homogenizaron y se envió una muestra de 2 libras al laboratorio de suelos de la FAUSAC. para la determinación del pH, contenido de nutrientes tales como fosforo, potasio, calcio y magnesio.

CUADRO 2. Resultados del análisis químico realizado.

pH	ppm.		Meq./100gr. de suelo	
	P	K	Ca	Mg
5.80	30.61	362.5	5.93	3.3

Fuente: Laboratorio de suelos FAUSAC.

DENSIDAD APARENTE

Se efectuó a través del método del agujero que consistió en lo siguiente: Se hizo un agujero de 12 * 12 cm. y 10 cm. de profundidad, el suelo extraído se colectó en una bolsa de nylon. El agujero se cubrió con un nylon para posteriormente llenarlo con agua por medio de una probeta, se determinó la cantidad de agua requerida para llenar dicho agujero. La muestra de suelo colectada se pesó y se tomó una muestra para determinar su porcentaje de humedad por el método gravimétrico. La densidad aparente se calculó por medio de la ecuación siguiente:

$$D_a = \frac{(100 \text{ psh})}{V_t (100 + P_s)}$$

Donde:

Da: Densidad aparente (gr./cm³)

Psh: Peso total de suelo húmedo (kg.)

Vt: Volumen total del agujero (litros)

Ps: Porcentaje de humedad en base a peso (%)

6.2 TRATAMIENTOS

Los tratamientos evaluados se muestran a continuación en el cuadro número 3.

Cuadro 3: Tratamientos evaluados en el cultivo de pericón durante el desarrollo del cultivo.

FRECUENCIA	INTERVALO EN DIAS
F1	6 días
F2	10 días
F3	14 días
F4	18 días
F5	22 días

6.3 REPETICIONES

El número de repeticiones para el presente experimento fue de cuatro.

6.4 MODELO ESTADISTICO

Considerando la pendiente existente en el lugar donde se efectuó el experimento y siendo la frecuencia de riego el único factor evaluado, el modelo estadístico empleado fue el de bloques al azar.

Modelo lineal:

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

Donde:

Y_{ij} : Variable respuesta en la ij - esima unidad experimental

U : Efecto de la media general

T_i : Efecto del i - esimo tratamiento

B_j : Efecto del j - esimo bloque

E_{ij} : Error experimental asociado a la ij - esima unidad

experimental.

6.5 DIMENSIONES DEL ENSAYO

Tamaño de cada unidad experimental: 7.2mts. largo * 5mts. ancho

Distancia entre surcos: 0.6 mts.

Número de surcos por unidad experimental: 8
Distancia entre plantas: 0.6 mts.
Número de plantas por surco: 12
Número de plantas por unidad experimental: 96
Tamaño de parcela útil: 3.6 metros largo por 2.5 metros ancho
Número de plantas por parcela útil: 48
Distancia entre unidades experimentales: 2 metros
Distancia entre bloques: 3 metros
Area bruta de cada unidad experimental: 36 metros cuadrados
Area neta de cada unidad experimental: 18 mts. cuadrados
Area bruta del ensayo: 1085 metros cuadrados
Area neta del ensayo: 360 metros cuadrados.

6.7.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.6.1 SEMILLERO

Se utilizaron pilones para lo cual se hizo una mezcla en proporción 1:1 de arena y materia orgánica, la desinfección del sustrato se hizo utilizando agua hirviendo, luego que enfrió se procedió a llenar las bandejas de pilones. Posteriormente se colocó la semilla en cada pilón a una profundidad aproximada de 2 mm. y se tapó con paja para cubrirlo de los rayos solares mientras emergían las plántulas de pericón. Se efectuaron riegos diariamente desde la postura de las semillas hasta el momento del trasplante. Luego que comenzaron a emerger las primeras plantas se procedió a retirar el material cobertor. Hay que hacer notar que los días a la germinación variaron de una semilla a otra, comenzando a emerger algunas plántulas a los 8 días después de la siembra, mientras que otras emergieron hasta los 30 días o más después de sembradas las semillas.

6.6.2 PREPARACION DEL TERRENO

Utilizando un tractor se le pasó el arado a una profundidad de 0.3 metros, luego 2 pasadas de rastra. Posteriormente de haber delimitado el área experimental se procedió al surqueado con azadón a una pendiente de 0.3%, utilizando para el trazo de los surcos un nivel de caballete.

6.6.3 TRASPLANTE

A los 45 días después de sembradas las semillas ya existían suficientes plantas propicias para el trasplante, por lo que se efectuó un riego por la mañana para humedecer el terreno y se trasplantó en horas de la tarde. Posteriormente se efectuó un pequeño riego con la finalidad de que las plantas se adaptarán mas fácilmente.

6.6.4 CONTROL DE MALEZAS

Se efectuó de forma mecánica con azadón, cada 15 días para evitar que las malezas interfirieran en el cultivo.

6.6.5 CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

No se presentó ningún problema relacionado con plagas y enfermedades por lo que no hubo necesidad de aplicar ningún compuesto.

6.7 DESCRIPCION DEL METODO Y CANTIDAD DE AGUA A APLICAR

El método de riego utilizado fue el de gravedad por surcos a una pendiente de 0.3%.

Durante los primeros 15 días de establecido el cultivo se efectuaron riegos generales a cada 5 días. Posteriormente se regó cada unidad experimental de acuerdo a la frecuencia que le fue asignada.

A través de un barreno helicoidal se hicieron muestreos tomando 3 muestras para el primer estrato durante la primera cosecha. Luego de iniciado el crecimiento para la segunda cosecha se muestrearon los dos estratos (0-30, 30-60cms.), el muestreo se hizo al azar por cada unidad experimental. Las muestras obtenidas se colocaron en cajetas de aluminio y posteriormente se pesaron y se secaron al horno a una temperatura de 105 a 110 grados centígrados por 24 horas. Pasadas las 24 horas se pesó la muestra seca. Este muestreo se hizo 24 horas antes del riego y 24 horas después del riego.

El método para establecer el porcentaje de humedad en cada muestra fue por medio del método gravimétrico que consiste en:

Sacar una muestra de suelo húmeda por medio de un barreno helicoidal,

esta muestra se colocó en cajas de aluminio, posteriormente se determinó su peso por medio de una balanza. Se colocó la muestra en un horno eléctrico durante 24 horas a una temperatura de 105 -110 grados centígrados. Se sacó la muestra y se pesó nuevamente para obtener el dato de peso seco.

El Porcentaje de humedad se obtuvo por medio de la ecuación:

$$\%H = \frac{Psh - Pss}{Pss} * 100$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad en base a peso seco (Ps.)

Psh: Peso de suelo húmedo (gr.)

Pss: Peso de suelo en base seca (gr.)

La lámina de riego a aplicar se calculó por medio de la ecuación:

$$LR = \frac{CC - \%Har}{100} * Da * Pr.$$

Donde:

LR: Lámina de riego (cm.)

CC: Porcentaje de humedad a capacidad de campo

%Har: Porcentaje de humedad antes del riego

Da: Densidad aparente (gr./cc.)

Pr: Profundidad radicular (cm.)

6.7.2 EVAPOTRANSPIRACION REAL

Con los datos de porcentaje de humedad antes y después del riego, se calcularon las láminas de agua consumidas o sea la evapotranspiración real para un período determinado, utilizando la ecuación:

$$ETR = \frac{(\%HDR - \%HAR)}{100} * Da * Pr.$$

Donde:

ETR: Evapotranspiración (cm.)

%HDR: Porcentaje de humedad después del riego

%HAR: Porcentaje de humedad antes del riego

Da: Densidad aparente (gr./cc.)

Pr: Profundidad radicular del cultivo (cm.)

El tiempo que tardaron los muestreos de suelos, antes y después del riego fue de 2 días por lo que para calcular la lámina de agua consumida se hizo a través de un ajuste proporcional mediante una regla de tres simple.

6.7.3 TIEMPO DE RIEGO

Se calculó a través de la fórmula:

$$T = (A * Lr) / Q$$

Donde:

T : Tiempo de riego en minutos

A: Area de la unidad experimental (25 mts. cuadrados)

Lr: Lámina de riego (cm.)

Q: Caudal del sifón en metros cúbicos por minuto.

El caudal del sifón se midió usando un galón y estableciendo el tiempo que tarda en llenarse. Luego de estar calibrado se introdujeron las corrientes de agua a cada uno de los surcos.

6.8 DETERMINACION DEL COEFICIENTE "C"

Por medio de datos obtenidos de evaporación en la estación meteorológica del INSIVUMEH en San Jerónimo y los datos de evapotranspiración se obtuvo el coeficiente "C" por medio de la fórmula:

$$C = Ev / Etp$$

donde:

C: Coeficiente "C"

Et: Evaporación expresada en mm.

Etp: Evapotranspiración expresada en mm.

6.9 COSECHA

Se hizo cuando las flores manifestaron madurez a través del cambio de color en la floración de amarillo a café. El corte se realizó a una altura aproximada de 5 cms., utilizando una tijera podadora para este fin. Las plantas cosechadas se colocaron en costales de nylon debidamente identificados.

6.10 SECADO

El material cosechado se colocó en la sombra y el tiempo necesario fue de 5 días. Las plantas completas se colocaron en bolsas de nylon debidamente identificadas para posteriormente recolectar muestras de plantas completas que fueron llevadas al laboratorio de química de la FAUSAC., con la finalidad de determinar el contenido de aceites esenciales.

6.11 EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES

Durante la segunda cosecha luego de cosechado y secado, se colectó una muestra de aproximadamente 100 gramos de plantas completas debidamente trituradas, por cada unidad experimental neta. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio de química de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala para determinar el contenido de aceites esenciales.

6.11.1 METODOLOGIA DE EXTRACCION DE ACEITES ESENCIALES EN PERICON

6.11.1.1 MATERIALES

EQUIPO

- 1 cuchara
- 10 tubos de ensayo
- 10 frascos con tapón (2.5 * 5 cms.)
- 4 beacker de 250cc
- 4 beacker de 50cc.
- 1 embudo
- 4 balones de boca esmerilada de 250cc.

- 32 neoclevencher
- 2 equipos de destilación
- 2 estufas eléctricas
- 1 espátula
- etiquetas autoadhesivas
- 1 bomba succionadora
- 1 balanza analítica
- papel aluminio
- 1 olla desecadora
- 20 beackers de 150 cc
- 1 pinza
- 1 horno

REACTIVOS

Agua destilada
Sulfato de sodio
Pentano

6.11.1.2 METODOS

- a Previamente se lavó toda la cristalería con abundante agua y detergente 3 veces consecutivas.
- b Toda la cristalería se le pasó pentano en las paredes internas por tres veces.
- c Se pesaron 10 gramos de pericón utilizando la balanza analítica, por medio de papel aluminio se transportó al embudo para introducirlo en el balón de boca esmerilada de 250cc.
- d Se midieron 250cc. de agua destilada utilizando una probeta de 250cc. y se introdujo en el balón de boca esmerilada de 250cc.
- e Se introdujo agua destilada en el neoclevencher tratando de que no quedaran burbujas, luego se agregó una capa de pentano de 5 mm. aproximadamente, luego se abrió la llave del agua que fluye constantemente en el sistema con el fin de enfriar el condensador.
- f Se colocaron los balones de boca esmerilada en el neoclevencher y se encendió la estufa. cinco minutos después de encendida la estufa, comenzó a gotear el neoclevencher, por lo que la temperatura de la estufa debió graduarse hasta alcanzar una velocidad de 25 gotas por minuto. Estas muestras se dejaron en

- proceso de destilación por un tiempo de 2 horas.
- g Posteriormente se apagó la estufa. El agua contenida en el neoclevenger se sacó lentamente, tratando que la capa de pentano que contiene los aceites esenciales queden separados. Luego se secaron algunos...residuos...de agua que quedan en la salida, utilizando papel filtro.
- h Se colectó la muestra en un tubo de ensayo plenamente lavado y identificado.
- i Con la finalidad de atrapar el agua contenida en la muestra, se agregó sulfato de sodio, hasta que se observó que el sulfato de sodio agregado se movilizaba sin formar agregados.
- j Se preparó un frasco con tapón previamente lavado y secado, se le agregó pentano con la finalidad de desinfectarlo. Este frasco se pesa en la balanza analítica.
- k Por medio de una bomba de succión se coló el contenido del tubo de ensayo, la muestra se recibió en un frasco de 5cms. * 1.5cms.
- l Este frasco se dejó al aire libre hasta que el pentano contenido se evaporó. Se pesó nuevamente en la balanza analítica.
- m Con la finalidad de hacer una compensación del contenido de aceites esenciales por el efecto del contenido de humedad contenido por las muestras analizadas se pesa una muestra de 10 gramos de pericón en la balanza analítica y se colocó en un beacker de 250cc. Estas muestras se colocaron en el horno por 2 horas a una temperatura de 100 a 105 grados centígrados. Para sacar las muestras y llevarlas del horno a la balanza analítica, se colocan en una olla destiladora con la finalidad que no absorban humedad del ambiente. Pesan nuevamente las muestras y colocarlas al horno por una hora. Este procedimiento se repite tantas veces como sea necesario hasta que la diferencia de porcentaje de humedad entre muestreos sea menor del uno por ciento.
- n La diferencia de peso entre el frasco conteniendo el aceite y el frasco seco, es el peso del aceite esencial que contiene la muestra analizada. Con los datos de porcentaje de humedad se hace una compensación de los resultados y se expresan en miligramos de aceite esencial por 10 gramos de materia seca de pericón analizado.

6.12 VARIABLES RESPUESTAS A ANALIZAR

6.12.1 DIAS A LA FLORACION

Se hicieron muestreos a cada 5 días después de observarse las primeras plantas en estado de floración. Para cada unidad experimental se determinaron los días a la floración, tomando como base un 60% de plantas en plena floración, tomando 20 plantas por unidad experimental neta.

6.12.1 DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO

En el momento de la cosecha se midió el diámetro de amacollamiento tomando 20 plantas por unidad experimental neta y por medio de un metro se midió el perímetro para posteriormente deducir su diámetro. Los datos se expresan en centímetros.

El diámetro se dedujo utilizando la fórmula:

$$\text{Diámetro} = (\text{Perímetro}/3.1416)$$

6.12.2 ALTURA PROMEDIO

Para cada unidad experimental neta se tomaron 20 plantas distribuidas al azar y en cada una de ellas se midió la altura desde la base del tallo hasta el ápice de la misma, auxiliándose de un metro. Los datos se expresarán en centímetros.

6.12.3 RENDIMIENTO EN PESO FRESCO

Durante la cosecha se colectó todo el material por unidad experimental neta y se pesó en una balanza. Los datos obtenidos se expresan en kilogramos por hectárea.

6.12.4 RENDIMIENTO EN PESO SECO

En cada una de las parcelas netas se tomó una muestra de aproximadamente 150 gramos en peso fresco y se pesó, esta muestra se colocó en un horno y por medio de diferencia en porcentaje de humedad se determinó el rendimiento en peso seco.

6.12.5 RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES

Para cada una de las parcelas netas se tomó una muestra de plantas al azar y se pesaron, luego se separaron hojas y flores y se pesó para determinar el porcentaje de peso en relación a la planta completa. Se tomó una muestra de hojas y flores en peso fresco y se pesó, luego se colocó en un horno para secar. A través del porcentaje de peso que representaron las hojas y flores para la planta y el porcentaje de humedad perdido en el secado se determinó la producción de hojas y flores en peso seco.

6.12.6 RENDIMIENTO DE ACEITES ESENCIALES

Para cada unidad experimental neta se colectó una muestra en peso seco, a estas muestras se les determinó el contenido de aceites esenciales utilizando el método descrito en el inciso 7.11.1 de la metodología, los resultados se expresaron en mg. de aceite esencial por 10 gramos de materia seca de pericón.

6.13 ANALISIS DE RESULTADOS

Para cada una de las variables respuesta se realizó un análisis de varianza al 5% de significancia, prueba de tukey para datos con diferencias significativas para establecer cual de los tratamientos evaluados es el mejor. Así mismo se elaboraron gráficas de evapotranspiración y evaporación para cada uno de los tratamientos, además cuadros de láminas evapotranspiradas y coeficientes evaporación/evapotranspiración "c" para todos los tratamientos.

7. RESULTADOS Y DISCUSION

Con la finalidad de presentar un ordenamiento de acuerdo a los objetivos planteados, las variables respuestas analizadas tanto en la primera como en la segunda cosecha se presentan y se discuten en forma conjunta.

Las variables respuestas analizadas fueron: Días a la floración después del trasplante, rendimiento en peso fresco, rendimiento en peso seco, rendimiento en peso seco de hojas y flores, altura y diámetro de amacollamiento. Profundidad radicular y rendimiento de aceites esenciales se efectuaron durante la segunda cosecha. Los datos referentes al consumo de agua se presentan sin tomar en consideración el número de cosechas.

CUADRO 4. PROMEDIOS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS VARIABLES RESPUESTA ANALIZADAS DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

VARIABLE DE RESPUESTA	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
DIAS A LA FLORACION	45.53	51.50	46.24	50.62	46.13
DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO (cm.)	11.01	10.61	11.78	10.32	11.13
ALTURA (cm.)	34.60	33.33	37.66	32.65	35.05
REND. EN PESO FRESCO (Kg./hect.)	570.63	579.15	593.69	460.70	620.96
REND. EN PESO SECO (Kg./hect.)	231.28	225.24	224.43	175.52	244.16
REND. EN PESO SECO HOJAS Y FLORES (Kg./hect.)	128.67	132.06	139.54	103.93	151.88

FRECUENCIAS:

- 1 = 6 DIAS
- 2 = 10 DIAS
- 3 = 14 DIAS
- 4 = 18 DIAS
- 5 = 22 DIAS

CUADRO 5. PROMEDIOS DE RESULTADOS DE LAS VARIABLES RESPUESTAS ANALIZADAS DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

VARIABLE RESPUESTA	TRATAMIENTOS				
	1	2	3	4	5
DIAS A LA FLORACION	101.42	98.27	102.82	101.83	97.50
DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO (cm.)	40.32	31.30	28.10	32.66	31.98
ALTURA (cm.)	46.87	42.87	40.72	42.27	41.55
REND. PESO FRESCO (Kg./hect.)	2176.48	1289.26	1395.19	1487.04	1240.32
REND. EN PESO SECO (Kg./hect.)	1126.02	619.50	667.84	665.59	622.44
REND. P. SECO HOJAS Y FLORES (Kg./hect.)	510.96	359.28	308.76	358.31	264.59
PROF. RADICULAR (cm.)	31.79	32.08	28.94	29.05	31.18
REND. ACEITES mg./10 gr. M.S.	58.53	82.37	57.95	62.71	58.49

FRECUENCIA DE RIEGO:

- 1 = 6 DIAS
- 2 = 10 DIAS
- 3 = 14 DIAS
- 4 = 18 DIAS
- 5 = 22 DIAS

7.1 VARIABLES DE RESPUESTA

En los cuadros 4 y 5, se presentan los resultados en forma resumida tanto para la primera como para la segunda cosecha. En cada una de las variables de respuesta se realizó un análisis de varianza y la prueba de tukey para resultados con diferencias significativas. En los análisis estadísticos se usaron valores de F y t al 5% respectivamente.

7.1.1 DIAS A LA FLORACION

Los resultados de días a la floración tanto para tratamientos como sus repeticiones durante la primera cosecha se presentan en el cuadro 7a del apéndice. El análisis estadístico que se presenta en el cuadro 8a muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos, por lo que se puede inferir que las distintas frecuencias de riego aplicadas no influyen sobre los días a la floración durante la época y lugar en que se desarrolló la primera cosecha (noviembre de 1994 a enero de 1995).

Los resultados obtenidos durante la segunda cosecha en cada uno de los tratamientos evaluados y sus respectivas repeticiones se muestran en el cuadro 9a, donde se puede observar que los días a la floración oscila entre 97 y 102 días después del trasplante. El análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados lo que indica que las frecuencias de riego evaluadas no influyen en la inducción a la floración.

Si bien los resultados obtenidos muestran que no hay diferencias significativas en cuanto a los tratamientos evaluados hay que hacer notar un aspecto muy importante: El tiempo que tardó en florecer el pericón en ambas cosechas. En condiciones naturales la época de crecimiento es desde la entrada de la estación lluviosa (abril a mayo), hasta la salida de la misma (octubre a noviembre), lo que significa un tiempo de 180 a 210 días después de su establecimiento (6 a 7 meses). Durante el presente experimento en 174 días después de la siembra de las semillas de pericón se obtuvieron dos cosechas, haciendo el primer corte a los 114 días después de la siembra y 45 días después de la primera cosecha (174 días después de la siembra).

Los resultados obtenidos muestran un claro efecto de los días cortos sobre los días a la floración ya que el pericón en condiciones normales florece durante los meses de octubre a noviembre, lo que significan aproximadamente de 7 a 8 meses después de su emergencia.

7.1.2 DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO

Los resultados obtenidos para los tratamientos evaluados con sus

cuadro 11a. Estos resultados se presentan en centímetros.

El análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados por lo que los distintos intervalos de riego evaluados (6, 10 14 18 y 22 días) no afectan el diámetro de amacollamiento alcanzado por las plantas de pericón.

Durante la segunda cosecha los resultados obtenidos muestran que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se puede inferir que los distintos tratamientos evaluados no influyen en el diámetro alcanzado por las plantas de pericón en la época y lugar en que se desarrolló la segunda cosecha.

En los cuadros 4 y 5 puede observarse que durante la primera cosecha los diámetros de amacollamiento alcanzados por las plantas de pericón en los diferentes tratamientos oscila entre 10 y 11 centímetros, mientras que durante la segunda cosecha alcanza valores máximos de 40.32cms. Puede observarse un aumento del diámetro de amacollamiento de la primera a la segunda en forma considerable. Las razones para tales resultados radican en un estímulo a la formación de brotes foliares por parte del corte realizado durante la primera cosecha.

Por observaciones de campo pudo notarse que en algunas parcelas, el número de brotes foliares después de el primer corte era mucho mayor en comparación a los demás tratamientos evaluados, específicamente las parcelas pertenecientes al tratamiento 1 (riego cada 6 días).

7.1.3 ALTURA PROMEDIO

Los resultados obtenidos durante la primera cosecha, tanto para los tratamientos como sus respectivas repeticiones se muestran en el cuadro 15a del apéndice, los cuales están expresados en centímetros.

El análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que significa que la altura alcanzada por las plantas de pericón es estadísticamente igual entre los tratamientos evaluados (6, 10, 14, 18 y 22 días).

La altura obtenida por las plantas de pericón durante la segunda cosecha se muestra en el cuadro 17a. El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas. (ver cuadro 18a)

En los cuadros 4 y 5 se presentan las medias alcanzadas en ambas cosechas. Puede observarse un leve aumento de la altura alcanzada por

el cultivo durante la segunda cosecha en comparación a la primera. Estos resultados se deben a que durante la segunda cosecha el cultivo se encontraba establecido y el vigor con que comenzó su crecimiento después del corte fue considerablemente mayor al vigor obtenido durante la primera cosecha.

7.1.4 RENDIMIENTO EN PESO FRESCO

El cuadro 19a muestra los resultados de rendimientos obtenidos para los tratamientos evaluados y sus respectivas repeticiones.

El cuadro 20a muestra el análisis de varianza realizado. Puede observarse que no existen diferencias significativas entre las diferentes frecuencias de riego evaluadas, por lo que regar cada 6 días o regar cada 22 días no afecta el rendimiento obtenido durante la época y lugar donde se desarrolló el experimento durante la primera cosecha.

Los resultados obtenidos durante la segunda cosecha se presentan en el cuadro 21a, los cuales se expresan en kilogramos de pericón por hectárea cultivada.

El análisis de varianza reporta que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. De acuerdo al análisis de tukey realizado para los tratamientos de la segunda cosecha el mejor tratamiento fue el tratamiento 1 (riego cada 6 días), y los tratamientos 2, 3, 4, 5, son estadísticamente iguales, con los rendimientos mas bajos.

En el cuadro 23a se muestran las medias ordenadas para cada uno de los tratamientos evaluados. El tratamiento 1 reportó un rendimiento de 2176.48 kilogramos por hectárea; mientras que los valores mas bajos los reportaron los tratamientos 4, 2, 3, y 5 con 1487.04, 1395.18, 91289.26 y 1240.32 kilogramos por hectárea respectivamente.

Es importante hacer notar que durante la segunda cosecha de pericón el rendimiento se duplica en la mayoría de los tratamientos y triplica para el tratamiento 1. La obtención de estos resultados muestra la influencia significativa de varios factores, entre los que cabe mencionar que el corte realizado durante la primera cosecha estimuló la formación de brotes foliares en forma considerable lo que repercutió considerablemente en los rendimientos alcanzados. Además durante la segunda cosecha las condiciones climáticas variaron, por ejemplo,

existió un aumento en la temperatura y los días se hicieron mas largos, lo que repercute directamente en la tasa fotosintética y la lámina de agua evapotranspirada.

7.1.5 RENDIMIENTO EN PESO SECO

Los resultados obtenidos para rendimiento en peso seco durante la primera cosecha de pericón, se expresan en kilogramos por hectárea y se muestran en el cuadro 24a.

El análisis de varianza para la primera cosecha muestra que no hay diferencias significativas entre tratamiento, por lo que las distintas frecuencias de riego evaluadas no influyen en el rendimiento en peso seco del cultivo en el tiempo y lugar de estudio en que se desarrollo la primera cosecha (ver cuadro 22a).

Durante la segunda cosecha el análisis de varianza reporta diferencias significativas entre tratamientos. De acuerdo al análisis de tukey el tratamiento 1 (riego cada 6 días), presenta el rendimiento mas alto, mientras que el resto de los tratamientos los rendimientos son mas bajos con datos estadísticamente iguales (ver cuadros 26a y 27a).

Las medias ordenadas muestran que el rendimiento mas alto lo alcanzo el tratamiento 1 con 1037.96 kilogramos por hectárea de materia seca y los tratamientos 4, 3, 2 y 5 con 765.58, 655.34, 619.50 y 576.78 kilogramos por hectárea respectivamente.

Puede observar que comparando la primera con la segunda cosecha de pericón, existe un marcado aumento en el rendimiento de materia seca durante la segunda cosecha. Las razones para tales resultados se deben principalmente a que, en el inicio del crecimiento durante la segunda cosecha, el cultivo ya se encontraba establecido. Además la poda causada por la primera cosecha estimuló la formación de brotes foliares. Otro factor de suma importancia que influyó en los rendimientos obtenidos en comparación a la primera cosecha, se debió a las condiciones climáticas prevalecientes durante el período que comprendió la segunda cosecha, siendo estas: Días mas largos y temperaturas mas altas.

7.1.6 RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES

Los resultados obtenidos tanto para tratamientos como sus respectivas repeticiones se muestran en los cuadros 29a y 31a y se expresan en kilogramos de hojas y flores de pericón obtenidos por hectárea cultivada.

Según el análisis de varianza realizado para los resultados obtenidos en la primera y segunda cosecha muestras que para la primera cosecha no existen diferencias significativas entre tratamientos, mientras que para la segunda cosecha si existen diferencias significativas entre las diferentes frecuencias de riego que se evaluaron. (ver cuadros 31a y 33a).

El análisis de tukey realizado para los rendimientos obtenidos en la segunda cosecha muestra que el mejor tratamiento lo constituye el tratamiento 1, mientras que el resto de los tratamientos son estadísticamente iguales con los valores mas bajos.

Durante la primera cosecha se obtuvieron rendimientos promedio que oscilan en 100 kilogramos de materia seca de hojas y flores por hectárea cultivada (ver cuadro 29a).

En el cuadro 4 pueden observarse las medias ordenadas obtenidas para rendimiento de materia seca de hojas y flores de pericón durante la segunda cosecha en el cual puede notarse que el tratamiento 1 alcanzó el valor mas alto con 510.96 kilogramos por hectárea de materia seca y los rendimientos mas bajos, los tratamientos 3, 2, 5 y 3 con 332.03, 308.76, 301.13, y 269.58 kilogramos por hectárea respectivamente.

7.1.7 PROFUNDIDAD RADICULAR

Los resultados de profundidad radicular se obtuvieron durante la segunda cosecha y se muestran en el cuadro 34a, los cuales se expresan en centímetros.

El análisis de varianza no muestra diferencias significativas entre tratamientos, lo que significa que las diferentes frecuencias de riego evaluadas no afectan la profundidad radicular.

En la figura 9 del apéndice puede observarse claramente el comportamiento de la profundidad radicular alcanzada por las plantas de pericón en los diferentes tratamientos evaluados, observandose que no

existen diferencias notables entre cada uno de ellos.

Por observación pudo determinarse que las plantas con mayor vigor tienen una mayor cantidad de raíces pero no mayor longitud.

7.1.8 RENDIMIENTO DE ACEITES ESENCIALES

Los resultados obtenidos se expresan en miligramos de aceite esencial por 10 gramos de materia seca de pericón analizada y se muestran para tratamientos y repeticiones evaluados en el cuadro 36a.

De acuerdo al análisis de varianza que se muestra en el cuadro 37a existen diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados.

Según el análisis de tukey el tratamiento 2 reporta el valor mas alto y los tratamientos 1, 3, 4 y 5 con datos estadísticamente iguales.

La prueba de medias reporta que en el tratamiento 2 se obtuvieron 82.365 miligramos de aceite esencial en 10 gramos de materia seca analizada, mientras que los tratamientos 4, 1, 5 y 3 los rendimientos mas bajos con 62.713, 58.525, 58.493 y 57.948 miligramos de aceite esencial en 10 gramos de materia seca de pericón analizada respectivamente.

Las razones para el comportamiento de los rendimientos obtenidos, en donde se observa un aumento en la frecuencia 2 (riego cada 10 días) y un descenso tanto para el tratamiento 1, como nuevamente sucede en los tratamientos 3, 4 y 5 no pueden establecerse claramente porque no se sabe cual o cuales son los factores que afectan los rendimientos de aceite esencial. Existe una diferencia en la producción del tratamiento 1 al tratamiento 2, en donde el rendimiento de biomasa para el tratamiento 1 es considerablemente mayor que el rendimiento de biomasa obtenido en el tratamiento 2. Mientras que en lo referente a aceites esenciales el tratamiento 2 reporta un aumento significativo en comparación al tratamiento 1. Esto significa que probablemente el aumento de la producción de biomasa no necesariamente significa un aumento en la producción de aceites esenciales.

La disminución en el rendimiento de aceite esencial en el tratamiento 3, probablemente se debe al hecho de que cuando la planta llega a 14 días o más sin la aplicación de riego, comience a sufrir un

estres hídrico que repercute sobre la producción de las diferentes sustancias que componen el aceite esencial.

7.2 USO DEL AGUA

7.2.1 LAMINA DE AGUA CONSUMIDA

CUADRO 6. LAMINAS DE AGUA EVAPOTRANSPIRADAS POR EL CULTIVO DE PERICON DURANTE LOS MESES COMPRENDIDOS DE DICIEMBRE DE 1994 A ABRIL DE 1995, EN CADA UNA DE LAS FRECUENCIAS DE RIEGO EVALUADOS.

TRATAMIENTO	DIFERENCIA EN DIAS	EVAPOTRASNPIRACION EN mm.
1 (RIEGO CADA 6 DIAS)	6	363.00
2 (RIEGO CADA 10 DIAS)	4	333.10
3 (RIEGO CADA 14 DIAS)	4	310.10
4 (RIEGO CADA 18 DIAS)	4	302.80
5 (RIEGO CADA 22 DIAS)	4	291.90

Durante los primeros 15 días se aplicaron riegos generales a cada 5 días, por lo que el número de riegos generales fue de 3. Los muestreos de humedad se comenzaron a realizar a los 16 días después del trasplante. El periodo de establecimiento del cultivo fue de 15 días después del trasplante por lo que no se realizaron muestreos de porcentaje de humedad.

Los datos de láminas evapotranspiradas para los distintos tratamientos no incluyen la lámina de agua evapotranspirada durante el periodo de establecimiento (primeros 15 días después del trasplante).

De acuerdo al cuadro 6, el tratamiento con mayor consumo de agua fue el tratamiento 1 (riego cada 6 días) con 357.00 mm. de agua consumidos, comportándose de forma descendente hasta llegar el tratamiento 5 que consumió la menor cantidad de agua (291.90 mm de agua). Este comportamiento también puede observarse en la figura 6 del apéndice en donde se observa una clara disminución de las láminas evapotranspiradas conforme se disminuye la frecuencia de riego.

Las razones para tal comportamiento radican en que existe una relación directamente proporcional entre humedad disponible y lámina de agua evapotranspirada. En el tratamiento 1 la humedad disponible es mayor en comparación al tratamiento 5 en donde la humedad disponible es menor, por lo que la lámina evapotranspirada en el tratamiento 1 es

mayor en comparación al tratamiento 5 (riego cada 22 días).

Los resultados de porcentaje de humedad antes y después del riego y láminas evapotranspiradas para el tratamiento 1 (riego cada 6 días) se muestran en el cuadro 39a del apéndice. El consumo de agua durante la primera cosecha es estable, no hay aumento ni disminución considerable, mientras que durante la segunda cosecha las láminas de agua evapotranspiradas entre cada uno de los riegos efectuados se ven en aumento. Esto se debió a varios factores entre los que cuentan: Aumento de la temperatura, repercutiendo directamente en la evapotranspiración, además durante la segunda cosecha se comenzó a muestrear el segundo estrato.

Otro factor de considerable importancia es el estado fenológico en que se encontraban las plantas, observándose que en los primeros estadios de crecimiento el consumo de agua es mucho menor en comparación al estadio próximo a la floración.

En la figura 1 del apéndice puede observarse que a partir de los 72 días después de haber comenzado los muestreos (que es cuando se encontraba en crecimiento activo durante la segunda cosecha), existe un aumento marcado en la lámina de agua evapotranspirada hasta llegar a la cosecha. Un comportamiento similar se observa en la evaporación.

Las láminas evapotranspiradas entre cada uno de los riegos para el tratamiento 2 (riego cada 10 días) se muestran en el cuadro 40a' del apéndice.

Durante la primera cosecha el comportamiento es estable, mientras que durante la segunda cosecha debido a cambios en las condiciones climáticas, muestreos realizados en el segundo estrato y estado fenológico del cultivo se observa un aumento considerable en las láminas de agua consumidas por concepto de evapotranspiración. Este comportamiento también puede observarse en la figura 2a en donde puede observarse que existe un marcado aumento de la lámina evapotranspirada y lámina de agua evaporada a partir de los 75 días después de comenzados los muestreos de porcentaje de humedad.

La frecuencia 3 (riego cada 14 días), muestra comportamiento similar a los anteriores tratamientos, en donde los últimos muestreos reportan un aumento considerable de las láminas evapotranspiradas y evaporadas. (ver cuadro 41a y figura 3a).

La frecuencia 4 y 5 (riegos cada 18 y 22 días) reportan similar comportamiento a los anteriores. Las láminas de agua evapotranspiradas entre muestreos son mayores en comparación a los anteriores tratamientos, lógicamente tiene que comportarse de esta manera, ya que los intervalos de muestreos son mayores en comparación al resto de los tratamientos evaluados.

De acuerdo a la figura 7 del apéndice puede observarse que la lámina de agua evapotranspirada por las plantas de pericón, en los tratamientos evaluados, aumenta conforme se incrementan los rendimientos. El mayor consumo de agua por concepto de evapotranspiración de las plantas del cultivo de pericón lo reportó el tratamiento 1 (riego cada 6 días), comportandose en forma descendente para el resto de los tratamientos evaluados.

7.2.2 COEFICIENTE EVAPORACION EVAPOTRANSPIRACION "C"

Tratando de hacer una comparación entre tratamientos se elaboraron los cuadros del 44a al 48a que se muestran en el apéndice, donde se observan los datos de coeficiente "c" obtenidos en cada uno de los tratamientos evaluados de acuerdo al intervalo de muestreo.

Puede observarse que durante los primeros 70 días después de iniciados los muestreos de humedad, el coeficiente "c" se mantiene estable. En raras ocasiones existen aumentos considerables entre muestreos. Mientras que a partir de los 70 a 80 días después de iniciados los muestreos de porcentaje de humedad se observa un claro aumento del coeficiente "c" para todos los tratamientos evaluados. Las razones para tal comportamiento obedecen a condiciones climáticas y al estado fenológico del cultivo durante esa época (febrero a abril de 1995). Durante la segunda cosecha se pudo observar un crecimiento de las plantas de pericón mucho más vigoroso en comparación a la primera cosecha. Estos resultados se debieron a que el cultivo ya se encontraba establecido y al parecer la poda estimula considerablemente la formación de brotes foliares.

Haciendo una comparación del comportamiento del coeficiente "c" en cada uno de los tratamientos evaluados, puede observarse que cuando el intervalo de riego es más corto el coeficiente es más alto en

comparación a resultados obtenidos a intervalos de riego mas largos. Este comportamiento se debe a que a intervalos de riego mas corto el agua se encuentra en mayor disponibilidad para las plantas. Mientras que cuando el intervalo de riego es mayor, el agua disponible para las plantas disminuye por lo tanto la evapotranspiración es menor en comparación a la evapotranspiración obtenida cuando las plantas tienen mayor disponibilidad de agua (intervalos de riego cortos).

8. CONCLUSIONES.

1. Durante la primera cosecha comprendida entre los meses de diciembre de 1994 a mediados de febrero de 1995, la aplicación de diferentes frecuencias de riego no influyeron sobre la altura, diámetro de amacollamiento, días a la floración, rendimiento en peso fresco, rendimiento en peso seco y rendimiento en peso seco de hojas y flores en el cultivo de pericón, para el lugar y época en que se desarrolló el experimento.
2. Durante la segunda cosecha comprendida entre los meses de febrero a abril de 1995, la aplicación de las diferentes frecuencias de riego no influyeron sobre la altura, diámetro de amacollamiento, días a la floración y profundidad radicular.
3. Durante el período que va desde la primera cosecha hasta la segunda cosecha, la aplicación de diferentes frecuencias de riego sí influyeron sobre el rendimiento en peso fresco, rendimiento en peso seco y rendimiento en peso seco para hojas y flores, siendo las diferencias entre tratamientos estadísticamente significativas. El rendimiento mas alto para las anteriores variables respuesta lo reportó el tratamiento 1 (riego cada 6 días), siendo los tratamientos restantes estadísticamente iguales.
4. Durante la segunda cosecha, el tratamiento 2 (riego cada 10 días) reportó el rendimiento mas alto en lo que a rendimiento de aceites esenciales se refiere, siendo los tratamientos 1, 3, 4 y 5 los tratamientos con los menores rendimientos
5. La evapotranspiración también fue afectada por las diferentes frecuencias de riego aplicadas. El tratamiento 1 (riego cada 6 días), que es el tratamiento en el que mas agua se proporciona a las plantas, reportó la lámina de agua evapotranspirada mas alta. La evapotranspiración disminuyó conforme el intervalo de riego era mas larga, hasta el tratamiento 5 (riego cada 22 días), que fue el tratamiento que reportó menos evapotranspiración en el cultivo de pericón.

6. El consumo de la humedad disponible por parte del cultivo de pericón, fue variable de acuerdo a los tratamientos evaluados, variación climatológica y profundidades de estratos de suelo evaluados. Las plantas de pericón sometidas al tratamiento 1 (riego cada 6 días) consumieron mayor cantidad de agua por contener mayor humedad disponible. La época de mayor consumo fue de los 95 a los 125 días después del trasplante, época en que el cultivo mostró su mayor desarrollo. El estrato 1 (0-30 cm.) consumió mayor cantidad de agua en comparación al estrato 2 (30-60 cm.).
7. El comportamiento para el coeficiente "c" entre los tratamientos manifestó variaciones en los valores obtenidos. en forma general se alcanzaron valores desde 0.40 al inicio del cultivo, aumentando a partir de los 80 días después de iniciados los muestreos con valores máximos de 0.83.
8. El porcentaje de humedad alcanzado por el suelo entre cada uno de los muestreos realizados, estuvo dentro de un rango de porcentaje de humedad aprovechable (21%-32%), por lo que no se observaron diferencias significativas en el consumo de humedad disponible.

9. RECOMENDACIONES.

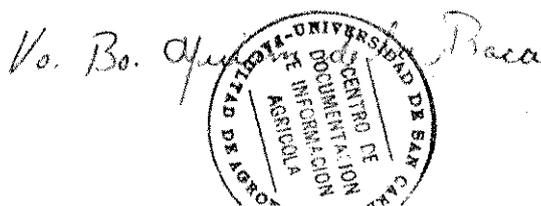
1. Regar cada 10 días, ya que se reportó el mayor rendimiento de aceites esenciales y un consumo de humedad mínimo.
2. Considerar las constantes de humedad del suelo para planificar la frecuencia de riego, con la finalidad que puedan observarse diferencias entre los tratamientos.
3. Evaluar frecuencias de riego mas espaciadas, ya que las constantes de humedad para el presente suelo indican una alta capacidad de retención de agua.
4. Con la finalidad de estudiar mas claramente el efecto de la poda del cultivo se recomienda realizar el mismo experimento tratando que al iniciar el verano ya se encuentre establecido.
5. Para establecer claramente la influencia de la época del año en el desarrollo del cultivo se recomienda realizar el mismo experimento en épocas diferentes.
6. Hacer suficiente semillero, ya que los días a la germinación varían ampliamente entre las semillas, y esto hace que el semillero llegue a punto óptimo de trasplante en forma irregular.
7. Para hacer mas eficiente la extracción de aceites esenciales, se sugiere congelar las muestras de pericón (en estado húmedo) con la finalidad de evitar pérdidas en el contenido de aceites esenciales por evaporación del mismo.

B. BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ, G. 1989. Cuantificación del principio antiespasmódico y antibacterial, 7 - metoxicumarina, en el pericón (Tagetes lucida cav.). Tesis Lic. QO. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades, Departamento de Química. 33 p.
2. BAILEY, L. H. 1949. Manual of cultivated plants. New York, E.E.U.U. Mac Millian. 87 p.
3. CACERES, A. 1991. Propuesta de farmacopea vegetal guatemalteca. Guatemala, Comisión Nacional para el Aprovechamiento de Plantas Medicinales. 8 p.
4. CASTILLO, ARANA, F. 1991. Efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento del cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum L.) en la unidad de riego "Asunción Mita", Jutiapa. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
5. CENTRO MESOAMERICANO DE ESTUDIOS SOBRE TECNOLOGIA APROPIADA (Gua.). 1990. Fichas populares sobre plantas medicinales. 2 ed. Guatemala. P. 1-40.
6. CRONQUIST, A. 1981. An integrate system of flowering plants. New York, E.E.U.U., Columbia University. 342 p.
7. DONAHUE, R. L.; MILLER, R. W.; SHICKLUNA, J. C. 1988. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Trad. Jorge Peña C. 2 ed. México, Prentice - Hall Internacional. 624 p.
8. FERNANDEZ CARDONA, H. R. 1992. Etnobotánica de los recursos fitogenéticos de uso medicinal presentes en 8 municipios del área de influencia étnica mam, del departamento de Huehuetenango. Tesis. Ing. Agr.. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 275 p.
9. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1995. Diagnostico de la producción en los Valles de San Jerónimo y Salamá, Baja Verapaz. 8 p.

10. _____, 1988. Clasificación de las zonas de vida de los valle de Salamá y San Jerónimo. 12 p.
11. _____, 1994. Tarjeta de control meteorológico de la estación San Jerónimo, Baja Verapaz. Periodo 1969 - 1993.
Sin publicar.
12. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1973. Mapa Topográfico de la república de Guatemala. Hoja cartográfica Salamá. Esc. 1:50,000.
13. GUATEMALA. MINISTERIO DE ECONOMIA. COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS. 1993. Productos fitoterapeuticos: Pericón desecado para te o infusión. 19 p.
14. HERRERA, M.; PERLA, H.; MORENO, P. 1994. Proyecto: desarrollo agrotecnológico de cinco especies medicinales silvestres, con potencial de exportación: Informe actividades Febrero 1992 - Diciembre de 1993. Guatemala, Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 120 p.
15. INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA (Gua.). 1978. Aspectos de la medicina en el área rural de Guatemala. Guatemala indígena (Gua.) 13(1):8-15
16. IPPISH, F. 1943. Contribución a las investigaciones sobre plantas medicinales y económicas de Guatemala. s.n.t. 101 p.
17. ISRAELSEN, D.; HANSEN, V. 1979. Principios y aplicaciones del riego. 2 ed. Trad. por Alverto García. Barcelona, España, Reverte. 396 p.
18. KOCZKA, I. 1986. Analysis of essential oils of some tagetes species progress in essential oils research. Berlin, Alemania, Brunke. 137 p.
19. LINSLEY, R. K., KOHLER, M. A., FARLHUS J. L. H. 1988. Hidrología para ingenieros. 2 ed. México, Mc-Graw-Hill. p. 122-152.

20. MORALES CAYAX, M. A. 1992. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del cultivo de zanahoria (*Daucus carota* L.) para el valle central de Guatemala. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Agronomía. 102 p.
21. MORTON, J. 1981. Atlas of medicinal plants of Middle America, Bahamas to Yucatan. E.E.U.U., Ed. Thomas. V. 2, p. 971-972.
22. NEHER, R. 1968. The ethnobotany of tagetes. Economic Botanic (E.E.U.U.) 22(1): 317-325.
23. PEREL'SON, M. E. et. al. 1969. Use for the espectroscopy in the chemistry of natural coumarins. Trad. por Nanhc Issled. U.R.S.S., Chemical Abstracts Services, Kast. 86 p.
24. SANDDOVAL ILLESCAS, J. E. 1989. Principios de riego y drenaje. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 345 p.
25. SARAVIA, A., et al. 1987. Programa universitario de investigación en productos naturales medicinales. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación. 50 p.
26. SIMMONS, CH.; TARANO, J. M.; PINTO, J. H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
27. VILLATORO, J. L. P. 1991. Colecta y descripción de los recursos fitogenéticos de uso medicinal en el municipio de San Pedro Ayampuc, Departamento de Guatemala. Tesis. Ing. Agr.. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Agronomía. 187 p.
28. WILLIAMS, L. 1976. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Field Museum of Natural History, Fieldiana Botany. V 24, ple. 12, p. 383-384.



11. APENDICE

CUADRO 7a. RESULTADOS DE DIAS A LA FLORACION DEL PERICON EN LA PRIMERA COSECHA PARA TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	39.53	46.80	46.53	48.47	181.33	45.33
2	57.47	47.07	50.67	50.80	206.01	51.50
3	48.40	48.07	51.47	37.00	184.94	46.24
4	58.67	56.27	37.60	49.93	202.47	50.62
5	48.27	42.73	44.80	48.73	184.53	46.13
TOTAL	252.34	240.94	231.07	234.93	959.28	

CUADRO 8a: ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A LA FLORACION DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t .05
REPETICIONES	3	56.06	18.69	0.498	3.49
TRATAMIENTOS	4	142.29	35.57	0.948	3.26
ERROR	12	450.26	37.52		
TOTAL	19	648.62			

COEFICIENTE DE VARIACION: 12.76%

CUADRO 9a: RESULTADOS OBTENIDOS PARA DIAS A LA FLORACION A LA SEGUNDA COSECHA.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	98.07	106.07	96.53	105.00	405.67	101.42
2	101.53	95.00	100.47	96.07	393.07	98.27
3	105.07	97.53	107.53	101.13	411.26	102.82
4	101.13	106.33	94.67	105.20	407.33	101.83
5	96.33	105.00	95.67	93.00	390.00	97.50
TOTAL	502.13	509.93	494.87	500.40	2077.49	

CUADRO 10a: ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAS A LA FLORACION DURANTE LA SEGUNDA COSECHA DE PERICON.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	23.297	7.766	0.310	3.49
TRATAMIENTOS	4	87.015	21.754	0.869	3.26
ERROR	12	300.267	25.022		
TOTAL	19	410.579			

COEFICIENTE DE VARIACION: 4.98%

CUADRO 11a: RESULTADOS DE DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO DEL PERICON DURANTE LA PRIMERA COSECHA, EXPRESADOS EN CENTIMETROS.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	10.82	11.71	11.44	10.07	181.33	11.01
2	11.16	11.60	10.55	9.12	206.01	10.61
3	13.00	10.48	12.16	11.46	184.94	11.78
4	9.36	9.76	8.90	13.24	202.47	10.32
5	12.92	9.68	10.09	11.94	184.53	11.13
TOTAL	252.34	240.94	231.07	234.93	959.28	

CUADRO 12a: ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	2.46	0.82	0.396	3.49
TRATAMIENTOS	4	4.98	1.25	0.601	3.26
ERROR	12	24.89	2.07		
TOTAL	19	32.33			

COEFICIENTE DE VARIACION: 13.12%

CUADRO 13a: RESULTADOS DE DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO DURANTE LA SEGUNDA COSECHA, EXPRESADOS EN CENTIMETROS.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	36.40	38.64	41.80	44.82	161.36	40.326
2	48.60	32.30	29.20	25.64	126.80	31.70
3	35.34	32.04	31.14	25.40	112.36	28.10
4	38.68	34.28	23.42	34.14	130.62	32.66
5	35.60	31.14	25.72	32.98	123.80	31.98
TOTAL	185.10	167.40	151.08	151.20	654.94	

CUADRO 14a: ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO DE AMACOLLAMIENTO DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	57.6728	12.558	1.323	3.49
TRATAMIENTOS	4	83.421	20.855	2.196	3.26
ERROR	12	113.94	9.495		
TOTAL	19	235.033			

COEFICIENTE DE VARIACION: 6.75%

CUADRO 15a: RESULTADOS PARA ALTURA PROMEDIO ALCANZADAS POR LAS PLANTAS DE PERICON DURANTE LA PRIMERA COSECHA, EXPRESADOS EN CENTIMETROS.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	34.00	36.80	35.95	31.65	138.40	34.60
2	35.05	36.45	33.15	28.65	133.30	33.33
3	40.85	35.60	38.20	36.00	150.65	37.66
4	29.40	30.65	27.95	41.60	130.60	32.65
5	40.60	30.40	31.70	37.50	140.20	35.05
TOTAL	179.90	170.90	166.95	175.40	693.15	

CUADRO 16a. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	19.91	6.64	0.34	3.49
TRATAMIENTOS	4	64.18	16.05	0.823	3.26
ERROR	12	234.06	19.51		
TOTAL	19	318.16			

COEFICIENTE DE VARIACION: 12.76%

CUADRO 17a. RESULTADOS DE ALTURA ALCANZADA POR EL CULTIVO DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA, EXPRESADOS EN CENTIMETROS.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	43.73	44.47	49.47	49.80	187.47	46.87
2	47.13	42.80	40.87	40.67	171.47	42.87
3	42.53	40.80	42.07	37.47	162.87	40.72
4	44.47	43.33	38.53	42.73	169.06	42.27
5	45.93	41.47	38.00	40.80	166.20	41.55
TOTAL	223.79	212.87	208.94	211.47	857.07	

CUADRO 18a. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA ALCANZADA POR EL CULTIVO DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	25.77	8.59	1.027	3.49
TRATAMIENTOS	4	90.87	22.72	2.716	3.26
ERROR	12	100.38	8.37		
TOTAL	19	217.023			

COEFICIENTE DE VARIACION: 6.75%

CUADRO 19a. RENDIMIENTO EN PESO FRESCO EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA DURANTE LA PRIMERA COSECHA DEL CULTIVO DE PERICON, PARA TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.

TRA.	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	643.87	652.33	375.56	610.75	2282.51	570.63
2	650.14	587.42	639.14	419.89	2316.59	579.15
3	807.41	663.62	398.69	505.05	2374.77	593.69
4	375.40	560.32	392.59	514.48	1842.79	460.70
5	862.41	421.08	623.36	576.98	2483.83	620.96
TOT.	3339.23	2894.77	2449.34	2627.15	11300.49	

CUADRO 20a. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN PESO FRESCO DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	89655.06	29885.0	1.628	3.49
TRATAMIENTOS	4	0263.5	15065.88	0.821	3.26
ERROR	12	220286.5	18357.21		
TOTAL	19	370205.0			

COEFICIENTE DE VARIACION: 23.97%

CUADRO 21a. RESULTADOS DE RENDIMIENTO EN PESO FRESCO DE PERICON EXPRESADOS EN KILOGRAMOS POR HECTAREA PARA LA SEGUNDA COSECHA.

TRAT	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	2222.22	2162.22	1802.96	2518.52	8705.92	2426.48
2	1447.41	1042.96	1431.11	1235.56	5157.04	1289.26
3	1494.07	1631.11	1400.00	1115.56	5580.74	1395.19
4	1522.96	1789.63	1263.70	1371.85	5948.14	1487.04
5	1579.26	1020.74	1150.89	1210.37	4961.26	1240.32
TOT.	3205.92	7646.66	7048.66	7451.86	33353.10	

CUADRO 22a. ANALISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO EN PESO FRESCO PARA LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	13894.00	46313.33	0.803	3.49
TRATAMIENTOS	4	2316276.0	579069.00	10.04	3.26
ERROR	12	691924.00	57560.33		
TOTAL	19	3147140.0			

COEFICIENTE DE VARIACION: 15.82%

CUADRO 23a. ANALISIS DE TUKEY Y MEDIAS ORDENADAS PARA RENDIMIENTO EN PESO FRESCO DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	2176.48	A
4	1487.04	B
3	1395.18	B
2	1389.26	B
5	1240.32	B

CUADRO 24a. RESULTADOS OBTENIDOS PARA RENDIMIENTO EN PESO SECO DURANTE LA PRIMERA COSECHA DE PERICON, EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.

TRATA- MIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	PROME- DIO
	I	II	III	IV		
1	245.84	312.78	161.49	205.01	925.12	231.28
2	246.37	213.41	277.63	163.54	900.95	225.24
3	296.60	269.85	167.45	163.80	897.70	224.43
4	129.39	193.34	190.50	188.86	702.09	175.52
5	319.45	174.98	271.67	211.56	976.66	244.16
TOTAL	1235.65	1164.36	1058.74	1299.19	4767.94	

CUADRO 25a. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE PERICON EN PESO SECO DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	10351.19	3450.39	1.079	3.49
TRATAMIENTOS	4	10945.25	2736.31	0.856	3.26
ERROR	12	38368.50	3197.37		
TOTAL	19	56664.94			

COEFICIENTE DE VARIACION: 25.69%

CUADRO 26a. RESULTADOS DE RENDIMIENTO EN PESO SECO DE PERICON PARA LA SEGUNDA COSECHA, EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.

TRAT	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	1066.15	1071.93	926.15	1087.59	4504.52	1126.02
2	689.10	486.42	690.45	612.08	2478.00	619.50
3	668.29	770.76	642.38	589.93	2671.36	667.84
4	715.22	894.07	599.94	653.12	2662.35	665.59
5	723.61	486.55	555.97	541.00	2489.74	622.44
TOT.	3862.37	3746.79	3859.17	3337.51	14805.53	

CUADRO 27a. ANALISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO EN PESO SECO DE PERICON PARA LA SEGUNDA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	20821.00	6940.33	0.611	3.49
TRATAMIENTOS	4	599425.0	137356.30	12.095	3.26
ERROR	12	136273.0	11356.08		
TOTAL	19	706519.0			

COEFICIENTE DE VARIACION: 14.58%

CUADRO 28a. ANALISIS DE TUKEY Y MEDIAS ORDENADAS PARA RENDIMIENTO EN PESO SECO DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	1037.96	A
1	765.58	B
3	655.54	BC
2	619.50	BC
5	576.79	C

CUADRO 29a. RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES PARA LA PRIMERA COSECHA, EXPRESADO EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	122.92	174.99	100.23	116.52	514.66	101.42
2	147.47	120.17	166.78	93.82	528.24	98.27
3	172.18	181.07	101.25	103.65	558.15	102.82
4	84.80	100.56	116.48	113.86	415.78	101.83
5	190.06	122.03	177.40	118.02	607.51	97.50
TOTAL	717.43	698.82	662.14	545.87	2624.26	

CUADRO 30a. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES DURANTE LA PRIMERA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft .05
REPETICIONES	3	3579.47	1193.16	1.102	3.49
TRATAMIENTOS	4	5009.59	1252.40	1.157	3.26
ERROR	12	12992.47	1082.71		
TOTAL	19	21581.53			

COEFICIENTE DE VARIACION: 25.06%

CUADRO 31a. RESULTADOS DE RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES DE PERICON PARA LA SEGUNDA COSECHA EXPRESADOS EN KILOGRAMOS POR HECTAREA.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	549.98	507.52	450.71	535.63	2043.84	510.96
2	312.22	233.79	355.49	303.02	1437.13	301.13
3	305.72	346.45	299.47	283.30	1235.04	308.76
4	357.15	383.26	286.13	301.52	1433.22	332.03
5	330.81	226.98	263.96	256.59	1058.34	269.58
TOTAL	1854.78	1698.00	1655.76	1578.06	6843.46	

CUADRO 32a. ANALISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES DE PERICON DE LA SEGUNDA COSECHA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t .05
REPETICIONES	3	4926.752	1642.25	0.869	3.49
TRATAMIENTOS	4	146543.5	33635.88	19.37	3.26
ERROR	12	22688.00	1890.667		
TOTAL	19	174158.30			

COEFICIENTE DE VARIACION: 12.62%

CUADRO 33a. ANALISIS DE TUKEY Y MEDIAS ORDENADAS PARA RENDIMIENTO EN PESO SECO DE HOJAS Y FLORES DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA.

TRATAMIENTO	MEDIA	
1	510.96	A
4	332.03	B
3	308.76	B
2	301.13	B
5	269.58	B

CUADRO 34a. RESULTADOS DE PROFUNDIDAD RADICULAR ALCANZADA POR EL CULTIVO DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA, EXPRESADOS EN CENTIMETROS PARA TRATAMIENTOS Y REPETICIONES.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
2	32.07	29.20	32.80	33.07	127.14	31.79
3	35.33	30.60	32.47	28.93	128.33	32.08
4	30.87	32.47	30.13	22.27	115.74	28.94
5	29.20	29.87	26.93	30.20	116.20	29.05
	32.73	28.40	32.6	31.00	124.73	31.18
161.20	150.54	154.93	145.47	612.14		

CUADRO 35a. ANALISIS DE VARIANZA DE PROFUNDIDAD RADICULAR ALCANZADO DURANTE LA SEGUNDA COSECHA DE PERICON.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t .05
REPETICIONES	3	26.74	8.914	1.140	3.49
TRATAMIENTOS	4	36.46	9.116	1.166	3.26
ERROR	12	93.81	7.818		
TOTAL	19	157.02			

COEFICIENTE DE VARIACION: 9.15%

CUADRO 36a. RESULTADOS DEL ANALISIS DE ACEITES ESENCIALES DE PERICON DURANTE LA SEGUNDA COSECHA, DATOS EXPRESADOS EN MILIGRAMOS DE ACEITE POR 10 GRAMOS DE MATERIA SECA ANALIZADA.

TRATA- MIEN- TOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
1	59.85	68.24	54.64	51.39	234.12	58.53
2	77.98	90.20	83.44	77.86	329.48	82.37
3	51.04	53.29	54.66	72.80	231.79	57.95
4	68.23	48.59	66.79	67.24	250.85	62.71
5	68.17	59.44	51.35	55.01	233.97	58.49
TOTAL	325.27	319.76	310.88	324.30	1280.2	

CUADRO 37a. ANALISIS DE VARIANZA DE MILIGRAMOS DE ACEITE ESENCIAL OBTENIDO EN 10 GRAMOS DE MATERIA SECA ANALIZADA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	F _t .05
REPETICIONES	3	25.96	8.654	0.108	3.49
TRATAMIENTOS	4	1743.5	435.87	5.427	3.26
ERROR	12	963.71	80.309		
TOTAL	19	2733.17			

COEFICIENTE DE VARIACION: 14.00%

CUADRO 38a. ANALISIS DE TUKEY Y MEDIAS ORDENADAS PARA EL RENDIMIENTO DE ACEITE ESENCIAL EN PERICON.

TRATAMIENTO	MEDIA	
2	82.365	A
4	62.713	B
1	58.525	B
5	58.493	B
3	57.948	B

CUADRO 39a. PORCENTAJES DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y LAMINAS CONSUMIDAS EN EL TRATAMIENTO 1.

ESTRATO	PORCENTAJE DE HUMEDAD (Ps.)				LAMINA TOTAL CONSUMIDA. (Cms.)
	DESPUES DEL RIEGO		ANTES DEL RIEGO		
	FECHA	%	FECHA	%	
0-30	16-12-94	30.75	21-12-94	27.78	1.56
0-30	23-12-94	29.57	27-12-94	26.75	1.48
0-30	29-12-94	32.19	2-01-95	29.37	1.48
0-30	2-01-95	33.28	9-01-95	30.45	1.40
0-30	10-01-95	29.98	14-01-95	27.19	1.46
0-30	18-01-95	30.66	22-01-95	28.35	1.21
0-30	24-01-95	30.73	28-01-95	27.93	1.47
0-30	30-01-95	31.53	3-02-95	28.99	1.33
0-30	5-02-95	30.61	9-02-95	27.3	1.74
0-30	11-02-95	31.28	15-02-95	28.17	1.63
0-30	16-02-95	31.77	20-02-95	28.62	1.66
0-30	22-02-95	31.37	26-02-95	28.56	1.47
0-60		32.00		31.01	0.52
0-30	28-02-95	31.24	04-03-95	28.76	1.30
0-60		31.62		30.12	0.90
0-30	06-03-95	30.84	10-03-95	26.87	2.08
30-60		31.43		29.38	1.07
0-30	12-03-95	31.98	16-03-95	28.02	2.07
30-60		31.43		29.63	0.34
0-30	18-03-95	32.40	22-03-95	27.94	2.34
30-60		33.02		31.77	0.65
0-30	24-03-95	31.78	28-03-95	27.02	2.50
30-60		31.58		29.33	1.18
0-30	30-03-95	30.52	04-04-95	27.45	2.12
30-60		29.45		28.46	0.86

CUADRO 40a. DATOS DE PORCENTAJES DE HUMEDAD TANTO ANTES COMO DESPUES DE CADA RIEGO Y LAMINAS EVAPOTRANSPIRADAS ENTRE CADA RIEGO PARA EL TRATAMIENTO 2.

ESTRATOS	PORCENTAJES DE HUMEDAD (Ps.).				LAMINA EVAPO- TRANSPIRA- DA. (Cms.)
	DESPUES DEL RIEGO		ANTES DEL RIEGO		
	FECHA	%	FECHA	%	
0-30	16-12-94	32.20	24-12-95	28.77	1.80
0-30	26-12-94	31.83	4-01-95	27.41	2.49
0-30	6-01-95	32.39	14-01-95	26.65	3.01
0-30	16-01-95	30.44	24-01-95	25.94	2.36
0-30	26-01-95	31.83	03-02-95	27.08	2.49
0-30	05-02-95	31.52	13-02-95	26.34	2.72
0-30	15-02-95	32.06	23-02-95	27.74	2.27
30-60		32.00		27.05	1.53
0-30	25-02-95	32.75	5-03-95	26.50	2.33
30-60		32.40		29.07	1.74
0-30	7-03-95	32.08	13-03-95	27.17	2.57
30-60		32.25		29.61	1.51
0-30	15-03-95	30.90	23-03-95	24.11	3.56
30-60		30.27		25.95	2.22
0-30	25-03-95	31.83	4-04-95	27.35	2.35
30-60		31.69		27.95	1.59

CUADRO 41a. DATOS SOBRE PORCENTAJES DE HUMEDAD TANTO ANTES COMO DESPUES DEL RIEGO Y DATOS SOBRE LAMINAS EVAPOTRANSPIRADAS ENTRE CADA RIEGO PARA EL TRATAMIENTO 3.

ESTRATOS	PORCENTAJES DE HUMEDAD (Ps.).				LAMINA EVAPO- TRANSPIRA- DA. (CMS)
	DESPUES DEL RIEGO		ANTES DEL RIEGO		
	FECHA	%	FECHA	%	
0-30	16-12-94	31.52	30-12-94	27.05	2.36
0-30	2-01-95	31.26	14-01-95	27.13	2.13
0-30	16-01-95	30.86	28-01-95	25.41	2.86
0-30	30-01-95	31.78	11-02-95	25.29	3.40
0-30 30-60	13-02-95	31.72 32.00	25-02-95	25.10 28.79	3.48 1.68
0-30 30-60	27-02-95	31.38 31.86	11-03-95	26.27 28.41	2.68 1.81
0-30 30-60	13-03-95	31.43 32.11	25-03-95	24.66 27.89	3.55 2.21
0-30 30-60	27-03-95	31.59 31.73	04-03-95	26.55 27.53	2.64 2.21

CUADRO 42a. DATOS SOBRE PORCENTAJES DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DE CADA RIEGO Y LAMINAS EVAPOTRANSPIRADAS PARA EL TRATAMIENTO 4.

ESTRATOS	PORCENTAJES DE HUMEDAD (Ps.).				LAMINA EVAPO- TRANSPI- RADA. (Cms.)
	DESPUES DEL RIEGO		ANTES DEL RIEGO		
	FECHA	%	FECHA	%	
0-30	16-12-94	32.12	2-01-95	25.51	3.47
0-30	04-01-95	32.31	20-01-95	25.05	3.80
0-30	22-01-95	30.16	07-02-95	22.94	3.79
0-30	08-02-95	31.58	24-02-95	24.09	3.93
30-60		32.01		28.39	1.89
0-30	26-02-95	31.95	14-03-95	25.22	3.53
30-60		30.76		26.57	2.52
0-30	16-03-95	31.25	04-04-95	22.77	4.45
30-60		30.71		25.14	2.90

CUADRO 43. DATOS DE PORCENTAJE DE HUMEDAD ANTES Y DESPUES DEL RIEGO ENTRE CADA MUESTREO Y LAMINAS EVAPOTRANSPIRADAS PARA EL TRATAMIENTO 5.

ESTRATOS	PORCENTAJES DE HUMEDAD (Ps.).				LAMINA EVAPO- TRANSPI- RADA. (Cms.)
	DESPUES DEL RIEGO		ANTES DEL RIEGO		
	FECHA	%	FECHA	%	
0-30	16-12-95	31.67	5-01-95	24.16	3.96
0-30	7-01-95	30.21	27-01-95	21.00	4.83
0-30	29-01-95	31.37	18-02-95	22.06	4.88
0-30	20-02-95	31.27	12-03-95	21.53	5.10
30-60		32.01		26.34	2.97
0-30	14-03-95	31.53	04-04-95	21.29	5.35
30-60		32.39		27.09	2.80

CUADRO 44a. RESULTADOS DEL COEFICIENTE "C" OBTENIDO PARA EL TRATAMIENTO 1 EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS.

DDM	EVAPORACION (mm.)	EVAPOTRANSPI RACION (mm.)	COEFICIENTE "C"
6	19.50	15.60	0.80
12	27.00	14.80	0.55
18	20.00	14.80	0.74
24	21.00	14.00	0.67
30	24.00	14.60	0.61
36	30.00	12.10	0.40
42	25.00	14.70	0.59
48	24.00	13.30	0.55
54	26.30	17.40	0.66
60	33.00	16.30	0.49
66	35.00	16.60	0.47
72	25.00	19.90	0.80
78	34.00	21.00	0.62
84	35.00	31.50	0.90
90	40.00	29.90	0.75
96	36.00	29.90	0.83
102	45.00	36.80	0.82
108	44.00	29.80	0.66

DDM: DIAS DESPUES DEL PRIMER MUESTREO

CUADRO 45a. RESULTADOS DEL COEFICIENTE "C" OBTENIDOS PARA EL TRATAMIENTO 2 EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS.

DDM	EVAPORACION (mm.)	EVAPOTRASNPI RACION (mm.)	COEFICIENTE "C"
10	33.50	18.00	0.54
20	36.00	24.90	0.69
30	43.00	30.10	0.70
40	52.00	23.60	0.45
50	42.00	24.90	0.59
60	49.30	27.20	0.55
70	49.00	38.00	0.78
80	57.00	40.70	0.71
90	63.00	40.80	0.65
100	66.00	25.55	0.39
110	66.50	39.40	0.59

DDM: DIAS DESPUES DEL PRIMER MUESTREO

CUADRO 46a. RESULTADOS DEL COEFICIENTE "C" OBTENIDOS PARA EL TRATAMIENTO 3 EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS.

DDM	EVAPORACION (mm.)	EVAPOTRANSPI RACION (mm.)	COEFICIENTE "C"
14	51.50	23.60	0.46
28	51.00	21.30	0.42
42	65.00	28.60	0.44
56	60.00	34.00	0.56
70	73.00	51.60	0.71
84	80.00	44.90	0.56
96	92.00	57.60	0.63
110	74.50	48.50	0.65

DDM: DIAS DESPUES DEL PRIMER MUESTREO.

CUADRO 47a. RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL COEFICIENTE "C" PARA EL TRATAMIENTO 4 EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS.

DDM	EVAPORACION (mm.)	EVAPOTRANSPI RACION (mm.)	COEFICIENTE "C"
18	64.50	34.70	0.54
36	77.00	38.00	0.49
54	77.30	37.90	0.49
72	82.00	58.20	0.71
90	114.00	60.50	0.53
110	132.50	73.50	0.55

DDM: DIAS DESPUES DEL PRIMER MUESTREO.

CUADRO 48a. RESULTADOS OBTENIDOS PARA EL COEFICIENTE "C" PARA EL TRATAMIENTO 5 EN CADA UNO DE LOS MUESTREOS REALIZADOS.

DDM	EVAPORACION (mm.)	EVAPOTRANSPI RACION (mm.)	COEFICIENTE "C"
22	74.50	39.60	0.53
44	100.00	48.30	0.48
66	107.30	48.80	0.45
88	122.00	73.70	0.60
110	132.50	81.50	0.62

DDM: DIAS DESPUES DEL PRIMER MUESTREO.

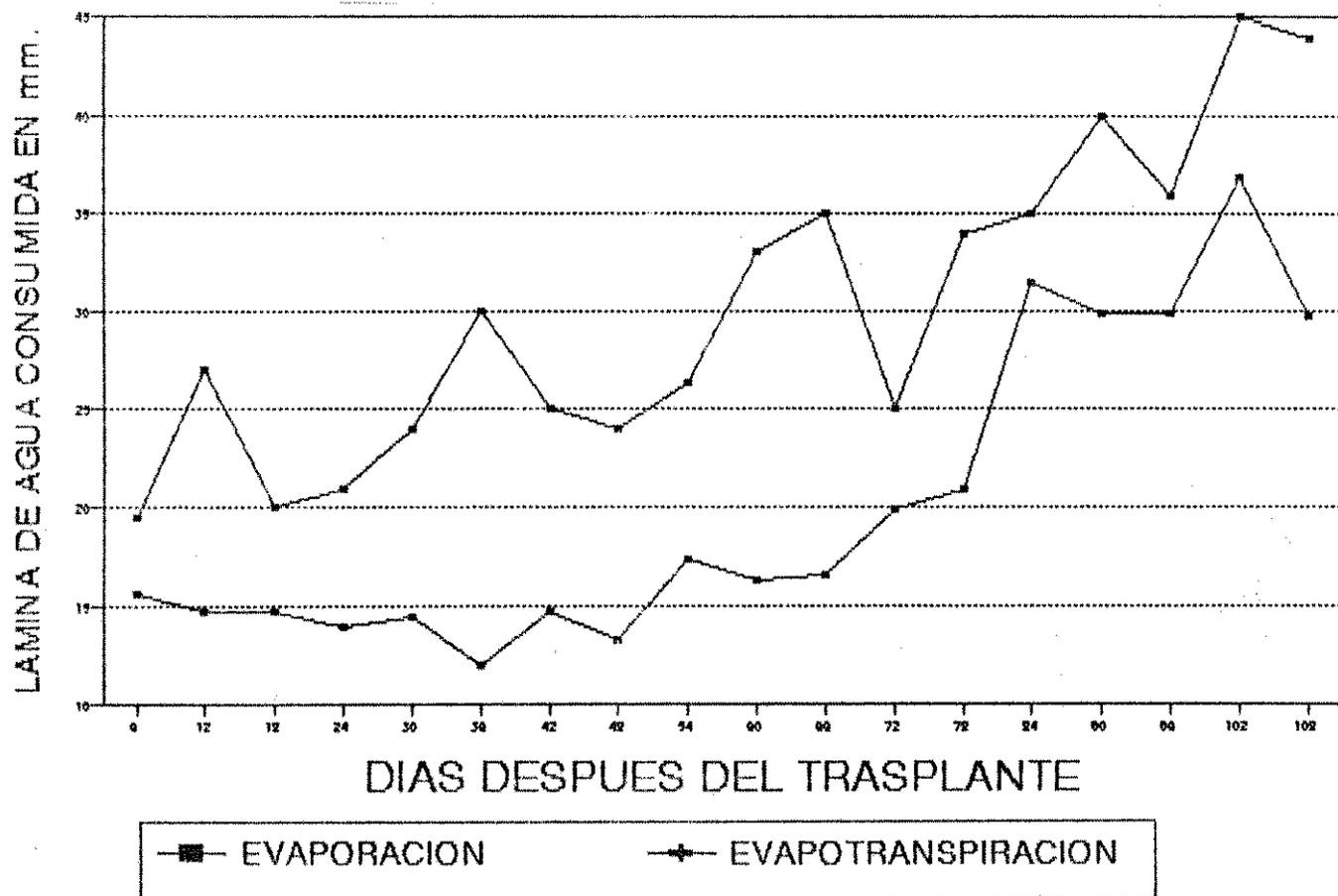


fig 1.EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION PARA EL TRAT. 1

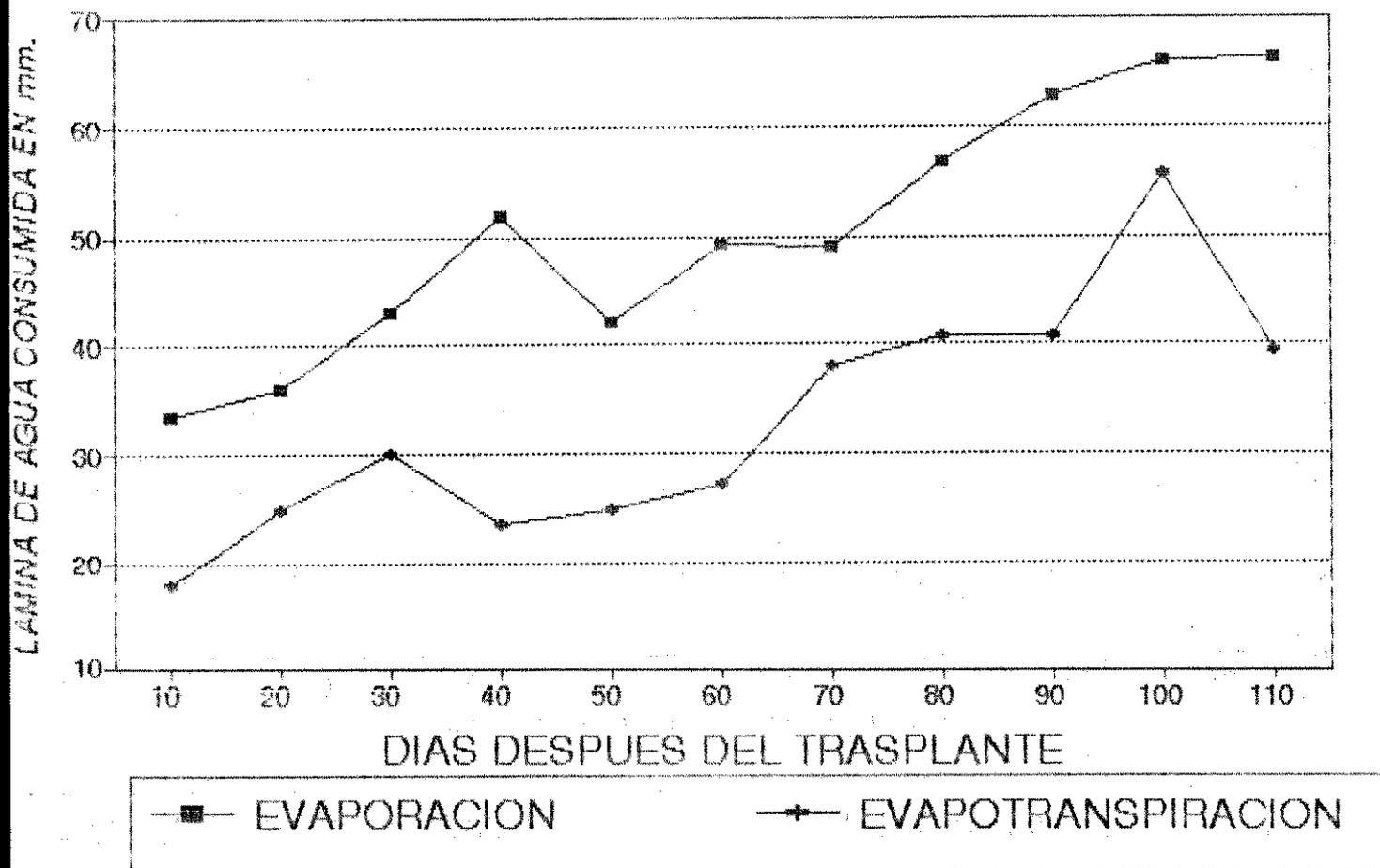


FIG 2. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION PARA EL TRAT. 2.

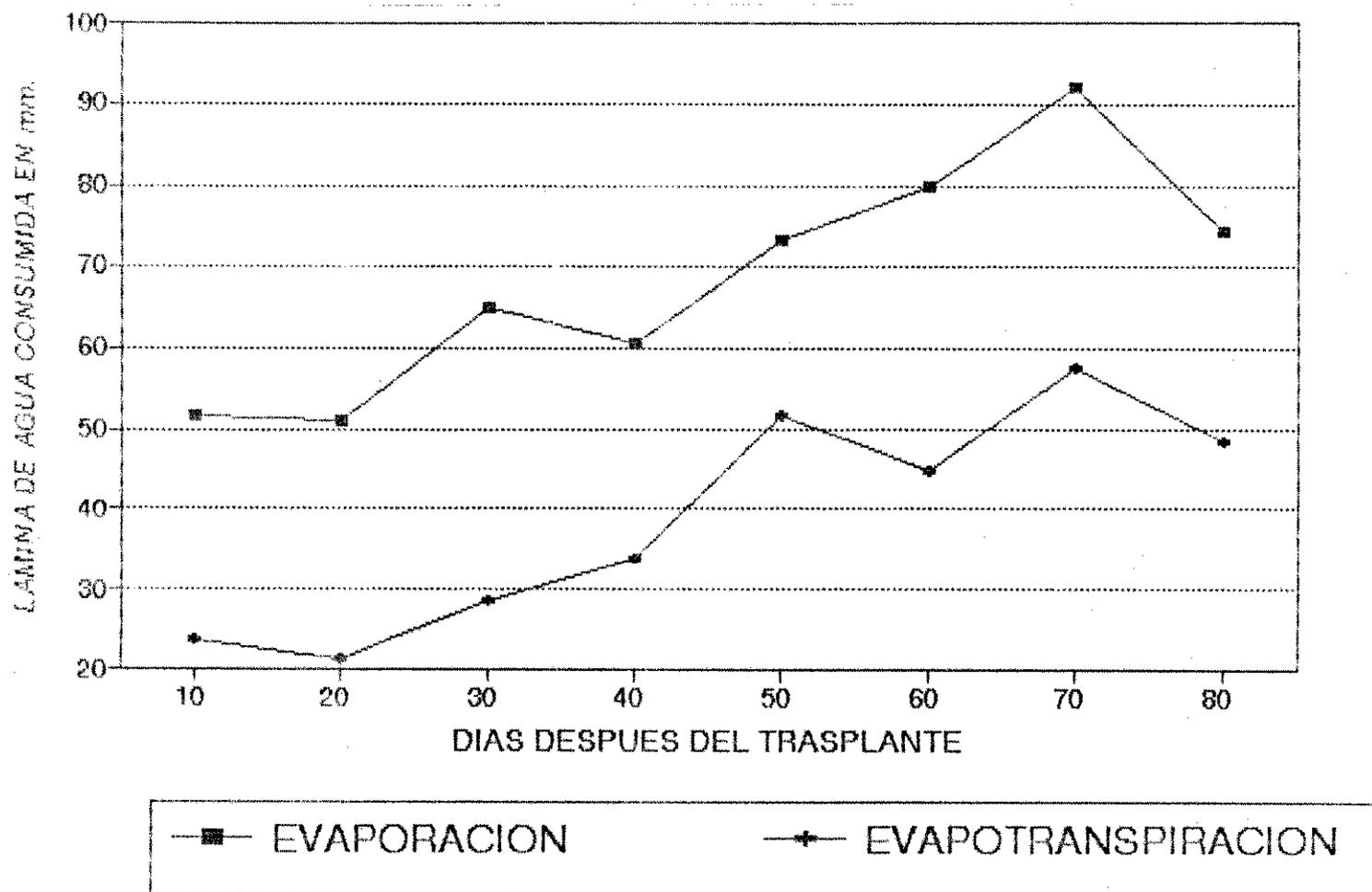


FIG. 3. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION PARA EL TRATAMIENTO 3 .

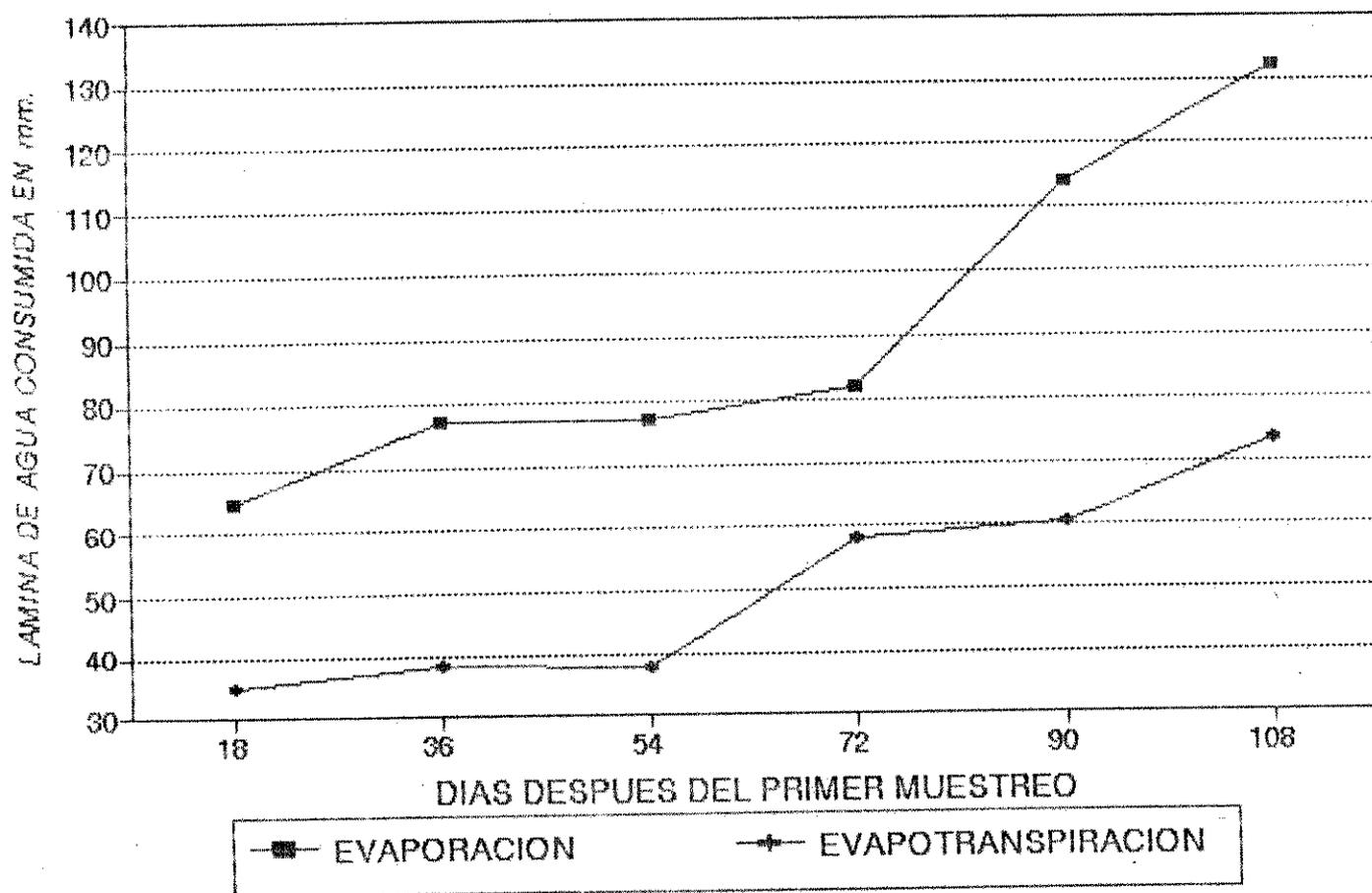


FIG. 4. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION PARA EL TRAT. 4.

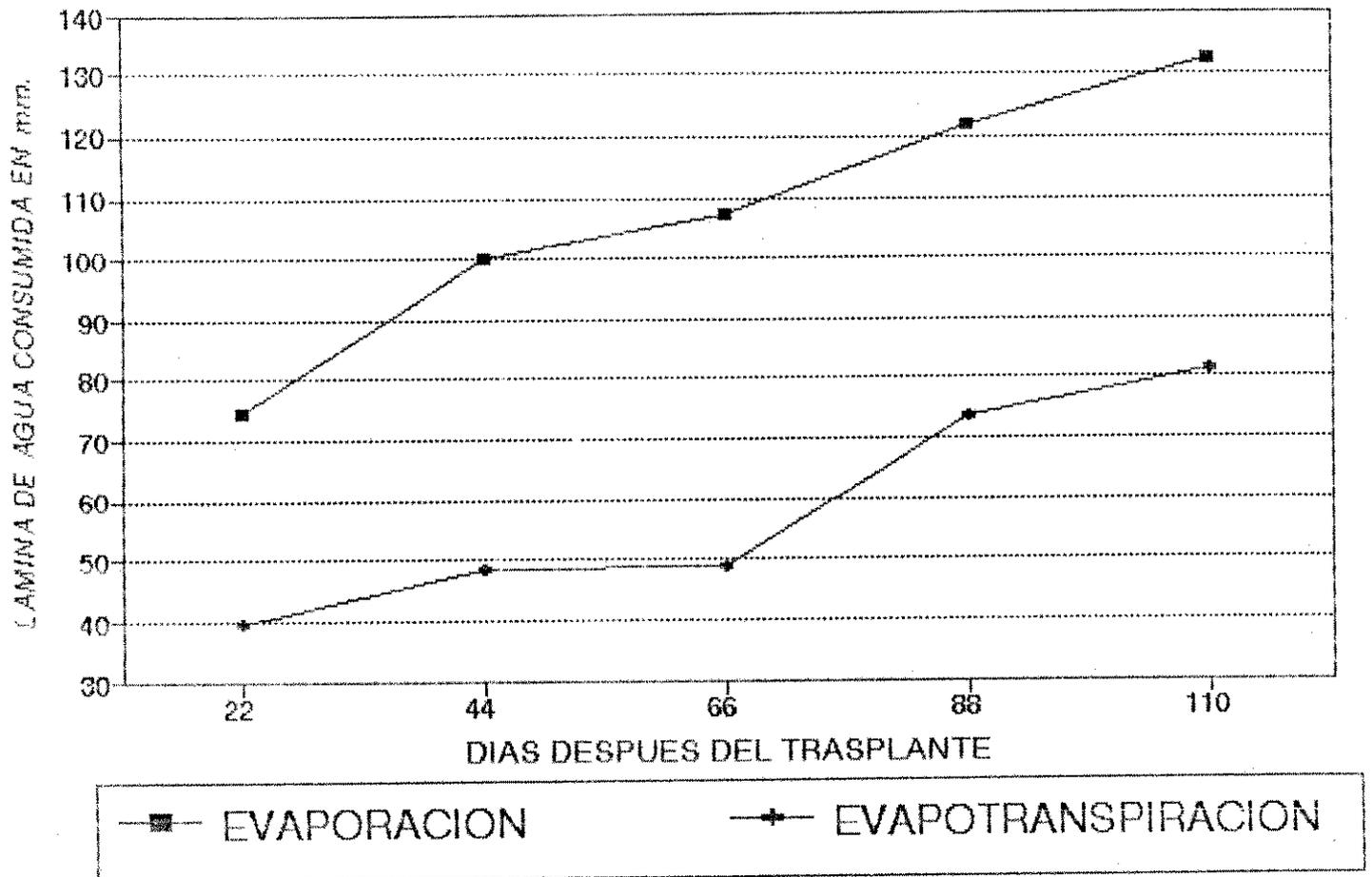


FIG. 5. EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION PARA EL TRATAMIENTO 5.

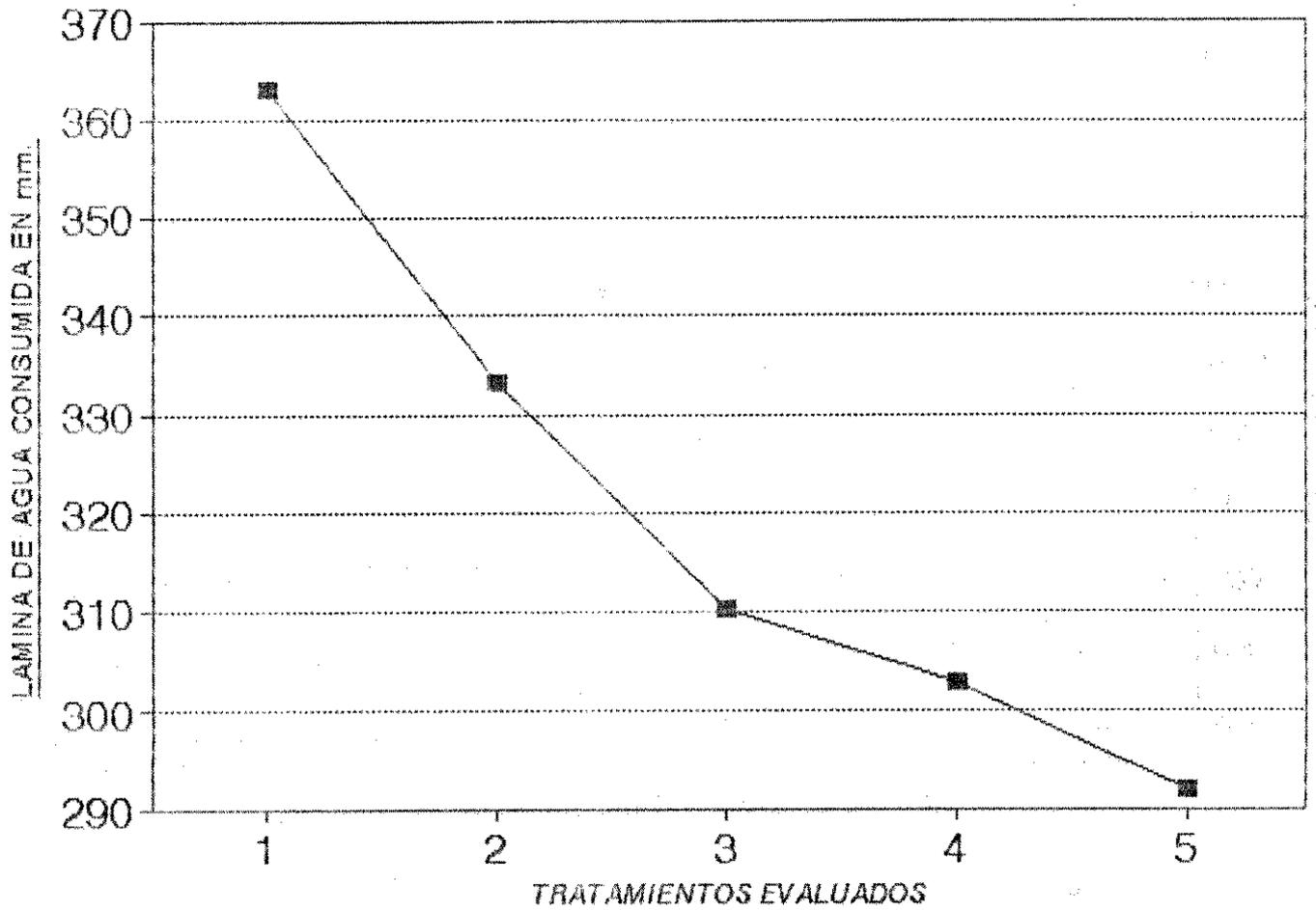


Fig. 6. Lamina total evapotranspirada por las plantas en los tratamientos.

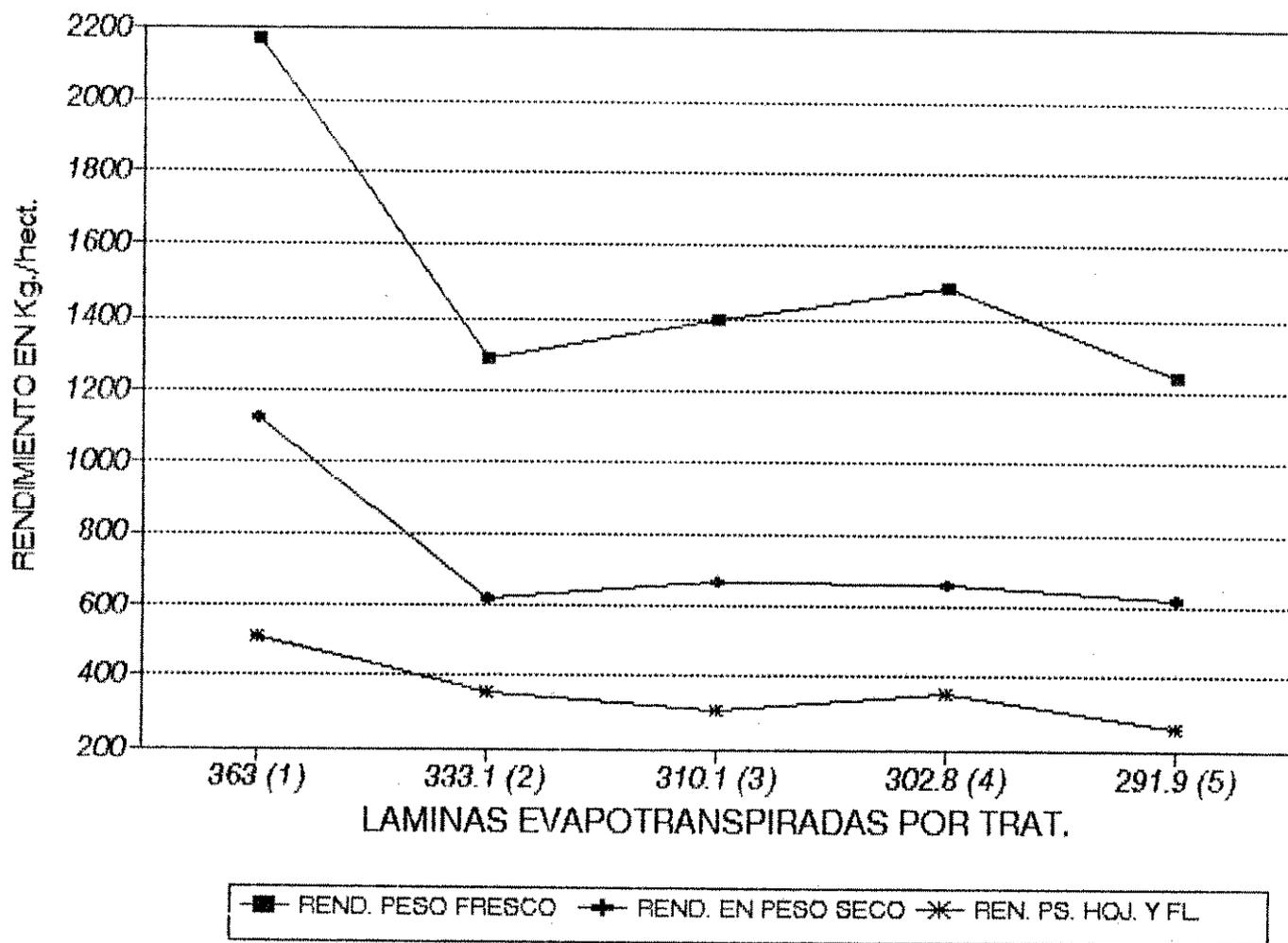


Fig. 7. Relación rendimientos obtenidos con laminas evapotranspiradas por trat.

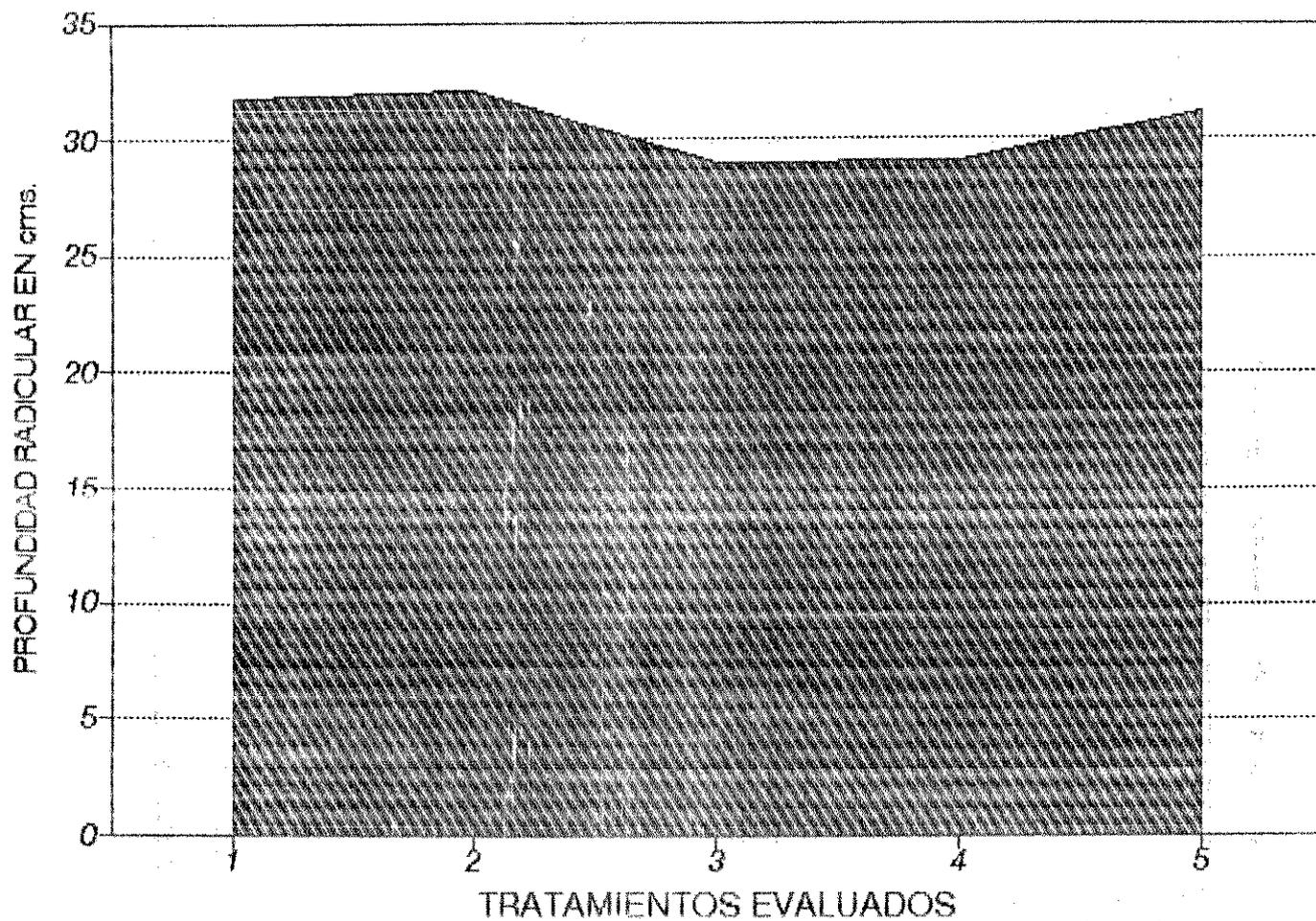
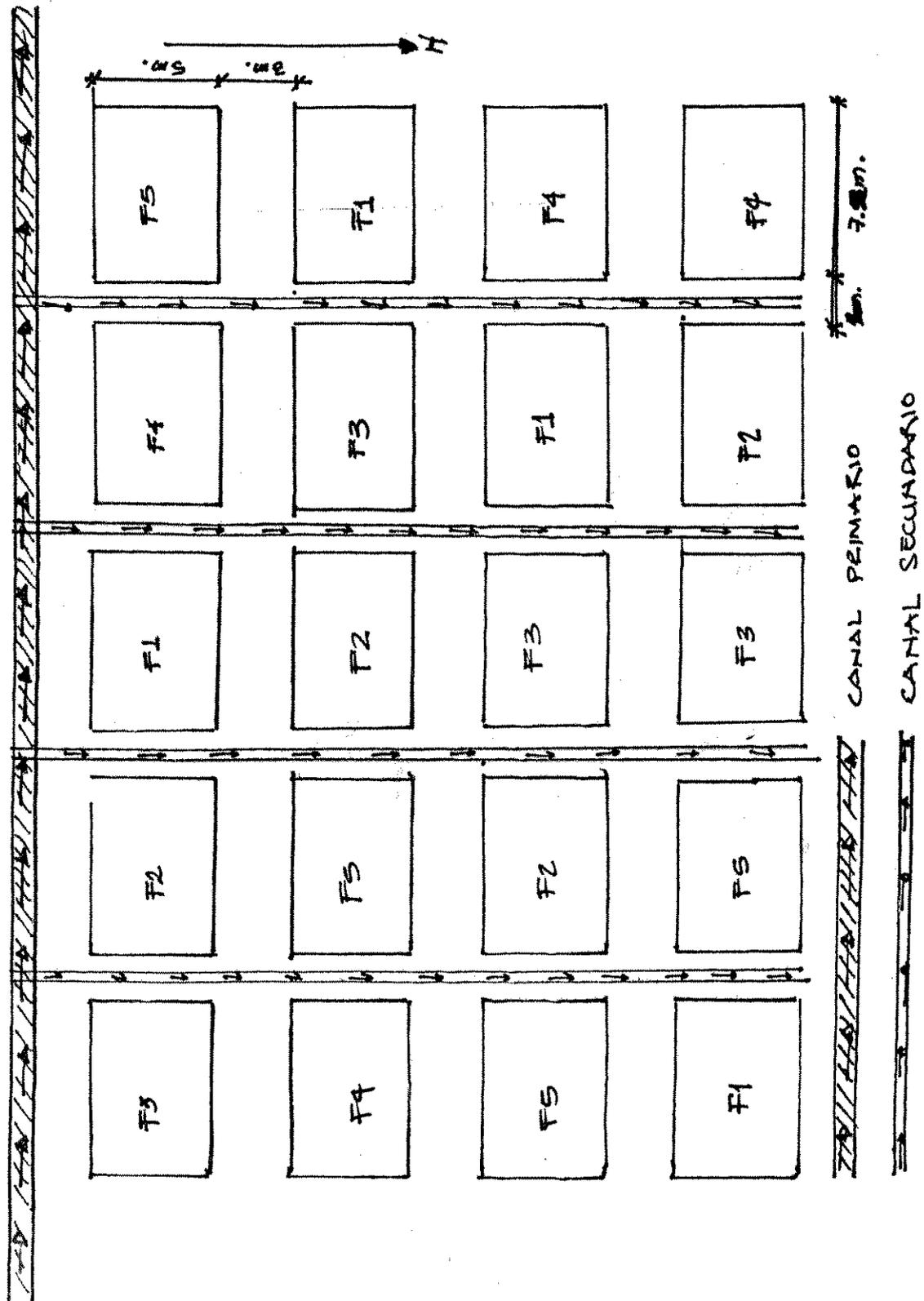


Fig. 8. Profundidad radicular alcanzada por las plantas en cada tratamiento.

FIG. 9. CENSUISTI DE CAMPO. ESCALA 1:250.





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

Ref: Sem. 052-95

LA TESIS TITULADA: "EFECTO DE CINCO FRECUENCIAS DE RIEGO SOBRE EL RENDIMIENTO DE BIOMASA Y EVAPOTRANSPIRACION EN EL CULTIVO DE PERICON (Tagetes lucida cav.) EN LA UNIDAD DE RIEGO SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ".

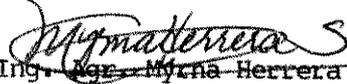
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MARVIN TURCIOS SAMAYOA

CARNET No.: 8913671

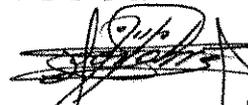
HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Roderico Estrada Muy
 Ing. Agr. Víctor Cabrera
 Ing. Agr. Gustavo Méndez

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. Edil Viregas
 ASESOR

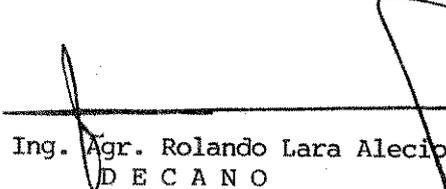

 Ing. Agr. Myrna Herrera
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 ASESOR


 Ing. Agr. Fernando Rodriguez B.
 DIRECTOR DEL IIA.



IMPRIMASE


 Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
 DECANO



cc: Control Académico
 Archivo

APARTADO POSTAL 1545 • 01091 GUATEMALA, C. A.

FRB/prr.

TELEFONO: 769794 • FAX: (5022) 769770