

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA**

**RESPUESTA DEL CULTIVO DE PEPINO (Cucumis sativus L.)
A DIFERENTES FRECUENCIAS EN RIEGO POR GOTEO**

POR:

**OSCAR ANTONIO AMAYA
WILLIAN ERNESTO CHACON LANDAVERDE**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO**

SAN SALVADOR, JULIO DE 1996

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

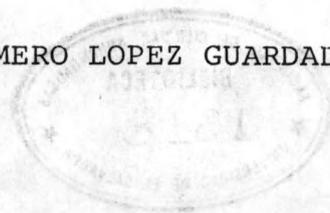
RECTOR : DR. BENJAMIN LOPEZ GUILLEN

SECRETARIO GENERAL : LIC. ENNIO LUNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO : ING. AGR. HORACIO GIL ZAMBRANA RIVERA

SECRETARIO : ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO





JEFE DEL DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGRICOLA

ING. AGR. OSCAR RIGOBERTO DUEÑAS PEÑATE

ASESOR :

ING. AGR. ALIRIO EDMUNDO MENDOZA

JURADO EXAMINADOR :

ING. AGR. OSCAR RIGOBERTO DUEÑAS PEÑATE

ING. AGR. JOSE MAURICIO TEJADA ASCENCIO

ING. AGR. ALEXANDRO VALMORE PEREZ ESCOBAR

2/por Decretación de la facultad Agosto/96

RESUMEN

Debido a que en El Salvador se carece de investigaciones sobre la frecuencia de riego por goteo, que venga a generar información propia y recomendaciones para nuestro medio, es que el presente trabajo de investigación se desarrolló, con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) a diferentes frecuencias en riego por goteo, realizándose el estudio durante los meses de febrero a abril de 1994 en el Lote La Bomba, de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, ubicada en el Cantón Tecualuya, Jurisdicción de San Luis Talpa, Departamento de La Paz. A una elevación de 50 m.s.n.m. con temperatura promedio de 27.3 °C, humedad relativa de 73% y evapotranspiración potencial promedio de 154.8 mm/mes.

Los suelos corresponden al grupo de los Regosoles Aluviales con textura de Franco limosa a Franco arenosa.

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar con 3 tratamientos y 6 repeticiones, siendo los tratamientos en estudio las frecuencias de riego los cuales fueron: T_1 = Frecuencia de riego, 1 día; T_2 = Frecuencia de riego, 2 días; y T_3 = Frecuencia de riego, 3 días.

En el ensayo se utilizó el sistema de riego por goteo, -- aplicando el riego en láminas de 5.3, 10.6 y 15.9 mm, trabajando con tiempos de aplicación de 2.2, 4.4 y 6.6 horas co-

rrespondientes a las frecuencias de 1, 2 y 3 días respectivamente.

El sistema se trabajó a una presión de operación de 0.7 atm (10.3 Psi) con un caudal de aplicación de 3.13 L/h.

La variedad de pepino utilizada fue Ponsett-76 de polinización libre, la cosecha se inició a los 42 días de sembrado, realizándose los cortes cada 3 días, completándose al final - un total de siete cortes.

Las variables bajo estudio donde se midió el efecto de los tratamientos fueron clasificados en tres categorías de parámetros :

i) Parámetros de evaluación de variables respuestas, el cual comprendió el número total de frutos, número de frutos de primera, segunda y tercera clase, longitud de frutos; siendo estas las variables que fueron sujetas al análisis estadístico general y por corte.

ii) Parámetro de evaluación complementaria: Estas fueron constituidas por el porcentaje de floración, días y períodos de floración, patrón del bulbo de humedecimiento (contenido de humedad y diámetro interno máximo del bulbo).

iii) Parámetro de evaluación económica. Aquí se incluyen el análisis de los costos de irrigación, producción, valor de la producción, flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto, así como los indicadores económicos: Valor Presente Líquido (VPL), Relación Beneficio-Costo (BC/C), y Tasa Interna de Retorno (TIR).

Como indican los resultados obtenidos, se concluye; que la frecuencia de riego no influyen en la producción total de pepinos, calidad de pepinos de primera y tercera clase, así mismo en la longitud de pepinos, no así para la calidad de pepinos de segunda clase donde la frecuencia de riego de 1 y 3 días producen efecto.

Con respecto al porcentaje de floración y a los días a floración se determinó que la frecuencia de riego diaria producen un mayor porcentaje de floración e inducen a un adelanto en la floración del cultivo, no así en el período de floración donde no produjo ningún efecto.

Además se encontró que al aplicar el agua a una menor frecuencia de riego y mayor tiempo de aplicación, así mismo a un mayor volumen de agua, se obtuvo un aumento en el tamaño y profundidad del bulbo, así como en el diámetro interno máximo, no así para el contenido de humedad, donde se determinó que la frecuencia de riego diaria produce un valor relativamente mayor en el porcentaje del contenido de humedad.

A la vez se muestra que la frecuencia de riego diaria presenta una factibilidad, beneficio económico y rentabilidad de la inversión; superior a la frecuencia de riego de 2 días y ligeramente superior a la frecuencia de riego de 3 días.

AGRADECIMIENTOS

- Gracias a la colaboración y esfuerzo de muchas personas, que de una u otra manera hicieron posible que este trabajo de investigación se realizara.
- A nuestros padres, que con su sacrificio, entrega y dedicación hicieron realidad nuestra superación y formación profesional sin los cuales no lo hubiéramos alcanzado.
- A la Universidad de El Salvador y Facultad de Ciencias -- Agronómicas, por su dedicación, esfuerzo y colaboración a nuestra formación profesional.
- A nuestro Asesor : Ing. Agr. Alirio Edmundo Mendoza, por su entrega, esfuerzo y excelente colaboración en el desarrollo y finalización del presente trabajo de investigación.
- Al Jurado Examinador : Ings. Agrs. : Alexandro Valmore Pérez Escobar, José Mauricio Tejada Ascencio y Oscar Rigoberto Dueñas Peñate, por su valiosa y acertadas observaciones a este trabajo.
- A todo el personal administrativo, bodega, riego y taller de la Estación Experimental y de Prácticas, y especialmente a los Ings. Agr. : Pío de Jesús Estrada y Andrés Alarcón, así mismo a Toño, Pedro, Jesús Aquino y Francisco -- Arias.
- A todo el personal docente y administrativo de la Facultad de Ciencias Agronómicas.

- A los compañeros y amigos que de una u otra forma colaboraron y nos apoyaron para el término de nuestra meta, especialmente al Ing. Edgardo Luna.
- A doña Marinita Rodríguez, por su colaboración en el mecanografiado del presente trabajo.

A todos, gracias.

DEDICATORIA

- A DIOS TODOPODEROSO : Por haberme dado la vida, sabiduría y salud para concluir con éxito mi carrera.
- A MI MADRE : FRANCISCA ORBELINA AMAYA TORRES, por su -- grande sacrificio, entrega, abnegación y lo más importante amor que ella me ha brindado, así como sus sabios consejos que me dieron fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida sin los cuales este éxito como profesional no lo hubiera podido alcanzar.
- A MI MAMA MARTINA : Por su sacrificio, dedicación e interés, sin los cuales no hubiera sido posible llegar a mi meta, y en el cual estaré siempre eternamente agradecido.
- A MIS TIOS : José Antonio Amaya, Martha Lilian Amaya y Jose Erasmo, por su apoyo que me brindaron de una u otra manera.
- A MARIELOS : Por ser una persona tan especial en mi vida, que me ha dado apoyo, comprensión y amor en los momentos más adversos.
- A todos mis maestros, compañeros y amigos, por su apoyo y haber compartido esos momentos inolvidables, especialmente a todos aquellos compañeros estudiantes que murieron luchando y se sacrificaron por construir en nuestro país una sociedad más justa y humana, causa que se mantendrá en la memoria de aquellos que se mantienen firmes en sus principios de convicción.

OSCAR ANTONIO AMAYA

DEDICATORIA

- A MI MADRE : MERCEDES LANDAVERDE DE CHACON, por su esfuerzo, sacrificio, consejos y principalmente el amor que sólo ella pudo proporcionarme y sin el cual no hubiera buscado formarme; por su comprensión en los momentos más duros de mi vida, por lo que le agradeceré eternamente.
- A MI PADRE : WILLIAN TADEO CHACON ORTIZ.
- A MIS HERMANOS : EDGAR Y ALEX, por su respeto, comprensión y apoyo durante todos los años de mi vida.
- A MI MAMA CARMEN : Por todo su amor y apoyo que me hicieron buscar un mejor futuro.
- A MI MAMA LOLA : (Q.D.D.G.), por su amor y buena voluntad ante todas las personas, ayudando a formarme racionalmente.
- A MI TIA NENA : Por su amor, apoyo y estar pendiente en todas las fases de mi vida.
- A MI PRIMO ILITCH, con mucho aprecio.
- A TODOS MIS AMIGOS :
Por los momentos compartidos en esta vida : Isaac, Nelson, Omar, Oscar

WILLIAN ERNESTO CHACON LANDAVERDE

I N D I C E

	Página
RESUMEN	iv
AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA	ix
INDICE DE CUADROS	xix
INDICE DE FIGURAS	xxv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Historia del riego	4
2.2. Concepto de riego	4
2.3. El riego en El Salvador	4
2.3.1. Antecedentes	5
2.3.2. Situación actual del riego	6
2.3.3. Potencial de riego	8
2.4. Descripción de los métodos de riego	8
2.4.1. Riego por gravedad	9
2.4.1.1. Inundación	9
2.4.1.2. Surcos	9
2.4.2. Riego subterráneo o subirrigación ...	10
2.4.3. Riego presurizado	10
2.4.3.1. Aspersión	10
2.4.3.2. Microaspersión	10
2.4.3.3. Goteo	11
2.5. El riego por goteo	11
2.5.1. Definición	11

	Página
3.1.5.1. Superficie del ensayo	36
3.1.6. Cultivo	36
3.1.6.1. Descripción botánica del pepino.	37
3.1.6.2. Ciclo fenológico	37
3.1.6.3. Necesidades hídricas del cultivo.	38
3.2. Riego	39
3.2.1. Descripción del método	39
3.2.2. Descripción de los componentes	39
3.2.2.1. Fuente de abastecimiento	39
3.2.2.2. Fuente de energía	39
3.2.2.3. Cabezal de control	39
3.2.2.4. Red de tuberías	40
3.2.2.5. Goteros	43
3.2.2.6. Materiales y equipo utilizados - en el ensayo	43
3.3. Establecimiento y labores culturales en el - ensayo	44
3.3.1. Preparación de suelo	44
3.3.2. Medición del terreno	44
3.3.3. Uniformidad de la humedad del terreno.	44
3.3.4. Siembra	45
3.3.5. Raleo	45
3.3.6. Aporco	45
3.3.7. Fertilización	45
3.3.8. Control de malezas	46

	Página
3.3.9. Control de plagas y enfermedades	46
3.3.10. Cosecha	48
3.4. Manejo del sistema de riego	48
3.4.1. Aplicación de riego	48
3.4.2. Frecuencia de riego	48
3.4.3. Lámina neta de riego	49
3.4.4. Tiempo de aplicación	49
3.4.5. Caudal de aplicación	49
3.4.6. Presión de operación	50
3.5. Parámetros en estudio	50
3.5.1. Parámetros de evaluación de variables respuestas	50
3.5.1.1. Longitud del fruto	50
3.5.1.2. Número total de frutos	50
3.5.1.3. Número de frutos de primera cla- se, segunda clase y tercera cla- se	52
3.5.2. Parámetros de evaluación complementa- ria	52
3.5.2.1. Porcentaje de floración	52
3.5.2.2. Fecha de floración	53
3.5.2.3. Patrón del bulbo de humedecimien- to	53
3.5.3. Parámetros de evaluación económica ...	54
3.5.3.1. Costo de riego	54

	Página
3.5.3.1.1. Costo de inversión del sistema de riego	54
3.5.3.1.2. Costo de operación del sistema de riego	55
3.5.3.1.3. Costo de mantenimiento del sistema de riego	55
3.5.3.2. Costos de producción	55
3.5.3.3. Valor de la producción	55
3.5.3.4. Ingreso neto	55
3.5.3.5. Flujo de efectivo	56
3.5.3.6. Flujo neto	56
3.5.3.7. Indicadores económicos	56
3.5.3.7.1. Valor Presente Líquido -- (VPL)	56
3.5.3.7.2. Relación Beneficio-Costo (B/C)	57
3.5.3.7.3. Tasa Interna de Retorno - (TIR)	57
3.6. Metodología estadística	57
3.6.1. Factor en estudio	57
3.6.2. Tratamientos	58
3.6.3. Variables	58
3.6.4. Diseño estadístico	58
3.6.5. Modelo estadístico	59
3.6.6. Distribución estadística	60

	Página
3.6.7. Tamaño de la parcela	60
4. RESULTADOS	61
4.1. Generalidades	61
4.2. Parámetros de evaluación de variables res- puestas.....	62
4.2.1. Número total de frutos	63
4.2.2. Número de frutos de primera clase	68
4.2.3. Número de frutos de segunda clase	72
4.2.4. Número de frutos de tercera clase	72
4.2.5. Longitud promedio de frutos	84
4.3. Parámetros de evaluación complementaria	89
4.3.1. Porcentaje de floración	89
4.3.2. Días a floración y período de flora- ción	91
4.3.3. Patrón de humedecimiento	92
4.4. Parámetros de evaluación económica	94
5. DUSCUSION DE RESULTADOS	97
5.1. Respuesta en el número total de pepinos	97
5.2. Respuesta en el número de pepinos de primera clase	98
5.3. Respuesta en el número de pepinos de segunda clase	99
5.4. Respuesta en el número de pepinos de tercera clase	100
5.5. Respuesta en la longitud promedio de pepinos.	101

5.6.	Efecto sobre el porcentaje de floración	103
5.7.	Efecto en los días a floración y período de floración	104
5.8.	Efecto en el patrón de humedecimiento	105
5.9.	Evaluación económica	107
5.9.1.	Valor de la producción	107
5.9.2.	Costo de producción	108
5.9.3.	Costo de irrigación	108
5.9.4.	Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto	109
5.9.5.	Indicadores económicos	110
5.9.5.1.	Valor Presente Líquido (VPL) ...	110
5.9.5.2.	Relación Beneficio-Costo (B/C) .	110
5.9.5.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR) ..	111
6.	CONCLUSIONES	112
7.	RECOMENDACIONES	115
8.	BIBLIOGRAFIA	117
9.	ANEXOS	126

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Resumen de elementos climáticos para la Estación Experimental La Providencia para el período de once años (1976-1987)	34
2	Características de diseño presentadas en tres tratamientos durante el ensayo realizado en la Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. San Luis Talpa, La Paz, 1994	51
3	Distribución estadística	60
4	ANVA general para el número total de frutos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) para los siete cortes realizados	64
5	ANVA para el número total de frutos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por corte	65
6	Prueba de Duncan para el número total de frutos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por tratamiento. 3° y 7° corte	65
7	ANVA general para el número de frutos de primera clase de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) para los siete cortes realizados	69
8	ANVA para el número de frutos de primera clase de pepinos (<u>Cucumis sativus</u>) por corte ...	70

Cuadro		Página
9	Prueba de Duncan para el número de primera -- clase de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por trata- miento. 5° corte	70
10	ANVA general para el número de frutos de se- gunda clase de pepinos (<u>Cucumis sativus</u>) para los siete cortes realizados	73
11	Prueba de Duncan para el número de frutos de segunda clase de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por tratamiento	73
12	ANVA para el número de frutos de segunda cla- se de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por corte	74
13	Prueba de Duncan para el número total de fru- tos de segunda clase de pepino (<u>Cucumis sati- vus</u>) por tratamiento. 3° y 6° corte	74
14	ANVA general para el número de frutos de ter- cera clase de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) para los siete cortes realizados	78
15	ANVA para el número de frutos de tercera cla- se de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por corte	79
16	Prueba de Duncan para el número de frutos de tercera clase de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por tratamiento. 1°, 3°, 5° y 7° corte	79
17	ANVA general para la longitud promedio de fru- tos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) para los sie- te cortes realizados	85

Cuadro		Página
18	ANVA para la longitud promedio de frutos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por corte	86
19	Prueba de Duncan para la longitud promedio de frutos de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por tratamiento 5° y 6° corte	86
20	Porcentaje promedio de floración, en tres frecuencias de riego a diferentes días después de la siembra del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>). Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994	89
21	Características fenológicas de floración en tres frecuencias de riego del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>). Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994	91
22	Características del patrón de humedecimiento del bulbo al momento de finalizada la prueba de campo en tres frecuencias de riego del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>). Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994	92
23	Valor de la producción, costos de producción, costo de irrigación (inversión, operación y mantenimiento) por hectárea del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) con tres frecuencias de riego. Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994.	95

Cuadro		Página
24	Indicadores económicos para una hectárea del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) en tres -- frecuencias de riego. Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994.....	96
A-1	Análisis físico del lote La Bomba	127
A-2	Calendario de riego para las diferentes frecuencias evaluadas. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, 1994	128
A-3	Cálculo del contenido de humedad gravimétrica a diferentes profundidades del bulbo de humedecimiento correspondiente a tres repeticiones representativas de cada frecuencia de riego ..	129
A-4	Valor de la producción total y por clase para cada frecuencia de riego del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>) por parcela útil y por hectárea	130
A-5	Presupuesto de los costos de producción para cada hectárea del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>). Estación Experimental y de Prácticas, UES. 1994	131
A-6	Gasto total de energía del sistema de riego -- por tratamiento para la parcela tipo de una hectárea. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994.	132

Cuadro		Página
A- 7	Costo de mano de obra para manejo del sistema - de riego por tratamiento para la parcela tipo de una hectárea. Estación Experimental y de - Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. 1994	133
A- 8	Costos de irrigación para parcela tipo de una hectárea del cultivo de pepino (<u>Cucumis sati- vus</u>). Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994	134
A- 9	Plan de financiamiento a mediano plazo para el costo de inversión de riego por goteo para una hectárea	135
A-10	Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto - para la frecuencia de riego, 1 día	136
A-11	Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto - para la frecuencia de riego, 2 días	137
A-12	Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto - para la frecuencia de riego, 3 días	138
A-13	Porcentaje total de incidencia de enfermedades de fruto del cultivo del pepino (<u>Cucumis sati- vus</u>) para las tres frecuencias de riego duran- te los siete cortes realizados	139
A-14	Número total de frutos para cada corte y trata miento. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. San -- Luis Talpa, La Paz, 1994	140

Cuadro		Página
A-15	Número de frutos de primera clase para cada corte y tratamiento. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. San Luis Talpa, La Paz, 1994.	141
A-16	Número de frutos de segunda clase para cada corte y tratamiento. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. San Luis Talpa, La Paz, 1994.	142
A-17	Número de frutos de tercera clase para cada corte y tratamiento. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. San Luis Talpa, La Paz, 1994.	143
A-18	Longitud promedio de frutos (cm) para cada corte y tratamiento. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas, UES. San Luis Talpa, La Paz, 1994.	144
A-19	Variables respuesta evaluadas en cada frecuencia de riego por parcela útil y por hectárea del cultivo de pepino (<u>Cucumis sativus</u>). Estación Experimental y de Prácticas, UES, 1994...	145
A-20	Análisis de suelo	146
A-21	Datos de aforo obtenidos en el sistema de riego por goteo, durante el ensayo	147

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Riego por goteo y sus componentes principales.	16
2	Patrón de humedecimiento	21
3	Efecto del intervalo de riego sobre el rendimiento del tomate, el pepino y el melón con riego por goteo	30
4	Cabezales de control	41
5	Plano de distribución de los componentes del sistema en el campo	42
6	Número total de frutos para los tres tratamientos durante el tercer corte	66
7	Número total de frutos para los tres tratamientos durante el séptimo corte	67
8	Número de frutos de primera clase para los tres ratamientos durante el quinto corte	71
9	Número de frutos de segunda clase para los tres tratamientos durante el tercer corte	75
10	Número de drutos de segunda clase para los tres tratamientos durante el sexto corte	76
11	Número de frutos de tercera clase para los tres tratamientos durante el primer corte	80

Figura		Página
12	Número de frutos de tercera clase para los -- tres tratamientos durante el tercer corte ...	81
13	Número de frutos de tercera clase para los -- tres tratamientos durante el quinto corte ...	82
14	Número de frutos de tercera clase para los -- tres tratamientos durante el séptimo corte ..	83
15	Longitud promedio de frutos (cms) para los -- tres tratamientos durante el quinto corte ...	87
16	Longitud promedio de frutos (cms) para los -- tres tratamientos durante el sexto corte	88
17	Porcentaje promedio de floración en tres fre- cuencias de riego	90
18	Comportamiento bidimensional de un bulbo de humedecimiento con relación a las tres fre- cuencias de riego	93
A-1	Plano de ubicación del ensayo en la Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Cien- cias Agronómicas	149
A-2	Parcela y área útil de muestreo con su dimen- sionamiento	150
A-3	Distribución de los tratamientos en el campo.	151
A-4	Plano de distribución de los componentes del sistema de la parcela tipo de una hectárea ..	152

Figura		Página
A- 5	Variación del número total de frutos en relación a cada corte y por tratamiento	153
A- 6	Variación del número de frutos de 1° clase en relación a cada corte y por tratamiento	154
A- 7	Variación del número de frutos de 2a. clase - en relación a cada corte y por tratamiento ..	155
A- 8	Variación del número de frutos de 3a. clase - en relación a cada corte y por tratamiento ..	156
A- 9	Variación de la longitud promedio de frutos en relación a cada corte y por tratamiento ..	157
A-10	Número total de frutos por hectárea para los tres tratamientos	158
A-11	Número de frutos por hectárea de la., 2a., y 3a. clase para los tres tratamientos	159
A-12	Longitud total promedio de frutos en cm, para los tres tratamientos	160
A-13	Extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 1 día.....	161

Figura		Página
A-14	Extrapolación e interpolación del porcentaje - promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 2 días	162
A-15	Extrapolación e interpolación del porcentaje - promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 3 días	163

1. INTRODUCCION

El Salvador es un país que tradicionalmente depende básicamente de la producción agrícola, por lo que se deben considerar diversos factores que conlleven a incrementar los niveles de producción de alimentos, así como conservar el recurso agua, pues actualmente es uno de los mayores desafíos de toda sociedad. Entre esos factores podemos mencionar el riego como un recurso vital y necesario en la recuperación e incorporación de nuevas áreas agrícolas a la producción, especialmente durante la estación seca, así mismo en los períodos de sequía (canículas) durante la estación lluviosa.

Dentro del riego, es necesario conocer las diferentes formas de aplicación de agua a los cultivos y así poder adecuarlas a las condiciones reales y necesidades del mañana; siendo el riego por goteo o localizado una de las últimas innovaciones para la aplicación de agua, representando un avance definitivo en la tecnología de la irrigación, contribuyendo significativamente en la producción y el ahorro de agua, principalmente en aquellas zonas que son improductivas. A pesar de todas las potencialidades y ventajas de utilizar el sistema de riego por goteo, no se sabe con seguridad si el manejo en cuanto a la frecuencia de aplicación de agua es el adecuado, ya que generalmente la frecuencia de riego se ha considerado asumida, sin tomar en cuenta una base científica aparte que en El Salvador no existe investigaciones al respecto.

Además otro factor importante es que se desconoce la economía en cuanto a la forma de aplicación de agua, sin considerar que el sistema de riego por goteo ya de por sí representa un costo elevado en la inversión inicial, aunque esto está relacionado con el tipo de diseño del sistema.

Ante esta situación el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) a diferentes frecuencias en riego por goteo, con la finalidad de obtener recomendaciones del manejo de riego.

En el ensayo se evaluó la respuesta de tres frecuencias de riego siendo 1, 2 y 3 días sobre tres categorías de parámetros los cuales se dividen en :

i) Parámetro de evaluación de variables respuestas. El cual comprendió el número total de frutos, número de frutos - pro primera, segunda y tercera clase, longitud de frutos del cultivo de pepino.

.ii) Parámetro de evaluación complementaria. Aquí se incluyen las características como: Porcentaje de floración, días y período de floración, patrón de humedecimiento (contenido de humedad y diámetro interno máximo).

ii) Parámetro de evaluación económica. Comprendió el análisis de los costos de irrigación, producción, valor de la producción, flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto; así como los indicadores económicos: Valor Presente Líquido (VPL),

Relación Beneficio-Costo (B/C) y Tasa Interna de Retorno (TIR).
Siendo éstos los parámetros donde se determinó cual de las --
frecuencias de riego evaluadas produce una mejor respuesta o --
efecto.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Historia del riego

La historia muestra que el riego fue un factor importante desde los comienzos de la civilización, ya que el hombre comenzó a practicar la agricultura y dentro de cultivar la tierra, descubrió los beneficios de regar y explotar sus cultivos (50).

Sus orígenes están muy alejados, y muy pronto pudo verse como ciertos Imperios que a él habían recurrido lo utilizaban en gran escala. Se tiene que los chinos, indúes, - egiptos, árabes, etc., usaron el riego para obtener sus beneficios (51, 64). Durante el transcurso del tiempo se han desarrollado cada vez mejores métodos, que permiten poner al alcance de las plantas el agua que necesitan, así el riego ha evolucionado de los antiguos métodos de inundación no controlado, hacia el moderno método de goteo. (46).

2.2. Concepto de riego

Según Israelsen (38), es la aplicación artificial del agua al suelo en forma racional con el objeto de reponer la humedad esencial que los cultivos agrícolas necesitan para alcanzar su óptimo crecimiento y desarrollo.

2.3. El riego en El Salvador

En El Salvador, el desarrollo agrícola reviste carac-

terísticas singulares, puesto que se explotan tierras de vocación agrícola durante la estación lluviosa; sin embargo, en la estación seca la mayor parte de tierras dedicadas a cultivos anuales permanecen no cultivadas; por otra parte aún en la estación lluviosa se presentan períodos de sequía (canículas) por lo que el riego es de vital importancia (30).

Según MAG (15), para lograr un desarrollo en la agricultura bajo riego se requieren de la construcción, instalación y funcionamiento de nuevos proyectos de riego, mejorar los ya existentes y adoptar prácticas de manejo de agua del suelo y de cultivo de manera que se asegure una explotación eficiente del recurso agua, suelo, planta a través de una agricultura moderna e integral; además es necesario una adecuada asistencia técnica.

Así mismo es necesario la formulación de una política de apoyo para la expansión significativa del riego en El Salvador que permita pensar que a un mediano plazo se puede ir formando gradualmente nuevas áreas de riego (42).

2.3.1. Antecedentes

La agricultura bajo riego en El Salvador, se conoce desde la época colonial. De esta época hasta el año 1963, la construcción de obras de riego tuvo un lento desarrollo y fué exclusivamente un asunto del sector privado (9).

- Sector privado : Este sector ha puesto sobre riego

21,352 Ha, y la mayor área la puso entre los años 1952/60 con 14,600 Ha. Entre los años 1961-70 incorpora 2,900 Ha y para 1970-75 fueron irrigadas 3852 Ha; la mayor parte con sistema de aspersion. Posteriormente a esas fechas no se tienen registros de nuevas áreas (12).

- Sector público : En el año 1963, se estableció el programa Mejoramiento de Tierras Agrícolas (META), que puso bajo riego 3,200 Ha (12).

En 1966 se creó la Dirección de Grandes Obras de Riego (DGOR), la que cambió su denominación en 1970, a Dirección General de Riego y Drenaje (DGRD) (9).

De 1969 a 1978 se construyó los Distritos de Riego y Av^unamiento No. 1 Zapotitán y No. 2 Atiocoyo, incorporándose -- unas 6,755 Ha (47). Así mismo en 1980 a 1986 se ejecuta el Programa de Pequeñas Obras (OPOR) que incorporó al riego -- 3,064 Ha y en 1991 se da inicio a la construcción del Proyecto Lempa-Acahuapa, con un área neta de 2,511 Ha, y del Programa Nacional de Riego Fase I, el cual comprende la ejecución -- de pequeñas obras de riego de 318 Ha. (11).

2.3.2. Situación actual del riego

En la actualidad, ambos sectores privados y público han asignado una mayor importancia al desarrollo de la agricultura bajo riego orientando sus esfuerzos al desarrollo de las --

obras existentes y la incorporación de nuevas áreas (9).

Así mismo la D.G.R.D. (12), asegura que tenemos un total de 34.371 Has que poseen infraestructura para riego, pero sólo se encuentran funcionando 25,957 Has entre ambos sectores, las 8,414 Has, restantes no se utilizan por varias causas como son: el deterioro de los sistemas de riego y la conflictividad que existían en varias zonas que tenían regadío.

Las áreas bajo riego, que están actualmente en funcionamiento se distribuyen en el país en cuatro regiones, estas son:

Región I : Que presenta un área en funcionamiento de -
15,224.8 Ha.

Región II : Que actualmente representa un área en funcionamiento de 7,126.2 Ha.

Región III : La cual le corresponde un área en funcionamiento de 1,901.9 Ha.

Región IV : Que representa actualmente un área en funcionamiento de 1,704.1 Ha.

Desde el punto de vista geográfico la actividad de riego se concentra en las zonas I y II, que corresponden a los Distritos de Riego construidos por el sector público (Zapotitán y Atioco-yo), la mayoría de las pequeñas obras construidas por OPOR, y - el área bajo riego de la Región I, representa en la actualidad el 54% del área actual de riego en el país (9).

También es de mencionar que predominan las unidades productivas menores de 1 Ha, que representan el 15% del área bajo riego, cultivadas principalmente de hortalizas y hortalizas. Las unidades

dades mayores de 1 Ha hasta 35 Ha representan el 29% del área bajo riego y las unidades mayores hasta 135 Ha representan el 66% del área bajo riego, con cultivos de pasto y caña de azúcar (47).

2.3.3. Potencial de riego

Con el fin de usar adecuada y racionalmente los recursos naturales, es importante mencionar las áreas que presen posibilidades para riego según estudios realizados por el Plan Maestro de Recursos Hídricos (PLAMDARH) en El Salvador es factible regar en 273,183 Ha pero por la disponibilidad de agua únicamente pueden regarse 232,325 Ha (11% del territorio nacional), de éstas, 130,000 Ha podrían regarse con agua superficial, 102,325 Ha con aguas subterránea, utilizando sistemas más precisos como aspersión, microaspersión y goteo, las 40,858 Ha restantes requerirían de tratamientos especiales como embalses artificiales para ponerlas bajo riego. Por lo que el potencial del área regable total antes mencionado, es equivalente al 85% del área con posibilidades de riego por el recurso suelo, dentro del cual 165,542 Ha son suelos clasificados entre la clase I a la III, las cuales no presentan mayores restricciones para su desarrollo. Es de hacer notar que existen otras 107,641 Ha, de las clases IV y V que se pueden regar, pero requieren mayor inversión para desarrollarlas (11).

2.4. Descripción de los métodos de riego

El agua puede ser aplicada de diversas formas a la plan-

ta, siendo las principales las siguientes :

2.4.1. Riego por gravedad

Consiste en la aplicación del agua sobre la superficie del suelo, la cual penetra en éste a medida que escurre sobre los terrenos. Este incluye principalmente el método por inundación y por surco, cuyos principios dan origen a muchos otros métodos tales como: surco al contorno, en zig-zag, por corrugación, melga al contorno, etc.

2.4.1.1. Inundación

Consiste en dividir el campo en una serie de fajas de terreno separadas por bordes planos o lomos. El método se adapta a terrenos que tengan una pendiente uniforme en una dirección, o sea que no tenga pendiente transversal. El agua se alimenta por el extremo más elevado de cada faja y corre como una lámina sobre el suelo, guiada por los bordos. Se adapta para regar cultivos muy densos (64).

2.4.1.2. Surcos

Los surcos son conductos abiertos que distribuyen el agua en la parcela. El desplazamiento del agua en los surcos, permite la infiltración en sentido horizontal y vertical, humedeciendo de esta forma la zona de desarrollo radicular del cultivo. Usualmente los surcos se construyen en el sentido de la pendiente, más cuando es muy inclinada se les construye siguiendo las curvas del nivel. Se adapta principalmente a cultivos sembrados en hilera (46).

2.4.2. Riego subterráneo o subirrigación

Se usa en suelos francos, delimitados por una capa impermeable, como talpetate o arcillas grises (grumsoles) para evitar pérdidas de agua por infiltración. Implica la construcción de zanjás a intervalos determinados por la textura del suelo. Estas zanjás se llenan de agua y ésta se transmite por capilaridad a ambos lados del terreno adyacente. Se utiliza este tipo de riego en suelos de topografía plana pues en terrenos ondulados o quebrados el abastecimiento de agua de los cultivos en la cresta es mínimo o totalmente nulo (16).

2.4.3. Riego presurizado

2.4.3.1. Aspersión

Consiste en un riego aéreo, en el cual se simula la lluvia en todos sus aspectos, con la excepción de que esta lluvia simulada, se puede controlar, tanto en tiempo, como intensidad. El agua es conducida a presión, por medio de tuberías, hasta llegar a otras de menor diámetro, que son portátiles y fáciles de manejar y en ellas van los aspersores instalados a distancias fijas, según el tipo de suelo, cultivo y tipo de aspersor. Se pueden adaptar a gran variedad de cultivos, tales como pastos, caña, frutales, okra; y también se le puede emplear para los riegos de presiembra (50).

2.4.3.2. Microaspersión

Es un método que distribuye el agua en forma controlada por el cabezal de control, a través de una red de tuberías -

hasta los emisores (microaspersores, microjets, etc.) (59). Se considera que este método se encuentra entre el riego por goteo y el de aspersión, ya que utiliza presiones y volúmenes bajos, así como también asperja el agua en forma de chorros finos o de abanico, alcanzando un diámetro de mojado de 1.5 a 3.0 mts (54, 55). Se adapta a plantaciones especialmente de árboles con sistema radicular amplio, además a ciertas hortalizas (54).

2.4.3.3. Goteo

Por haberse utilizado como método de aplicación de agua en la investigación se ampliará a continuación esta información.

2.5. El riego por goteo

2.5.1. Definición

Es un método para aplicar pequeñas cantidades de agua, a menudo en forma diaria, directamente a la zona de las raíces de la planta, manteniendo el suelo en condiciones óptimas de humedad, para el buen desarrollo del cultivo (55, 57).

Para Fuentes (21), es un riego localizado en donde el agua se aplica al suelo gota por gota.

Según Gurovich (34), la conducción del agua es a través de tuberías a presión, hasta unos dispositivos especiales para descargar el líquido con una presión prácticamente nula.

2.5.2. Descripción

El riego por goteo se basa en la aplicación de pequeños volúmenes de agua, a través de orificios de diámetro reducido, situados en estructuras especiales denominadas goteros, adaptadas a una red de tuberías de plástico donde el agua circula a presión, localizadas sobre o inmediatamente abajo de la superficie del suelo (41).

Según Gurovich (34), los emisores disipan la energía que existe en la red de cañería por medio de un orificio de pequeño diámetro, o por medio de un largo recorrido, de esta forma disminuye la presión del agua y permite descargar desde el sistema hacia el suelo solamente unos pocos litros por hora por cada gotero.

2.5.3. Ventajas y desventajas del riego por goteo

2.5.3.1. Ventajas

Algunas ventajas que a continuación se mencionan pueden ser proporcionadas por otro método de riego, pero la combinación de todas es única en riego por goteo.

1) Alta eficiencia de aplicación de agua para riego -- (96-98%) comparándose favorablemente con las obtenidas mediante los métodos tradicionales (aspersión, surco, etc.) (60).

Esto es debido a la disminución de las pérdidas de agua en la conducción y a la eficiencia de aplicación, ya que se eliminan las pérdidas por infiltración profunda y se dismi-

nuye la evaporación del agua en el suelo por la reducción de la superficie mojada (23, 29).

2) Permite significativos incrementos en la producción agrícola, tanto en cantidad como en calidad, lo cual constituye su principal ventaja (34, 45, 60).

3) Su posibilidad de uso en casi todos los cultivos con excepción en los cultivos densos; sin embargo, por su alto costo es recomendable su utilización para riego en cultivos de alta rentabilidad, tales como frutales y hortalizas (29).

4) En general, se adelanta la época de cosecha permitiendo llevar un producto al mercado antes que otros agricultores cuando se encuentre a mejores precios (60).

5) No es necesario nivelar el terreno y no hay corrientes superficiales de agua, por lo tanto no hay erosión de suelo (57).

6) Gran adaptabilidad a suelos de cualquier textura y topografía (60). Además a diferentes tipos de suelo como son de poca profundidad, pedregosidad, calcáreos y salinos (3, 8).

7) Los nutrientes en solución, insecticidas y fungicidas se introducen a la red de riego debidamente dosificados, con la frecuencia y para fines en la producción (8, 23, 60).

8) Nula interferencia de la acción del viento en la aplicación del riego (3).

9) Permite el aprovechamiento de los pequeños abastecimientos de agua (8, 29).

10) Da lugar a un considerable ahorro de mano de obra al reducirse las labores de cultivo para la eliminación de hierbas (34, 57).

11) Reducción de costos de bombeo por usar volúmenes de aguas menores; así como ahorro de gasto de energía por usar presiones y caudales pequeños (23).

2.5.3.2. Desventajas

1) El alto costo de inversión inicial requerido, por lo que existe una limitación de tipo económica en su aplicación a los cultivos. No todos los cultivos son tan rentables como para justificar las fuertes inversiones que el goteo supone (45).

2) La obstrucción de partes del sistema, en particular los emisores, debido al material biológico, químico u otras partículas; tales como sólidos en suspensión, aguas con alto contenido de sales o carbonatos, a la sal cuando los suelos son salinos y el gotero se encuentra en contacto con el suelo, materia orgánica en el agua de riego y pequeñas raíces que se meten en el emisor (57, 62).

3) Necesidad que los fertilizantes que se apliquen con el agua sean altamente solubles (60).

4) Susceptibles a daños mecánicos ocasionados por animales como roedores, pájaros, coyotes, etc. (57).

5) Es un sistema poco versátil.

2.5.4. Componentes del sistema

2.5.4.1. Fuente de abastecimiento

Puede utilizarse lagos, lagunas, ríos, embalses de presas, manantiales, descargas de aguas negras (previo tratamiento) o acuíferos subterráneos (23).

2.5.4.2. Fuente de energía del agua

Generalmente se necesita de una motobomba para operar el sistema, o sea bombas accionadas por motores (29).

Para Lordelo (41), el conjunto motobomba tiene la finalidad captar el agua de la fuente de abastecimiento impulsándola a presión a través del sistema para su funcionamiento.

2.5.4.3. Cabezal de control

El cabezal de control comúnmente se instala inmediato a la fuente de abastecimiento, constituyéndose la parte principal del sistema de riego. También se puede instalar dentro de la zona de riego, siendo uno o varios cabezales, dependiendo de las características del proyecto, ya sea para dividir la zona de riego, o porque se tienen diferentes cultivos (57) (Fig. 1).

El cabezal de control comprende un conjunto de aparatos que sirven para tratar, medir y filtrar el agua, comprobar su presión e incorporar los fertilizantes (21).

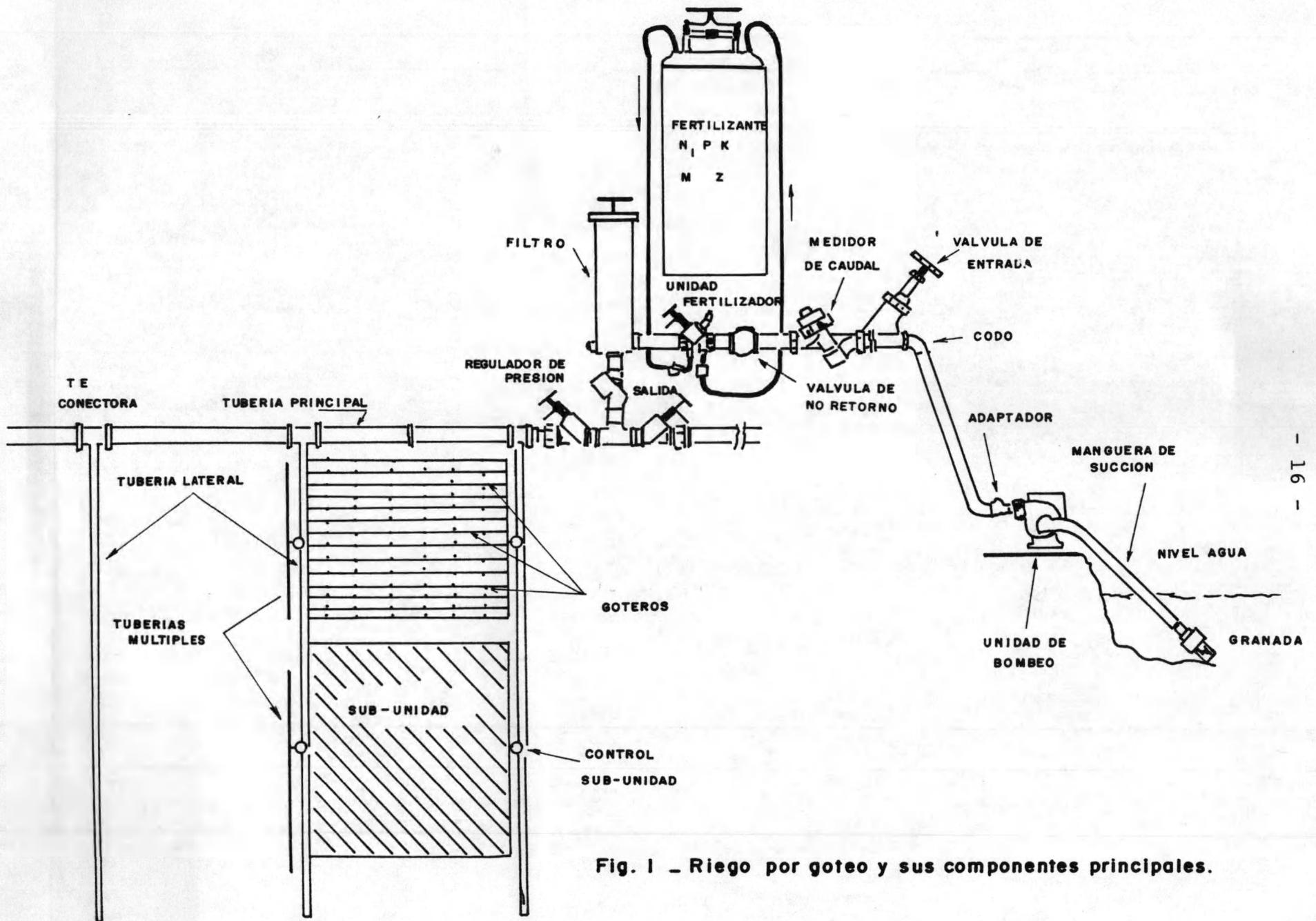


Fig. 1 - Riego por goteo y sus componentes principales.

2.5.4.4. Red de tuberías

Sirven para conducir el agua desde la fuente de abastecimiento hasta los goteros o emisores dependiendo del tamaño del sistema se pueden encontrar líneas de conducción, -- principales, secundarias, múltiples y regaderas (1).

a) Tubería de conducción :

Se utiliza cuando la zona de riego se encuentra distante de la fuente de abastecimiento, los diámetros son de acuerdo al gasto que conducen (29).

b) Línea principal :

Abastecen a las líneas secundarias a partir del cabezal de control (57).

c) Línea secundaria :

Son las tuberías que conectan a la tubería principal con las unidades de control autónomo (23).

d) Línea múltiple :

Su función es transportar el agua desde la línea secundaria hasta la tubería regante (1).

e) Tubería regante :

Son tuberías que tienen los emisores y sirven para aplicar el agua a los cultivos (5, 4).

2.5.4.5. Goteros

Son estructuras mecánicas diseñadas para disipar la energía del agua de las tuberías regantes, de modo que permita la descarga de un caudal pequeño (28, 41).

Agrega Busch (5), que cada emisor suministra un flujo lento y preciso para mantener una bolsa de humedad en la zona radicular.

2.5.4.6. Accesorios

Es el conjunto de piezas de PVC, hierro galvanizado, polietileno y otros materiales que se utilizan en la instalación para unir tuberías de igual o distinto diámetro, hacer derivaciones, conectar válvulas, saltar obstáculos del terreno (45).

2.5.5. Adaptabilidad

2.5.5.1. Suelo

Se adapta a la mayoría de las texturas de suelo aunque los suelos intermedios son los más adecuados.

Según Medina (45), no presentan inconvenientes en suelos pobres o de bajo espesor dando como resultado la utilización de suelos con calificativos de marginales.

2.5.5.2. Topografía

La posibilidad de regar cualquier tipo de terreno accidentado o sea con pendiente quebrado o pendiente no uniformes más que cualquier otro sistema de riego (34).

2.5.5.3. Cultivo

Es notable la respuesta del rendimiento y calidad de pro

ductos agrícolas, la cual es especialmente válida en horta lizas y huertos frutales (34, 56).

Por su parte Gómez (28), menciona que responde perfecta mente a la producción de flores, y no es aplicable a culti- vos extensivos con siembras al voleo como arroz.

2.5.5.4. Caudal

Debido a que no se moja todo el suelo, sino sólo parte - del mismo en goteo se utilizan caudales o tasas de flujo mí nimo que generalmente andan entre 2, 4, 8 y hasta 12 L/H (55).

2.5.6. Forma de humedecimiento

El agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical (45).

Formando así, un volumen de suelo húmedo bajo el terreno al cual se le llama bulbo húmedo o "cebolla". Este movi- miento de agua en el suelo determina la forma y el tamaño, el cual depende de la textura del suelo, caudal de cada emiñ sor, tiempo de riego y de la frecuencia de riego (3, 21, 36).

Dentro de dicho bulbo se forman tres zonas con distinto contenido de agua y de aire:

- a) La zona saturada : Debajo y alrededor del gotero, - zona en la que existe un exceso de agua y falta de - aire.

- b) La zona de equilibrio: En la que existe una relación óptima entre el agua y el aire.
- c) La zona seca: Donde existe un déficit de humedad y un máximo de aire (3) (Fig. 2).

2.5.7. Uniformidad de emisión

Esta es una medida de la uniformidad de emisión de todos los puntos de emisión dentro del sistema de riego, indicando el estado de obstrucción o envejecimiento de la instalación por lo que el valor de ésta debe estar comprendido entre el 90-94% (21, 39, 45).

La uniformidad de emisión para cálculos de campo se determina mediante la siguiente ecuación :

$$EU = 100 \frac{q_n}{q_a}$$

Donde : Eu = Uniformidad de emisión a partir de prueba de campo.

qn = Descarga promedio del cuarto inferior de los datos de campo (L/H).

qa = Es la descarga promedio de todos los goteros en el campo (L/H).

2.5.8. Eficiencia de riego

La aplicación de agua a velocidades y presiones bajas hace posible la eliminación del escurrimiento; así mismo, la reducción en las pérdidas por evaporación y por percolación

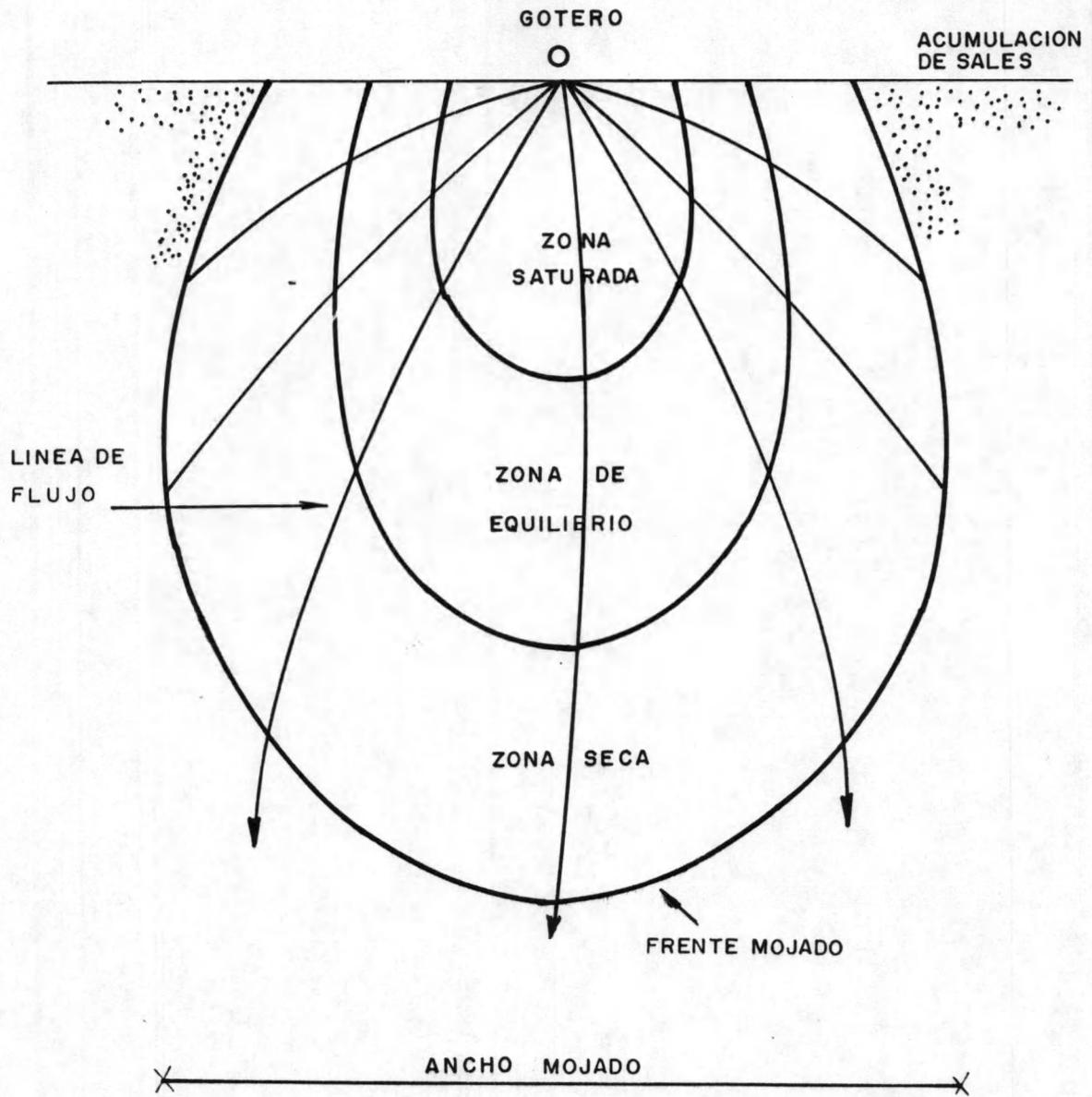


Fig. 2 - Patrón de humedecimiento

da como resultado una mayor utilización del agua y por consiguiente un aumento en la eficiencia (62).

Esteve (19), afirma que en goteo se alcanza una eficiencia de aplicación que oscila entre el 96% y un 98%.

2.5.9. Requerimientos de presión

La mayoría de los sistemas de riego por goteo trabajan a una presión de 15 lbs./pgda², es decir, de más o menos -- 1.054 kg/cm² (5)).

Sin embargo, para Fuentes y Medina (21, 45), las presiones de trabajo que suelen utilizarse oscilan entre los 10-20 M.C.A. Según Lordelo (41), es preferible trabajar a una presión mínima de 10 M.C.A. para compensar pérdidas de carga provenientes de las pérdidas de fricción en la tubería de conducción o diferencia de elevación del terreno.

Agrega Keller (39), que resulta útil limitar las diferencias de presión del lateral, ΔH a un medio de las variaciones permisibles de presión en la subunidad, $0.5 \Delta H_s$, donde el múltiple más los laterales constituyen la subunidad.

2.5.10. Frecuencia de riego

Uno de los aspectos principales del dimensionamiento y operación de cualquier sistema de riego es la frecuencia, o sea el intervalo que transcurre entre dos riegos consecutivos (6, 34). Para Keller (39), la frecuencia real a utilizarse es una decisión de manejo.

El intervalo es un número de días que hay entre un riego y el siguiente en un determinado cultivo de un punto de la parcela (20, 21, 49).

Según González (31), es el número de días máximo que se deja sin regar un cultivo para que no sufra trastornos por falta de agua. Por consiguiente, ésta se tiene que elegir de tal forma que la lámina de reposición sea igual a la velocidad de transpiración diaria promedio durante el mes pico (34, 39).

Por otra parte se sabe que a medida el suelo se seca aumenta la tensión con la cual el suelo retiene el agua (3), por lo que se debe mantener el suelo a una capacidad de campo y para ésto el riego debe ser más frecuente y con mayor razón cuando el suelo es arenoso; y cuando el suelo es arcilloso el riego debe ser menos frecuente (57).

Según Grassi (32), la frecuencia de riego es mayor en suelos de textura gruesa, que en suelos medios o finos.

2.5.11. Conceptos básicos

2.5.11.1. Transpiración diaria máxima promedio.

Es una función del uso consuntivo diario promedio calculado convencionalmente durante el mes de uso pico y la extensión del follaje de la planta (39). Se obtuvo mediante la siguiente ecuación :

$$T_d = U_d \left[\frac{P_d}{100} + 0.15 \left(1.0 - \frac{P_d}{100} \right) \right]$$

Donde : T_d = Velocidad de transpiración diaria promedio mm/día.

U_d = Uso consuntivo diario mm/día computado convencionalmente.

P_d = Área sombreada por el follaje del cultivo a mediodía como porcentaje de área total (%).

2.5.11.2. Lámina máxima de riego

Es la lámina de agua que va a reponer el déficit de humedad del suelo cuando éste sea igual al MAD. Se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$d_{nx} = \frac{MAD}{100} * \frac{P_w}{100} * W_a * Z$$

Donde : d_{nx} = Lámina neta máxima a ser aplicada en cada riego (mm).

MAD = Déficit permitido de manejo (%).

W_a = Capacidad de agua disponible en el suelo mm/mt.

Z = Profundidad de la zona radicular (mts).

P_w = Porcentaje de área mojada (%)

2.5.11.3. Lámina neta de riego

Esta es aplicada en cada riego, para satisfacer los requerimientos del uso consuntivo.

$$dn = Td, F$$

Donde : dn = Lámina neta a aplicar (mm)

F = Frecuencia de riego (día)

Td = Transpiración diaria máxima promedio (mm/día)

2.5.11.4. Lámina bruta de riego

Se aplica para compensar la falta de humedad, y pérdidas inevitables. Se obtuvo utilizando la siguiente ecuación :

$$d' = \frac{dn * Tr}{Eu \div 100}$$

Donde : d' = Lámina bruta de aplicación por riego (mm).

Tr = Relación de transpiración del período de uso pico en función de la profundidad de raíces y de la textura del suelo (1.0 - 1.10).

Eu = Uniformidad de emisión (%)

dn = Lámina neta a aplicar por riego (mm)

2.5.11.5. Volumen bruto de agua

El volumen bruto de agua requerido por planta y por día es útil para la selección del caudal de diseño del gotero. Calculándose con la ecuación :

$$G = K \frac{d}{f} * Sp * So$$

Donde : G = Volumen bruto de agua requerido L/día

K = Constante de conversión = 1.0

f = Frecuencia de riego (día)

Sp = Espaciamiento entre planta (mts).

So = Espaciamiento entre hilera (mts).

2.6. Estudios en riego

La mayoría de los estudios de respuesta al agua han sido llevados a cabo en áreas de clima árido y enfocados hacia que el déficit de agua afecta el rendimiento (58).

Según Doorenbos (10), el riego demorado, especialmente en los períodos en los que la planta es muy sensible a la tensión de humedad del suelo, pueden tener grandes efectos negativos sobre la producción del cultivo.

Por lo que se debe mantener tanto como sea posible la óptima condición de humedad en el suelo para la obtención de un máximo rendimiento (35).

Para el Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuaria (63), durante el período de crecimiento activo, la disponibilidad de agua debe ser mantenida suficientemente para evitar una reducción del rendimiento.

Así mismo, Grassi (32), se refiere a un cultivo típico que cumple todo su ciclo vegetativo, del cual se puede señalar en términos generales los cuidados del riego en las diferentes fases o períodos vegetativos. Durante el período de crecimiento, se requieren buenas condiciones de humedad en el suelo, dada las crecientes necesidades del proceso evapotranspiratorio. El período de floración, generalmente crítico para todas las especies vegetales y a consecuencia de un buen abastecimiento de agua en la capa de raíces y durante el período de fructificación, el crecimiento aéreo y de las

raíces se ha completado y la velocidad de transpiración comienza a disminuir.

2.6.1. Del riego por goteo

La respuesta de las plantas sometidas al riego por goteo parece ser superiores que otros sistemas de riego ya que algunas veces se obtienen mayores rendimientos de los cultivos y una mejor calidad. Esta respuesta es especialmente válida en hortalizas y huertos frutales (34).

Así mismo Lordelo (41), menciona que los resultados obtenidos con el riego por goteo, en una gran variedad de cultivos, los cuales permiten actualmente visualizar algunas potencialidades de este método de aplicación de agua, ya que mostraron siempre altos valores de producción por unidad de agua utilizada. Además, se ha visto que la rapidez de crecimiento vegetativo es mucho mayor en el riego por goteo, este acelerado desarrollo fue probablemente provechoso es decir, las cosechas se recolectaron más temprano y fueron más abundantes.

Para Prieto (55), los cultivos comerciales como tomate, melón, pepino y fresas, la superficie seca del suelo resulta en mejor calidad de frutos y actividad mínima de microorganismos perjudiciales en el suelo. Agrega Dan Golberg (27), que los pepinos en el desierto de Arava, profujeron un rendimiento relativamente altos y en Arish se produjo el doble de la producción obtenida por aspersion.

2,6,2. Frecuencia en riego por goteo

El sistema de riego por goteo tiene su fundamento en proporcionar una humedad constante en la zona radicular. Consecuentemente, cuando más prolongada sea la duración del riego y menos tiempo transcurra entre aportes de agua, la planta disfrutará de mejores condiciones para tomar lo que necesite. Prácticamente todos los autores coinciden en la mayor eficiencia del riego de "alta frecuencia", porque mantienen la tensión de succión del suelo a niveles bajos (19).

Para Dan Goldberg (25), se obtienen muy importantes resultados en la agricultura con el riego a intervalos relativamente pequeños, en donde la tensión de humedad dentro de la zona radicular continuamente se conserva, más o menos a la capacidad de campo, manteniendo la tensión entre 0.3 y 0.5 de Bar.

Según Fuentes (21), la frecuencia con que se aplica el agua de riego tiene unas consecuencias importantes sobre el aprovechamiento del agua del suelo por las plantas. Cuando el agua se aplica con mucha frecuencia, el suelo se encuentra siempre a capacidad de campo con lo cual las plantas absorben el agua con mucha facilidad. Además la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (23), menciona que si se aplica el agua en láminas de riego pequeñas en intervalos cortos de tiempo, ésto mantiene un nivel alto

de humedad aprovechable en el suelo y permite que los nutrientes permanezcan disponibles en solución. Se evitan encharcamientos y la saturación del suelo. El esfuerzo de humedad del suelo permanece en niveles bajos evitando gastos de energía a la planta en la extracción de agua del suelo.

Así mismo Keller (39), menciona que el propósito más importante en tener un sistema de alta frecuencia es mantener el cultivo trabajando a pico demanda para incrementar calidad y rendimiento.

Hilgeman, citado por (19), agrega que ha podido constatar que el riego de alta frecuencia reduce las pérdidas de cuaje y caída de frutos.

Goldberg, citado por (43), realizó ensayos en 1970 variando el intervalo de riego y obtuvo los mejores resultados para frecuencias diarias, reduciéndose las producciones en un 20% ó más, a medida que aumenta el período de riego.

Por otra parte, con el riego por goteo, se realizó un experimento en el cual Golderg (24), probó diferentes frecuencias de riegos en tres cultivos en el desierto de Arava, melones, tomates y pepinos, los resultados obtenidos se proporcionan en la Fig. 3, en todos los cultivos el rendimiento aumentó conforme se acortaba el intervalo entre riego, donde las aplicaciones diarias de agua produjeron el máximo rendimiento. Así mismo, otros experimentos con pimiento regado por goteo en dos frecuencias diaria y cada 5 días, demostró

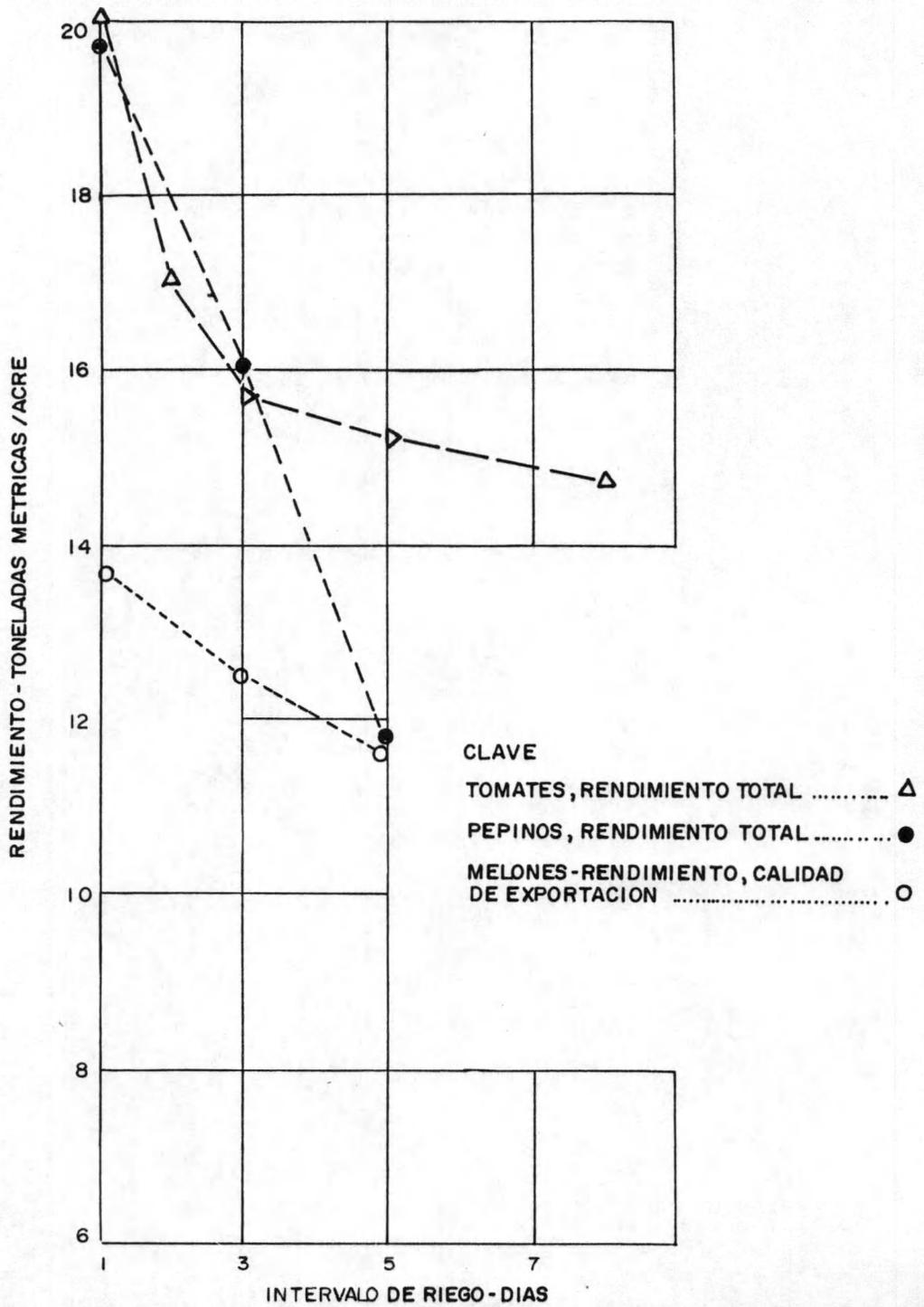


Fig. 3.- Efecto del intervalo de riego sobre el rendimiento del tomate, el pepino y el melón con riego por goteo.

Fuente : Goldberg, D. Shmuell, M. 1974 .

que se obtenían mayores producciones con el riego diario.

También ensayos realizados en el municipio de Puerto Nuevo - Minas Gerais, en el cultivo de Chile (Capsicum annun L.), sobre el efecto de tres láminas de agua y tres intervalos, demostró que la producción de frutos es inversamente proporcional al intervalo de riego, siendo que a menores intervalos (1 día), proporcionaron mayores producciones y que el hecho del aumento la producción será directamente proporcional al aumento de la disponibilidad de agua para la planta (6).

Para Martínez (44), la frecuencia de riego del tomate debe ser lo más alto posible y debe aplicar una lámina de agua suficiente y bien distribuida durante el ciclo, según la etapa de desarrollo del cultivo.

Por otra parte, los ensayos efectuados con el riego por goteo han demostrado que existe una relación directa entre la respuesta de los cultivos y la tensión de humedad del suelo, con melones, el rendimiento aumentó notablemente a medida que se redujo el intervalo entre un riego y otro (26).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área

3.1.1. Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en los meses de febrero a abril de 1994, en el área destinada para cultivos anuales, ubicada en el Lote La Bomba, del Campo Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, localizada en el Cantón Tecualuya, jurisdicción de San Luis Talpa, en el Departamento de La Paz, a 36 km de San Salvador, con una elevación de 50 msnm, las coordenadas geográficas del lugar son 89°5.8' Longitud - Este 13°28.3' longitud Norte (Fig. A-1).

3.1.2. Características climáticas

3.1.2.1. Clasificación climática

El Campo Experimental se ubica en la zona climática propia de Sabanas Tropicales Calientes o tierras calientes según Koppen, Sapper y Laver (18).

3.1.2.2. Temperatura

Se tienen registradas temperaturas promedio anual de 27.3 °C, la temperatura máxima se reporta para los meses de marzo y abril con 34.1 °C y la mínima con 20.8 °C para el mes de enero, las temperaturas medias de febrero a abril oscilan entre 26.2 °C a 27.9 °C (4). (Cuadro 1).

3.1.2.3. Humedad relativa

La humedad relativa promedio anual es de 73%. Los valores medios más bajos se registran para los meses de enero y febrero con 60%; y el más alto 84% para septiembre (4) -- (Cuadro 1).

3.1.2.4. Viento

Las mayores velocidades se dan en enero alcanzando 1.5 M/S y las menores son de 0.7 M/S que se dan en el mes de septiembre. Estos valores de velocidad del viento son calculados a dos metros de altura sobre el nivel del suelo (4) -- (Cuadro 1).

3.1.2.5. Luz solar

Los máximos valores de luz solar se observan durante enero y febrero con un promedio de 9.8 H/día; y el promedio mínimo de luz se tiene en mayo, llegando a un valor de 6.0 H/día (4). (Cuadro 1).

3.1.2.6. Evapotranspiración potencial (ETP)

El mayor valor de ETP calculado según Hargraves es en el mes de marzo con 180 mm/mes y los menores valores con sumas mensuales de 138 a 140 mm para los meses de noviembre y diciembre (4) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Resumen de elementos climáticos para la Estación Experimental La Providencia para el período de once años — (1976-1987).

E L E M E N T O	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P Media (mm)	5.33	1.29	29.17	26.60	176.60	306.55	297.00	276.06	269.55	196.60	49.60	4.13
T °C MEDIA	25.30	26.20	26.80	27.90	27.40	26.80	26.60	36.60	26.00	26.10	26.00	26.00
T °C MAXIMA	33.30	33.90	34.10	34.10	32.90	32.40	33.10	32.90	31.80	31.70	33.00	30.20
T °C MINIMA	20.80	21.60	22.30	23.70	23.90	23.30	22.60	22.60	22.70	22.60	21.90	21.40
HR %	60.00	60.00	64.00	64.00	79.00	81.00	80.00	81.00	84.00	81.00	74.00	68.00
VIENTO 2 m (m/s)	1.50	1.40	1.40	1.20	1.00	0.80	0.90	0.80	0.70	0.80	0.90	1.10
Ra (mm/día)	12.41	13.62	14.89	15.65	15.83	15.70	15.72	15.65	15.14	14.12	13.25	12.47
ETP (mm)	152.00	151.00	180.00	165.00	167.00	153.00	164.00	161.00	141.00	146.00	138.00	140.00

FUENTE : BERNAL PEREZ, C. del C., Modificado

La E.T.P. se calculó por el método de HARGREAVES.

3.1.3. Suelos

3.1.3.1. Clasificación

Los suelos del área donde se realizó el ensayo pertenecen a la serie Comalapa Franco en Planicies Aluviales (Cmb), pertenecientes al grupo de los Regosoles Aluviales (43). - Las características correspondientes al lugar del ensayo son las siguientes :

3.1.3.2. Textura

En el lugar predominan perfiles de franco limoso a franco arenoso en los primeros estratos y franco limoso en los estratos inferiores (7) (Cuadro A-1).

3.1.3.3. Estructura

La estructura que presenta es de migajón o ligeramente granular. En los estratos inferiores generalmente se observa gravilla de pómez, estructura pulverulenta (17).

3.1.3.4. Drenaje

El drenaje externo e interno del perfil es moderadamente bueno, con una velocidad de infiltración baja de 0.14 cm/hora pero con una permeabilidad moderada (7).

3.1.4. Recurso hídrico

Se empleó como fuente de agua un pozo profundo que se encuentra al oriente del área de ensayo a una distancia de 25 mts, teniendo una capacidad de 280 GPM el cual abastecerá

una cisterna de donde se extrajo el agua para abastecer el sistema.

3.1.5. Topografía

El área del ensayo tiene pendientes predominantes menores del 2%, presentando consecuentemente una topografía plana.

3.1.5.1. Superficie del ensayo

El área total utilizada en el ensayo fue de 1206 m², siendo usada para el cultivo 1008 m² divididos en seis bloques - con dimensiones de 168 m² cada uno (24 m de largo por 7 m de ancho), orientadas de norte a sur y separados entre sí por calles de 1.65 m de ancho, formándose en cada bloque 3 unidades experimentales con un área de 56 m² cada una y una parcela útil de 12 m² dentro de ellas (Fig. A-2).

3.1.6. Cultivo

El cultivo a utilizar como indicador en el ensayo es el pepino (Cucumis sativus L.) del cual existen variedades adaptadas en el país. Por su origen seminal las variedades se clasifican como híbridas y de polinización libre o abierta (9, 14). La variedad utilizada fue la Poinsett-76 de polinización libre, el cual se seleccionó por adaptarse a climas cálidos soportando temperaturas altas, así como también por ser tolerante a enfermedades.

3.1.6.1. Descripción botánica del pepino

Alvarado, MAG y CENTA (2, 14, 61), mencionan que el cultivo de pepino pertenece a la familia de las cucurbitáceas y su nombre científico es (Cucumis sativus L.) es una planta herbácea anual, su sistema radicular consta de una raíz principal que alcanza hasta 1.2 mts, ramificándose principalmente entre los 20 y 30 cm. Sus tallos son trepadores, rastreros, angulosos por los cuatro lados, cubiertos de pelos y muy ramificados en la base, de crecimiento indeterminado, que puede alcanzar hasta 2.5 - 3.0 mts. según la variedad. La hoja posee de 3-5 lóbulos angulares y triangulares, con longitud de 7 a 20 cm, de epidermis con cutícula delgada, por lo que no resiste evaporación excesiva, sus pecíolos son largos midiendo de 5-15 cm de longitud, las flores masculinas se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo, no así las flores femeninas que aparecen con frecuencia solitaria. Al inicio de la floración normalmente se presentan solo flores masculinas, a continuación en la parte media de la planta están en igual proporción y en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas. El fruto es una baya falsa (peponíde) de 18-40 cm de longitud, en su estado joven presentan en su superficie espinas de color blanco o negro.

3.1.6.2. Ciclo fenológico

Según Orozco (52) el cultivo de pepino presenta etapas -

bien definidas durante el desarrollo, que son de gran utilidad, para ofrecer un manejo adecuado. Es así como define el ciclo genológico.

ESTADO FENOLOGICO	DIAS DESPUES DE SIEMBRA
- Emergencia	4 - 6
- Inicio de emisión de gufa	20 24
- Inicio de floración	27 - 34
- Inicio de cosecha	43 - 50
- Término de cosecha	75 - 90

3.1.6.3. Necesidades hídricas del cultivo

El déficit de agua en el pepino retrasa su desarrollo y de donde se observan plantas menos vigorosas, con una menor superficie foliar, lo que finalmente lleva a un menor rendimiento y a pérdidas económicas (22, 52).

Según Persons (53), durante su ciclo de vida del cultivo requiere relativamente muchas aguas para producir bien. Las necesidades mínimas de agua es aproximadamente 500-600 mm en el ciclo del cultivo, por eso el suministro de agua revisite de una gran importancia especialmente en los períodos de demanda crítica.

Para Alvarado (2), los pepinos necesitan mucha agua, ya que los frutos contienen 95% de este líquido, se calcula que en algunas áreas se necesitan 380 mm a lo largo de la temporada y el período más crítico ocurre durante la fructificación. FUSADES-DIVAGRO (22), menciona que los períodos críticos del

riego en pepino, son a la germinación, floración y formación de fruto.

3.2. Riego

3.2.1. Descripción del método

Para el riego del cultivo se utilizó el sistema de riego por goteo, en el cual la aplicación del agua estuvo regulada mediante goteros ubicados sobre la línea, que fueron conectados a la red de tubería del sistema. El paso del agua al sistema era accionado mediante una válvula de compuerta y la conducción del agua al sistema se efectuó a través de la tubería de polietileno de 2" \emptyset (Fig. 1).

3.2.2. Descripción de los componentes

3.2.2.1. Fuente de abastecimiento

La fuente la constituye una cisterna, la cual es abastecida por un pozo profundo, que es explotado por una bomba de turbina vertical.

3.2.2.2. Fuente de energía

Se utilizó una bomba tipo centrífuga Marca "GRANE DEMING" activada por un motor eléctrico "CENTURY" de 1 HP.

3.2.2.3. Cabezal de control

Se establecieron dos cabezales de los cuales el primero -

se encontraba en la fuente de abastecimiento y estaba formado por un manómetro (100 PSI), filtro de malla (120 MESH), válvulas y accesorios (Fig. 4). El segundo llamado "CABEZAL PARCELARIO", ubicado antes de la red de tubería que conforma el sistema (Fig. 4), el cual constaba de un manómetro (30 PSI) y la válvula de regulación de flujo, con el cual se regulaba la presión.

3.2.2.4. Red de tuberías

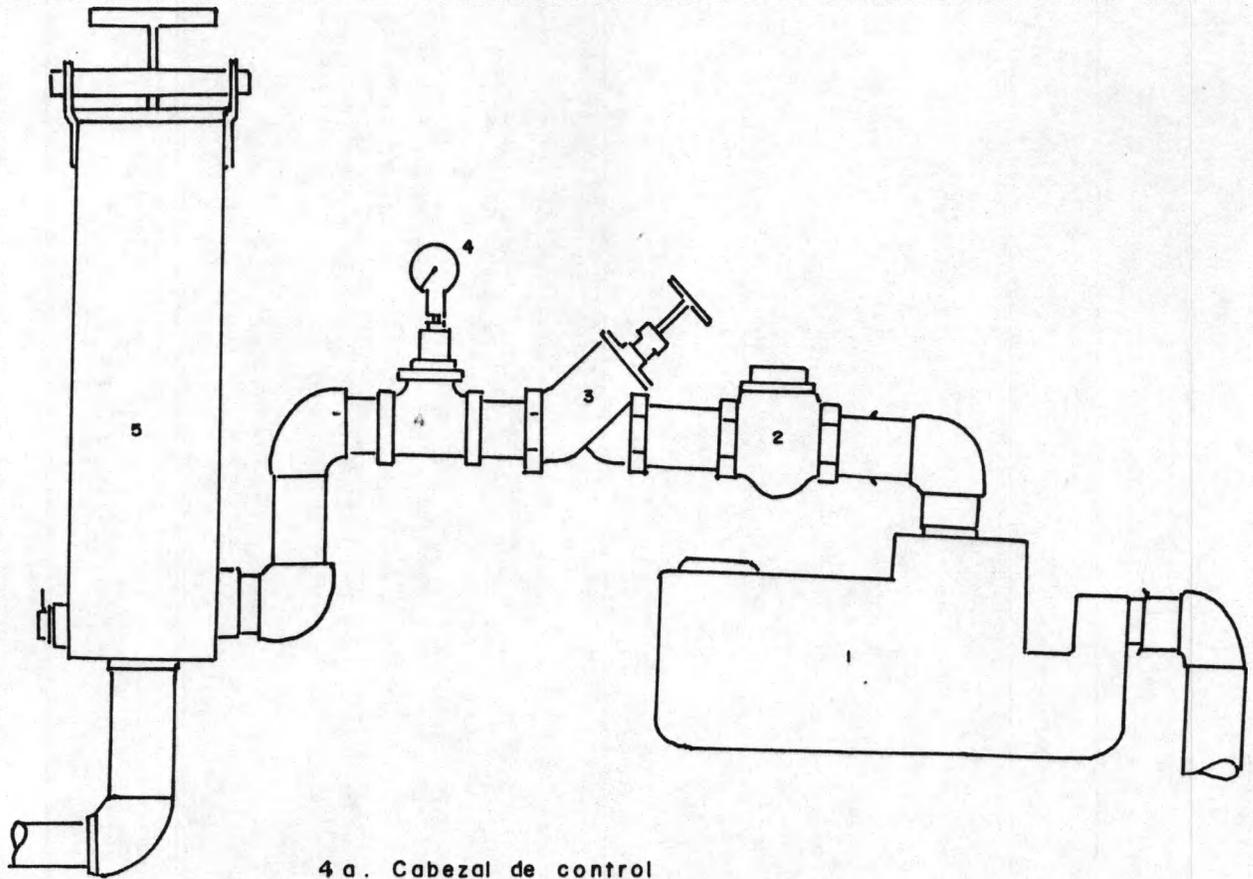
- Tubería de conducción : Se utilizó una tubería de polietileno de 2" de diámetro, que transportaba el agua de la fuente de abastecimiento al área de ensayo (Fig. 5).

- Tubería principal : Se utilizó tubería con las mismas características de la tubería de conducción, permitiendo el transporte del agua a los diferentes bloques (Fig. 5).

- Tubería secundaria : Se usó tubería de PVC con diámetro igual a 1/2" de 315 PSI, distribuyendo el agua a las tuberías múltiple que conformaban las unidades de riego (Fig. 5).

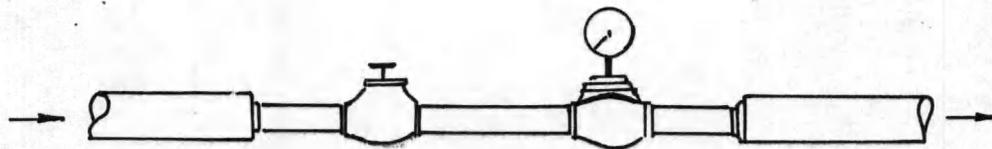
- Tubería múltiple: Se utilizó tubería de PVC con las mismas características de la tubería secundaria, permitiendo el paso a la línea regante (Fig. 5).

- Tubería regante : Se usó tubería de polietileno de 16 mm de diámetro, donde la separación entre la tubería era de 1 mt. (Fig. 5).



4 a. Cabezal de control

- 1 - MOTOBOMBA
- 2 - VALVULA DE NO RETORNO
- 3 - VALVULA DE COMPUERTA
- 4 - MANOMETRO
- 5 - FILTRO DE MALLA



4 b. Cabezal de control parcelario

Fig. 4 - Cabezales de control.

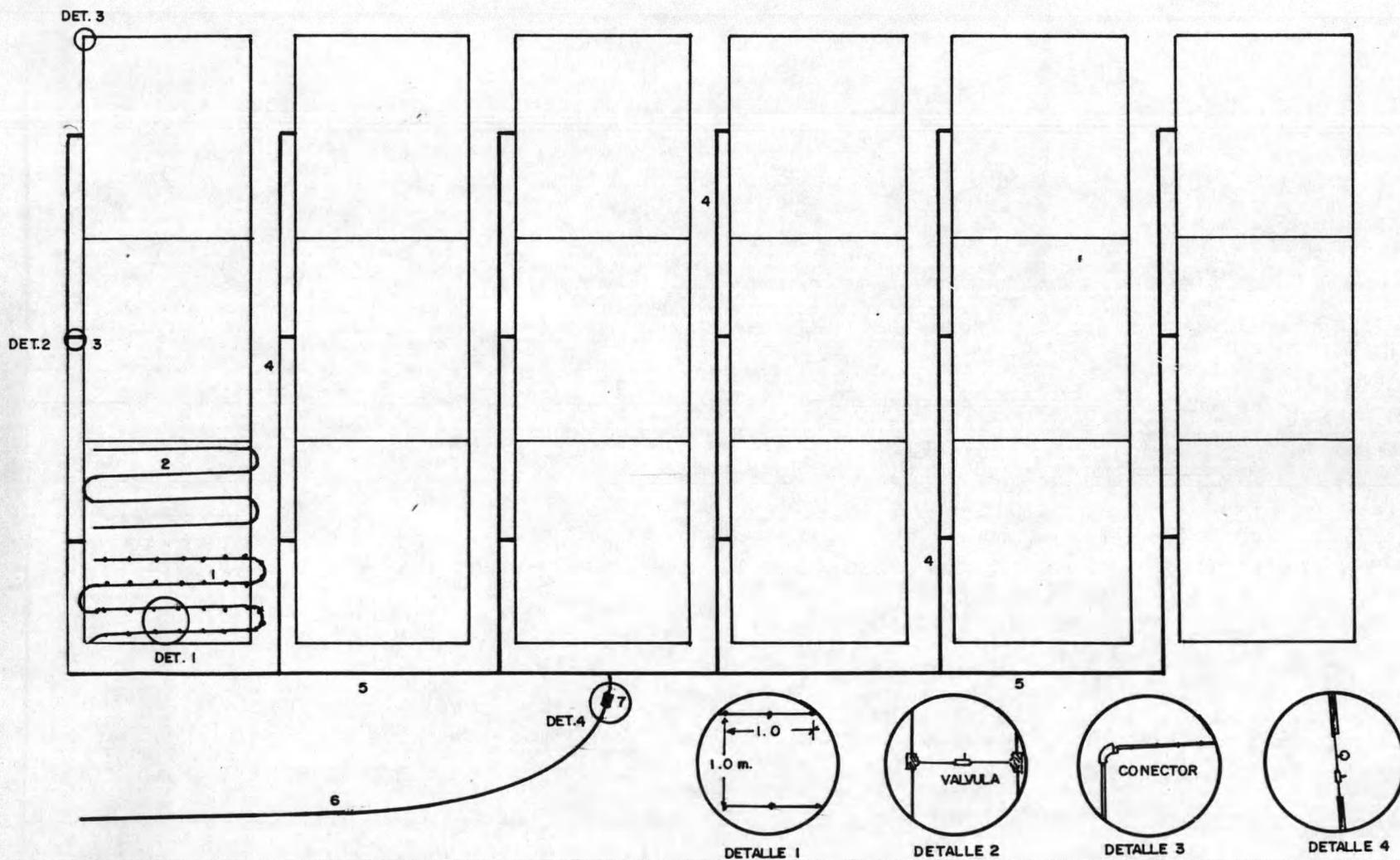


Fig. 5 - Plano de distribución de los componentes del sistema en el campo. (1, goteros; 2, tubería lateral; 3, tubería múltiple; 4, tubería secundaria; 5, tubería principal; 6, tubería de conducción; 7, cabezal de control parcelario).

3.2.2.5. Goteros

Se usaron goteros de botón Marca "NETAFIN" que se encontraban conectados al lateral en forma sobre la línea, clasificados así por la forma de sujeción sobre la línea regante. Los goteros se encontraban separados de 1.0 mts. de distancia con capacidad de aplicar un caudal nominal de 4.0 L/H.

3.2.2.6. Materiales y equipo utilizados en el ensayo.

Los materiales y equipo utilizados fueron :

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Emisores	1008
- Conectores de compresión PVC de 1/2" ϕ	36
- Codos de PVC 90° de 1/2" ϕ	42
- Tee de Rosca de 1/2" ϕ	30
- Adaptadores macho de 1/2" ϕ	42
- Busching Reductor Galvanizado de 1 x 3/4" ϕ	1
- Busching Reductor Galvanizado de 2 x 1" ϕ	1
- Válvulas de Bola PVC de 1/2" ϕ	18
- Tubería de PVC (315 PSI) de 1/2" ϕ	48
- Tubería de polietileno de 16 mm ϕ	1224 m
- Tubería de polietileno de 50 mm ϕ	88 m
- Tapones de polietileno de 2" ϕ	2
- Tubería de aluminio de 2" ϕ	1
- Abrazadera de 2" ϕ	2
- Acoplamiento tipo Montura de 2" ϕ	6

..... CONTINUACION

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Manómetro de 30 PSI	1
- Manómetro de 100 PSI	1
- Filtro de malla (120 MESH)	1
- Bomba de 1 HP (GRANE DEMING)	1
- Alambre de amarre	2 Lbs.
- Cinta Teflón	2
- Cemento para PVC (1/8 de galón)	1

3.3. Establecimiento y labores culturales en el ensayo

3.3.1. Preparación de suelo

Esta actividad se realizó una semana antes de la siembra, mediante un paso de arado y dos de rastra, con el objetivo de dejar el terreno suelto y libre de terrones.

3.3.2. Medición del terreno

Una vez preparado el suelo se prosiguió a medir el terreno haciendo uso del método de "lados de liga" realizando de esta forma el cuadrado del terreno y el estaquillado mismo, quedando un área delimitada para el experimento de 1206

3.3.3. Uniformidad de la humedad del terreno

Esta actividad fue un riego de presiembra, efectuándose se con aspersión con el objeto de uniformizar la humedad del suelo, ya que se encontraba seco, así mismo para garantizar -

una germinación uniforme, pues la formación de la franja húmeda característica del goteo no es inmediata.

3.3.4. Siembra

Efectuada la uniformidad de humedad del terreno se procedió a la siembra (dos días después de esta actividad), la cual se realizó el día 12 de febrero de 1994, utilizando la semilla de pepino variedad Poinsett-76 en cantidad de 8 Onz. para el área utilizada. La siembra se efectuó en forma manual a un distanciamiento de 0.5 mts. entre planta y 1 mt. entre hilera; colocando 3 semillas por postura, a una profundidad de 2 cm.

3.3.5. Raleo

Esta actividad se realizó dejando dos plantas por postura, siendo éstas las más vigorosas y desarrolladas. Esto se hizo a los 12 días después de la siembra.

3.3.6. Aporco

El aporco se llevó a cabo al momento de efectuar la segunda fertilización aproximadamente a los 30 días después de sembrado.

3.3.7. Fertilización

Esta labor se efectuó tomando en cuenta principalmente las recomendaciones y antecedentes sobre fertilización en el cultivo de pepino (33, 37). Así mismo del análisis -

químico del suelo realizado en el lugar del ensayo (Cuadro - A-20).

La primera fertilización a los 10 días después de la siembra con Fórmula 16-20-0 aplicando 1/2 onza por postura y a los 30 días después de la siembra se efectuó la segunda fertilización con sulfato de amonio en dosis de 1/2 onza por postura.

Además se realizaron 2 aplicaciones de fertilizantes foliar a razón de 75 cc de Bayfolán con 4 galones de agua, o sea 225 cc para los 1008 mts² (1.5 L/mz), iniciándose la primera aplicación foliar a los 28 días de la siembra y la segunda a los 43 días.

3.3.8. Control de malezas

Este se realizó a intervalos de 8 días en forma manual, hasta los 30 días de sembrado reduciéndose el crecimiento de las malezas, ya que éstas pueden ahogar el cultivo, posteriormente fue suspendido debido a la emisión y extensión de las guías del cultivo, ya que por el contrario se corre el riesgo de dañarlas, facilitando la penetración de agentes fitopatógenos.

3.3.9. Control de plagas y enfermedades

Este control se desarrolló en un plan integrado que consistió en un control químico rotativo alternando a un control cultural fitosanitario con el propósito de bajar las densida-

des de poblaciones de plagas en el cultivo así como las enfermedades.

Para decidir en qué momento era necesario realizar una aplicación química se hicieron muestreos u observaciones dos veces por semana. Este consistió en ubicar cinco puntos en zig zag del área del cultivo cada punto a cierta distancia del cual se seleccionó un surco, y de éste 10 plantas que formaban el muestreo. Si se observaba un porcentaje más del 20% plantas dañadas se tomaba la decisión de realizar una aplicación química (40).

Las plagas que se presentaron son: Plagas del suelo: Gusanos de alambre (Agriotes sp), gusano tierrero (Agrotis sp), hormigas; para los cuales se trató con barredos TS, aplicando -- 2 gr/lb.

Plagas del follaje : Se presentó una incidencia relativamente baja siendo las principales: Tortuguilla (Diabrotica sp) y mosca blanca (Bemisia tabaci), así como también el perforador del fruto (Diaphania sp); pero su influencia fue menor. - Estas se controlaron con Tamarón 600 SL en dosis de 6 cc/galón, EVICET en dosis de 4 gr/galón, Herald 375 CE en dosis de 6 cc/galón. Las aplicaciones se hicieron en forma rotativas.

En cuanto a las enfermedades, las que se presentaron fueron: Pudrición del fruto o podredumbre algodonosa y mal del talluelo (Phythium sp), las que se controlaron con Manzate 200 DF, en dosis de 14 gr/galón, Previcur N en dosis de 6 cc/galón, Derosal 500 SE en dosis de 4 cc/galón.

Además del control químico rotativo, se efectuó un control cultural fitosanitario el cual consistió en la eliminación de plantas enfermas con virosis, procediendo a enterrar el material vegetativo, así como la recolección de frutos dañados por hongos ésto con el objetivo de evitar la diseminación y proliferación de la enfermedad. También se realizó la eliminación de malezas cercanas al lugar del ensayo debido a que son plantas hospederas de insectos plagas y agentes patógenos.

3.3.10. Cosecha

La cosecha se inició a los 42 días después de la siembra, realizándose cortes cada 3 días en forma manual, completando 7 cortes en total. Los frutos se cosecharon en cada una de las seis repeticiones en el área correspondiente al área útil.

3.4. Manejo del sistema de riego

3.4.1. Aplicación de riego

El riego se desarrolló de acuerdo a una calendarización (Cuadro A-2), y éste se aplicó dependiendo del tratamiento a evaluar o sea de la frecuencia de riego.

3.4.2. Frecuencia de riego

Se utilizaron tres frecuencias las cuales fueron de 1, 2 y 3 días considerando que a mayor frecuencia la planta responde favorablemente a un menor gasto de energía y esfuerzo fisiológico, utilizando esta energía en la producción de fruto.

Es de hacer mención que la frecuencia de riego no ha sido

calculada, sino que se fijó de acuerdo a los valores recomendados normalmente en riego por goteo.

3.4.3. Lámina neta de riego

Esta es aplicada en cada riego. Se calcula con la siguiente ecuación :

$dn = Td.F$ Donde : $dn =$ Lámina neta a aplicar (mm)

$F =$ Frecuencia de riego (días)

$Td =$ Transpiración máxima promedio (mm/día)

En el ensayo esta lámina aplicada corresponde a los valores de 5.3, 10,6 y 15.9 mm para los valores de frecuencia de 1, 2 y 3 días, respectivamente.

3.4.4. Tiempo de aplicación

Se trabajó con tiempo de aplicación de 2.2, 4.4 y 6.6 horas para las frecuencias 1, 2 y 3 días, respectivamente, calculándose con la siguiente ecuación :

$$Ta = \frac{G}{Np * qa}$$

Donde : $Ta =$ Tiempo de aplicación (hrs.)

$G =$ Volumen bruto de agua por planta (L/día)

$Np =$ Puntos de emisión por planta

$qa =$ Caudal de aplicación (L/H)

3.4.5. Caudal de aplicación

El caudal nominal del gotero es de 3.72 L/H, el cual se obtuvo de la curva carga-descarga, a una presión de 10.3 MCA (56).

Pero debido a que la presión no era suficiente para el sistema, se trabajó con un caudal de 3.13 L/H; por otra parte se determinó el caudal de aplicación de los goteros mediante aforos de los mismos, utilizando el método volumétrico a través de una probeta graduada, realizando muestreos al inicio, intermedio y final de la línea regante, obteniéndose un caudal promedio de 2.99 L/H (Cuadro 2). (Cuadro A-21).

3.4.6. Presión de operación

Es de suma importancia ya que influye sobre la descarga de los goteros, por lo que fue necesario utilizar 2 manómetros, con le objetivo de revisar constantemente la presión de trabajo que fue de 0.7 Atm (10.3 PSI) (Cuadro 2).

3.5. Parámetros en estudio

3.5.1. Parámetros de evaluación de variables respuestas

3.5.1.1. Longitud del fruto

Se determinó midiendo la longitud de los frutos cortados o cosechados en la parcela útil, para ello se utilizó una cinta métrica con el cual se obtuvo un promedio para cada una de las repeticiones.

3.5.1.2. Número total de frutos

Para cuantificar la producción en cada repetición se consideró una parcela útil (12 m²), siendo eliminado el efecto de orilla y obteniendo una información más confiable.

Cuadro 2. Características de diseño presentadas en tres tratamientos durante el ensayo realizado en la Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias - Agronómicas. San Luis Talpa, La Paz, 1994.

C A R A C T E R I S T I C A S	T ₁	T ₂	T ₃
Lámina neta de riego (dn)	5.3 mm	10.3 mm	15.9 mm
Lámina bruta de riego (d)	6.8 mm/día	13.7 mm/día	20.6 mm/día
Presión de operación (Po)	10.3 PSI	10.3 PSI	10.3 PSI
Tiempo de aplicación (Ta)	2.2 horas	4.4 horas	6.6 horas
Caudal de aplicación (q)	3.13 L/H	3.13 L/H	3.13 L/H
Volumen bruto de agua por planta (G)	3.4 L/día	6.8 L/día	10.3 L/día

TRATAMIENTOS :

- T₁ = Frecuencia de riego, 1 día
- T₂ = Frecuencia de riego, 2 días
- T₃ = Frecuencia de riego, 3 días

3.5.1.3. Número de frutos de primera clase, -
segunda clase y tercera clase.

Este se determinó clasificando el número total de frutos, por clase, esta clasificación se hizo en base a normas de exigencia, así tenemos de primera clase, segunda clase y tercera clase. Para los pepinos de primera clase se consideraron los que medían más de 18 cm de largo, sin deformaciones o defectos y libre de enfermedades o dañados por insectos plagas; los de segunda clase, los que medían menos de 18 cm y mayor o -- igual a 14 cm de largo, se aceptaban ciertas deformaciones; y los de tercera clase, son los menores de 14 cm de largo y que son malformados o deformes (22).

3.5.2. Parámetros de evaluación complementaria

3.5.2.1. Porcentaje de floración

Este se determinó mediante el número de plantas en floración entre el número total de plantas de la unidad experimental multiplicado por cien. El conteo del número de plantas en floración se efectuó cada dos días, a partir de los - 28 días después de la siembra ó sea cuando se inició la abertura de los botones florales.

La ecuación utilizada para el cálculo es la siguiente :

$$\% \text{ de floración} = \frac{\text{No. plantas en floración}}{\text{No. total de plantas}} * 100$$

El porcentaje de floración se calculó para cada repetición de los tratamientos en estudio, obteniéndose al final -

un porcentaje promedio de floración para cada tratamiento.

3.5.2.2. Fecha de floración

La determinación de los días a floración se realizó a diferentes etapas. Estas etapas fueron: La fase inicial de floración que se determinó al 20%, y para la fase final de floración el 80% los cuales se obtuvieron a través de la extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración. Además se determinó la duración o período de la fase de floración desde el inicio hasta el final para cada tratamiento en estudio.

3.5.2.3. Patrón del bulbo de humedecimiento

Esta actividad se realizó el 14 de abril un día después de haber suspendido el riego, en el cual se procedió a hacer un corte en el suelo, por tratamiento (el corte fué al azar dentro de las repeticiones) siendo un total de 3 cortes (uno para cada tratamiento), teniendo una profundidad de 1 mt. por 2 mts. de ancho.

Estos cortes se hicieron con la finalidad de determinar el máximo ensanchamiento del bulbo, haciéndose mediciones en las secciones del perfil del suelo, a cada 10 cm. de profundidad. Posteriormente se sacó una muestra de suelo húmedo en cada sitio donde se realizaron los cortes, y llevados al laboratorio donde se pesaron las muestras. Puestos a estufas a 105 °C por 24 horas y pesados nuevamente, determinando así --

el contenido de humedad, utilizando la ecuación siguiente :

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{PSH} - \text{PSS}}{\text{PSS}} * 100$$

Donde : % humedad = Contenido de humedad en porcentaje

PSH = Peso del suelo húmedo (gr.)

PSS = Peso del suelo seco (gr.)

3.5.3. Parámetro de evaluación económica

Para realizar la evaluación económica fue necesario establecer un modelo para una parcela tipo de una hectárea la cual está formada por 6 unidades de riego, donde el manejo del sistema será diferente, esta diferencia consiste básicamente en dos características que son : El tiempo de riego y con respecto a la aplicación del agua de riego, siendo el tiempo de aplicación de 2, 4 y 6 horas, para las frecuencias de riego de 1, 2 y 3 días respectivamente. (Fig. A-4).

Los parámetros tomados en cuenta son los que se detallan a continuación :

3.5.3.1. Costo de riego

Se dividen en tres componentes.

3.5.3.1.1. Costo de inversión del sistema de riego.

Este incluye la moto bomba centrífuga, el cabezal de control como: Hidrociclón, filtro de disco, tanque fertilizador, válvulas de control, manómetros, la red de conducción, de distribución y aplicación de agua, utilizando goteros integrados,

accesorios, además se tomó en cuenta la excavación, relleno y compactación del terreno donde irá enterrada la tubería, - así como la instalación y prueba del sistema

3.5.3.1.2. Costo de operación del -
sistema de riego

Incluye el gasto de energía y la mano de obra para el manejo del sistema.

3.5.3.1.3. Costo de mantenimiento -
del sistema de riego

Incluye las reparaciones y repuestos de accesorios, tubería y equipo del sistema.

3.5.3.2. Costos de producción

Para la determinación de los costos de producción del cultivo se consideró la preparación del terreno, el valor de los insumos, labores del cultivo, incluyendo la mano de obra y -- transporte.

3.5.3.3. Valor de la producción

Se realizó a través de la venta según la clasificación - del fruto, vendiéndose a diferentes precios. Luego se determinó las cotizaciones de precios a mayoristas de ciertos mercados locales. El valor total de la producción para cada tratamiento se obtuvo multiplicando el precio unitario por la - cantidad total de fruto de cada clase.

3.5.3.4. Ingreso neto

Se consideró el ingreso neto como la diferencia entre los

ingresos generados por la venta total de pepinos obtenida en la producción menos los costos totales correspondiente a un año de producción.

3.5.3.5. Flujo de efectivo

Consiste en obtener la disponibilidad efectiva del proyecto durante toda su vida útil, esto se determinó a través de los ingresos en efectivo generados por la venta total de pepinos menos los egresos en efectivo correspondiente a cada año.

3.5.3.6. Flujo neto

El flujo neto se determinó por la diferencia de la disponibilidad efectiva, menos el plan de financiamiento de la inversión y representa la utilidad que se genera después de pagar la deuda anualmente.

3.5.3.7. Indicadores económicos

Para determinar los indicadores económicos como el Valor Presente Líquido (VPL), la relación Beneficio-Costo (B/C) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Se actualizó los ingresos y egresos, así como la actualización del flujo neto.

3.5.3.7.1. Valor Presente Líquido (VPL)

Para calcular el VPL, se actualizó el Flujo Neto a una tasa de interés del 22% a.a. y representa las utilidades ge

neradas, así como la factibilidad del proyecto.

3.5.3.7.2. Relación Beneficio-Costo (B/C)

Este indicador permite determinar la recuperación de la inversión por las utilidades generadas por cada colón invertido y está dada por beneficios actualizados entre los costos actualizados.

3.5.3.7.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Para calcular la Tasa Interna de Retorno se consideró la actualización del valor del flujo neto y representa la rentabilidad del dinero que se invirtió debido a que puede pagar una tasa de interés más elevada que la tasa de mercado.

Todos los parámetros mencionados anteriormente se hizo para cada tratamiento o frecuencia de riego.

3.6. Metodología estadística

Con el propósito de conocer cual de las tres frecuencias de riego utilizada, obtiene una mejor respuesta, fue necesario usar el análisis estadístico para realizar una comparación entre si, por medio de la producción.

3.6.1. Factor en estudio

El factor de estudio en el ensayo fue la frecuencia -

de riego, con tres tratamientos de los cuales eran de 1, 2, 3 días, utilizando 6 repeticiones para cada uno. La distribución en el campo de los tratamientos y las repeticiones se presenta en la Fig. A-2.

3.6.2. Tratamientos

Para el estudio se utilizaron como tratamiento tres diferentes frecuencias de riego las cuales son :

- T_1 = Frecuencia de riego, 1 día
- T_2 = Frecuencia de riego, 2 días
- T_3 = Frecuencia de riego, 3 días

3.6.3. Variables

Las variables evaluadas en la investigación son :

- a) Longitud del fruto
- b) Número total de frutos
- c) Número de frutos de la. clase, 2a. clase y 3a. - clase.

3.6.4. Diseño estadístico

El diseño estadístico utilizado fue el de bloques al azar con 6 repeticiones para cada tratamiento en estudio. Se utilizó este diseño puesto que facilita el estudio del factor evaluado; así como también se comprueba el efecto principal de cada tratamiento y las interacciones

entre sí. En el caso que se encontrara diferencia significativa se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan, llamada también "prueba de T" utilizando nivel de significancia del 5%, para la aplicación de la prueba de significancia de Duncan se utilizaron las siguientes ecuaciones :

ECUACIONES :

$$L.S. = t \alpha \times \bar{Sx}$$

$$\bar{Sx} = \sqrt{\frac{S^2}{r}}$$

DONDE :

DONDE :

LS = Límite de significancia Duncan S^2 = Cuadrado medio del error.

\bar{Sx} = Error estandar de la media r = Número de repeticiones día.

t = Valor tabular dado en la tabla de Duncan.

3.6.5. Modelo estadístico

El modelo matemático que se ocupó en el diseño de bloques al azar, permite analizar la variación de bloques y la variación experimental se expresa de la siguiente manera :

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

Donde : $i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

Y_{ij} = Es la respuesta observada en cualquier unidad ex
perimental o celda (i, j).

M = Es la media del experimento

T_i = Es el efecto de cualquier tratamiento

B_j = Es el efecto de cualquier bloque j

E_{ij} = Error experimental en la celda (i, j) (48).

3.6.6. Distribución estadística

La fuente de variación para este diseño se representa en el cuadro siguiente :

Cuadro 3. Distribución estadística.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Repetición	5
Tratamiento	2
ERROR	10
T O T A L	17

3.6.7. Tamaño de la parcela

Dentro de cada unidad experimental de cada tratamiento - (56 m²) se delimitó una parcela útil de 12 m² (4*2 mts), en la que se realizaron los cortes (Fig. A-2 y A-3).

4. RESULTADOS

4.1. Generalidades

Los resultados obtenidos en la investigación se basan en la evaluación de parámetros agrupados en tres categorías, las cuales se dividen en :

i) Parámetros de evaluación de variables respuestas.

El cual comprende el número total de frutos; número de frutos de primera, segunda y tercera clase, longitud promedio de frutos. Siendo éstas las variables sobre el cual se midió el efecto de las frecuencias de riego evaluadas y por lo que están sujetas al análisis estadístico, durante la prueba experimental realizada en el campo se hicieron siete cortes, evaluándose en cada corte las variables respuestas antes mencionadas.

ii) Parámetros de evaluación complementaria.

Está constituido por los datos que se obtuvieron en las parcelas y no fueron sujetos al análisis estadístico debido al alcance del estudio, pero que tienen relación estrecha con los resultados obtenidos en las variables respuesta. Aquí se incluyen los datos como: Porcentaje de floración, días y período de floración, patrón de humedecimiento, contenido de humedad y su diámetro interno máximo del bulbo.

iii) Parámetro de evaluación económica.

Comprende el análisis de los costos de irrigación, costos de producción valor de la producción, flujo efec-

tivo, flujo neto e ingreso neto, así como los indicadores económicos: Valor Presente Líquido (VPL), Relación Beneficio-Costo (B/C), y Tasa Interna de Retorno (TIR). Este parámetro es independiente en cuanto a sus resultados, pero es de vital importancia en la toma de decisiones, pues lo que se pretende es determinar cual de las frecuencias de riego evaluadas es más eficiente en la utilización de los recursos, así mismo ver cual es la que produce mayor beneficio económico.

Las variables respuestas se analizaron a través de un diseño de bloques al azar; el análisis de varianza y prueba de significancia de Duncan fue trabajado con un nivel de significancia de 5% de probabilidad, con el objeto de visualizar en mejor detalle los resultados obtenidos en la investigación.

4.2. Parámetros de evaluación de variables respuesta

En los Cuadros A-14, A-15, A-16, A-17, A-18, se presentan el número total de frutos, número de frutos de primera, segunda y tercera clase, longitud promedio de frutos en centímetros, donde se presentan los resultados de los valores obtenidos para cada corte y por tratamiento, con sus respectivos promedios.

En las Figuras A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, se presenta la variación por corte y entre los tratamientos de las variables respuesta antes mencionadas.

Es importante señalar que en el séptimo corte no hubo producción de frutos de primera clase en ninguno de los tratamientos. (Cuadro A-15).

En el Cuadro A-19, se presenta el número total de frutos, el número de frutos de primera, segunda y tercera clase, la longitud total promedio de frutos en centímetros, por parcela útil como por hectárea, así mismo se ilustran en las Figuras A-10, A-11, A-12.

4.2.1. Número total de frutos

Al realizar el análisis de varianza general para los siete cortes (Cuadro 4), se observa que no existe diferencia significativa entre tratamientos, ni entre bloques para el número total de frutos. Sin embargo, al realizar el análisis estadístico por corte, se presenta un comportamiento diferente en los resultados, obteniéndose para el tercer corte (Cuadro 5, 6) un análisis de varianza con diferencia significativa entre tratamien-os, aplicando la prueba de Duncan se determinó que el tratamiento T_1 , es mejor que T_2 y T_3 , siendo estos últimos iguales estadísticamente entre sí, en la Fig. 6, se visualiza las diferencias en el rendimiento del número total de frutos para los tratamientos.

Para el séptimo corte (Cuadros 5, 6) el análisis de varianza y prueba de Duncan reflejan diferencias significativas entre tratamientos, encontrándose que los mejores tra-

CUADRO 4 ANVA GENERAL PARA EL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE PEPINO (Cucumis sativus) PARA LOS SIETE CORTES REALIZADOS.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. DE TABLAS
					5 %
BLOQUES	5	22,904.28	4,580.86	2.28 NS	3.33
TRATAMIENTOS	2	6,464.11	3,232.06	1.61 NS	4.10
ERROR EXP.	10	20,085.89	2,008.59		
TOTAL	17	49,454.28			

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 5 ANVA PARA EL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR CORTE

F DEV.	CORTE 1				CORTE 2				CORTE 3				CORTE 4				CORTE 5				CORTE 6				CORTE 7				F.T. 5%						
	G. L.	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C							
BLOQUES	5	1742.6	348.5	1.48	NS	5	1948.94	389.78	2.18	NS	5	858.28	171.66	2.51	NS	5	883.83	176.76	1.54	NS	5	493.61	98.72	1.37	NS	5	465.61	93.12	0.67	NS	5	85.78	17.16	1.27	3.33
TRATAMIENTOS	2	226.3	113.15	0.48	NS	2	43.11	21.55	0.12	NS	2	1223.44	611.72	8.96	*	2	112.33	56.16	0.48	NS	2	528.11	264.05	3.67	NS	2	738.77	369.38	2.68	NS	2	117.44	58.72	4.34	4.10
ERROR EXP.	10	2349.0	234.9			10	1781.55	178.15			10	682.56	68.26			10	1146.3	114.63			10	719.21	71.92			10	1377.88	137.78			10	135.22	13.52		
TOTAL	17	4317.9				17	3773.6				17	2764.28				17	2142.46				17	1740.93				17	2582.26				17	338.44			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 6 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR TRATAMIENTO. 3o. Y 7o. CORTE

CORTE 3					CORTE 7				
		T1	T3	T2			T2	T3	T1
		54.0	43.0	33.8			14.3	14.1	8.8
T2	33.8	* 20.2	NS 9.2	-	T1	8.8	* 5.5	* 5.3	-
T3	43.0	* 11.0	-		T3	14.1	NS 0.2	-	
T1	54.0	-			T2	14.3	-		

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

SN : NO SIGNIFICATIVO

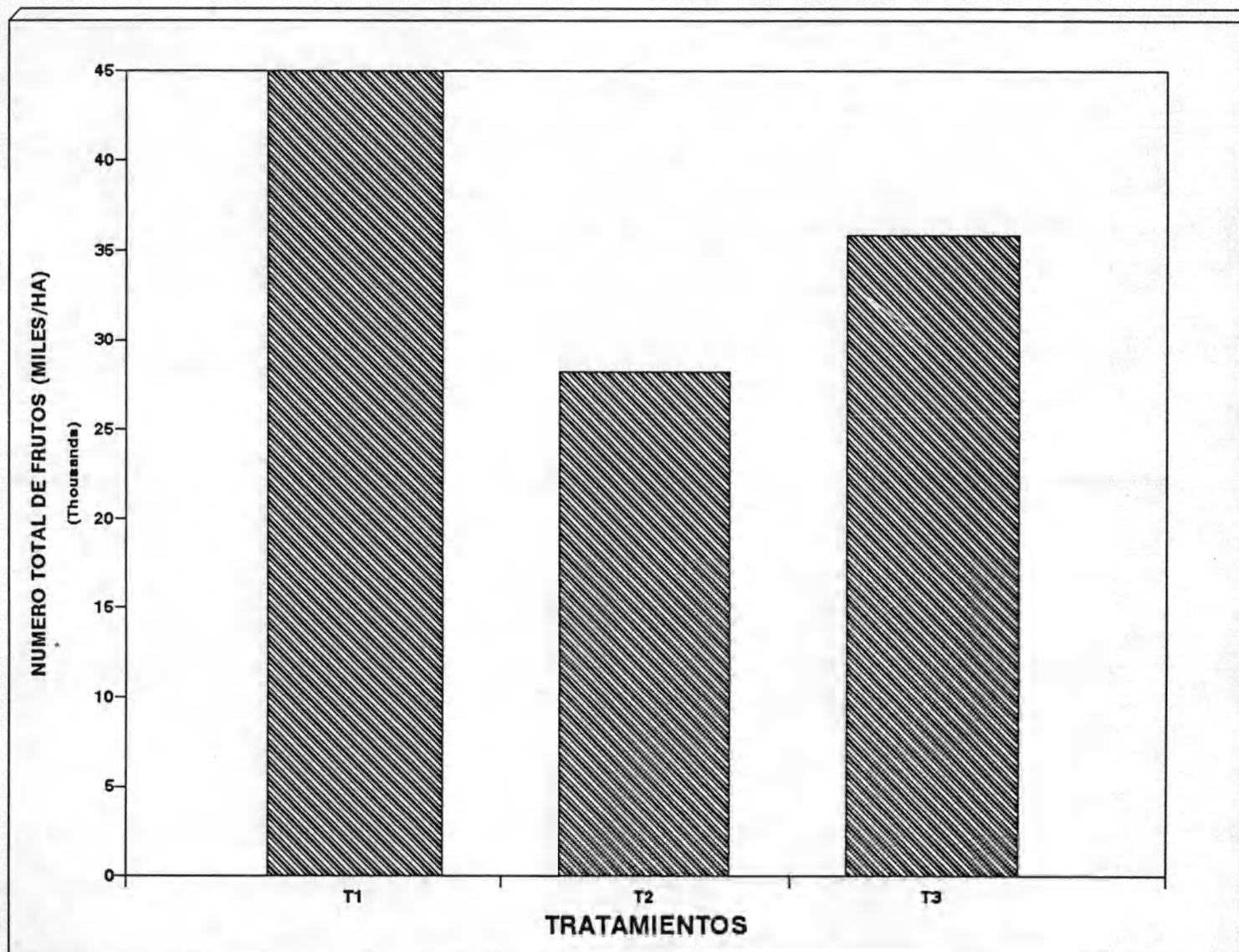


FIG. 6 NUMERO TOTAL DE FRUTOS PARA LOS TRES TRAMIENTOS DURANTE EL TERCER CORTE

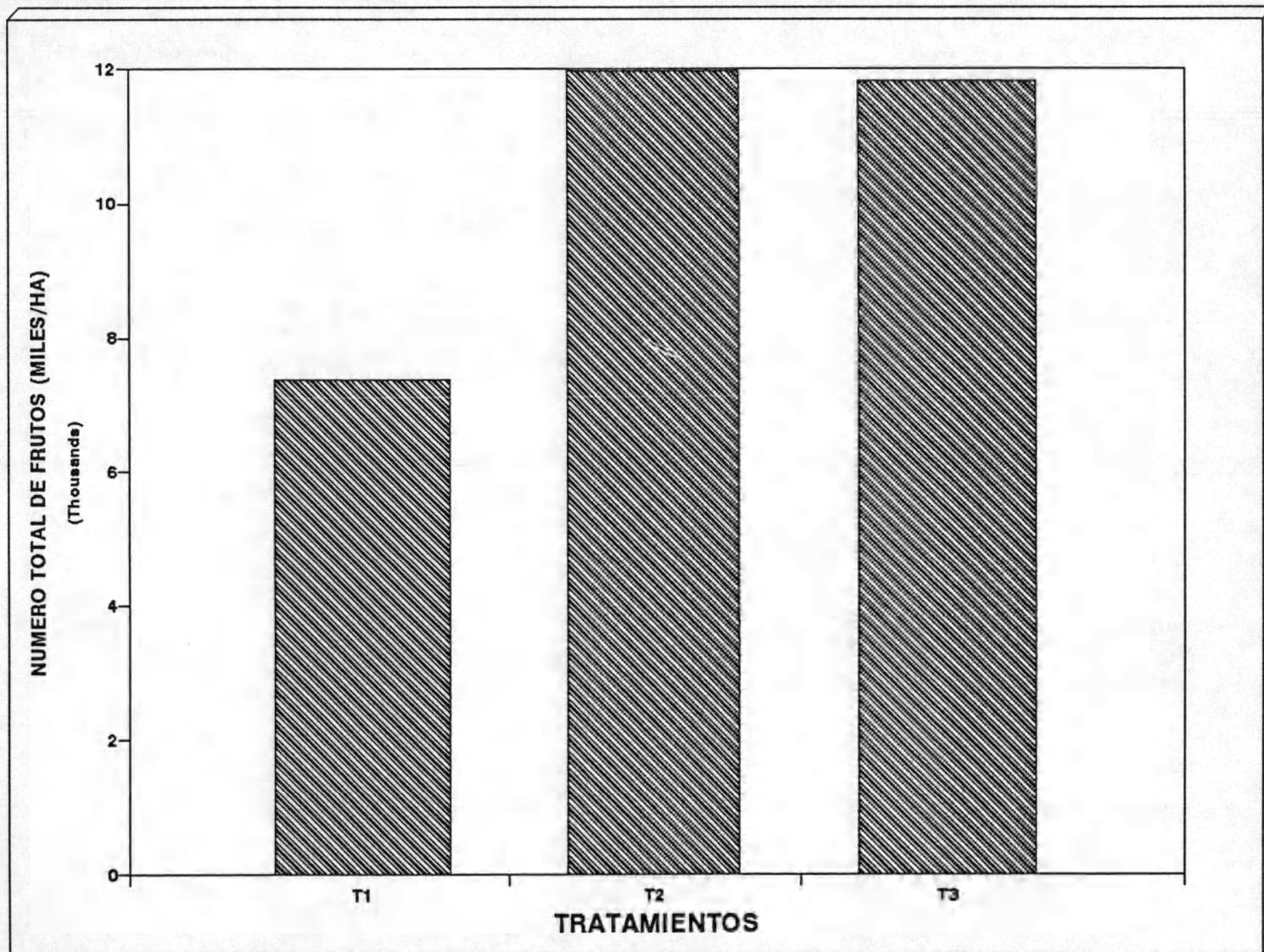


FIG. 7 NUMERO TOTAL DE FRUTOS PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL SEPTIMO CORTE.

tamientos fueron T_2 y T_3 en comparación al T_1 . La Figura 7 presenta este comportamiento.

En el primero, segundo, cuarto, quinto y sexto corte (Cuadro 5), el análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre tratamiento, ni entre bloques, analizado todo lo anterior a un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

4.2.2. Número de frutos de primera clase

Al efectuar el análisis de varianza general para los siete cortes (Cuadro 7), se refleja que no hay diferencia significativa entre tratamientos, ni entre bloques para el número de frutos de primera clase.

siendo diferente en los resultados al realizar el análisis estadístico por corte; así para el quinto corte (Cuadro 8, 9) el análisis de varianza y prueba de Duncan muestran diferencia significativa entre tratamientos, resultando ser mejor estadísticamente el tratamiento T_1 y T_3 en comparación al T_2 . La Figura 8 - presenta el comportamiento para este corte.

En el caso del cuarto corte (Cuadro 8), el análisis de varianza resulta ser significativo entre bloques, no así entre tratamientos.

Para el primero, segundo, tercero y sexto corte (Cuadro 8), el análisis de varianza resultó no ser significativo para ninguno de los tratamientos en estudio, ni para bloque. Evaluados todos con un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

CUADRO 7 ANVA GENERAL PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE PRIMERA CLASE DE PEPINO (Cucumis sativus) PARA LOS SIETE CORTES REALIZADOS.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. DE TABLAS
					5 %
BLOQUES	5	3,524.94	704.99	2.58 NS	3.33
TRATAMIENTOS	2	400.77	200.39	0.73 NS	4.10
ERROR EXP.	10	2,735.23	273.52		
TOTAL	17	6,660.94			

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 8

ANVA PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE PRIMERA CLASE DE PEPINO (Cucumis sativus) POR CORTE

F DE V.	CORTE 1				CORTE 2				CORTE 3				CORTE 4				CORTE 5				CORTE 6				F.T. 5%
	G L	S C	C M	F C																					
BLOQUES	5	209.8	41.96	NS 0.88	5	389.2	77.84	NS 1.11	5	314.94	62.99	NS 1.47	5	290.95	58.19	*	5	17.2	3.44	NS 2.59	5	7.11	1.42	NS 0.36	3.33
TRATAMIENTOS	2	22.3	11.15	NS 0.23	2	86.3	43.15	NS 0.62	2	183.11	91.55	NS 2.14	2	44.75	22.37	NS 3.91	2	28.0	14.0	*	2	10.78	5.39	NS 1.38	4.10
ERROR EXP.	10	478.4	47.84		10	699	69.9		10	427.56	42.76		10	57.25	5.72		10	13.3	1.33		10	39.22	3.92		
TOTAL	17	710.5			17	2174.5			17	925.61			17	392.95			17	58.5			17	57.11			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 9 PRUEBA DE DUCAN PARA EL NUMERO DE PRIMERA CLASE DE PEPINO (Cucumis Sativus) POR TRATAMIENTO. 5o. CORTE

CORTE 1				
		T3	T1	T2
		4.2	3.2	1.2
T2	1.2	*	*	-
T1	3.2	NS	-	
T3	4.2	-		

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

NS : NO SIGNIFICATIVO

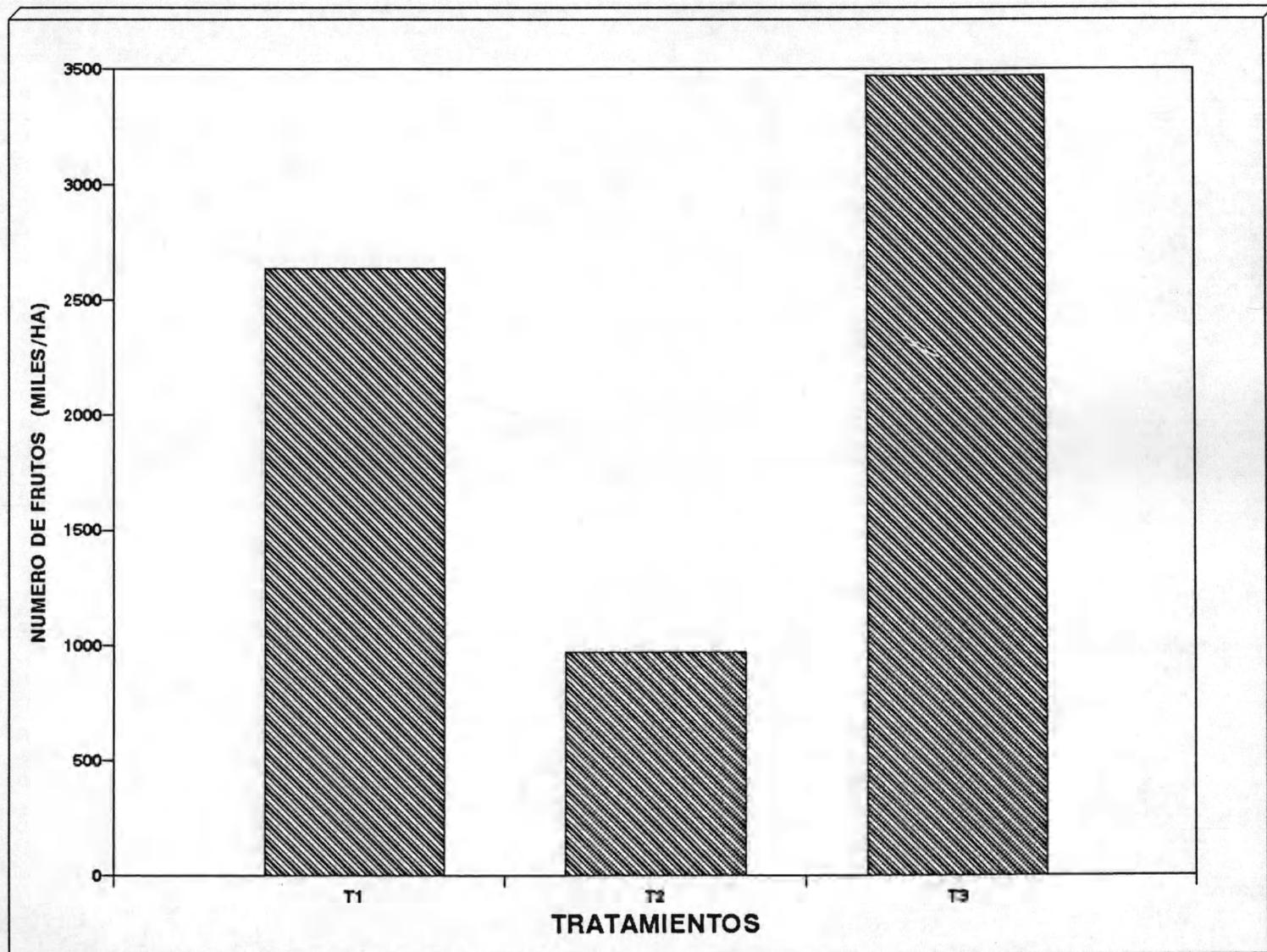


FIG. 8 NUMERO DE FRUTOS DE PRIMERA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL QUINTO CORTE.

4.2.3. Número de frutos de segunda clase

Al realizar el análisis de varianza general y aplicar la prueba de Duncan para el número de frutos de segunda clase (Cuadro 10, 11), se demuestra que existe diferencia significativa entre tratamientos, determinándose que los mejores tratamientos fueron T_1 y T_3 en comparación al T_2 . Este resultado coincide con el análisis estadístico realizado por corte. Así en el tercero y sexto corte (Cuadro 12, 13), el análisis de varianza y prueba de Duncan presentó que el mejor tratamiento es el T_1 , al compararlo con el T_2 y siendo iguales estadísticamente con T_3 , en cambio al realizar la comparación de T_3 y T_2 , éstos resultaron ser iguales estadísticamente. El comportamiento del tercero y sexto corte se muestra en la Fig. 9, 10.

En cambio, para el segundo corte (Cuadro 12), donde el análisis de varianza refleja diferencia significativa entre bloque, no así entre tratamiento.

En el primero, cuarto, quinto y séptimo corte (Cuadro 12), el análisis de varianza muestra que no existe diferencias significativas entre tratamiento, ni entre bloques. Todo para el nivel de significancia del 5% de probabilidad.

4.2.4. Número de frutos de tercera clase

Para el caso del análisis de varianza general de los siete cortes (Cuadro 14), en el número de frutos de

CUADRO 10 ANVA GENERAL PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) PARA LOS SIETE CORTES REALIZADOS.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. DE TABLAS
					5 %
BLOQUES	5	2,450.44	490.09	2.92 NS	3.33
TRATAMIENTOS	2	1,613.44	806.72	4.81 *	4.10
ERROR EXP.	10	1,675.90	167.59		
TOTAL	17	5,739.78			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 11 PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR TRATAMIENTO.

		T1	T3	T2
		59.7	59.5	39.5
T2	39.5	20.2 *	20.0 *	---
T3	59.5	0.2 NS	---	
T1	59.7	---		

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 12

ANVA PARA EL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR CORTE

F DE V.	CORTE 1				CORTE 2				CORTE 3				CORTE 4				CORTE 5				CORTE 6				CORTE 7				F.T. 5%
	G L	S C	C M	F C																									
BLOQUES	5	288.95	57.79	NS 1.32	5	449.3	89.86	* 3.46	5	97.8	19.56	NS 2.90	5	98.48	19.70	NS 1.42	5	83.2	16.64	NS 2.22	5	166.94	33.39	NS 2.23	5	23.78	4.76	NS 0.77	3.33
TRATAMIENTOS	2	78.15	39.07	NS 0.89	2	163	81.5	NS 3.14	2	85.3	42.65	* 6.33	2	40.08	20.04	NS 1.44	2	4.30	2.15	NS 0.29	2	135.11	67.55	* 4.52	2	0.11	0.05	NS 0.008	4.10
ERROR EXP.	10	437.85	43.78		10	259.7	25.97		10	67.4	6.74		10	139.22	13.92		10	75	7.5		10	149.56	14.96		10	61.89	6.19		
TOTAL	17	804.95			17	872			17	250.5			17	277.78			17	162.5			17	451.61			17	85.78			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 13

PRUEBA DE DUCAN PARA EL NUMERO TOTAL DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR TRATAMIENTO 3o. Y 6o. CORTE.

CORTE 3					CORTE 6				
	T1	T3	T2		T1	T3	T2		
	14.5	11.8	9.2		8.8	4.8	2.2		
T2	* 9.2	NS 5.3	2.6	--	* 2.2	NS 6.6	2.6	--	
T3	1.8	NS 2.7	--		NS 4.8	4.0	--		
T1	14.5	--			8.8	--			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
SN : NO SIGNIFICATIVO

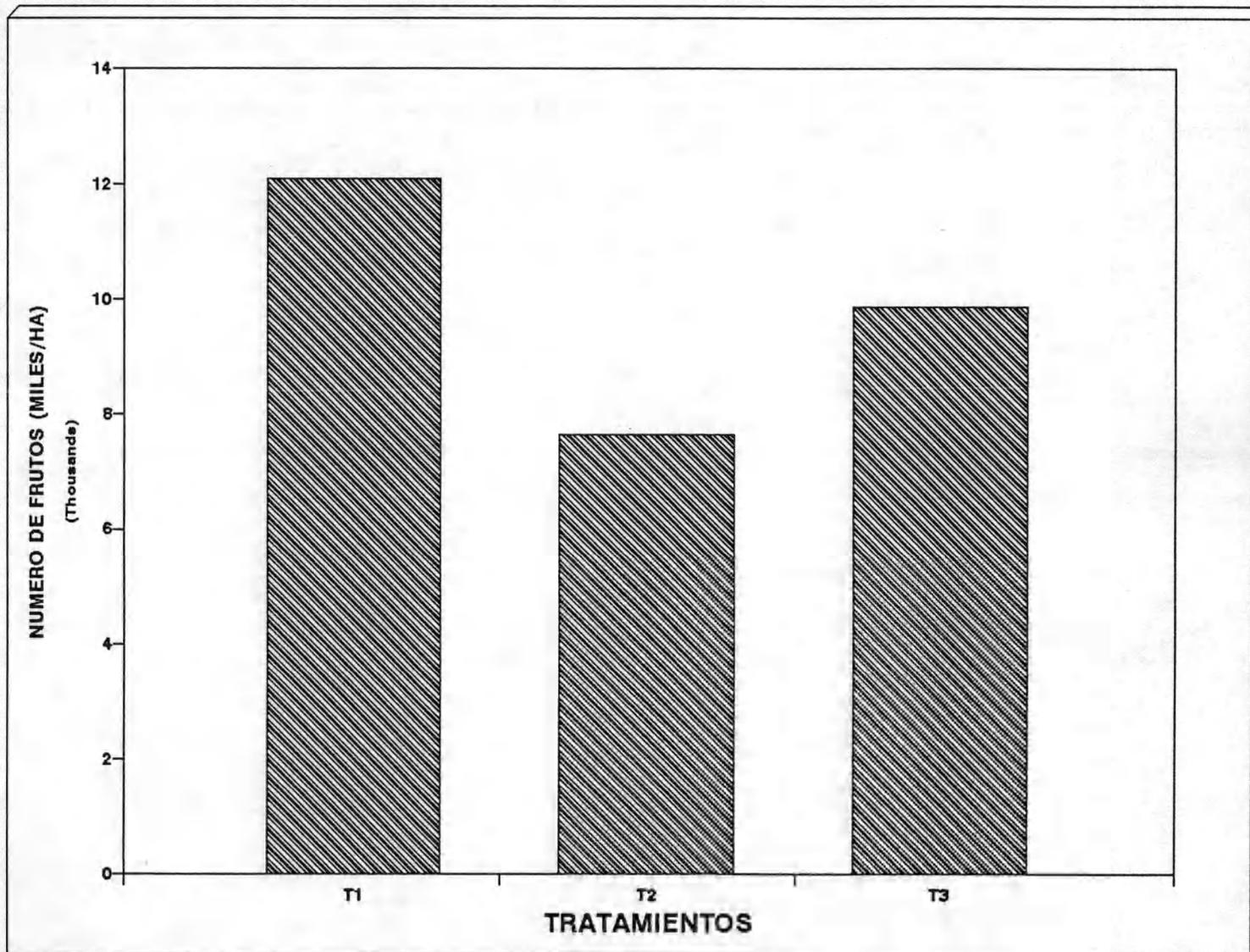


FIG. 9 NUMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL TERCER CORTE.

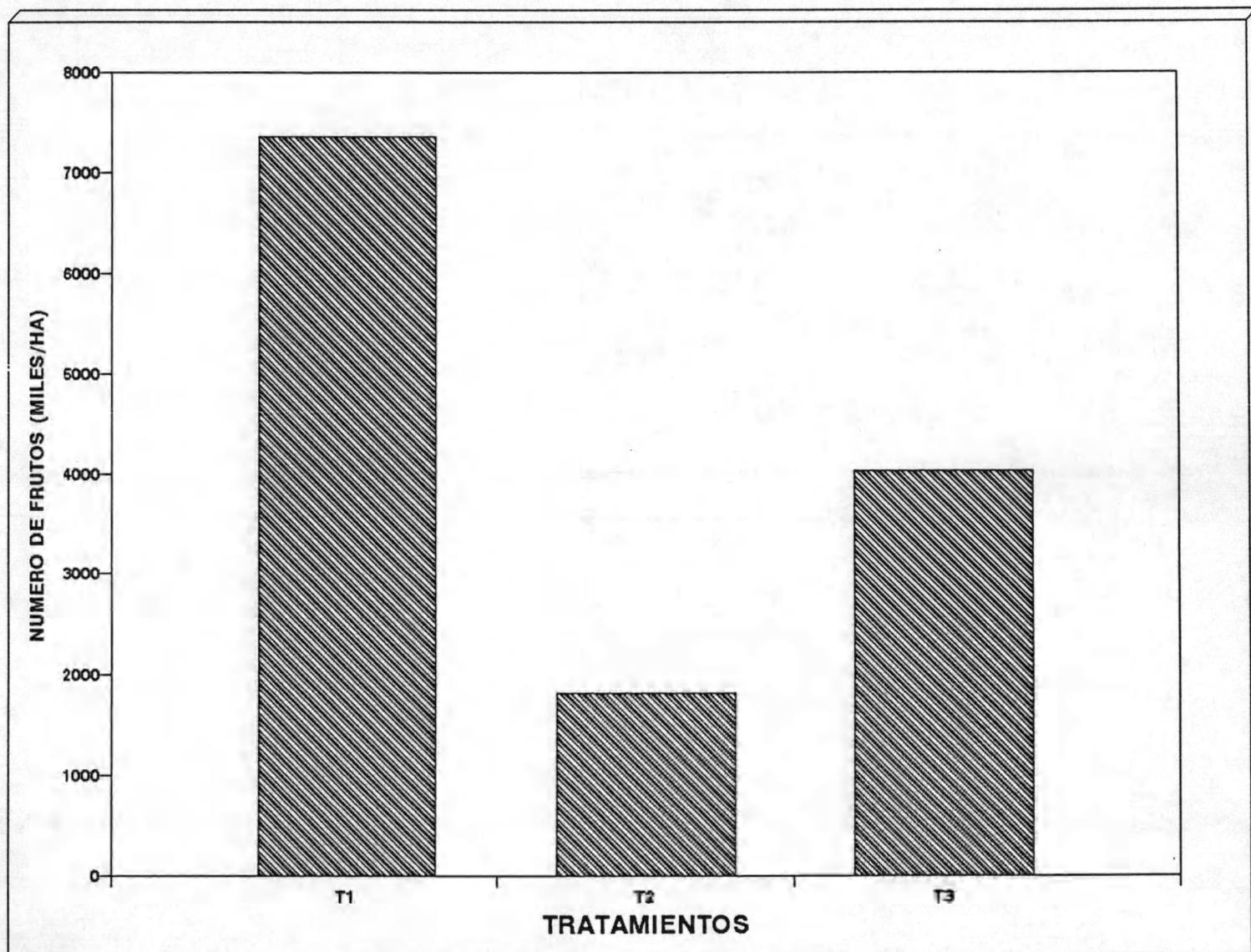


FIG. 10 NUMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL SEXTO CORTE.

tercera clase se presenta que no existe diferencia significativa entre tratamientos, ni entre bloques; pero al realizar el análisis estadístico por corte, se encontró una diferencia en los resultados no muy marcada, como se observa en el primer y tercer corte (Cuadro 15, 16), donde el análisis de varianza resultó ser no significativo entre tratamiento, ni entre bloques; sin embargo, al aplicar la Prueba de Duncan se encontró que hay diferencia significativa, siendo mejor el T_1 al compararlo con T_2 y considerándose igual estadísticamente con T_3 en el primer corte y siendo significativo en T_1 en relación al T_3 en el tercer corte. Estos resultados se observan en la Fig. 11, 12.

Para el quinto corte (Cuadros 15, 16), los resultados del análisis de varianza fue similar al primero y tercer corte entre tratamientos y entre bloques, ya que no presentan diferencia significativa estadísticamente pero al realizar la prueba de Dunca, éste resultó ser significativo entre tratamiento, encontrándose que el mejor tratamiento es T_3 en comparación con T_2 y siendo iguales estadísticamente con T_1 . Este comportamiento se muestra en la Figura 13.

Referente al séptimo corte (Cuadros 15, 16), se puede observar que el análisis de varianza y prueba de Duncan resultó ser significativo entre tratamientos, determinándose que los mejores tratamientos son T_2 y T_3 en compara-

CUADRO 14 ANVA GENERAL PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE DE PEPINO (Cucumis sativus) PARA LOS SIETE CORTES REALIZADOS.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. DE TABLAS
					5 %
BLOQUES	5	2,638.67	527.73	0.63 NS	3.33
TRATAMIENTOS	2	1,224.33	612.17	0.73 NS	4.10
ERROR EXP.	10	8,357.00	835.70		
TOTAL	17	12,220.00			

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 15

ANVA PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR CORTE

F DE V.	CORTE 1				CORTE 2				CORTE 3				CORTE 4				CORTE 5				CORTE 6				CORTE 7				F.T. 5%
	G L	S C	C M	F C																									
BLOQUES	5	195.15	39.03	NS 3.08	5	164.45	32.89	NS 0.94	5	179.83	35.97	NS 1.37	5	214.67	42.93	NS 0.63	5	226.28	45.26	NS 0.94	5	150.45	30.09	NS 0.30	5	50.67	10.13	NS 1.09	3.33
TRATAMIENTOS	2	96.45	48.22	NS 3.80	2	56.45	28.22	NS 0.81	2	211	105.5	NS 4.03	2	91.0	45.5	NS 0.67	2	324.11	162.05	NS 3.38	2	263.11	131.55	NS 1.32	2	110.33	55.16	*	4.10
ERROR EXP.	10	126.85	12.68		10	349.55	34.95		10	261.67	26.17		10	676.33	67.63		10	179.22	47.92		10	994.22	99.42		10	93.0	9.30		
TOTAL	17	418.45			17	570.45			17	652.5			17	982			17	1029.6			17	1407.8			17	254.0			

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 16

PRUEBA DE DUNCAN PARA EL NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE DE PEPINO (*Cucumis sativus*) POR TRATAMIENTO. 1o., 3o., 5o. Y 7o. CORTE

CORTE 1				CORTE 3				CORTE 5				CORTE 7							
	T1	T3	T2		T1	T3	T2		T3	T1	T2		T2	T3	T1				
	7.3	4.3	1.7		19.3	12.3	11.8		18.2	10.3	8.3		12.2	12	6.8				
T2	1.7	NS 5.6	2.6	-	T2	11.8	* 7.5	NS 0.5	-	T2	8.3	* 9.9	NS 2	-	T1	6.8	* 5.4	NS 5.2	-
T3	4.3	NS 3	-		T3	12.3	* 7	-		T1	10.3	NS 7.3	-		T3	12	NS 0.2	-	
T1	7.3	-			T1	19.3	-			T3	18.2	-			T2	12.2	-		

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
SN : NO SIGNIFICATIVO

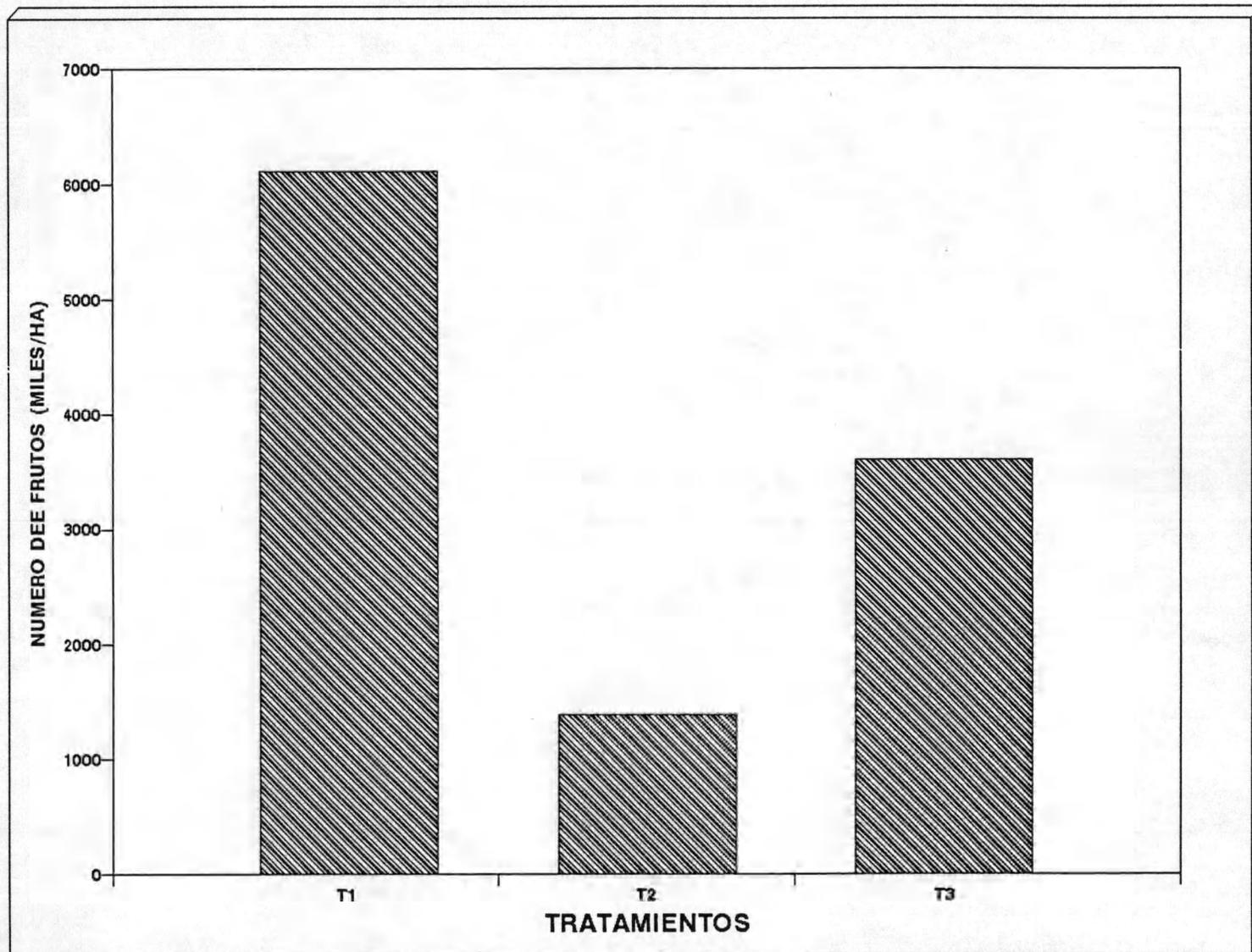


FIG. 11 NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL PRIMER CORTE.

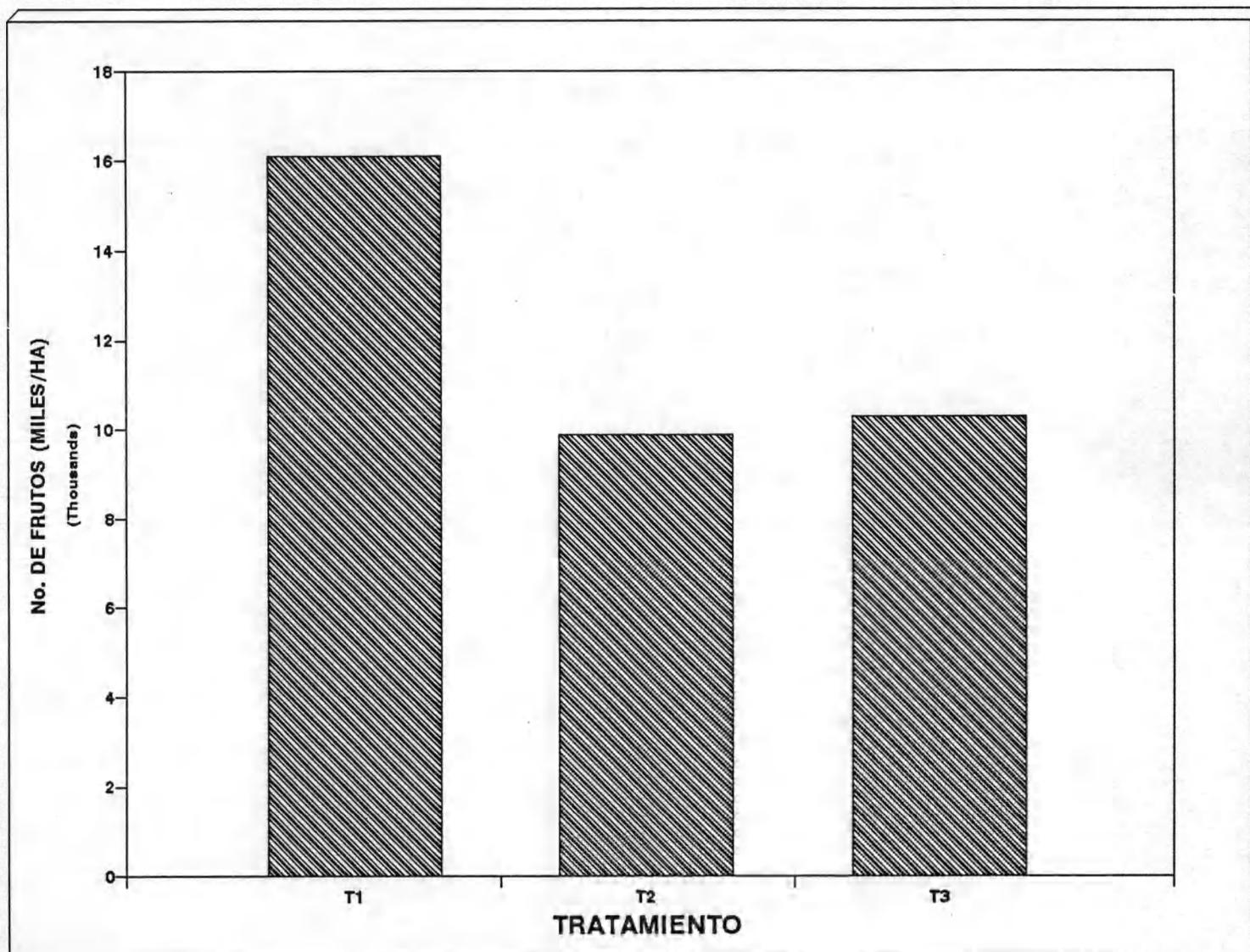


FIG. 12 NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL TERCER CORTE.

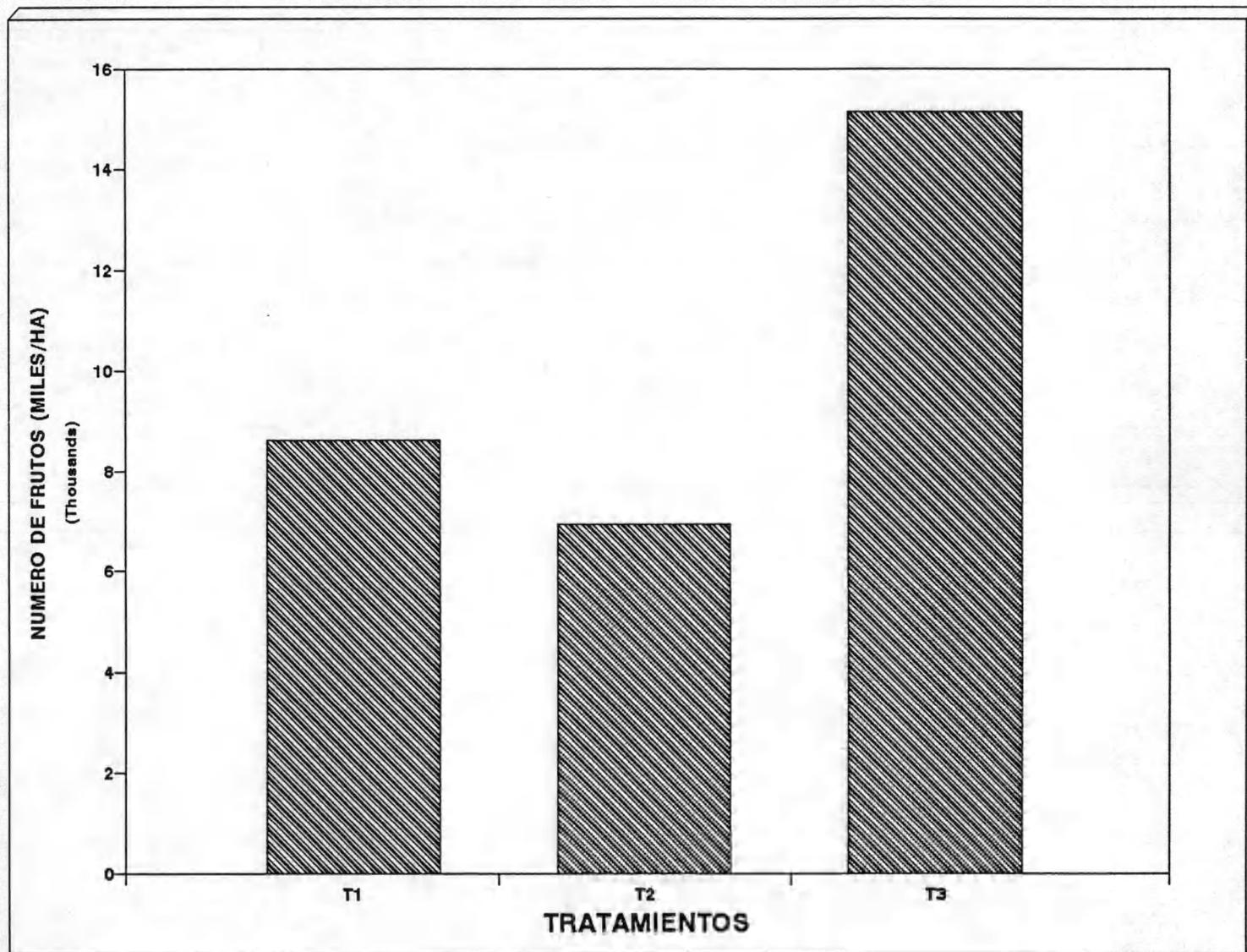


FIG. 13 NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL QUINTO CORTE.

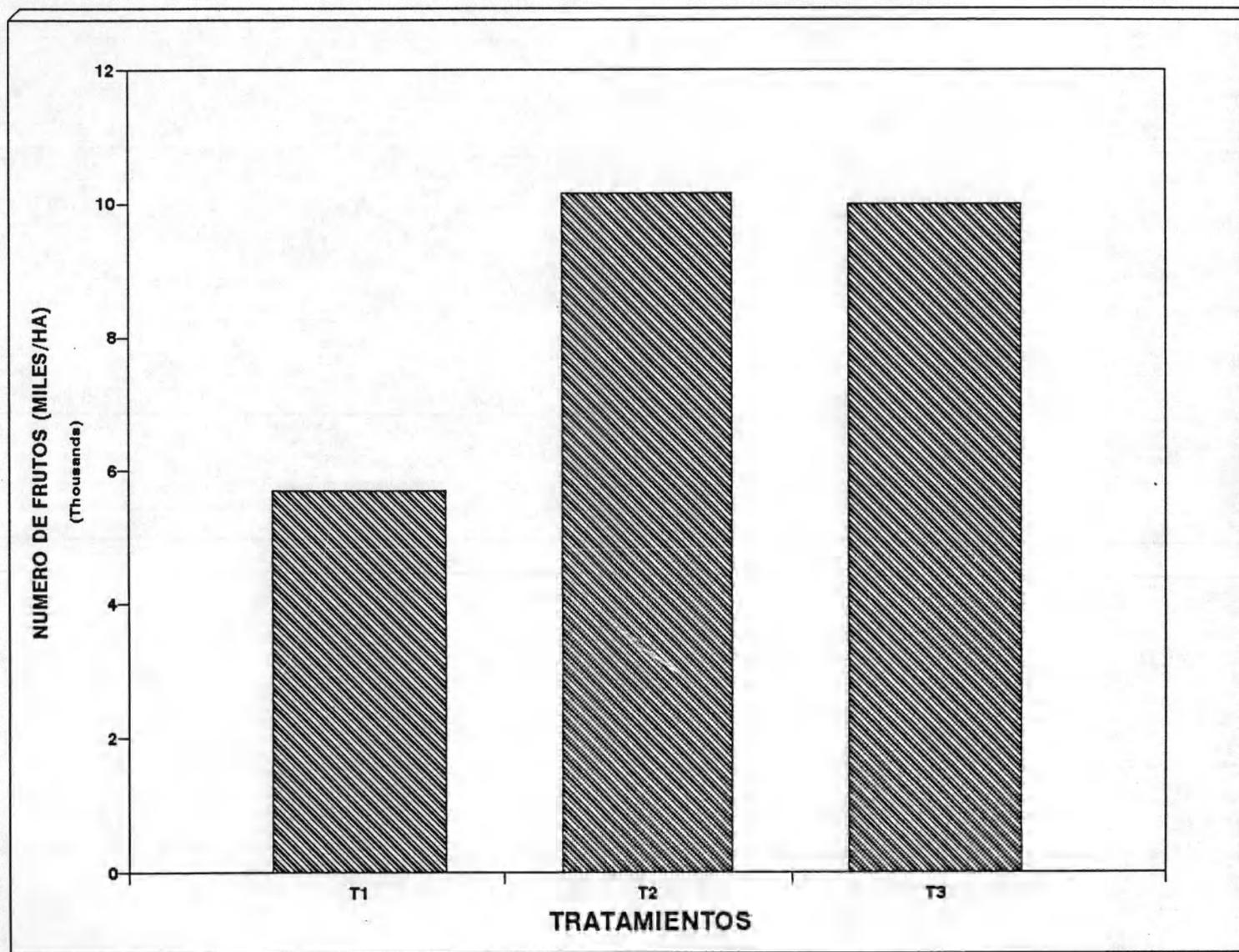


FIG. 14 NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL SEPTIMO CORTE.

ción al T_1 . Dicha tendencia se ilustra mejor en la Figura 14.

Para el segundo, cuarto y sexto corte (Cuadro 15), - el análisis de varianza no presentó ninguna significancia en tratamientos, ni entre bloques, analizado todo a un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

4.2.5. Longitud promedio de frutos

Con respecto al análisis de varianza general para los siete cortes (Cuadro 17), se muestra que no presenta diferencia significativa entre tratamiento, ni entre bloques para la longitud promedio de frutos; pero este comportamiento es diferente cuando se realiza el análisis estadístico por corte observándose de que hay diferencia significativa entre tratamientos al efectuar el análisis de varianza y prueba de Duncan para el caso del quinto corte (Cuadro 18, 19), resultando ser mejor el tratamiento T_1 al hacer la comparación con T_3 y siendo iguales estadísticamente con T_2 . De igual forma al comparar T_2 y T_3 estos resultados se visualizan mejor en la Figura 15.

En cambio, para el sexto corte (Cuadros 18, 19), el análisis de varianza y prueba de Duncan se encontró que tiene diferencia significativa entre tratamiento e igualmente entre bloques. Resultando que el mejor tratamiento es el T_1 comparándolo con T_2 y T_3 , siendo T_3 y T_2 a su vez iguales estadísticamente. Estas diferencias se -

CUADRO 17 ANVA GENERAL PARA LA LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS DE PEPINO (*Cucumis sativus*) PARA LOS SIETE CORTES REALIZADOS.

F. DE V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F. DE TABLAS
					5 %
BLOQUES	5	5.55	1.11	1.21 NS	3.33
TRATAMIENTOS	2	0.023	0.01	0.01 SN	4.10
ERROR EXP.	10	9.18	0.92		
TOTAL	17	14.75			

NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 18

ANVA PARA LA LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS DE PEPINO (Cucumis sativus) POR CORTE

F DE V.	CORTE 1				CORTE 2				CORTE 3				CORTE 4				CORTE 5				CORTE 6				CORTE 7				F.T. 5%			
	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C	G L	S C	C M	F C				
BLOQUES	5	78.51	15.70	NS 0.84	5	2.17	0.43	NS 1.26	5	2.89	0.58	NS 1.64	5	5.03	1.006	5.08	*	5	2.35	0.47	NS 1.62	5	12.40	2.48	9.19	*	5	10.29	2.06	NS 2.0	3.33	
TRATAMIENTOS	2	23.71	11.86	NS 0.63	2	1.17	0.59	NS 1.73	2	0.92	0.46	NS 1.31	2	0.04	0.020	0.10	NS	*	2	2.70	1.35	4.66	2	6.22	3.11	11.52	*	2	3.68	1.84	NS 1.79	4.10
ERROR EXP.	10	187.34	18.73		10	3.38	0.34		10	3.52	0.35		10	1.98	0.198				10	2.92	0.29		10	2.75	0.27		10	10.35	1.03			
TOTAL	17	289.56			17	6.72			17	7.33			17	7.05					17	7.97			17	21.37			17	24.32				

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
NS : NO SIGNIFICATIVO

CUADRO 19 PRUEBA DE DUCAN PARA LA LOGNITUD PROMEDIO DE FRUTOS DE PEPINO (Cucumis Sativus) POR TRATAMIENTO 5o. Y 6o. CORTE

CORTE 5					CORTE 6				
		T1	T2	T3			T1	T3	T2
		17.92	17.35	16.98			16.98	15.76	15.72
T3	16.98	* 0.94	NS 0.37	--	T2	15.72	* 1.26	NS 0.04	--
T2	17.35	NS 0.54	--		T3	15.76	* 1.22	--	
T1	17.92	--			T1	16.98	--		

* : SIGNIFICATIVO AL 5 %
SN : NO SIGNIFICATIVO

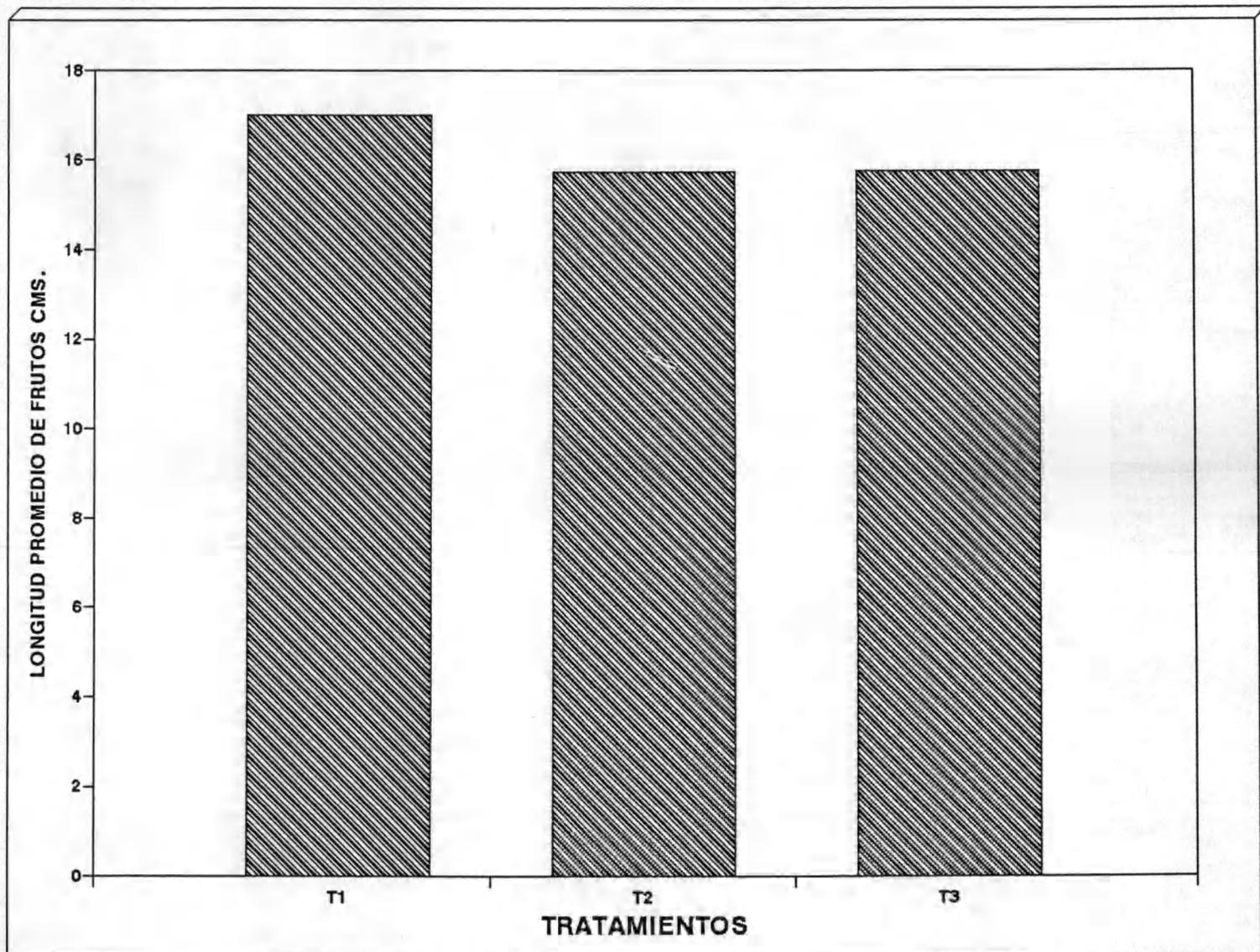


FIG. 15 LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS (CMS) PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL QUINTO CORTE.

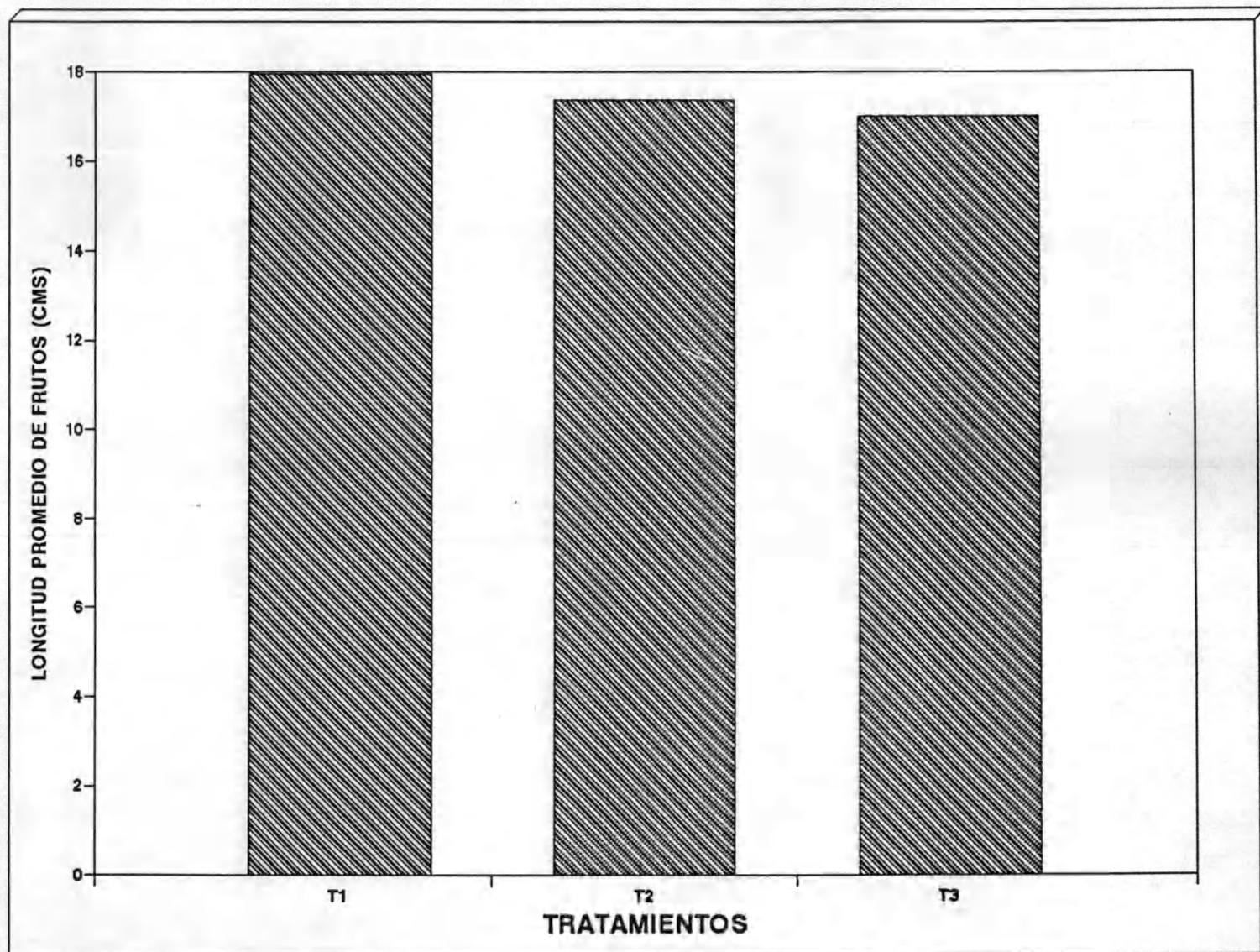


FIG. 16 LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS (CMS) PARA LOS TRES TRATAMIENTOS DURANTE EL SEXTO CORTE.

muestran en la Fig. 16.

En el cuarto corte (Cuadro 18), el análisis de varianza resultó ser significativo entre bloques, no así entre tratamientos. Finalmente para el primero, segundo, tercero y séptimo corte (Cuadro 18), el análisis de varianza resultó ser no significativo para ninguno de los tratamientos evaluados, ni entre bloques, todo para un nivel de significancia del 5% de probabilidad.

4.3. Parámetros de evaluación complementaria

4.3.1. Porcentaje de floración

Este parámetro de estudio comprende los resultados obtenidos a los 28, 30, 32, 34 y 36 días después de la -- siembra del porcentaje promedio de floración para cada -- frecuencia de riego evaluada, el cual se presenta en el -- Cuadro 20 (Fig. 17).

Cuadro 20. Porcentaje promedio de floración, en tres frecuencias de riego a diferentes días después -- de la siembra del cultivo de pepino (Cucumis sativus). Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994.

Frecuen <u>cia</u> de Riego	D I A S				
	28	30	32	34	36
1 día	5.4	22.9	36.4	59.8	81.3
2 días	2.1	14.5	27.1	52.1	72.3
3 días	1.7	14.0	25.6	50.4	69.1

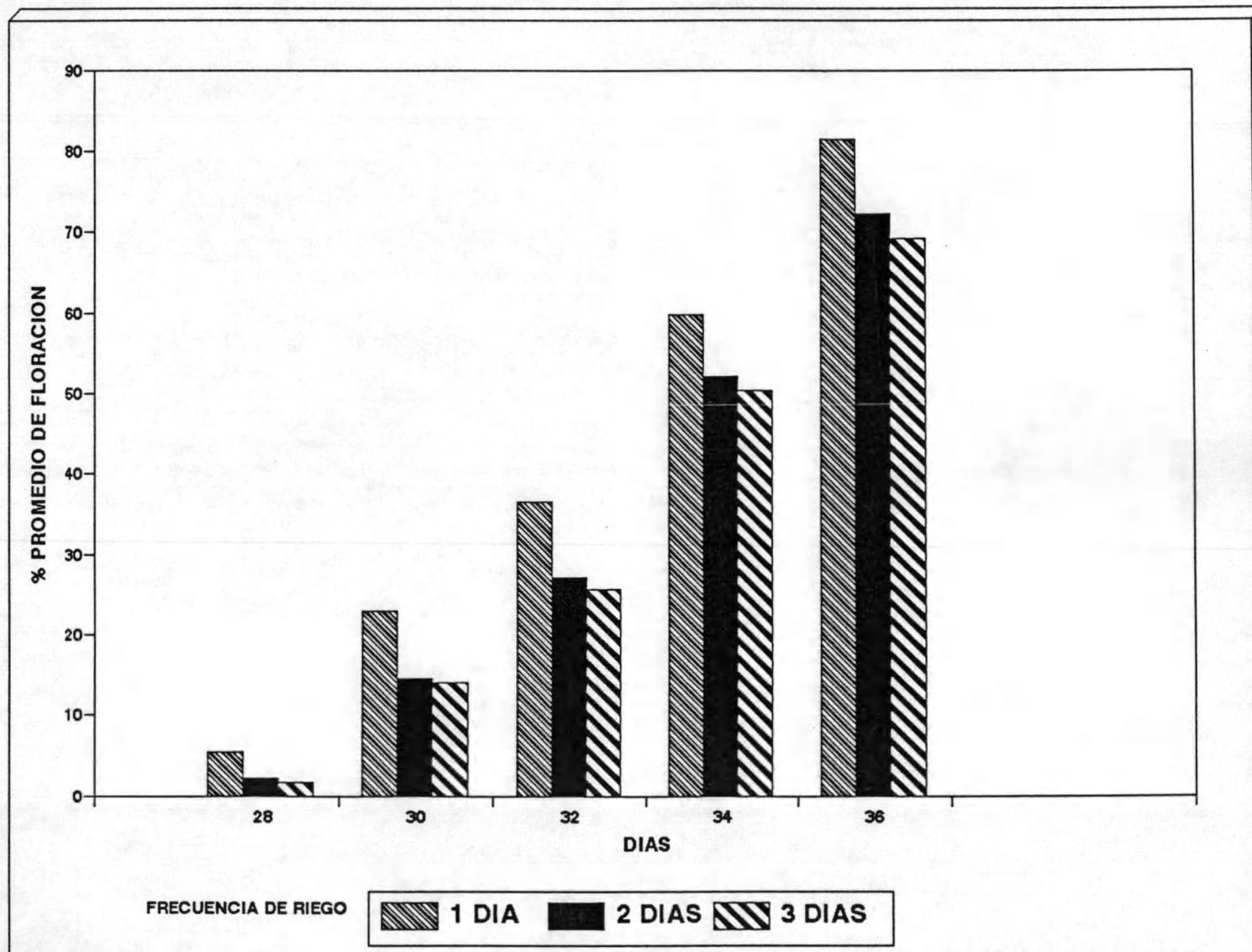


FIG. 17 PORCENTAJE PROMEDIO DE FLORACION EN TRES FRECUENCIAS DE RIEGO.

El detalle de la extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración con relación a los días de la siembra, para la determinación de los días a floración, tanto en la fase inicial (20%) como la fase final (80%), correspondiente a cada frecuencia de riego, se presenta en la Figura A-13, A-14, A-15.

4.3.2. Días a floración y período de floración

El resultado de las características fenológicas de floración como días a floración en la fase inicial (20%) y fase final (80%); así como el período de floración para cada frecuencia de riego se muestran en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Características fenológicas de floración en tres frecuencias de riego del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994.

CARACTERISTICAS	FRECUENCIA DE RIEGO (DIAS)		
	1	2	3
Días a la floración fase inicial (20%)	30	31	31
Días a la floración fase final (80%)	36	37	37
Período de la fase de floración.	6	6	6

4.3.3. Patrón de humedecimiento

En cuanto a las características del patrón de humedecimiento como profundidad del bulbo de humedecimiento, diámetro interno máximo, contenido de humedad, para cada frecuencia de riego se presenta en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Características del patrón de humedecimiento del bulbo al momento de finalizada la prueba de campo en tres frecuencias de riego del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994.

Frecuencia de Riego	PBH (cm)	PDI (cm)	DI (m)	ϕW (%)
1 día	75	20-30	1.16	91.4
2 días	90	30-40	1.28	90.2
3 días	95	40-50	1.32	89.8

PBH = Profundidad del bulbo de humedecimiento alcanzado (cm)

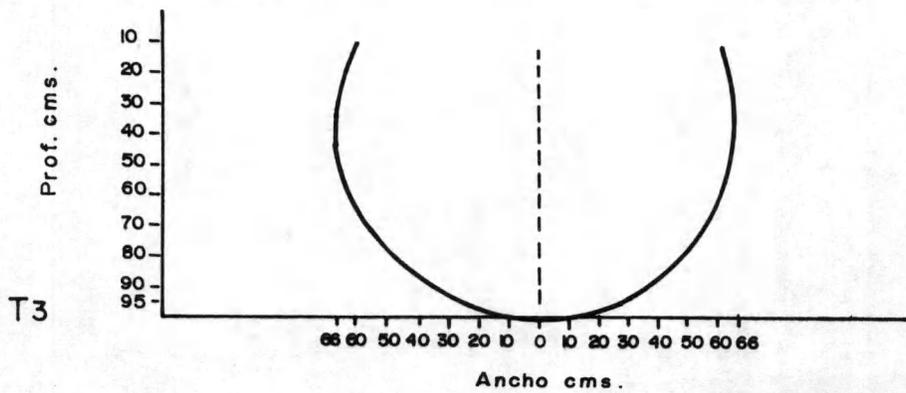
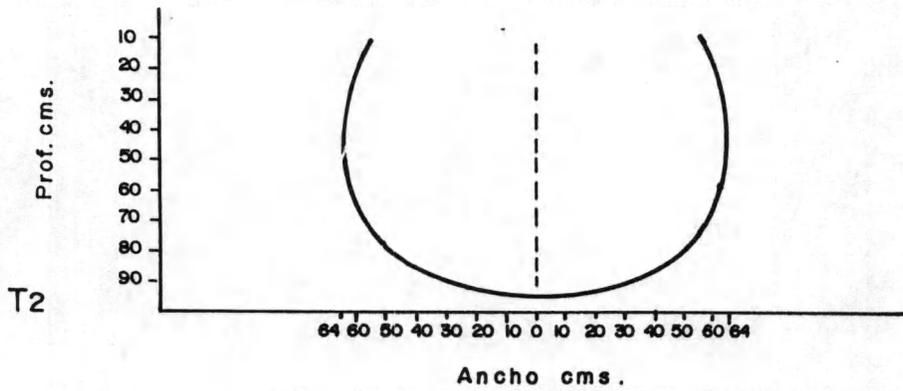
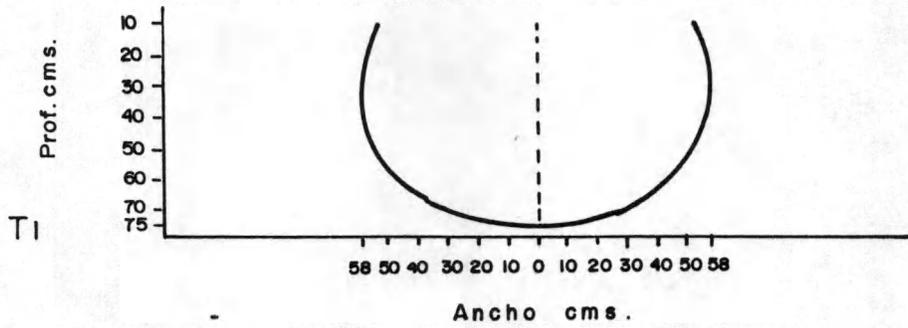
PDI = Profundidad del diámetro interno máximo del bulbo de humedecimiento (cm).

DI = Diámetro interno máximo del bulbo de humedecimiento (m)

ϕW = Contenido de humedad gravimétrico (%).

El comportamiento bidimensional del bulbo de humedecimiento de cada frecuencia de riego se presenta en la Figura 18.

El cálculo y la determinación del contenido de humedad gravimétrico a diferentes profundidades del bulbo de humedecimiento, para cada repetición, correspondiente a



Esc. 1: 25

Fig. 18 . Comportamiento bidimensional del bulbo de humedecimiento con relación a las tres frecuencias de riego.

cada tratamiento en estudio, los resultados se muestran en el Cuadro A-3.

4.4. Parámetros de evaluación económica

Los resultados de la evaluación económica en relación al cultivo de pepino (Cucumis sativus), con respecto al valor total de la producción total y por clase para cada frecuencia de riego evaluada, por parcela útil como por hectárea se presenta en el Cuadro A-4.

El detalle de los costos de producción para cada frecuencia de riego, por tratamiento y para una parcela tipo de una hectárea se presentan en el Cuadro A-5.

Los resultados del gasto total de energía de sistema de riego, por tratamiento y para una parcela tipo de una hectárea se presenta en el Cuadro A-6.

El detalle de los costos de mano de obra para el manejo del sistema de riego para cada tratamiento evaluado y para la parcela tipo de una hectárea se muestra en el Cuadro A-7.

Los costos de irrigación, para una parcela tipo de una hectárea correspondiente a cada frecuencia de riego, se detallan en el Cuadro A-8.

En el Cuadro 23 se muestra el resumen de los resultados del valor de la producción, costos de producción, costos de irrigación (inversión, operación y mantenimiento) para cada frecuencia de riego por hectárea respectivamente.

Cuadro 23. Valor de la producción, costos de producción-costo de irrigación (inversión, operación y mantenimiento) por hectárea del cultivo de pepino (Cucumis sativus) en tres frecuencias de riego. Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994 (COLONES).

DETALLE	FRECUENCIA DE RIEGO		
	1 día	2 días	3 días
	----- ¢ -----		
Valor de la producción total	93,166.00	73,693.60	92,249.40
Costo de producción	10,438.21	10,438.21	10,438.21
COSTO DE IRRIGACION :			
- INVERSION	58,542.35	58,542.35	58,542.35
- OPERACION Y - MANTENIMIENTO	3,722.52	3,773.51	3,824.45

Con respecto al plan de financiamiento a mediano plazo de los costos de inversión de riego, se muestra en el Cuadro A-9.

En los Cuadros A-10, A-11, A-12, se presentan los resultados de flujo efectivo, flujo neto e ingreso neto correspondiente a cada frecuencia de riego evaluada.

Finalmente en el Cuadro 24 se obtienen los resultados de los indicadores económicos como son: El valor Presente

Líquido (PVL), relación beneficio-costo (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR).

Cuadro 24. Indicadores económicos, para una hectárea, - del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) - en tres frecuencias de riego. Estación Experimental y de Prácticas. UES, 1994.

DETALLE	FRECUENCIA DE RIEGO		
	1 día	2 días	3 días
Valor Presente Líquido (VPL) (¢)	+ 106,467.71	+ 50,559.76	+ 103,551.01
Relación Beneficio-Costo (B/C) (¢)	2.62	2.07	2.59
Tasa Interna de Retorno (TIR) (%)	91.58	56.43	89.78

5. DISCUSION DE RESULTADOS

En El Salvador no existen investigaciones sobre la frecuencia de riego en goteo que venga a generar información, así como dar una recomendación al agricultor. Partiendo de esta necesidad es que el presente trabajo realizado en la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas, ha tenido como objeto generar información propia y precisa en nuestro medio, utilizando en forma más eficiente el recurso agua, ya que actualmente es un recurso limitado, así como determinar cual es la frecuencia de riego óptima que permita obtener una mayor calidad y cantidad en la producción, la cual se traduzca en un aumento de los beneficios económicos.

5.1. Respuesta en el número total de pepinos

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza general, se puede observar que estadísticamente la frecuencia de riego no produce una respuesta o efecto sobre el rendimiento en el número total de pepinos, siendo la producción total al final de los siete cortes realizados uniforme para las tres frecuencias de riego evaluadas.

Pero al realizar el análisis por corte se visualiza un comportamiento distinto, donde existe una diferencia significativa estadísticamente entre las frecuencias de riego -

diaria (T_1) y las otras frecuencias (T_2 y T_3), comprobándose que la frecuencia de riego diaria fue la que produjo mayor rendimiento en el número total de pepinos en el tercer corte. No así, para el séptimo corte donde las frecuencias de riego que produjeron mayor rendimiento fueron las frecuencias de 2 y 3 días.

Sin embargo, este resultado obtenido no es representativo en la producción total de pepinos, ya que en otros cortes realizados no se encontró diferencia estadística significativa en la producción.

5.2. Respuesta en el número de pepinos de primera clase

En esta variable como indican los resultados obtenidos del análisis de varianza general, se puede observar que la frecuencia de riego no influye en la calidad de pepinos de primera clase, debido a que es igual estadísticamente para las tres frecuencias de riego evaluadas.

Sin embargo, al realizar el análisis por corte se refleja un comportamiento diferente demostrándose que existe una diferencia estadística significativa en las frecuencias de riego de 1 y 3 días (T_1 y T_3 respectivamente), -- siendo las que produjeron mayor calidad en el número de pepinos de primera clase en el quinto corte. Este resultado obtenido en el quinto corte, no es representativo, en el rendimiento de pepinos de primera clase, debido a que en

los otros cortes realizados no se encontró diferencias estadísticas significativas.

Además, es importante mencionar que se observó un porcentaje de incidencia moderada del mosaico del pepino (virosis) en las tres frecuencias de riego evaluadas (Cuadro A-13) donde probablemente este factor pudo haber influido a que no se encontrara diferencias en el rendimiento de pepinos de primera clase.

5.3. Respuesta en el número de pepinos de segunda clase

Como indican los resultados obtenidos en el análisis de varianza general, donde estadísticamente las frecuencias de riego de 1 y 3 días (T_1 y T_3 respectivamente), son las que influyen en la calidad de pepinos de segunda clase. Siendo estas frecuencias las que produjeron mayor rendimiento en el número de pepinos de segunda clase, en comparación a la frecuencia de riego de 2 días, al final de los siete cortes realizados.

Así mismo, este resultado coincide con el análisis realizado por corte y específicamente con la frecuencia de riego diaria (T_1) siendo ésta la que produjo mayor rendimiento en el número de pepinos de segunda clase en el tercero y sexto corte; no así, para los demás cortes realizados, ya que no se encontró diferencia estadística significativa para ninguna de las frecuencias de riego evaluadas.

Sin embargo, la respuesta obtenida en el número de pepinos de segunda clase es representativa para el análisis de varianza general.

5.4. Respuesta en el número de pepinos de tercera clase

Como se refleja en los resultados obtenidos en el análisis de varianza general, se demuestra que no se encontró diferencia estadística significativa en la calidad de pepinos de tercera clase, por lo que el rendimiento en la calidad es igual para las tres frecuencias de riego evaluadas.

Pero al realizar el análisis por corte donde se visualiza que existe diferencia estadística significativa en la frecuencia de riego diaria (T_1) en comparación a las otras frecuencias (T_2 y T_3), siendo ésta la que produjo mayor rendimiento en el número de pepinos de tercera clase para el primer y tercer corte.

Con respecto al quinto corte se encontró que la frecuencia de riego de 3 días (T_3) fue la que produjo mayor rendimiento en el número de pepinos de tercer clase. Referente al séptimo corte se comprobó estadísticamente que la frecuencia de riego de 2 y 3 días (T_2 y T_3 , respectivamente), fueron las que produjeron mayor rendimiento en el número de pepinos de tercera clase.

De acuerdo al comportamiento obtenido en el número de pepinos de tercera clase, se observa que la frecuencia de rie-

go responde diferente en cada corte para el caso del primero, tercero, quinto y séptimo corte, así mismo, no se encontró diferencia estadística significativa en los -- otros cortes realizados, por lo tanto este resultado no es representativo en el rendimiento de pepinos de tercera clase.

5.5. Respuesta en la longitud promedio de pepinos

Al obtener los resultados del análisis de varianza general, se puede observar que la frecuencia de riego no influye en el tamaño o en la longitud promedio de pepinos, ya que el tamaño de frutos es igual estadísticamente para las tres frecuencias de riego evaluadas.

Pero al realizar el análisis por corte se refleja un comportamiento diferente, demostrándose que existe una diferencia estadística significativa en la frecuencia de riego diaria (T_1) en relación a las otras frecuencias (T_2 y T_3), siendo ésta la que produjo mayor tamaño o longitud promedio de pepinos en el quinto y sexto corte; pero este comportamiento obtenido en el quinto y sexto corte, no es representativo en la longitud promedio de pepinos, ya que no se encontró diferencia estadística significativa en los otros cortes realizados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en las variables respuesta como el número total de pepinos, número de pepi-

nos de primera y tercera clase, así como en la longitud promedio de pepinos, se demostró que no existe diferencia estadística significativa, comprobándose que las frecuencias de riego evaluadas no producen una respuesta o efecto en las variables antes mencionadas. Este comportamiento obtenido pudo ser debido a varias características propias del lugar de donde se desarrolló el ensayo, tales como :

1. La diferencia no muy marcada del porcentaje de agotamiento, ya que las aplicaciones de agua se realizaron a intervalos no muy amplios.
2. La existencia de un déficit hídrico no muy significativo, debido a las frecuencias o intervalos utilizados en la investigación.
3. A las condiciones edafológicas del lugar, principalmente con la textura del suelo, donde la textura franco-limosa a franco arenosa, se consideran óptimas en cuanto a la retención de humedad y permeabilidad, siendo el comportamiento no muy diferente para las frecuencias o intervalos de riego evaluados en el ensayo.
4. Las condiciones de la tasa de evapotranspiración del lugar.

Si se toma en cuenta el lugar donde se desarrolló la investigación es una zona costera, donde las características antes mencionadas no son limitantes extremas, si consi

deramos otros lugares en los que se han realizado investigaciones al respecto donde probablemente estas características son más marcadas o extremas, especialmente en zonas de desierto.

Además, aunque no existen muchos antecedentes sobre la respuesta o efecto de la frecuencia de riego en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). Los resultados obtenidos en la investigación no concuerdan con los obtenidos por D. Goldberg (24), quien probó diferentes frecuencias de riego por goteo, siendo de 1, 3 y 5 días en tres cultivos : melones, tomates y pepinos en el desierto de Arava, en todos los cultivos, el rendimiento aumentó conforme se acortaba el intervalo de riego, donde las aplicaciones diarias de agua produjeron los máximos rendimientos. Por lo tanto, el empleo de intervalos más amplios en la investigación de Golberg, permitió detectar mejor las diferencias en el rendimiento.

5.6. Efecto sobre el porcentaje de floración

De acuerdo a los resultados obtenidos, se determinó que el porcentaje de floración responde favorablemente a la frecuencia de riego, observándose que el mayor porcentaje promedio de floración del cultivo de pepino se obtuvo para la frecuencia de riego diaria durante los 28, 30, 32, 34 y 36 días después de sembrado con un porcentaje --

promedio de 5.4%, 22.9%, 36.4%, 59.8% y 81.3%, respectivamente (Cuadro A-20) (Fig. 17). De acuerdo a este resultado obtenido y a lo observado en el ensayo, es que el aumento de floración obedece principalmente o se ve influenciado por la frecuencia de riego diaria.

Aunque no existe muchos antecedentes sobre investigaciones realizadas de este parámetro, este efecto obtenido se confirma en cierta medida por lo mencionado por Caixeta, -- Bernardo y Díaz Casali (6), quienes comprobaron que a mayores cantidades de agua, aplicadas a menores intervalos de riego, predisponen a la planta a una mayor producción de -- flores y frutos.

Es importante mencionar, que generalmente existe una relación muy estrecha, entre la producción de flores y la producción de frutos; sin embargo, en el ensayo realizado se observó un comportamiento diferente, ya que se obtuvo una menor cantidad en la producción de frutos por corte, así mismo en la producción total de frutos para la frecuencia de riego de 2 días (T_2), donde probablemente la polinización de flores, pudo haber sido afectada, lo cual incidió en un menor rendimiento en la producción. (Fig. A-5 y Fig. A-10).

5.7. Efecto en los días a floración y período de floración

En cuanto a los días a floración se determinó que la fase inicial, se dió para la frecuencia de riego diaria a los 30 días y la fase final a los 36 días.

En cambio para la frecuencia de riego de 2 y 3 días la

fase inicial de los días a floración la obtuvieron a los 31 días y la fase final a los 37 días (Cuadro 21), demostrándose se que la frecuencia de riego diaria, presentó un ligero adelanto de un día en los días a floración, comparándolo con las frecuencias de riego de 2 y 3 días, tanto en la fase inicial como final.

Además, es importante mencionar que el ciclo vegetativo del cultivo de pepino (Cucumis sativus) fué de 61 días, determinándose de que existió un acortamiento del ciclo vegetativo del cultivo igual para las tres frecuencias de riego evaluadas.

Con respecto al período de floración, se determinó que es de 6 días para las tres frecuencias de riego estudiadas. Esta ligera diferencia que se presenta en los días a la floración para la fase inicial como final, aunque no es significativo desde el punto de vista productivo, podría ser que fisiológicamente esto obedece a un indicio que la aplicación de riego frecuente provoca un adelanto en la floración del cultivo.

Sin embargo, la frecuencia de riego no influye en el período de floración, ya que no existió ninguna diferencia.

5.8. Efecto en el patrón de humedecimiento

Con respecto al comportamiento bidimensional del bulbo de humedecimiento (Fig. 18), se observa que la frecuencia de riego de 3 días (T_3) produjo un mayor bulbo de humedeci-

miento en relación a la frecuencia de riego de 2 días y un día (T_2 y T_1 , respectivamente), y siendo relativamente mayor el bulbo de la frecuencia de riego de 2 días (T_2) en comparación a la frecuencia de riego diaria (T_1).

En cuanto al contenido de humedad se determinó que la frecuencia de riego diaria (T_1) obtuvo un porcentaje relativamente mayor del contenido de humedad con 91.4% siendo éste ligeramente superior a los resultados obtenidos en la frecuencia de riego de 2 días con 90.2% y a la frecuencia de riego de 3 días con 89.8% (Cuadro 22).

Respecto a la profundidad del bulbo de humedecimiento como los resultados indican en el Cuadro A-22, se determinó que la frecuencia de riego de 3 días, alcanzó una mayor profundidad del bulbo.

El comportamiento bidimensional obedece principalmente a que existe una relación muy estrecha con el tiempo de riego y el volumen de aplicación de agua al momento de efectuar el riego, ya que se comprobó que a mayor tiempo de aplicación de agua correspondiente a la frecuencia de 3 días, el volumen de agua aplicada es mayor en ese momento, dado que el caudal es el mismo para todos los emisores o goteros, produciéndose un mayor dimensionamiento en el bulbo de humedecimiento.

Esto concuerda con lo expresado por Armoni y Fuentes (3, 21), quienes mencionan que la forma y tamaño del bulbo dependen básicamente del volumen de aplicación de agua y la duración del riego.

De acuerdo al diámetro interno máximo del bulbo obtenido en la prueba de campo se dice que existe la misma relación con el volumen de aplicación de agua realizado en ese momento y la duración del riego correspondiente a la frecuencia de tres días, ya que produjo un mayor diámetro interno con 1.32 m en comparación a las otras frecuencias de riego evaluadas (Cuadro 22).

En cambio para el contenido de humedad el comportamiento es diferente ya que se determinó que al aplicar el riego frecuentemente existe una reposición casi constantemente de la humedad en el suelo, sucediendo lo contrario cuando se aplica el agua menos frecuente ya que probablemente puede existir pérdidas de humedad por percolación, debido a que la humedad puede desplazarse más allá de la profundidad radicular efectiva, y a la mayor superficie evaporante formada.

5.9. Evaluación económica

5.9.1. Valor de la producción

En lo que se refiere al valor de la producción total determinado por hectárea (Cuadro 23 y Cuadro A-4) se demuestra una leve diferencia en cuanto al valor, donde la frecuencia de riego diaria obtiene $\$ 93,166.00$, siendo ligeramente superior en comparación a la frecuencia de riego de tres días con $\$ 92,249.40$ y siendo superior a la frecuencia de riego de dos días con $\$ 73,693.60$.

Este comportamiento observado se debe principalmente al valor obtenido por clase, así la frecuencia de riego diaria

a pesar de que obtuvo un mayor valor en la producción de primera clase con ¢ 34,332.80 y siendo menor el valor de producción de tercera clase con ¢ 29,000.00

No así, para la frecuencia de riego de 3 días que obtuvo el mayor valor en la producción de tercera clase con ¢ 33,610.80 y siendo menor en el valor de la producción de primera clase con ¢ 28,888.80.

Pero para la frecuencia de riego de 2 días el resultado fue diferente ya que se obtuvo menor valor en la producción de primera, segunda y tercera clase, siendo menor el valor, en la producción de segunda clase con ¢ 19,749.60.

5.9.2. Costo de producción

Con respecto a los costos de producción se muestra - que no hay diferencia entre los costos, ya que éste es igual para las tres frecuencias de riego siendo de ¢ 10,438.21/ha (Cuadro A-5), esto se debe a que todas las actividades como preparación del terreno, el valor de los insumos, labores culturales, incluyendo mano de obra y transporte son - iguales para cada una de la frecuencia de riego evaluadas.

5.9.3. Costos de irrigación

De acuerdo a los resultados obtenidos de los costos de irrigación (Cuadro A-8), se establece que el costo de - inversión y mantenimiento es el mismo para cada frecuencia

de riego evaluada, siendo de ¢ 58,542.35 para la inversión y de ¢ 614.70 para el mantenimiento.

No así para los costos de operación del sistema de riego en el cual existe una leve diferencia; sin embargo, esta variación en el costo económico se debe principalmente al gasto total de energía del sistema de riego y a la mano de obra para manejar el sistema de riego.

Presentándose ligeramente mayor el gasto de energía en la frecuencia de riego de 3 días con ¢ 599.90 y para la frecuencia de riego diaria que obtiene un gasto de energía de ¢ 580.83. (Cuadro A-6).

Así mismo, la frecuencia de riego de 3 días presenta ligeramente mayor el costo de mano de obra para manejar el sistema con ¢ 2,457.00, no así para la frecuencia de riego diaria que obtiene un menor costo de mano de obra con ¢ 2,379.00. (Cuadro A-7).

5.9.4. Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto

De acuerdo a los resultados obtenidos (Cuadro A-10, 11, 12) se puede observar que existe una ligera diferencia con respecto al ingreso neto para la frecuencia de riego diaria siendo de ¢ 72,490.37 en relación a la frecuencia de riego de 3 días con ¢ 71,471.84, no así para la frecuencia de dos días en el cual se observa una marcada diferencia.

De igual forma el flujo efectivo presentó el mismo comportamiento económico, siendo para la frecuencia de riego -

diaria de $\text{Q} 78,065.83$, frecuencia de riego de tres días con $\text{Q} 77,047.30$ y frecuencia de riego de dos días con $\text{Q} 58,542.44$ respectivamente, para los cinco años del proyecto. Con respecto al flujo neto se visualiza que se genera una utilidad ligeramente superior en la frecuencia de riego diaria, principalmente en los últimos años de vida útil del proyecto, en comparación a la frecuencia de riego de tres días. No así, para la frecuencia de riego de dos días en la cual se ve que genera menor utilidad.

5.9.5. Indicadores económicos

5.9.5.1. Valor Presente Líquido (VPL)

Como indica los resultados en el Cuadro 24 se puede observar que su valor es positivo (+), así tenemos que para la frecuencia diaria es de $+106,467.71$ siendo ligeramente superior a frecuencia de riego de tres días con $-- + 103,551.01$ y altamente superior a la frecuencia de riego de dos días con $+ 50,559.76$.

Como el valor del VPL es (+) ésto significa que el valor actual de los ingresos es mayor, que el valor actual de los costos y por lo tanto el proyecto es factible debido a que se generará utilidades.

5.9.5.2. Relación Beneficio-Costo (B/C)

De acuerdo a los valores obtenidos (Cuadro 24) nos da

mos cuenta que se puede recuperar la inversión utilizada, así para la frecuencia de riego diaria se determinó una relación (B/C) igual a $\text{¢} 2.62$, siendo ligeramente mayor el beneficio que se obtiene por cada Colón invertido, ya que se está generando $\text{¢} 1.62$ en concepto de utilidad. - Esto en comparación a la frecuencia de riego de tres días que presenta una relación $B/C = \text{¢} 2.59$, generando $\text{¢} 1.59$ en concepto de utilidad. En cambio la frecuencia de riego de dos días fue la que presentó una relación beneficio-costo (B/C) igual a $\text{¢} 2.07$ siendo menor el beneficio que se obtiene, ya que sólo genera $\text{¢} 1.07$ en concepto de utilidad.

5.9.5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Como se observa en los resultados obtenidos (Cuadro - 24) la TIR de la frecuencia de riego diaria es ligeramente mayor en su valor con 91.58% en relación a la frecuencia de riego de tres días donde el valor del TIR es de - 89.78%, no así, para la frecuencia de riego de dos días - que presentó un menor valor de TIR siendo de 56.43%.

Esto quiere decir que entre mayor sea el valor de la TIR, representa mayor rentabilidad de los recursos del - proyecto, durante los cinco años de vida útil, ya que la Tasa Interna de Retorno (TIR) es superior a la Tasa de Interés de Mercado (22%).

6. CONCLUSIONES

De acuerdo a las experiencias y resultados obtenidos en la investigación, podemos afirmar que se tienen suficientes herramientas para futuros estudios; además esta información es muy valiosa para formar criterios y tomar decisiones referente a la frecuencia de riego a utilizar, en el diseño y cálculo de sistema de riego por goteo, especialmente en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) aunque se pueden -- aplicar a otros cultivos afines como las cucurbitáceas.

A partir de los resultados obtenidos durante el ensayo, se concluye lo siguiente :

1. La producción total de pepino no responde a la frecuencia de riego ya que se comprobó que la aplicación de agua a diferentes frecuencias no provocó diferencias en el número total de pepinos siendo éstas estadísticamente igual.
2. En la calidad de pepinos de primera, segunda y tercera clase, se observó que la frecuencia de riego evaluadas no influyen en la calidad de pepinos de primera y tercera clase, pero parece indicar que sí influye en la calidad de pepinos de segunda clase, ya que se encontró una respuesta favorable en la frecuencia de riego diaria y de tres días.

3. Referente a la longitud de pepinos se determinó que la frecuencia de riego no produce efecto alguno en el crecimiento o tamaño del fruto.
4. La aplicación de agua a una mayor frecuencia influye - en la floración del cultivo de pepino (Cucumis sativus), ya que se demostró que la frecuencia de riego diaria obtuvo los mayores porcentajes de floración, además induce a un adelanto en la floración del cultivo; pero con respecto al período de floración la aplicación de agua en las tres frecuencias evaluadas no produce ningún efecto.
5. Se determinó que el ciclo vegetativo del cultivo fue de 61 días, lo cual comparado con los sistemas tradicionales de producción, existe una disminución de 14 días, - siendo igual para las tres frecuencias de riego evaluadas.
6. Al aplicar el agua a una menor frecuencia de riego y mayor tiempo de aplicación, así mismo a un mayor volumen de agua, se obtiene un aumento en el tamaño y profundidad del bulbo, así como en el diámetro interno máximo. Por otra parte, el contenido de humedad se determinó que responde favorablemente a la frecuencia de riego diaria ya que se obtuvo un valor relativamente mayor en el porcentaje del contenido de humedad.

7. Los indicadores económicos muestran que la frecuencia de riego diaria presenta un Valor Presente Líquido (PVL), Relación Beneficio-Costo (B/C) y una Tasa Interna de Retorno (TIR), superior a la frecuencia de riego de 2 días y ligeramente superior a la frecuencia de riego de 3 días.

8. La frecuencia de riego es un aspecto de operación y no incide en los costos de inversión, ya que no influye en el esquema hidráulico para las frecuencias de 1, 2, 3 días.

9. Existe un mejor aprovechamiento de la mano de obra en la utilización de la frecuencia de riego de 3 días, ya que se puede coordinar y ejecutar otras actividades agrícolas en la finca.

7. RECOMENDACIONES

1. La elección de la frecuencia de riego, sea definida en base a la planificación de actividades de la finca, -- pues no existe diferencia en la producción, tamaño y ca lidad de pepinos, así mismo en la rentabilidad, ya que la diferencia no es muy significativa, por lo cual pue de utilizarse cualquiera de las frecuencias de 1, 2 y 3 días.
2. Se recomienda el sistema de riego por goteo por las ven tajas que éste presenta en cuanto a la eficiencia de -- aplicación de agua, adaptabilidad a cualquier tipo de - suelo y topografía, al incremento de la producción, a - la reducción del ciclo vegetativo del cultivo, así como, al ahorro de mano de obra, reducción de los costos de - operación y mantenimiento; además por la utilización de pequeños volúmenes de agua.
3. Se recomienda utilizar el riego por goteo para el culti vo de pepino debido a la recuperación de la inversión, así como a su rentabilidad.
4. Realizar y promover investigaciones del sistema de riego por goteo sobre la respuesta bioeconómica en otros - cultivos hortícolas con el fin de crear un banco de in- formación que sea útil para nuestro medio.

5. Realizar investigaciones en cultivos de mayor importancia económica sobre la respuesta o efecto de la frecuencia de riego en diferentes condiciones edafo-climáticas de nuestro medio con la finalidad de generar más información.

8. BIBLIOGRAFIA

1. ALEMAN O., S.R.; BAIREZ P., C.R.; HERNANDEZ O., C.A.; MENA G., O.E. 1989. Evaluación de los bulbos de humedecimiento con fines de generar datos preliminares para el sistema de riego por goteo. Tesis - Ing. Agr., San Salvador, Universidad de El Salvador, Fac. de Ciencias Agronómicas. P. 118.
2. ALVARADO, P.; QUIROZ, R. 1988. El cultivo de pepino. San Salvador, El Salvador. FUSADES. P. 9, 17.
3. ARMONI, S. 1984. El riego por goteo. ISRAEL. CINADCO. 99 P.
4. BERNAL P., C. DEL C. 1990. Calendarización y riegos - climáticos del maíz y sorgo en la planicie costera central con base a la Estación Experimental y de -- Prácticas. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Universi- dad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 69.
5. BUSCH, C.D.; AMBLING, H.J.; MARCUS, K.A. 1979. Gota a gota.... irrigación en frutales. Revista Agropecua- ria. (El Salv.) 5(49): P. 12.
6. CAIXETA, T.J.; BERNARDO, S.; DIAS CASALI, V.W. 1979. Efeito de lamina de agua e frecuencia de irrigação por gotejamento na cultura de pimentão. In. Semina- rio Latinoamericano sobre riego por goteo. (3, 1980), Sao Pablo, Brazil) [Seminario] Ed. por Agustín Marea. San José, Costa Rica, IICA. P. 199-210.

7. CAÑAS R., V.M.; OSORIO T., M. DE J. 1991. Clasificación de tierras con fines de riego de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Tesis Ing. Agr., San Salvador, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. P. 70.
8. CHILE. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. s.f. Manual de estandares técnicos y económicos de obras menores de riego, instalación de riego por goteo. Santiago, Chile. CIREN. P. 247-257.
9. CULTIVO: PEPINO-PEPINILLO. 1990. In. Manejo agronómico de hortalizas. Ed. Carlos Arturo Tobar Palomo, Felipe de Jesús Chinchilla y Ovidio Sandoval. San Salvador, El Salvador. Departamento de Horticultura. P. 101-102.
10. DOORENBOS, J. 1977. Necesidades de agua de los cultivos. Roma, Italia. FAO. P. 140.
11. EL SALVADOR. DIRECCION GENERAL DE RIEGO Y DRENAJE. - 1990. Diagnóstico sobre la situación de las áreas bajo riego. San Salvador, El Salvador. s.n. P.
12. _____. DIRECCION GENERAL DE RIEGO Y DRENAJE. 1991. Plan Nacional para el Desarrollo de la Agricultura bajo Riego. San Salvador, El Salvador. s.n. -- P. 1-10, 65.

13. _____. DIRECCION GENERAL DE RIEGO Y DRENAJE. 1991. Política nacional de riegos. San Salvador, El Salvador. s.n. P. 2-7.
14. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1989. Guía técnica para la producción de frutales y hortalizas bajo riego. San Salvador, El Salvador. s.n. P. 36-38.
15. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1988. Métodos y técnicas de riego. Ed. Rubén González O. San Salvador, El Salvador. s.n. P. 2.
16. _____. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1978. Situación del riego en El Salvador. San Salvador. s.n. P. 16-17.
17. _____. MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. 1964. Levantamiento General de Suelos de la República de El Salvador: Cuadrante 2356 II Río Jiboa. Nueva San Salvador, El Salv. Dirección General de Investigaciones Agronómicas. ESC. 1:50,000. Color.
18. _____. SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1989. Almanaque Salvadoreño. San Salvador, El Salv. Imprenta Nacional. 47 P.
19. ESPAÑA. SERVICIO DE EXTENSION AGRARIA. 1986. Apuntes sobre riego localizado. Ed. José Esteve Grau. Madrid, España. AGENJO. P. 29-31.

20. ESTADOS UNIDOS. SERVICIO DE CONSERVACION DE SUELOS.
1972. Relación entre suelo-planta. DIANA. P. 70-71.
21. FUENTES YAGUE, J.L. 1972. TECNICAS DE RIEGO, riego por goteo. Madrid, España. IRYDA. P. 257-323.
22. FUSADES-DIVAGRO. 1988. Guía del agricultor para la producción comercial de pepino. San Salvador, El Salvador. FUSADES. P. 6, 7, 16.
23. _____. 1989. Operación, conservación y evaluación - de sistemas de riego por goteo. San Salvador, El Salvador. FUSADES. 110 P.
24. GOLDBERG, S.D.; SHMUELI, M.; GORNAT, B. 1974. Aumento del uso agrícola de agua salina por medio del riego - por goteo. México. AID. P. 7.
25. _____. 1974. Conceptos modernos sobre riego. México. AID. P. 15.
26. _____. 1974. Métodos y técnicas de riego. México. AID. P. 6.
27. _____. GORNAT, B.; SHMUELI, M. 1974. Uso agrícola de aguas salinas por medio del riego por goteo. México. AID. P. 6-8.
28. GOMEZ POMPA, P. 1975. Riegos a presión, aspersion y goteo. Barcelona, España. AEDOS. P. 35-58.
29. GONZALEZ, R. s.f. El riego por goteo. San Salvador, - El Salvador. s.n. 126 P.

30. _____. 1988. Por qué debemos desarrollar el riego en El Salvador. La Prensa Gráfica, San Salvador - (El Salv.); Oct. 18:A-2.
31. _____. 1970. Principios de riego y drenaje. San Salvador, El Salvador. s.n. P. 176. 2a. Parte.
32. GRASSI, C.J. 1968. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación y diseño del proyecto. Mérida, Venezuela. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de -- Aguas y Tierras. P. 67-69.
33. GUDIÉL, V.M. 1984. Manual agrícola Super B. 6 ed. Guatemala, Super B. P. 162-165.
34. GUROVICH, L.A. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José, Costa Rica. IICA. P. 397-417.
35. JAMES, D.W. s.f. Riego y manejo en la producción de cultivos. s.l. Centro Internacional de Riego. P. 5-8.
36. HARDIE, J. s.f. Micro irrigation de sign manual. s.l. s.n. P. 2.3 - 2.10.
37. HENRIQUEZ, J. 1991. Misión china impulsa el cultivo - de pepino. El Diario de Hoy, San Salvador (El Salv.); Abr. 9:20.
38. ISRAELSEN, O.W.; HANSEN, V.E. 1975. Principios y aplicación del riego. 5a. Ed. Madrid, España. Reverse. P. 10-11.

39. KELLER, J. 1983. Manual de diseño de sistemas de riego por aspersión y goteo. Trad. por Héctor H. Malano. UTAH, EE.UU. Centro Internacional de Riego. 10.1 - 16.21.
40. KING, A.B.; SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE, P. 4, 74, 114.
41. LORDELO OLITA, A.F. 1984. On métodos de irrigação. São Paulo, Brasil. NOBEL. P. 126-191.
42. LUNA, M. 1988. El más alto potencial de solución para nuestro desarrollo agrícola. La Prensa Gráfica, - San Salvador (El Salv.); Oct. 18:20-A.
43. MARROQUIN AREVALO, H.A. 1984. Diagnósitco del Campo Experimental y de Prácticas La Providencia. San Salvador, El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 51 P.
44. MARTINEZ HENRIQUEZ, L.A. 1994. Cultivo de tomate. La Prensa Gráfica. San Salvador (El Salv.); Septo. 6; 42-A.
45. MEDINA SAN JUAN, J.A. 1988. El riego por goteo. 3 ed. Madrid, España. MUNDI-PRENSA. 245 P.
46. MENDOZA, E.A. s.f. Diseño y operación de sistema de riego por superficie, riego por superficie. San Salvador, El Salvador. P. III-1, III-2.

47. MORENO MENDEZ, G. 1992. Diagnóstico sobre la situación de áreas de riego en el país. La Prensa Gráfica, San Salvador (El Salv.); Ene. 14:48.
48. NUILA DE MEJIA, J.A.; MEJIA, M.A. 1990. Manual de diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería. San Salvador. s.n. P. 97-115.
49. OLAF GONZALES, N. 1988. Como tecnificar el riego a nivel de finca. La Prensa Gráfica, San Salvador (El Salv.); Nov. 15:4-A.
50. _____. 1988. Los métodos de riego. La Prensa Gráfica, San Salvador (El Salv.); Oct. 18:A-10.
51. OLLIER, CH.; POIREE, M. 1977. El regadío. 4a. Ed. Barcelona, España. ETA. P. 10-11.
52. OROZCO, L.F. 1979. Cucurbitáceas. Manual para la educación agropecuaria. México. DGETA. P. 48.
53. PARSONS, D.B. 1979. Cucurbitáceas. México. DGETA. 15 P.
54. PORRAS, M.E. 1983. Insumos israelíes de riego. Agricultura de las Américas. EE.UU. 32(2): 13, 15, 16.
55. PRIETO, V. 1992. La promesa del riego moderno. Agricultura de Las Américas. EE. UU. 41(5): 10, 14, 22.
56. RIEGO POR GOTEO. s.f. In. Datos específicos NETAFIN. ISRAEL. NETAFIN. P. 17, 18, 19.

57. RIEGO POR GOTEO. 1981. In. Métodos avanzados de riego por goteo. Ed. Antulio Piña Davalos; Ezequiel Arreola Vendrel. México. Sub-Secretaría de Infraestructura hidráulica - Plan Nacional de Obras Hidráulicas e Ingeniería para el Desarrollo Rural (Tomo I). P. 33-47.
58. SALAZAR, L.; HARGREAVES, G.H.; KERN STUTLER, R. 1985. Manual de programación de riego. Trad. Emilio Araujo; Segundo Díaz. UTAH, EE. UU. International Irrigation Center. P. 55.
59. SAVALDI, D. 1990. Material de estudio sobre microaspersión. Israel. CINADCO. P. 10.
60. SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE RIEGO POR GOTEO. (3, - 1979. Sao Paulo, Brazil). 1980. El riego por goteo; Una alternativa válida para favorecer el incremento de la población y productividad agrícola en los países latinoamericanos. Ed. MERECA CANELO. San José, Costa Rica. P. 601-605.
61. SEMINARIO SOBRE TECNOLOGIA INMEDIATA DISPONIBLE PARA CULTIVOS HORTICOLAS BAJO RIEGO CON FINES DE EXPORTACION. (1968, San Salvador, El Salv.) 1989. Seminario. - San Salvador, El Salv. s.n. P. 34-35.
62. SCHWAB, G.O.; FREVERT, R.K.; EDMINSTER, T.W. 1990. Ingeniería de conservación de suelos y agua. Trad. - Antonio Garza Montemayor. México. LIMUSA. P. 511-523.

63. SISTEMA ESTADUAL DE PESQUIZA AGROPECUARIA. 1982. Pe
pino: Cultivares y métodos cultivares. (BRA);
82(85): 20-21.
64. THORNE, D.W.; PETERSON, H.B. 1963. Técnicas de riego:
Trad. por José Luis Lepe. México. Continental. -
P. 17-18.

9. A N E X O S

Cuadro A-1. ANALISIS FISICO DEL LOTE LA BOMBA.

	E S T R A T O		T E X T U R A		% CAPACIDAD DE CAMPO	% PUNTO PERMANENTE DE MARCHI TEZ	% CAPACIDAD DE RETENCION DE AGUA APROVECHABLE	PERMEABILIDAD (cm/h).	DENSIDAD APARENTE (gr/cm ³)
1	0	-0.13	FL	19.31	10.21	9.10	3.7	1.31	
2	0.13	0.32	F	21.52	12.31	9.21	0.53	1.32	
3	0.32	0.45	FA	9.27	4.63	4.64	1.87	1.32	
4	0.45	0.68	FA	9.18	4.59	4.59	44.49	1.33	
5	0.68	1.50	FL	24.54	10.21	14.33	2.16	1.35	

FUENTE : CAÑAS REYES, V.M.; OSORIO TORRES, M. de J.,
Modificado.

Cuadro A-3. Cálculo del contenido de humedad gravimétrico a diferentes profundidades del bulbo de humedecimiento correspondiente a tres repeticiones representativas de cada frecuencia de riego

REPETICION	PROFUNDIDAD (cms)	PESO DE CAJA (gr)	P.s.h.+Caja (gr)	P.s.s.+Caja (gr)	P.S.h. (gr)	P.S.s. (gr)	Ø W (%)
T ₁ R ₅	0-75	26.42	55.76	41.75	29.34	15.33	91.40
T ₂ R ₃	0-90	26.63	54.33	41.19	27.70	14.56	90.20
T ₃ R ₁	0-95	26.26	53.97	40.86	27.71	14.60	89.80

P.S.h.= Peso de suelo húmedo (gr)

P.S.S.= Peso de suelo seco (gr)

ØW = Contenido de humedad gravimétrico (%)

T₁ = Frecuencia de riego, 1 día

T₂ = Frecuencia de riego, 2 días

T₃ = Frecuencia de riego, 3 días

Cuadro A-4. Valor de la producción total y por clase para cada frecuencia de riego - del cultivo de pepino (Cucumis sativus) por parcela útil y por hectárea.

DETALLE	FRECUENCIA DE RIEGO		
	1 día	2 días	3 días
VALOR DE PRODUCCION DE PRIMERA CLASE *	----- ∅ -----		
Parcela útil	247.20	193.60	208.00
Por hectárea	34,332.80	26,888.80	28,888.80
VALOR DE PRODUCCION DE SEGUNDA CLASE **			
Parcela útil	214.80	142.20	214.20
Por hectárea	29,833.20	19,749.60	29,749.80
VALOR DE PRODUCCION DE TERCERA CLASE ***			
Parcela útil	208.80	194.80	242.00
Por hectárea	29,000.00	27,055.20	33,610.80
VALOR DE PRODUCCION TOTAL			
Parcela útil	670.80	530.60	664.20
Por hectárea	93,166.00	73,693.60	92,249.40

PRECIOS DEL PRODUCTOR : * : ∅ 0.80/unidad

** : ∅ 0.60/unidad

***: ∅ 0.40/
Unidad

CUADRO A-5 . Presupuesto de los costos de producción para una hectárea del cultivo de pepino (Cucumis sativus) Estación Experimental y de Prácticas, UES. 1994 .

DETALLE	COSTO UNITARIO (¢)	CANTIDAD UTILIZADA POR FRECUENCIA	FRECUENCIA DE RIEGO, 1 DIA (¢)	FRECUENCIA DE RIEGO, 2 DIAS (¢)	FRECUENCIA DE RIEGO, 3 DIAS (¢)
Preparación del terreno		pases			
Aradura	428	1	428.00	428.00	428.00
Rastreado	185.7	2	371.40	371.40	371.40
Insumos					
Semilla	91	5 lbs.	455.00	455.00	455.00
Formulas (16-20-0)	1.25/lb	6.25 qq	781.25	781.25	781.25
Sulfato de Amonio	1.00/lb	6.25 qq	625.00	625.00	625.00
Barredor TS	49.00	1 sobre	49.00	49.00	49.00
Tamarón 600 SL	80.00	1 lt.	80.00	80.00	80.00
Evicet	110	3 sobres	330.00	330.00	330.00
Herald 375	135/1/4lt.	3/4 lt.	405.00	405.00	405.00
Derosal 500 SE	259	1 lt.	259.00	259.00	259.00
Previcur N	411	1 lt.	411.00	411.00	411.00
Manzate 200 DF	61.55	2 Kg.	123.00	123.00	123.00
Bayfolan	2390	6 lt.	143.40	143.40	143.40
Labores del cultivo		Jorn.			
Siembra	26.00	9 d-h	234.00	234.00	234.00
Aporco y deshije	26.00	5 d-h	130.00	130.00	130.00
Aplicación de fertilizantes	26.00	10 d-h	260.00	260.00	260.00
Limpias	26.00	27 d-h	702.00	702.00	702.00
Aplicación de pesticidas fertilización foliar	26.00	20 d-h	520.00	520.00	520.00
Cosecha (corte y acarreo)	26.00	59 d-h	1,534.00	1,534.00	1,534.00
Transporte	300.00	7	2,100.00	2,100.00	2,100.00
SUB-TOTAL			9,941.15	9,941.15	9,941.15
Imprevistos 5(%)			497.06	497.06	497.06
T O T A L			10,438.21	10,438.21	10,438.21

Cuadro A-6. Gasto total de energía del sistema de riego por tratamiento para la parcela tipo de una hectárea. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. UES, 1994.

Tratamientos	Horas de Operación/día	Días de Riego	Cantidad total de horas de riego	Consumo de energía/hora de riego Kw	Consumo total de energía Kwh	Costo de energía/Kwh (¢)	Costo total de energía, ¢
T ₁	12	61	732	1.12	819.8	0.7085	580.83
T ₂	12	62	744	1.12	833.3	0.7085	590.39
T ₃	12	63	756	1.12	846.7	0.7085	599.90

TRATAMIENTOS :
 T₁ : Frecuencia de riego, 1 día
 T₂ : Frecuencia de riego, 2 días
 T₃ : Frecuencia de riego, 3 días

Cuadro A-7. Costo de mano de obra para manejo del sistema de riego por tratamiento - para la parcela tipo de una hectárea. Estación Experimental y de Prácticas, Facultad de Ciencias Agronómicas. 1994.

Tratamientos	Mano de obra /dh / ha	Número de días de riego	Manejo del sistema de riego por hectárea	Costo de Mano de obra /dh, (¢)	Costo total por manejo del sistema
T ₁	1.5	61	91.5 dh*	26.00	¢ 2,379.00
T ₂	1.5	62	93.0 dh	26.00	¢ 2,418.00
T ₃	1.5	63	94.5 dh	26.00	¢ 2,457.00

TRATAMIENTOS :

- T₁ = Frecuencia de riego, 1 día
 T₂ = Frecuencia de riego, 2 días
 T₃ = Frecuencia de riego, 3 días

* 1 dh = Es equivalente al trabajo - que realiza un hombre en un día con 8 horas laborales.

CUADRO A-8 . Costos de irrigación para parcela tipo de una hectárea del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) Estación Experimental y de Prácticas, UES. 1994.

DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	FRECUENCIA DE RIEGO, 1 DIA			FRECUENCIA DE RIEGO, 2 DIAS			FRECUENCIA DE RIEGO, 3 DIAS		
		LONG. TOTAL (m)	CAN-TIDAD	COSTO TOTAL (₡)	LONG. TOTAL (m)	CAN-TIDAD	COSTO TOTAL (₡)	LONG. TOTAL (m)	CAN-TIDAD	COSTO TOTAL (₡)
Tubería con gotero integrado 16mm ϕ	3.60	9.600		34,560	9.600		34,560	9.600		34,560
Conectores iniciales	5.00		192	960.00		192	960.00		192	960.00
Elevadores de polietileno de 16mm ϕ	1.50		192	288.00		192	288.00		192	288.00
Conectores de unión polietileno-poliet	5.00		192	960.00		192	960.00		192	960.00
Tubería de P.V.C. (160 PSI) de 1/4" ϕ	57.20		15	858.00		15	858.00		15	858.00
Tubería de P.V.C. (250 PSI) de 3/4" ϕ	29.20		34	992.80		34	992.80		34	992.80
Codos P.V.C. 450 de 1/4" ϕ	11.20		2	22.40		2	22.40		2	22.40
Codos P.V.C. 450 de 3/4" ϕ	5.95		24	142.80		24	142.80		24	142.80
Codos P.V.C. 900 de 3/4" ϕ	2.85		30	85.50		30	85.50		30	85.50
Cruceiro liso (P.V.C.) de 1/4" ϕ	21.50		3	64.50		3	64.50		3	64.50
Adaptador hembra con rosca de 1/4" ϕ	6.65		1	6.65		1	6.65		1	6.65
Adaptador hembra con rosca de 3/4" ϕ	3.30		12	39.60		12	39.60		12	39.60
Tapón macho de rosca de 1/4" ϕ	12.90		1	12.90		1	12.90		1	12.90
Tapón macho de rosca de 3/4" ϕ	3.63		12	43.80		12	43.80		12	43.80
Tee lisa (P.V.C.) de 3/4" ϕ	3.60		6	21.60		6	21.60		6	21.60
Bushing reductor (P.V.C.) de 1/4" x 3/4" ϕ	5.30		6	31.80		6	31.80		6	31.80
Válvulas de bola univ. (P.V.C.) de 3/4" ϕ	80.30		6	481.80		6	481.80		6	481.80
Filtro de disco de 1" de ϕ	1,700		1	1,700		1	1,700		1	1,700
Hidrociclón de 4" x 1" x 1" de ϕ	3,100		1	3,100		1	3,100		1	3,100
Tanque fertilizador de 60 lts.	2,100		1	2,100		1	2,100		1	2,100
Válvula de compuerta de 3/4" ϕ	438.00		1	438.00		1	438.00		1	438.00
Válvula de aire (plástico) de 3/4" ϕ	200.00		1	200.00		1	200.00		1	200.00
Válvula check de 1" de ϕ	207.00		1	207.00		1	207.00		1	207.00
Válvula de bola integral de 3/4" ϕ	48.40		2	96.80		2	96.80		2	96.80
Manómetro de 50 P.S.I.	85.00		2	170.00		2	170.00		2	170.00
Manómetro de 100 P.S.I.	92.00		1	92.00		1	92.00		1	92.00
Conjunto moto bomba centrifuga. (1/2 HP)	4,340		1	4,340		1	4,340		1	4,340
Cemento solvente para P.V.C. 1/4 gal	66.67		1	66.67		1	66.67		1	66.67
Cinta teflón	3.00		4	12.00		4	12.00		4	12.00
Excavación para tubería	25.00/m ³		36	900.00		36	900.00		36	900.00
Relleno y compactación de tubería	35.00/m ³		36	1,260		36	1,260		36	1,260
Instalación y prueba del sistema				1,500			1,500			1,500
SUB - TOTAL				55,754.62			55,754.62			55,754.62
Imprevistos (5%)				2,787.73			2,787.73			2,787.73
TOTAL				58,542.35			58,542.35			58,542.35
COSTO DE OPERACION										
Gasto de energía	0.7085/kwh		819.8 kwh	580.83		833.3 kwh	590.39		846.7 kwh	599.90
Manejo del sistema	26.00/dh		91.5 dh	2,379		93 dh	2,418		94.5 dh	2,457
SUB - TOTAL				2,959.83			3,008.39			3,056.90
Imprevistos (5%)				147.99			150.42			152.85
TOTAL				3,107.82			3,158.81			3,209.75
COSTO DE MANTENIMIENTO										
Mantenimiento del sistema *				585.42			585.42			585.42
SUB - TOTAL				585.42			585.42			585.42
Imprevistos (5%)				29.27			29.27			29.27
TOTAL				614.70			614.70			614.70

* = El costo de mantenimiento del sistema de riego, se considero' del 1% de la inversión .

Cuadro A-9. Plan de financiamiento a mediano plazo para el costo de inversión de riego por goteo para una hectárea. (Colones).

DETALLE	AÑOS					
	0	1	2	3	4	5
	----- ¢ -----					
Monto	58,542.35	58,542.35	46,833.88	35,125.41	23,416.94	11,708.47
Abono a Capital	-	11,708.47	11,708.47	11,708.47	11,708.47	11,708.47
Pago de interés	-	12,879.32	10,303.45	7,727.59	5,151.73	2,575.86
Total a Pagar	-	24,587.79	22,011.92	19,436.06	16,860.20	14,284.33
SALDO	58,542.35	46,833.88	35,125.41	23,416.94	11,708.47	0

PLAZO : 5 años
TASA DE INTERES (i) : 22% a.a
Sin período de gracia.

Cuadro A-10. Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto para la frecuencia de riego, 1 día.
(Colones).

C O N C E P T O	A Ñ O S					
	0	1	2	3	4	5
	OND/93	EFM/94	EFM/95	EFM/96	EFM/97	EFM/98
<u>INGRESOS</u>						
Ventas por período	-	93,166.00	93,166.00	93,166.00	93,166.00	93,166.00
Total Ingresos	-	93,166.00	93,166.00	93,166.00	93,166.00	93,166.00
<u>EGRESOS</u>						
Costo de Inversión	58,542.35	-	-	-	-	-
Costo de Operación y Mantenimiento	-	3,722.52	3,722.52	3,722.52	3,722.52	3,722.52
Costo de Producción	-	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21
Intereses Crédito (avío).	-	939.44	939.44	939.44	939.44	939.44
TOTAL EGRESOS	58,542.35	15,100.17	15,100.17	15,100.17	15,100.17	15,100.17
Depreciación (10%)	-	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46
COSTO TOTAL	58,542.35	20,675.63	20,675.63	20,675.63	20,675.63	20,675.63
INGRESO NETO	(58,542.35)	72,490.37	72,490.37	72,490.37	72,490.37	72,490.37
Disponib. Efectiva	0	78,065.83	78,065.83	78,065.83	78,065.83	78,065.83
Plan de Financiam.	58,542.35	24,587.79	22,011.92	19,436.06	16,860.20	14,284.33
FLUJO NETO	(58,542.35)	53,478.04	56,053.91	58,629.77	61,205.63	63,781.50

Cuadro A-11. Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto para la frecuencia de riego, 2 días (Colones).

CONCEPTO	A Ñ O S					
	0	1	2	3	4	5
	OND/93	EFM/94	EFM/95	EFM/96	EFM/97	EFM/98
<u>INGRESOS</u>						
Ventas por período	-	73,693.60	73,693.60	73,693.60	73,693.60	73,693.60
Total Ingresos	-	73,693.60	73,693.60	73,693.60	73,693.60	73,693.60
<u>EGRESOS</u>						
Costo de Inversión	58,542.35	-	-	-	-	-
Costo de Operación y mantenimiento.	-	3,773.51	3,773.51	3,773.51	3,773.51	3,773.51
Costo de Producción.	-	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21
Interés Crédito de Avío.	-	939.44	939.44	939.44	939.44	939.44
TOTAL EGRESOS	58,542.35	15,151.16	15,151.16	15,151.16	15,151.16	15,151.16
Depreciaciones (10%)	-	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46
COSTO TOTAL	58,542.35	20,726.62	20,726.62	20,726.62	20,726.62	20,726.62
INGRESO NETO	(58,542.35)	52,966.98	52,966.98	52,966.98	52,966.98	52,966.98
Disponibilidad Efectiva.	0	58,542.44	58,542.44	58,542.44	58,542.44	58,542.44
Plan de Financiamiento.	58,542.35	24,587.79	22,011.92	19,436.06	16,860.20	14,284.33
FLUJO NETO	(58,542.35)	33,954.65	36,530.52	39,106.38	41,682.24	44,258.11

Cuadro A-12. Flujo de efectivo, flujo neto e ingreso neto para la frecuencia de riego, 3 días.
(Colones).

CONCEPTO	A Ñ O S					
	0	1	2	3	4	5
	OND/93	EFM/94	EFM/95	EFM/96	EFM/97	EFM/98
<u>INGRESOS</u>						
Ventas por período	-	92,249.40	92,249.40	92,249.40	92,249.40	92,249.40
TOTAL INGRESOS	-	92,249.40	92,249.40	92,249.40	92,249.40	92,249.40
<u>EGRESOS</u>						
Costo de Inversión	58,542.35	-	-	-	-	-
Costo de Operación y Mantenimiento	-	3,824.45	3,824.45	3,824.45	3,824.45	3,824.45
Costo de Producción	-	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21	10,438.21
Intereses Crédito (Avío)	-	939.44	939.44	939.44	939.44	939.44
TOTAL EGRESOS	58,542.35	15,202.10	15,202.10	15,202.10	15,202.10	15,202.10
Depreciación (10%)	-	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46	5,575.46
COSTO TOTAL	58,542.35	20,777.56	20,777.56	20,777.56	20,777.56	20,777.56
INGRESO NETO	(58,542.35)	71,471.84	71,471.84	71,471.84	71,471.84	71,471.84
Disponibilidad efectiva.	0	77,047.30	77,047.30	77,047.30	77,047.30	77,047.30
Plan de Financiamiento.	58,542.35	24,587.79	22,011.92	19,436.06	16,860.20	14,284.33
FLUJO NETO	(58,542.35)	52,459.51	55,035.38	57,611.24	60,187.10	62,762.97

Cuadro A-13. Porcentaje total de incidencia de enfermedades de frutos del cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) para las tres frecuencias de riego durante los siete cortes realizados.

NOMBRE COMUN	AGENTE CAUSAL	Frecuencia de Riego, 1 día	Frecuencia de Riego, 2 días	Frecuencia de Riego, 3 días
Virus del Mo saico del pe pino	Virus	8.6	5.5	6.1
Pudrición del Fruto	<u>Phythium</u> sp.	1.5	1.3	1.1

**CUADRO A-14 NUMERO TOTAL DE FRUTOS PARA CADA CORTE Y TRATAMIENTO
ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONOMICAS UES. SAN LUIS TALPA, LA PAZ, 1994.**

TRATAMIENTO	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	TOTAL	Xi
T1	139	169	324	194	120	190	53	1189	169.9
T2	87	163	203	228	89	110	86	966	138.0
T3	110	185	258	223	168	193	85	1222	174.6

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA

T2 = FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS

T3 = FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS

**CUADRO A-15 NUMERO DE FRUTOS DE PRIMERA CLASE PARA CADA CORTE Y TRATAMIENTO
ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS
AGRONOMICAS UES. SAN LUIS TALPA, LA PAZ, 1994**

TRATAMIENTO	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	TOTAL	Xi
T1	41	87	121	32	19	9	0	309	44.1
T2	52	64	77	41	7	1	0	242	34.6
T3	36	56	113	18	25	12	0	260	37.1

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA

T2 = FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS

T3 = FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS

CUADRO A-16 NUMERO DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE PARA CADA CORTE Y TRATAMIENTO ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES. SAN LUIS TALPA, LA PAZ, 1994.

TRATAMIENTO	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	TOTAL	Xi
T1	54	50	87	63	39	53	12	358	51.1
T2	25	41	55	58	32	13	13	237	33.9
T3	48	83	71	79	34	29	13	357	51.0

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA

T2 = FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS

T3 = FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS

CUADRO A-17 NUMERO DE FRUTOS DE TERCERA CLASE PARA CADA CORTE Y TRATAMIENTO ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES. SAN LUIS TALPA, LA PAZ, 1994.

TRATAMIENTO	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	TOTAL	Xi
T1	44	32	116	99	62	128	41	522	74.6
T2	10	58	71	129	50	96	73	487	69.6
T3	26	46	74	126	109	152	72	605	86.4

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA

T2 = FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS

T3 = FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS

CUADRO A-18 LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS (CM) PARA CADA CORTE Y TRATAMIENTO ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS UES. SAN LUIS TALPA, LA PAZ, 1994.

TRATAMIENTO	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	CORTE 4	CORTE 5	CORTE 6	CORTE 7	TOTAL	Xi
T1	14.47	17.81	18.30	17.83	17.92	16.98	15.47	118.78	16.97
T2	16.50	17.48	18.84	17.92	17.35	15.72	14.36	118.17	16.88
T3	17.17	17.18	18.69	17.92	16.98	15.76	14.86	118.56	16.94

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA

T2 = FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS

T3 = FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS

CUADRO A-19 VARIABLES RESPUESTA EVALUADAS EN CADA FRECUENCIA DE RIEGO POR PARCELA UTIL Y POR HECTAREA DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) ESTACION EXPERIMENTAL Y DE PRACTICAS, UES 1994

VARIABLES EVALUADAS	FRECUENCIA DE RIEGO 1 DIA	FRECUENCIA DE RIEGO 2 DIAS	FRECUENCIA DE RIEGO 3 DIAS
<u>PRODUCCION TOTAL DE FRUTO</u>			
PARCELA UTIL 1 HECTAREA	1,189 UNIDADES 165,138 UNIDADES	966 UNIDADES 134,166 UNIDADES	1,222 UNIDADES 169,722 UNIDADES
<u>No. DE FRUTOS DE PRIMERA CLASE</u>			
PARCELA UTIL 1 HECTAREA	309 UNIDADES 42,916 UNIDADES	242 UNIDADES 33,611 UNIDADES	260 UNIDADES 36,111 UNIDADES
<u>No. DE FRUTOS DE SEGUNDA CLASE</u>			
PARCELA UTIL 1 HECTAREA	358 UNIDADES 49,722 UNIDADES	237 UNIDADES 32,916 UNIDADES	357 UNIDADES 49,583 UNIDADES
<u>No. DE FRUTOS DE TERCERA CLASE</u>			
PARCELA UTIL 1 HECTAREA	522 UNIDADES 72,500 UNIDADES	487 UNIDADES 67,638 UNIDADES	605 UNIDADES 84,027 UNIDADES
<u>LONGITUD TOTAL PROMEDIO DE FRUTOS</u>	16.97 CM	16.88 CM	16.94 CM

CUADRO A-20

A N A L I S I S D E S U E L O S

Bachilleres

Oscar Antonio Amaya

Willian Ernesto Chacón

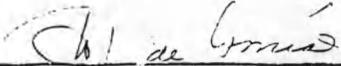
Presente.

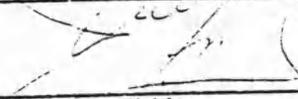
Por este medio le informo sobre los resultados de los análisis hechos en nuestro laboratorio de las siguientes muestras:

No. de Lab.	Identificación de la muestra	pH	Conductividad -- Electrica	Materia Orgánica. %	Textura Boyucos	Na ppm	K ppm	P ppm	Ca ppm	Mg ppm	Fe ppm	Cu ppm	Mn ppm	Zn ppm	N ppm
101	MUESTRA DE SUELO PROCEDENTE DEL LOTE LA BOMBA, CAMPO EXPERIMENTAL, SAN LUIS TALPA DEPARTAMENTO DE LA PAZ.						180	81.5							Menor de 35

OTRAS DETERMINACIONES U OBSERVACIONES DEL LABORATORIO:

F. 
 Jefe de la Unidad de 

F. 
 Responsable de Análisis.

F. 
 Recibido.

Cuadro A-21. Datos de aforo obtenidos en el sistema de riego por goteo, durante el ensayo.

			I	II	III	IV	V	VI
			----- cc/30 Seg. -----					
UNIDAD	T ₃ R ₁	DER	25.0	24.0	24.5	24.5	24.0	24.5
		IZQ	24.5	25.0	24.5	23.5	24.0	24.0
UNIDAD	T ₁ R ₁	DER	25.5	24.0	23.5	24.0	24.0	24.5
		IZQ	26.0	26.0	24.0	26.0	27.0	24.0
UNIDAD	T ₂ R ₁	DER	24.0	26.0	24.0	25.0	24.0	24.0
		IZQ	24.5	24.5	24.0	25.0	24.0	24.0
UNIDAD	T ₃ R ₂	DER	24.0	24.5	25.0	25.0	25.0	25.0
		IZQ	25.5	25.0	25.0	24.0	24.0	24.0
UNIDAD	T ₁ R ₂	DER	25.0	25.0	24.0	24.5	23.5	23.5
		IZQ	24.0	23.5	23.5	23.5	27.0	22.0
UNIDAD	T ₂ R ₂	DER	24.0	24.0	30.0	30.0	25.0	24.0
		IZQ	24.5	24.5	25.0	24.5	24.0	25.0
UNIDAD	T ₃ R ₃	DER	24.0	25.0	25.0	25.0	24.5	25.0
		IZQ	26.0	25.0	26.5	25.0	24.0	24.0
UNIDAD	T ₂ R ₃	DER	24.0	25.0	24.0	25.0	22.0	20.0
		IZQ	24.5	26.0	24.0	25.0	25.0	25.0
UNIDAD	T ₁ R ₃	DER	23.0	24.0	30.0	24.0	25.0	25.5
		IZQ	29.0	30.5	24.5	25.0	25.0	27.0
UNIDAD	T ₂ R ₄	DER	25.0	27.0	24.0	24.0	24.0	24.0
		IZQ	25.0	26.0	24.5	24.0	24.0	24.0
UNIDAD	T ₃ R ₄	DER	24.0	25.0	24.5	25.0	23.0	24.0
		IZQ	24.0	31.0	24.0	23.0	24.0	24.0
UNIDAD	T ₁ R ₄	DER	25.0	27.0	25.0	25.0	24.0	28.0
		IZQ	25.0	25.0	25.0	26.0	25.0	24.0
UNIDAD	T ₂ R ₅	DER	24.5	24.5	24.0	24.5	26.0	26.0
		IZQ	24.0	25.0	27.0	26.0	25.0	24.0
UNIDAD	T ₃ R ₅	DER	25.0	24.0	26.0	26.0	24.0	24.0
		IZQ	24.0	24.0	27.0	28.0	24.0	28.0

CONTINUACION Cuadro A-21.

			I	II	III	IV	V	VI
			----- cc/30 Seg. -----					
UNIDAD	T ₁ R ₅	DER	25.0	25.0	25.0	26.0	25.0	25.0
		IZQ	26.0	26.0	25.0	25.0	27.0	27.0
UNIDAD	T ₃ R ₆	DER	24.0	24.0	29.0	27.0	25.0	24.0
		IZQ	26.0	29.0	26.0	26.0	25.0	27.0
UNIDAD	T ₂ R ₆	DER	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	23.0
		IZQ	25.0	25.0	24.0	25.0	24.0	25.0
UNIDAD	T ₁ R ₆	DER	26.0	27.0	24.0	26.0	24.0	24.0
		IZQ	24.0	25.0	24.0	24.0	25.0	25.0

- I y II = Descarga de goteros al inicio de la tubería.
 III y IV = Descarga de goteros en medio de la tubería
 V y VI = Descarga de goteros al final de la tubería
 DER = Tubería lateral derecha de la unidad.
 IZQ = Tubería lateral izquierda de la unidad.

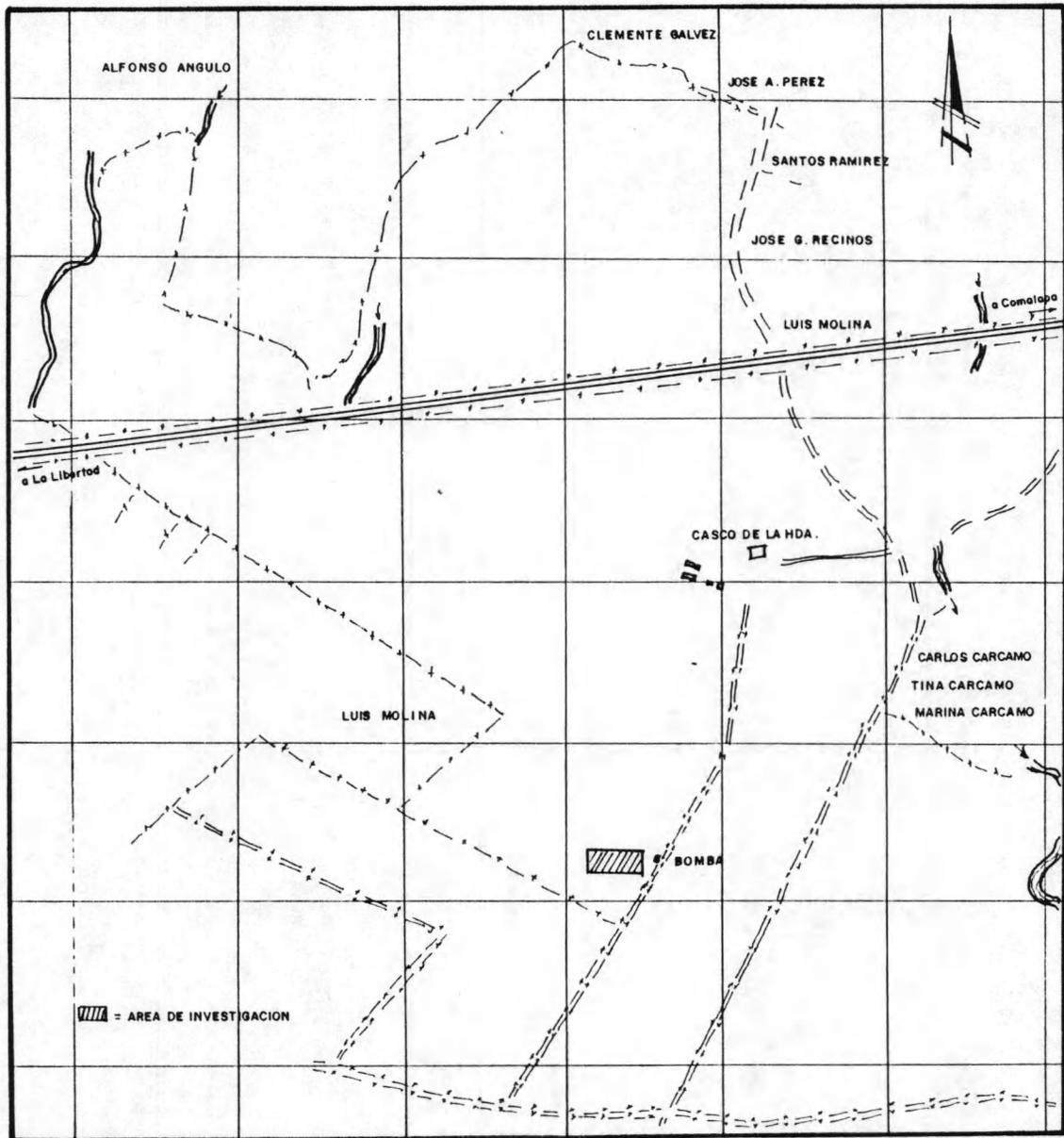


Fig. A-1 . Plano de ubicación del ensayo en la Estación Experimental y de Practicas, Facultad de Ciencias Agronomicas . Esc. 1 : 6 500

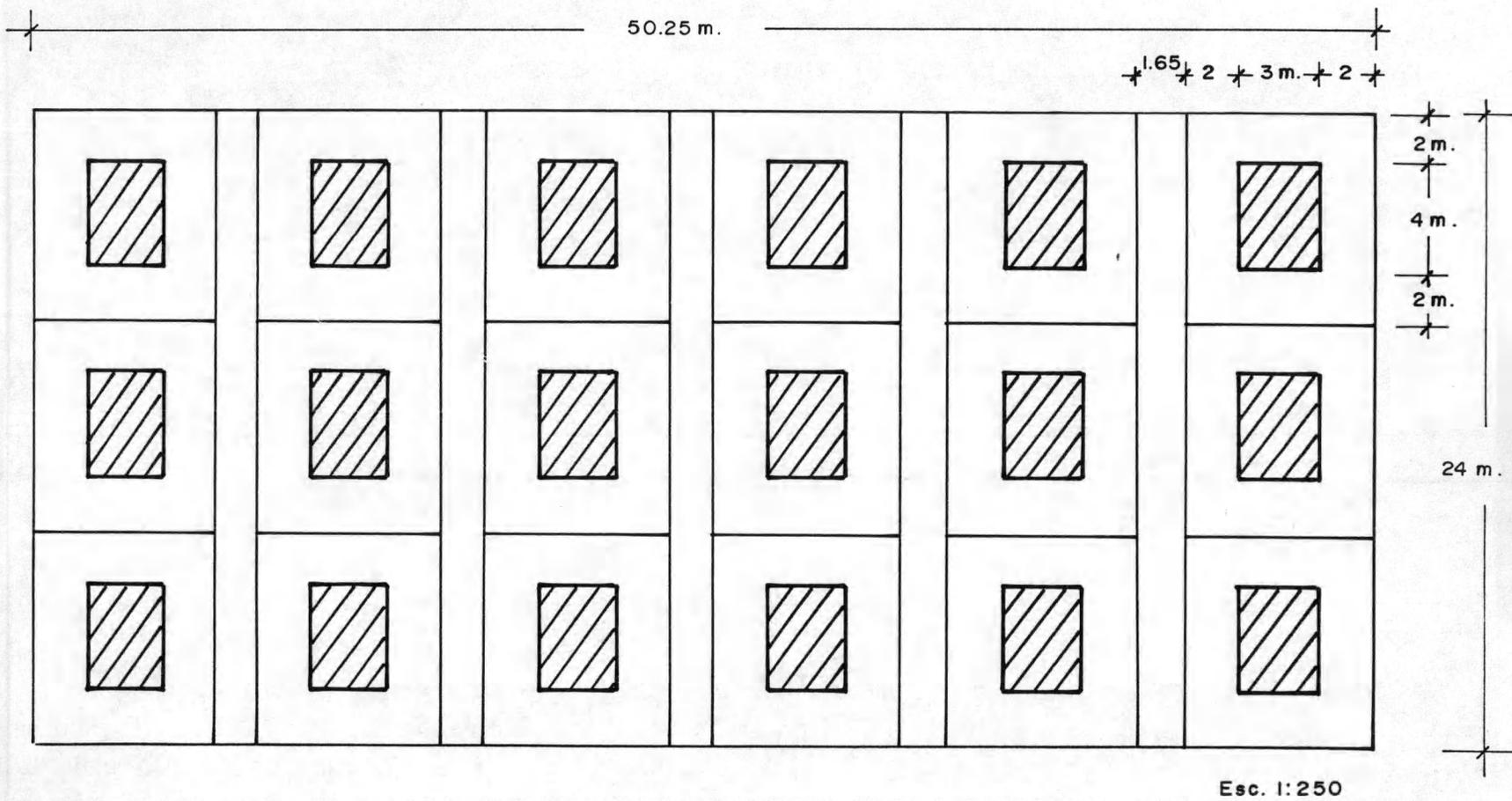
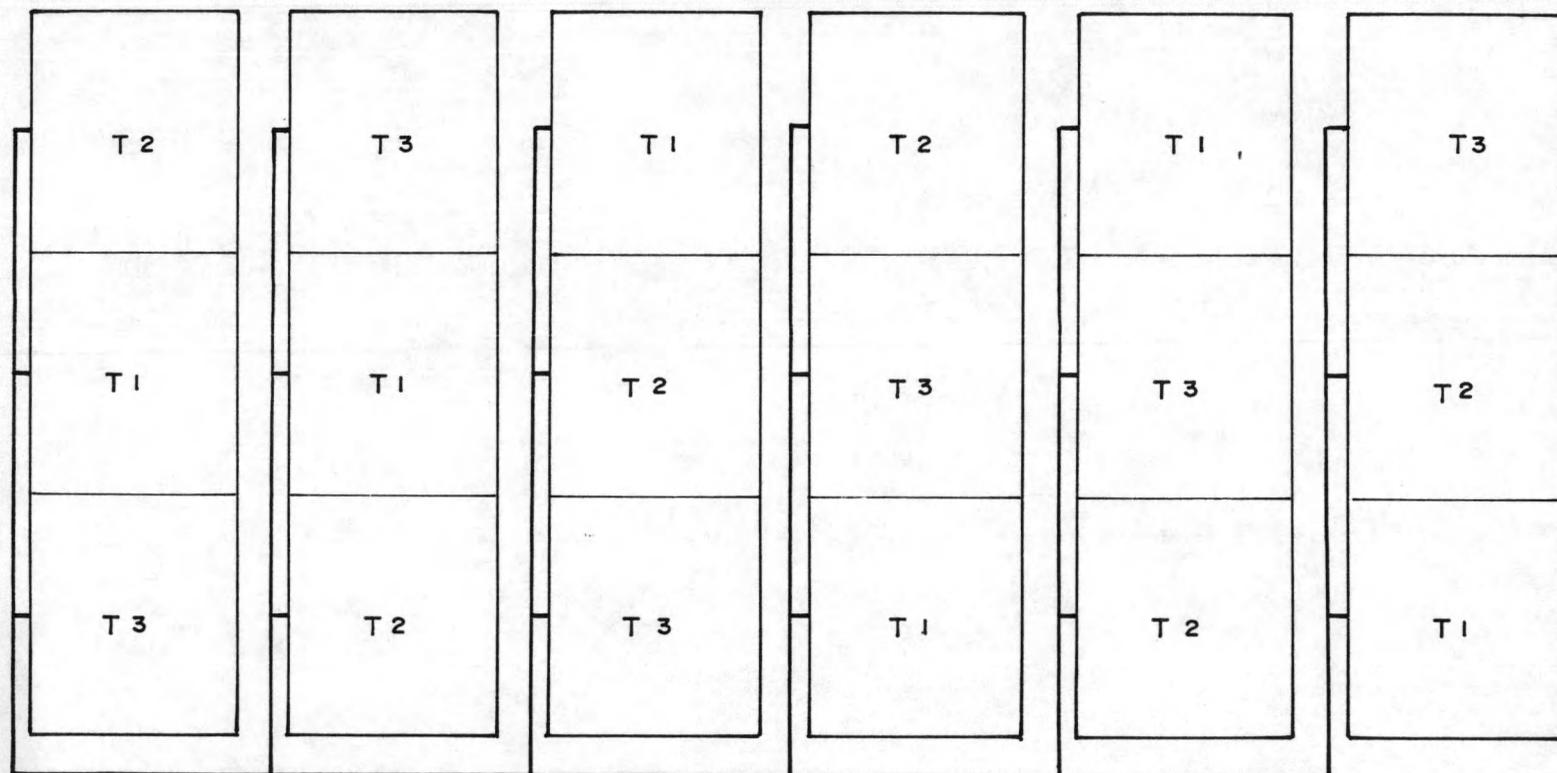


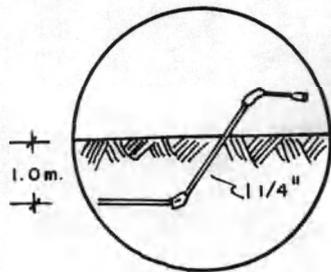
Fig. A-2. Parcela y área util de muestreo ; con su dimencionamiento .

 = área util

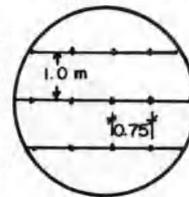


Esc. 1:250

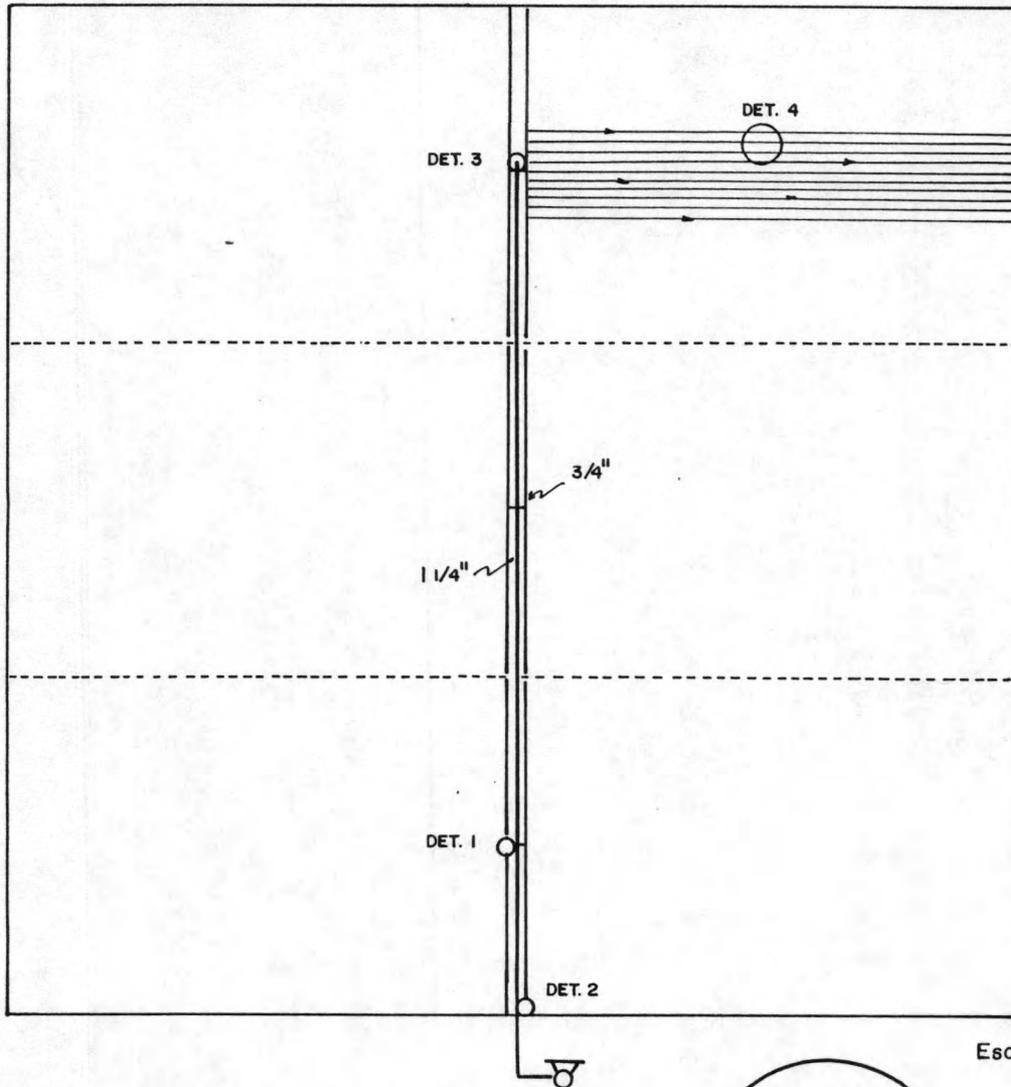
Fig. A-3 - Distribución de los tratamientos en el campo.



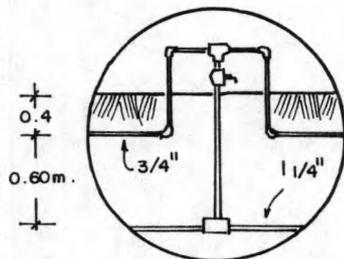
DETALLE 3



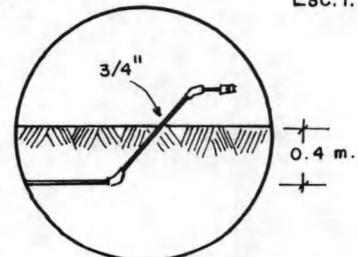
DETALLE 4



Esc. 1:750



DETALLE 1



DETALLE 2

Fig. A-4 - Plano de distribución de los componentes del sistema de la parcela tipo de una hectárea.

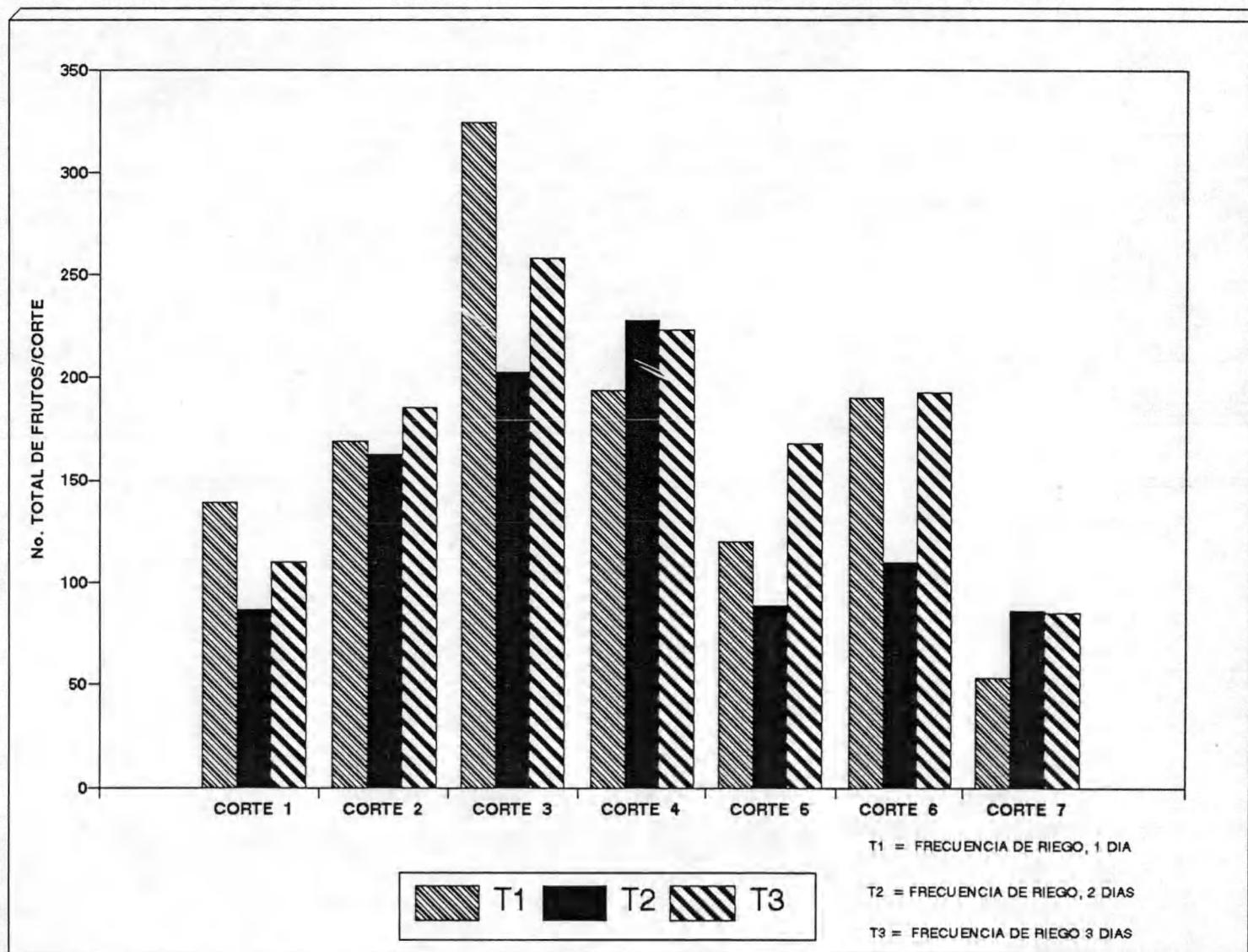


FIG. A-5 VARIACION DEL NUMERO TOTAL DE FRUTOS EN RELACION A CADA CORTE Y POR TRATAMIENTO.

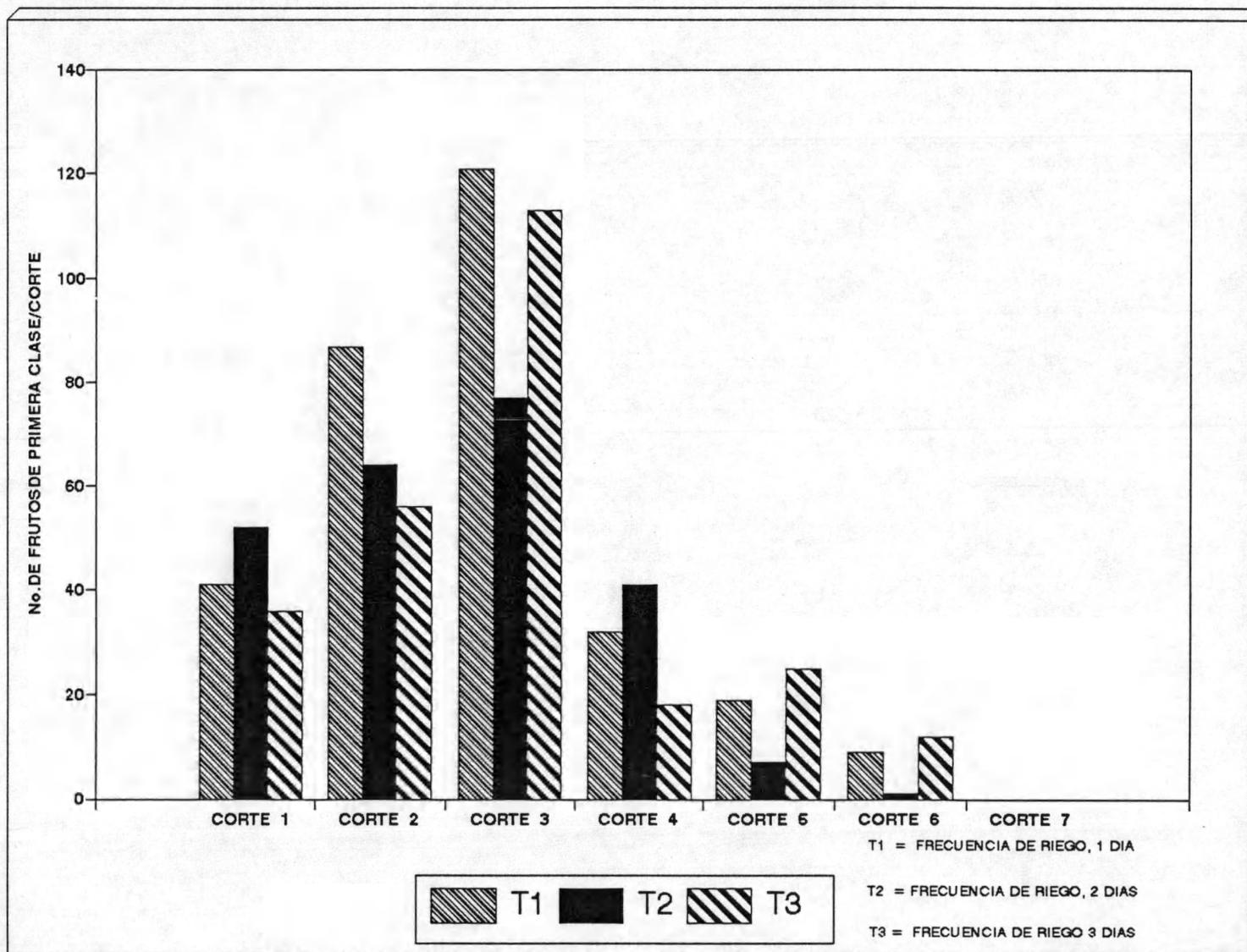


FIG. A-6 VARIACION DEL NUMERO DE FRUTOS DE 1a. CLASE EN RELACION A CADA CORTE Y POR TRATAMIENTO

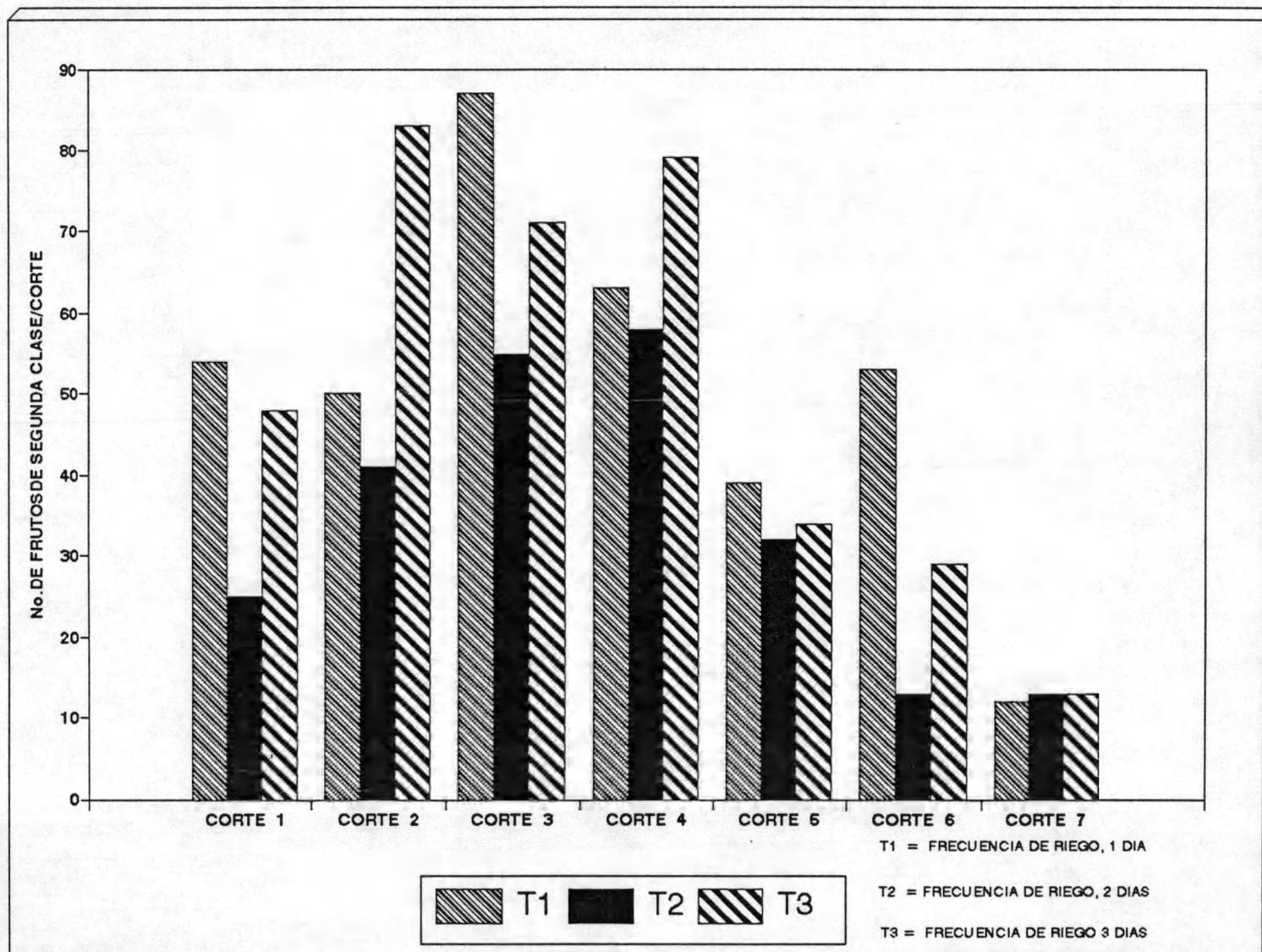


FIG. A-7 VARIACION DEL NUMERO DE FRUTOS DE 2a. CLASE EN RELACION A CADA CORTE Y POR TRATAMIENTO.

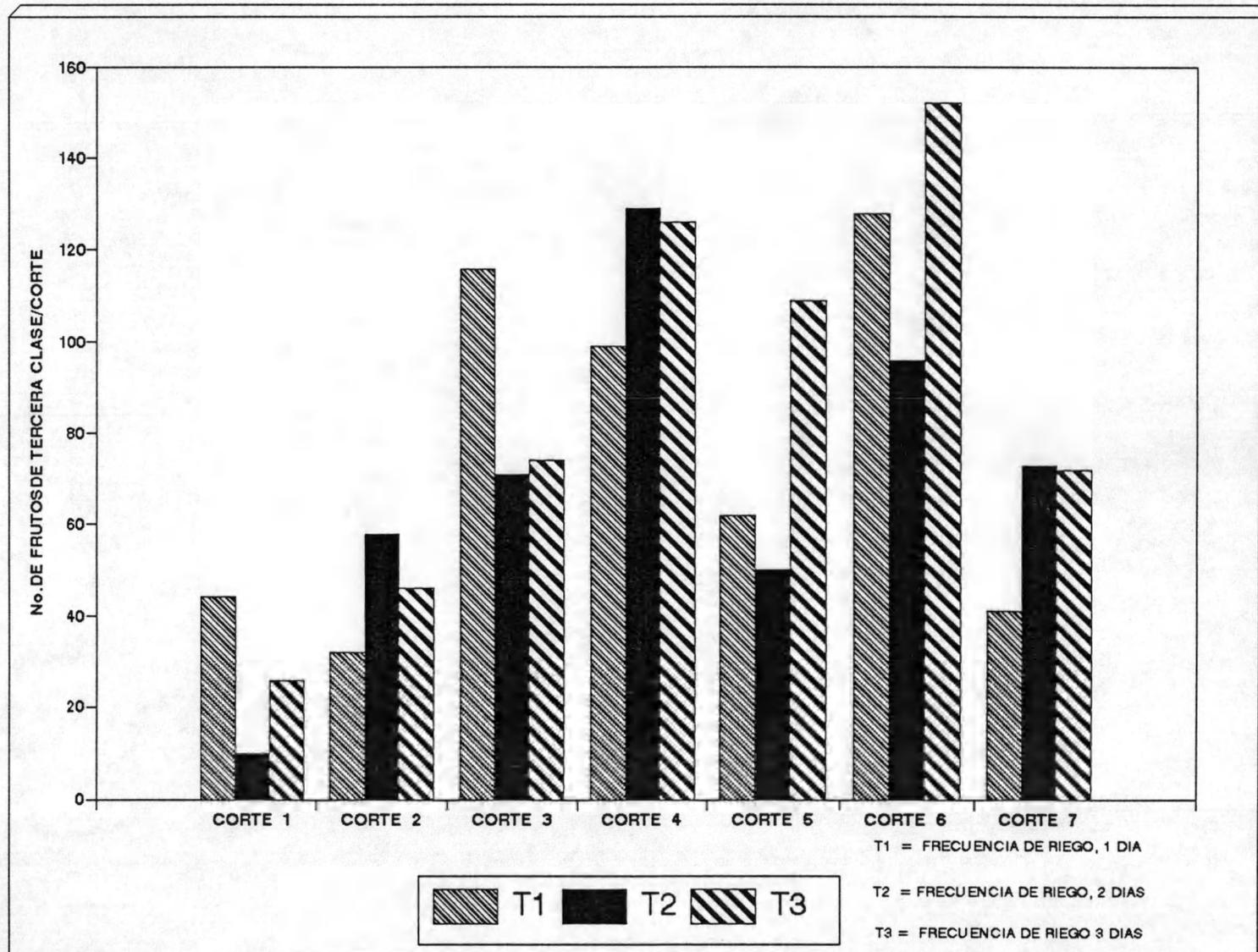


FIG. A-8 VARIACION DEL NUMERO DE FRUTOS DE 3a. CLASE EN RELACION A CADA CORTE Y POR TRATAMIENTO.

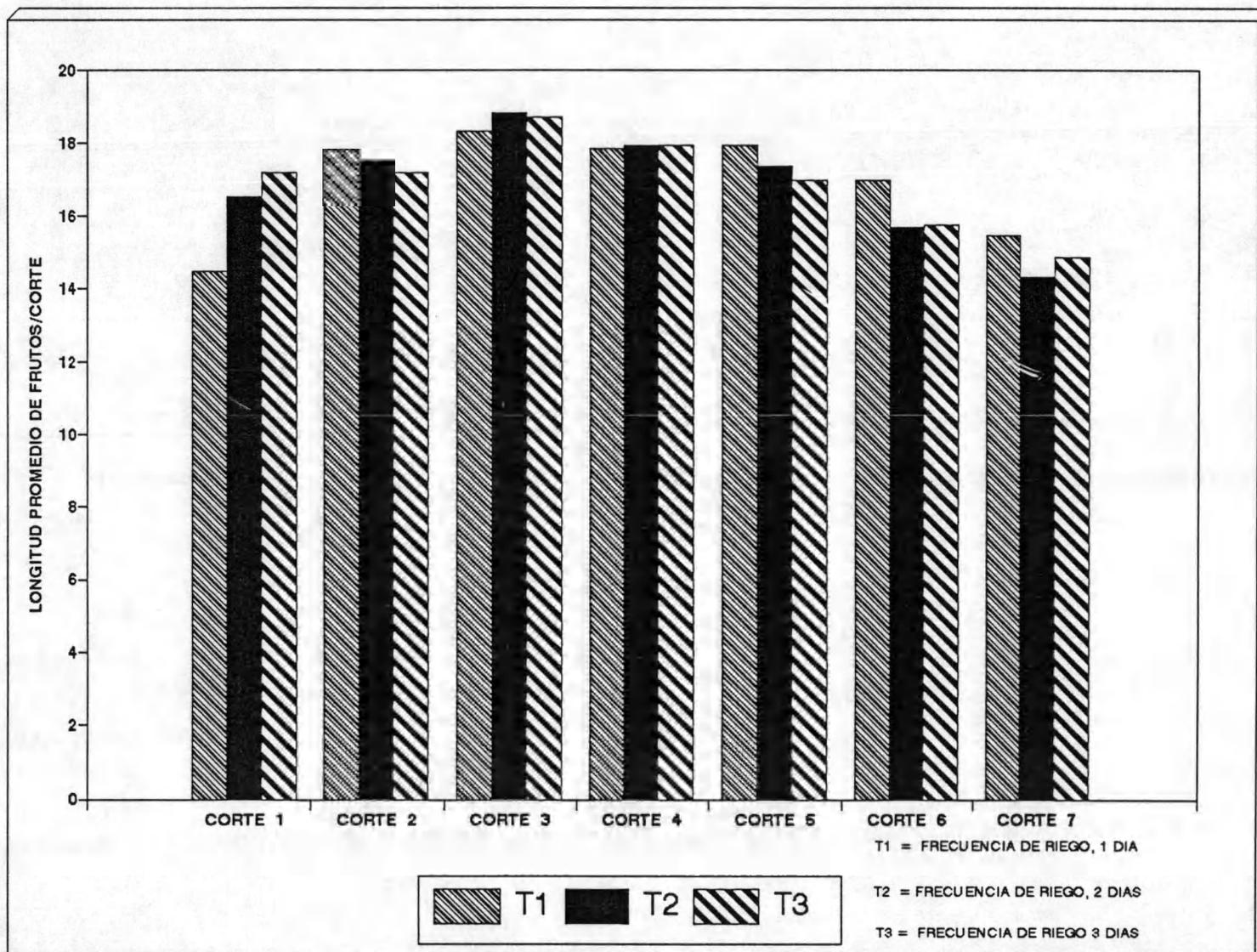


FIG. A-9 VARIACION DE LA LONGITUD PROMEDIO DE FRUTOS EN RELACION A CADA CORTE Y POR TRATAMIENTO.

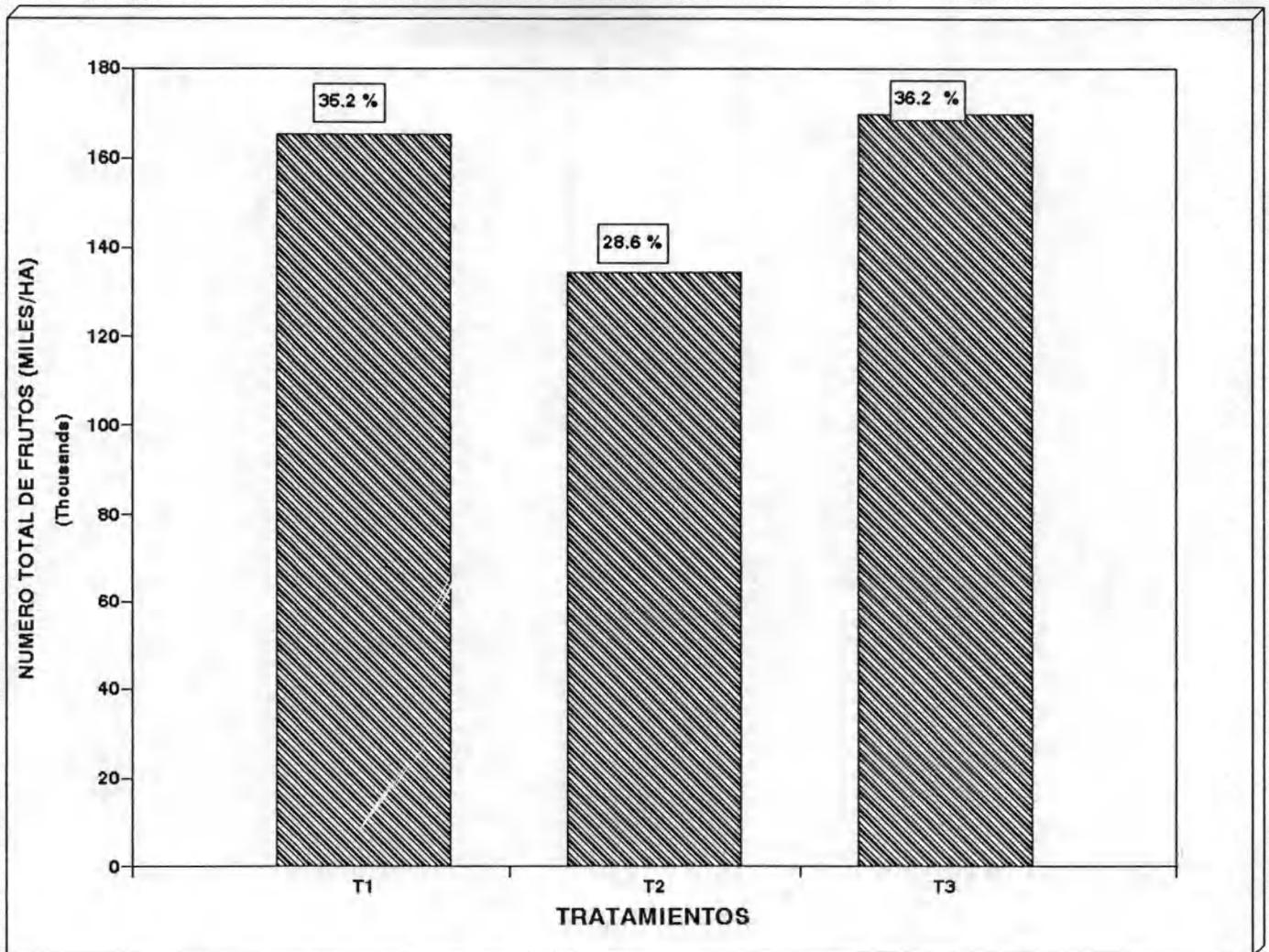


FIG. A-10 **NUMERO TOTAL DE FRUTOS POR HECTAREA PARA LOS TRES TRATAMIENTOS**

- T1 = FRECUENCIA DE RIEGO, 1 DIA
- T2 = FRECUENCIA DE RIEGO, 2 DIA
- T3 = FRECUENCIA DE RIEGO, 3 DIA

NOTA: Como se puede observar en el número total de frutos, los tratamientos T3 y T1 son los que presentan mayores porcentajes con 36.2 % y 35.2 % (169,722 y 165,138 unidades) respectivamente en comparacion al T2 con 28.6 % (134,166 unidades)

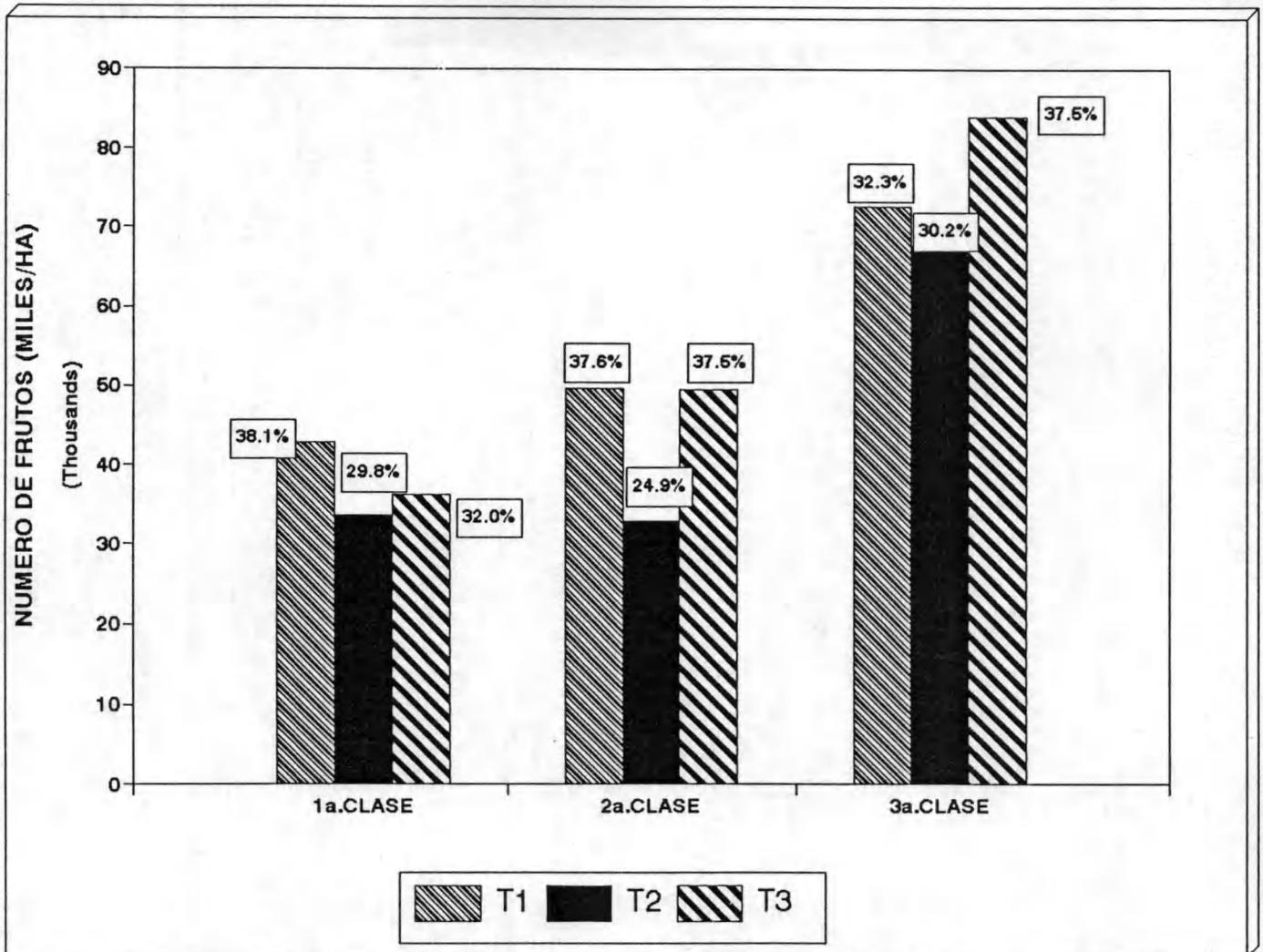


FIG. A-11 NUMERO DE FRUTOS POR HECTAREA DE 1A., 2a. Y 3a CLASE PARA LOS TRES TRATAMIENTOS.

- T1 = FRECUENCIA DE RIEGO, 1 DIA
- T2 = FRECUENCIA DE RIEGO, 2 DIAS
- T3 = FRECUENCIA DE RIEGO, 3 DIAS

NOTA: Como se puede observar, para primera clase, el tratamiento T1 presenta un porcentaje ligeramente mayor con 38.1 % (42,916 unidades) en comparacion al T2 y T3. Para segunda clase, los tratamientos T1 y T3 son los que presentan mayores porcentajes con 37.6 % y 37.5 % (49,722 y 49,583 unidades) respectivamente en comparacion al T2 y para Tercera Clase el Tratamiento T3 es el que presenta un porcentaje ligeramente mayor con 37.5 % (84,027 unidades) en comparacion al T1 y T2.

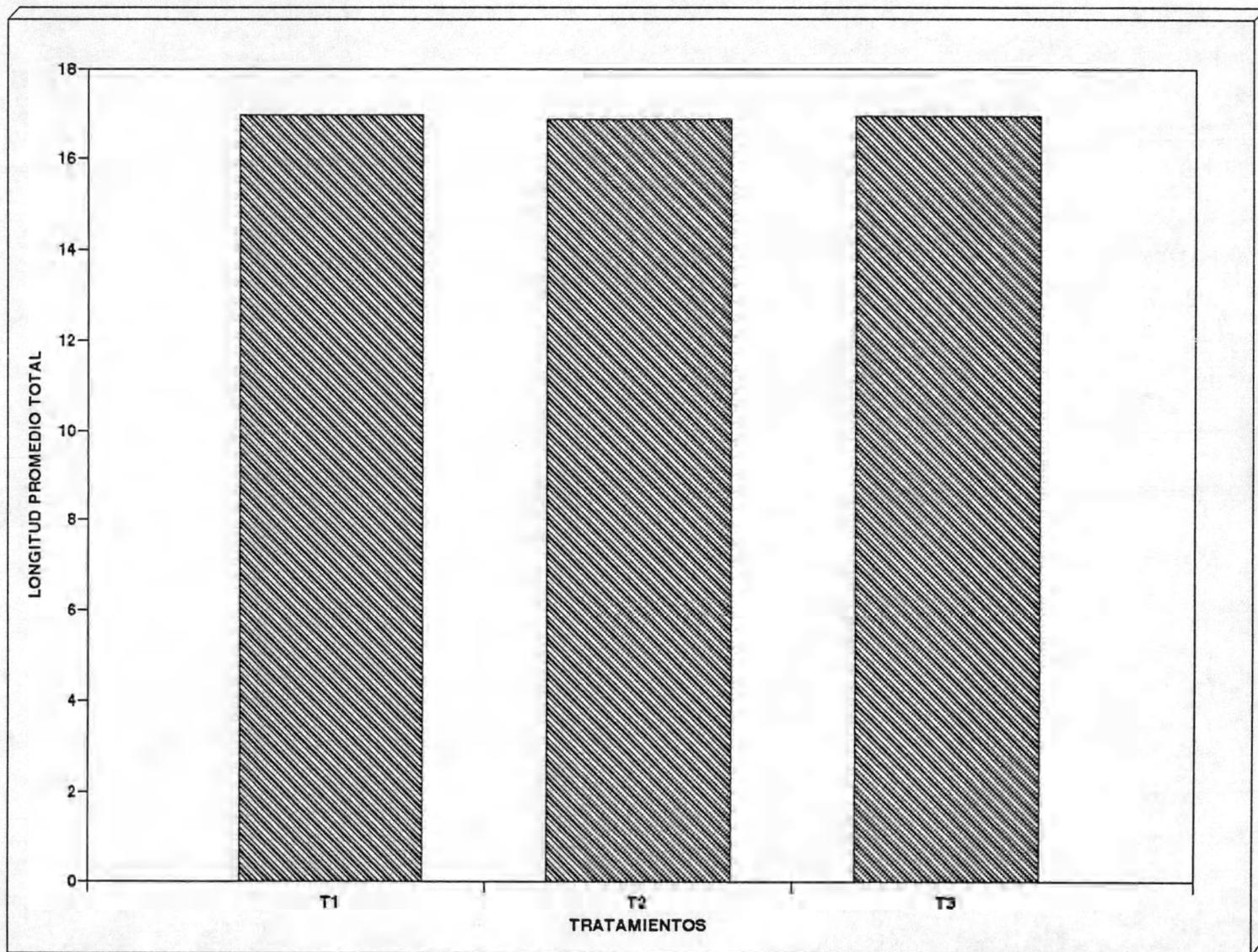


FIG. A-12 LONGITUD TOTAL PROMEDIO DE FRUTOS EN CM. PARA LOS TRES TRATAMIENTOS

T1 = FRECUENCIA DE RIEGO, 1 DIA
T2 = FRECUENCIA DE RIEGO, 2 DIA
T3 = FRECUENCIA DE RIEGO, 3 DIA

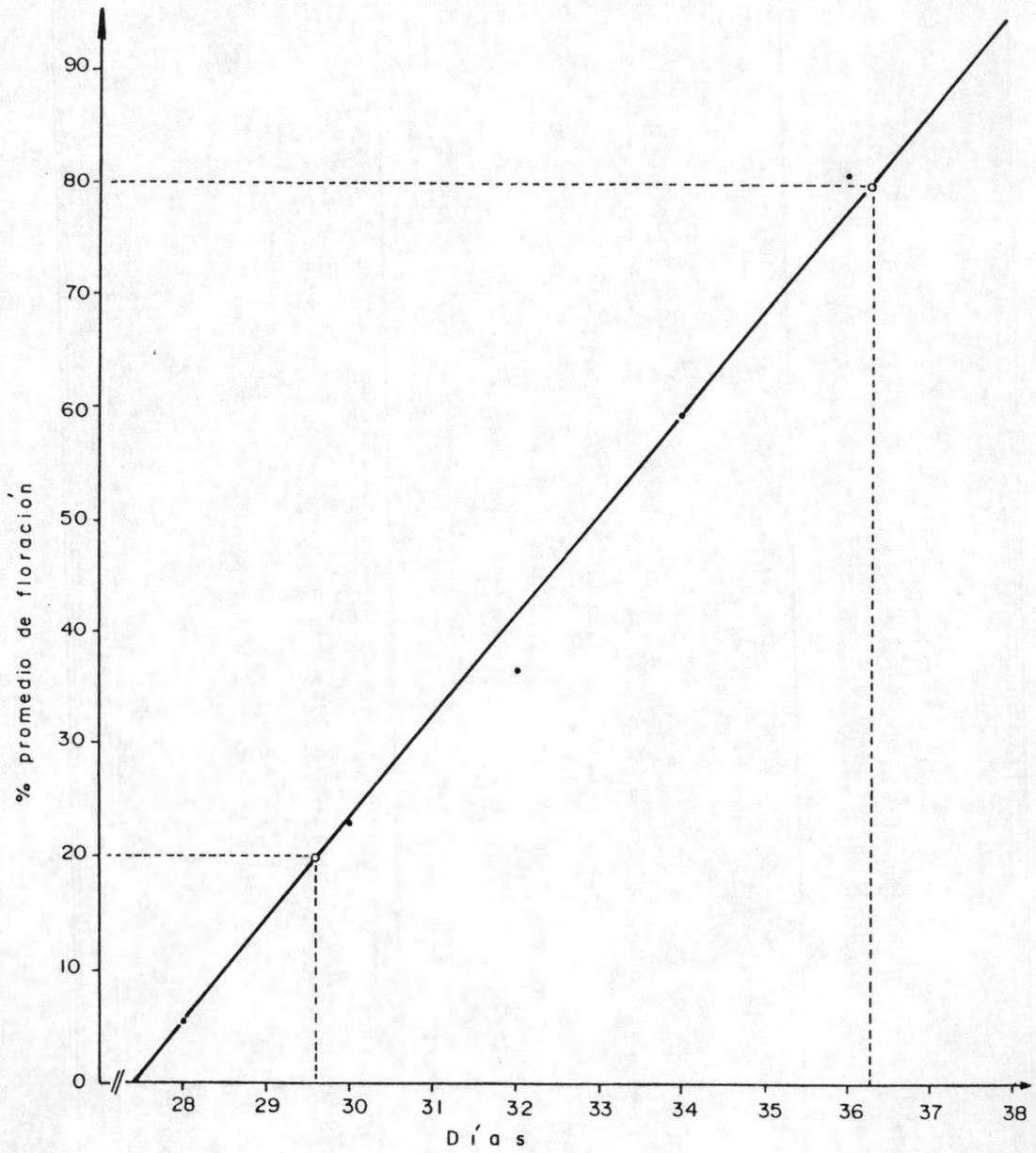


Fig. A-13. Extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 1 día.

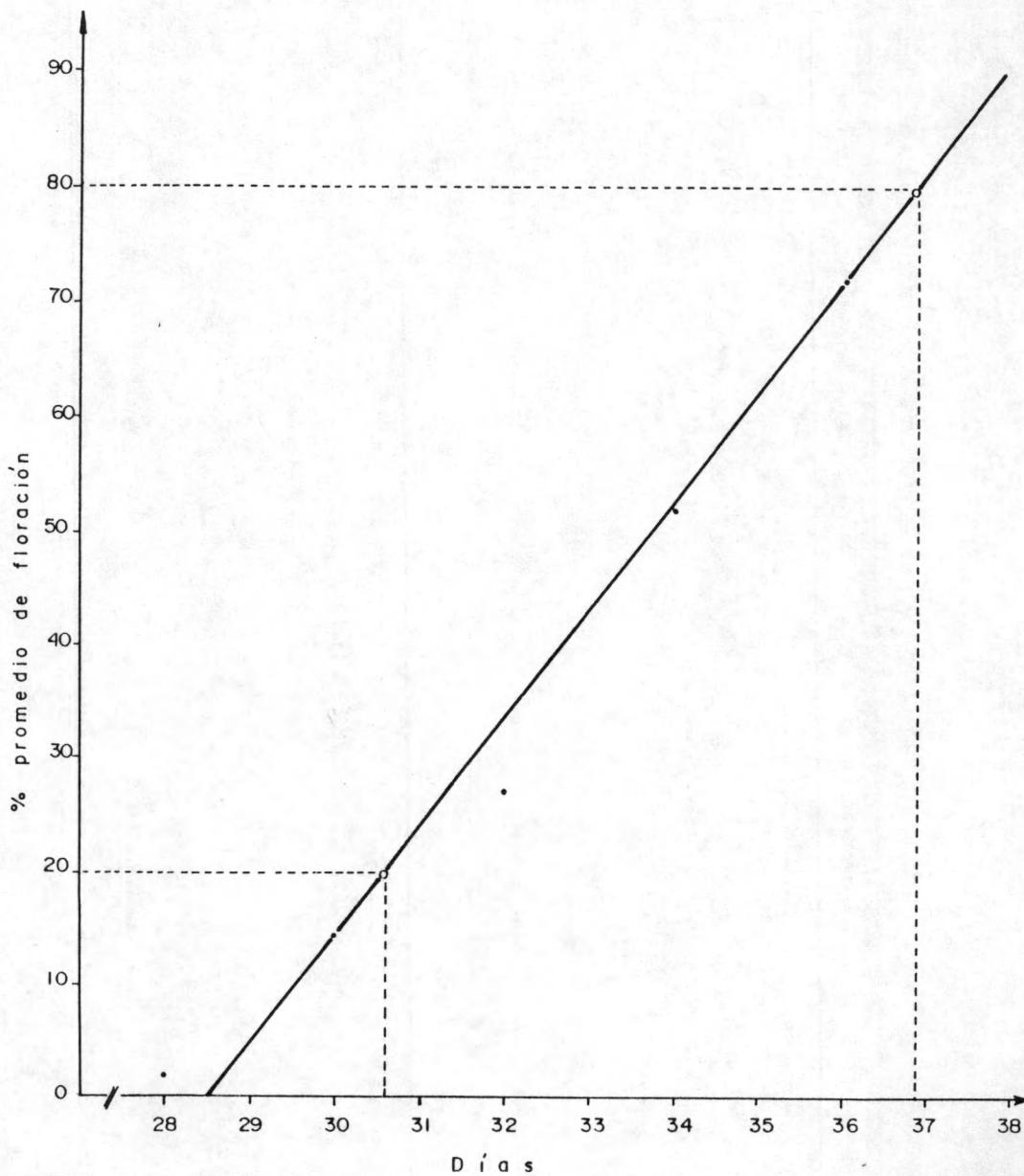


Fig. A-14 - Extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 2 días.

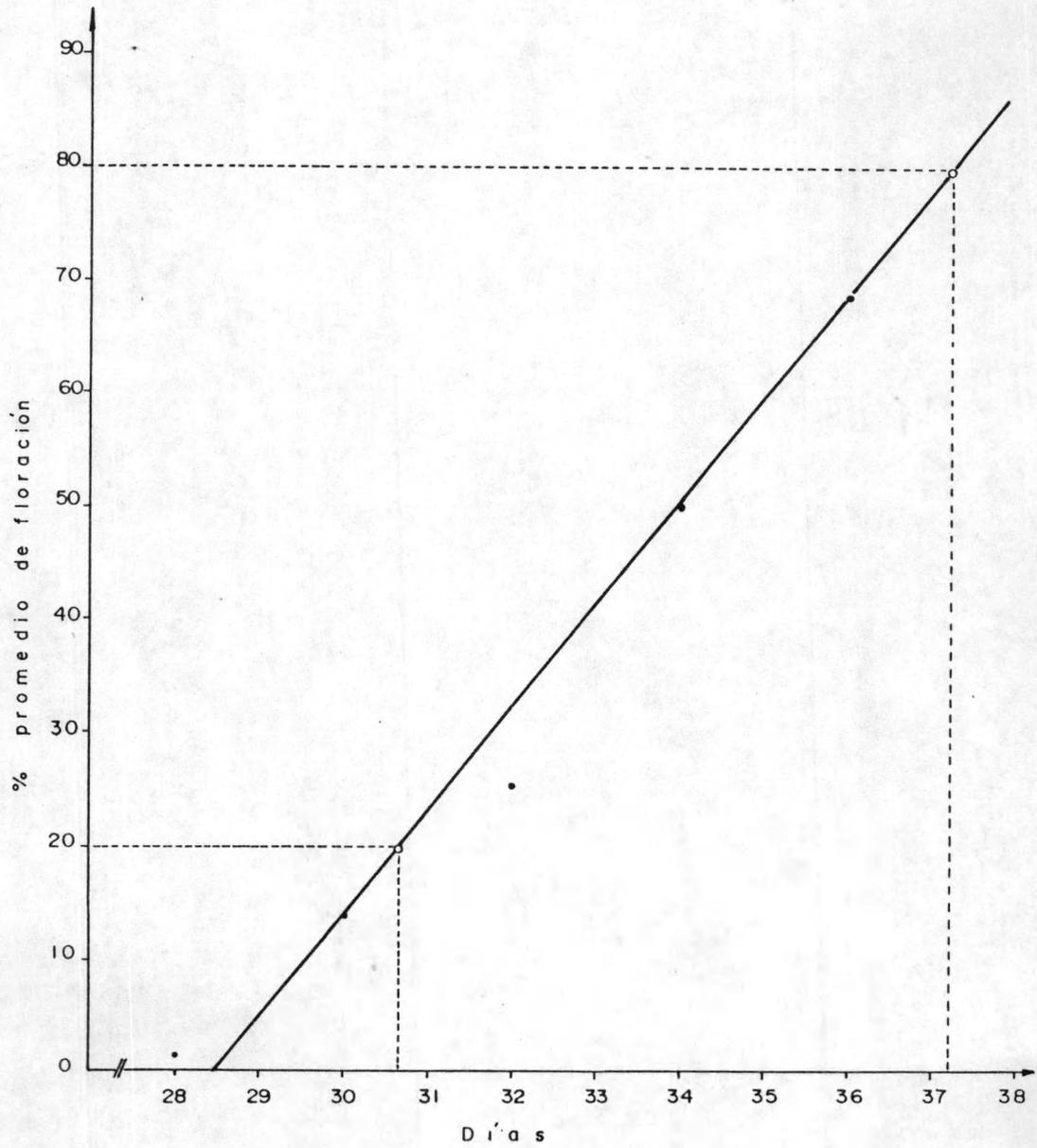


Fig. A-15 - Extrapolación e interpolación del porcentaje promedio de floración con relación a los días después de siembra para la fase inicial y final de los días a floración correspondiente a la frecuencia de riego, 3 días.