

ENSAYO SOBRE APLICACION DE  
LAMINAS DE AGUA EN TOMATE VAR. SAN MARZANO

POR

GUSTAVO N. JARQUIN B.

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable  
Tribunal Examinador, como requisito parcial  
para obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería

Managua, Nicaragua, C. A.

1964

ENSAYO SOBRE APLICACION DE  
LAMINAS DE AGUA EN TOMATE VAR. SAN MARZANO

POR

GUSTAVO N. JARQUIN B.

TESIS

Presentada a la consideración del Honorable  
Tribunal Examinador, como requisito parcial  
para obtener el Título de:

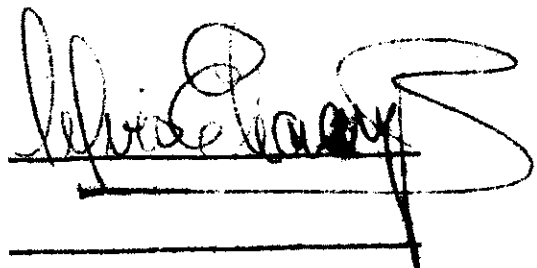
INGENIERO AGRONOMO

Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería

Managua, Nicaragua, C. A.

1964

Aprobada



## DEDICATORIA

El autor desea expresar su gratitud y aprecio por la valiosa asistencia y dirección prestada por diferentes personas en la realización de este ensayo. Se reconoce especialmente la desinteresada cooperación de los señores profesores: Ing. Agric. Silvio Echaverry, Ing. J. Antonio Mora Rostrán, quienes con sus valiosos consejos y sana crítica hicieron posible la consecución de este trabajo.

# I N D I C E

INTRODUCCION.....	Pag. 1
OBJETIVO DEL ESTUDIO.....	2
LITERATURA REVISADA.....	4
MATERIALES.....	9
METODOLOGIA.....	16
RESULTADOS EXPERIMENTALES.....	34
DISCUSIONES.....	41
CONCLUSIONES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
APENDICE.....	47

## LISTA DE TABLAS

TABLA		Pag.
I.	Datos climatericos de la zona "La Calera", año 1963.....	9
II.	Características físicas y químicas del Suelo Serie "La Calera", utilizado en el experimento de tomate de riego variedad San Marzano.....	11
III.	Datos del ensayo de Infiltración del agua en el suelo de la Serie "La Calera"	12
IV.	Análisis químico del agua de riego usada en el experimento de tomate de riego variedad San Marzano.....	13
V.	Datos para calcular el "Uso Consuntivo" del Tomate en la estación seca del año 1963.....	20
VI.	Necesidades mensuales y totales de riego del Tomate.....	21
VII.	Valores del gasto y el tiempo de descarga del Sifón contra una carga dada en cada tratamiento.....	25
VIII.	Número de plantas productoras por tratamiento y repetición.....	34
IX.	Rendimiento promedio de frutos por tratamiento y repetición expresado en kilogramos.....	35
X.	Rendimiento promedio de frutos en pie de planta por tratamiento y repetición expresado en kilogramos.....	35
XI.	Análisis de varianza entre los cinco tratamientos o láminas de agua aplicadas en el Tomate variedad San Marzano..	38
XII.	Tabla que muestra las diferencias mínimas significativas entre los pares de rendimientos promedios de los tratamientos o láminas de agua aplicadas.	39

## LISTA DE GRAFICOS

	Pag.
1.- Prueba de infiltración del agua en el suelo de Serie "La Calera".....	15
2.- Plano representativo de la distribución de parcelas o tratamientos en el ensayo Aplicación - de láminas de agua, Esc: 1: 250.....	18
3.- Valores gráficos para calcular el tiempo y el gasto en litros por minutos del Sifón en cada tratamiento.....	27
4.- Rendimiento promedio en kilogramos de frutos - en pié de planta por tratamiento en las cuatro repeticiones, comparadas con el rendimiento - promedio general.....	37

## LISTA DE ILUSTRACIONES

1.- Esquema de la instalación del Sifón.....	23
2.- Pasos sucesivos en la preparación del lote experimental para cultivar tomate de riego.....	30
3.- Aspecto de la verificación de un riego en las parcelas de Tomate variedad San Marzano.....	31
4.- Varios aspectos del cultivo y de los frutos <u>co</u> lectados del Tomate variedad San Marzano.....	32

## I N T R O D U C C I O N

Suficientemente conocido es el hecho que las plantas necesitan agua para vivir; de modo que para que la vida vegetal sea posible y las plantas puedan nacer, desarrollarse y multiplicarse, dando fruto deseado, es necesario la presencia del agua.

Sucedé en demasiadas ocasiones, que las precipitaciones atmosféricas durante la estación denominada invierno disminuídas por la evaporación y la infiltración, no bastan para cubrir las necesidades que de líquido requieren las plantas, o lo hacen de exigua manera proporcionando a los cultivos bajas producciones, ya sea por insuficiencia o por mala distribución de las lluvias. Como otro problema nacional, se nos presenta la ociosidad de los campos en la época seca denominada verano; para la solución de estos problemas como son: el de suplementar agua en invierno y el de utilizar las tierras durante el verano, se conseguirá mediante irrigación.

Para los agricultores nicaragüenses ha de ser materia de preocupación nacional el logro de un cambio de actitud en la explotación agrícola, logrando hacer activa la tierra durante todo el año con riegos planificados, tanto para suplementar las exigencias fisiológicas de los cultivos en épocas de invierno, como para dar el total de agua en época seca.

En Nicaragua, para mejor aprovechamiento del agua de riego, es de necesidad hacer determinaciones de los valores de consumo para los cultivos en las variedades más prometedoras, siendo conveniente establecer experimentos para buscar la mejor lámina de agua o coeficiente de riego.

## OBJETIVO DEL ESTUDIO

Es de suma importancia conocer la influencia que pueden tener diferentes volúmenes de agua en un cultivo, respondiendo con máximos rendimientos a un volumen de agua que garantice una humedad adecuada para el buen desarrollo de dicho cultivo.

El presente trabajo es un ensayo de aplicación de láminas de agua en el cultivo de Tomate variedad San Marzano, - realizado con miras de investigación, dentro de las exigencias predominantes de producir una cosecha más, ubicada en la estación seca denominada verano. En general, dicho cultivo se produce sometido a la voluntad de los regímenes de lluvia y/o a veces suplementando éstos.

Si bien es cierto que se han establecido en Nicaragua cultivos de tomate dentro de la estación seca o de verano, éstos se han hecho hasta la fecha con riegos, prescindiendo del buen control y manejo de los mismos. Considerando lo anterior, se puede afirmar que este ensayo sería uno de los primeros trabajos de índole de investigación, que basado en la cantidad - óptima de aplicación de determinada lámina de agua versus producción máxima económicamente posible, nos da una idea de COMO y CUANDO aplicar determinadas cantidades de agua en el cultivo de Tomate variedad San Marzano, de acuerdo a su período vegetativo.

El trabajo se realizó en los terrenos de la Escuela Nacional de Agricultura, ubicados dentro de la Serie de Suelos "La Calera", que si bien no es representativa para dar una recomendación general, sí lo es, para todos los suelos ubicados en dicha Serie; a la vez que presenta similitud ambiental por



su vincidad con los suelos de la zona de Tisma, área destinada a cultivo de tomate por excelencia.

El autor, por medio de este trabajo deja establecido un promedio de producción en la variedad antes mencionada, - siempre dentro de las condiciones ecológicas y factoriales - pertenecientes a la zona.

--oo0oo--

## LITERATURA REVISADA

Características botánicas.

Shoemaker, Hawthorn y Curiel 19-8-5/ haciendo estudios sobre tomate, reúnen las siguientes características botánicas:

El tomate (*Lycopersicon esculentum*. Mill.) de la variedad San Marzano, es una planta originaria de Italia, pertenece a la familia de las Solanáceas, de hábito indeterminado, que lo caracteriza por la aparición de racimos a cada tercer entrenudo del tallo principal y separados entre sí por tres hojas. La yema terminal es vegetativa y la planta se desarrolla de acuerdo a las condiciones ambientales. El fruto es pequeño y alargado, de color rojo vivo, poco jugoso y de sabor suave, se le utiliza industrialmente para elaboración de purés o pastas.

Rendimientos.

Curiel 5/ hizo varios ensayos con la variedad de tomate San Marzano en distintas zonas de Nicaragua, encontrándola muy productiva y resistente a casi todas las enfermedades.

Los rendimientos obtenidos de esta variedad en la zona de Tisma, fueron de 531 qq. por manzana, resultados halagadores en comparación con datos de las otras zonas en donde se llevaron a cabo dichos ensayos; el rendimiento fué superior al que los agricultores adquieren con las variedades criollas: (chilca, huevo de gallo, manzanito, y otras) y que no pasan de 300 a 400 cajas de 35 libras cada una.

Curiel en sus ensayos encontró que, "la variedad de tomate San Marzano es muy susceptible a la escasez de agua y su rendimiento disminuye en proporción geométrica con la menor cantidad de agua de riego que se le suministre, mientras aumenta con el disminuir del agua de riego la intensidad de la

enfermedad fisiológica denominada pudrición del extremo del fruto o blossom end rot." 5/.

Young y McArthur 24/, investigando sobre tomate en la Estación Experimental de Texas, han encontrado que: "El Desarrollo del blossom end rot, está afectado por los fertilizantes fosfatados y calcícos y por cantidades y distribución de las lluvias. Un exceso en la relación de hojas a frutos puede conducir a que aparezca esta enfermedad".

Relación: Suelo-Agua-Planta.

Blair 2/ estudiando propiedades físicas del suelo define: "en el riego hay que considerar el agua en el suelo bajo dos constantes: una de origen fisiológico que es el coeficiente de marchitez y la otra de origen físico que es la capacidad de campo."

Russel 17/ en sus estudios del suelo con relación a las plantas encontró que: "El coeficiente de marchitez sucede - cuando las raíces son incapaces de extraer agua en cantidad suficiente para mantener turgente a la totalidad de la planta en la mayor parte de las especies de gran cultivo, aún cuando se colocan en una atmósfera saturada."

Briggs y Shants 3/ definen el coeficiente de marchitez como el porcentaje de agua contenida al cual el suelo es reducido cuando las plantas que crecen en él han alcanzado la condición de marchitez permanente.

Investigaciones hechas por Roberts 15/ han dado el cálculo de la tensión con que el agua es retenida en el suelo en el punto de marchitez, equivale a 13,6 atmósferas y que parece estar en equilibrio con la máxima capacidad de succión de la mayoría de las plantas cultivadas.

Blair 2/ considera el coeficiente de marchitez como un punto cuyo valor se ha asumido igual para todas las plantas

dentro de un mismo suelo.

Trabajos efectuados por Briggs y Shants 1-3/ dieron por resultado una relación bien definida entre el equivalente de humedad de los suelos y el coeficiente de marchitez, - lo que equivale a la constante 1,84.

La capacidad de campo, es la capacidad máxima de humedad capilar, que puede ser retenida en zona de las raíces con drenaje libre 1/.

Mayer y Anderson 10/ en sus estudios fisiológicos, definen que el "rango de capacidad de campo se expresa en por ciento del peso seco del suelo y varia desde el cinco por ciento para suelos arenosos, hasta el cuarenticinco por ciento para suelos arcillosos."

Blair 2/ objeta que "la determinación directa de la capacidad de campo ofrece algunas dificultades prácticas, por lo que ésta se determina usualmente en función de la humedad equivalente, (HE).

La humedad equivalente, es definida por Briggs y McLane 4/, como el por ciento de agua que el suelo puede retener en oposición de una fuerza centrífuga de 1,000 veces la gravedad, en un tiempo dado.

Roe 16/ estudiando los requisitos de humedad en la agricultura, hace uso de la HE para calcular la capacidad de campo (c.c.) en la fórmula general:  $c.c. = 0,865 HE + 2,62$ .

Richards y Weaver 14/ en trabajos hechos sobre humedad de retención en suelos de riego con relación a las tensiones encontraron: "La presión de difusión del agua del suelo a la capacidad de campo, no es más de 0,1 atmósfera."

Blair 2/ estudiando los suelos irrigables, admite la práctica de riego, que consiste esencialmente en aprovechar la capacidad de retención del suelo, para almacenar en él en

forma periódica el agua de que las plantas van utilizando de manera continuada. La capacidad de almacenaje de agua en el suelo, depende de la retención del agua por unidad de volumen de suelo y de la profundidad de éste, que está al alcance de las raíces del cultivo.

Ríos 13/ aconseja por finalidad práctica, para obtener el mayor rendimiento de cosecha, no debe usarse todo el agua aprovechable del suelo, debido a que cuando se encuentra cerca de su agotamiento, la planta tiene dificultad para aprovecharla. Esta dificultad origina la detención del desarrollo y se manifiesta con el marchitamiento temporal de las hojas.

Blair, Briggs y McLane 2-4/ en trabajos relacionados de la humedad aprovechable por las plantas en diferentes suelos, han encontrado que después que éstas han consumido el 85% del agua aprovechable en un suelo, su crecimiento normal es reducido por el hecho de que se les dificulta extraer el 15% restante, y si el riego no es atendido al llegar a este punto crítico, el suelo entrará a su coeficiente de marchitez.

Trabajos de Viehmeyer y Edlefsen 23/, indican que a pesar de la importancia que usualmente se le ha atribuido a la evaporación del agua del suelo, sus trabajos confirman, que sólo el agua contenida en los cinco o diez centímetros superiores del perfil del suelo es susceptible de perderse por evaporación y casi nada en las zonas más profundas.

Neal y Viehmeyer 12-22/ han investigado que la absorción de la solución del suelo por las raíces, se verifica del agua contenida entre la capacidad de campo y el punto de marchitez, especialmente en texturas medias.

Blaney y Criddle 1/ desarrollaron un procedimiento matemático para calcular las necesidades de agua en un culti-

vo. De su estudio sacaron en conclusión que los factores afectantes al uso consuntivo son: temperatura, período vegetativo, horas de luz del día y precipitaciones.

Ríos 13/ opina: "generalmente hay la tendencia de aplicar grandes volúmenes de agua con la creencia de que existe relación directa entre el volumen de agua y el rendimiento; esta aplicación excesiva del agua puede acarrear problemas graves, como: perderse por drenaje los elementos utilizables por las plantas, dejar sin trabajo a tierra que pudiera regarse con el mismo volumen de agua, falta de aereación del suelo junto con el mal drenaje".

Ríos sugiere que para llegar a manejar eficientemente el agua de riego, es decir, usar la mínima cantidad necesaria de agua para obtener un máximo rendimiento, será necesario hacer experiencias en cada zona, para así determinar el coeficiente de riego efectivo, que al paso nos resolverá las tres incógnitas del riego: "Cuánto? (cantidad de agua necesaria); Cuándo? (Oportunidad de cada riego); y Cómo? (forma de aplicación con un mínimo de esfuerzo y menor desperdicio)." 16/

De la Loma 6/ al tratar de experimentos a base de riego dice: "Es fundamental que cuando se trate de experimentos sobre láminas de agua, se calculará por separado el tiempo que deba dejarse entrar el agua en cada parcela, para proporcionar a las plantas la lámina que le corresponda, y se vigila cuidadosamente el riego para evitar confusiones, y que cada parcela reciba la cantidad de agua prevista."

MATERIALESUBICACION:

Para llevar a cabo el experimento sobre aplicaciones de láminas de agua en el cultivo de Tomate variedad San Marzano, se hizo uso de un lote en los campos de la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería, localizado en la zona "La Calera" - Managua.

CLIMATOLOGIA:

La época de efectuar el experimento se eligió de acuerdo con los datos climáticos de la zona, de manera que el período vegetativo del tomate abarcará toda o gran parte de la época seca denominada verano. La tabla I muestra los datos climáticos tomados en la estación de meteorología - "Las Mercedes" 18/ y en su oportunidad nos servirán para calcular el uso consuntivo del Tomate.

TABLA I. Datos climáticos de la zona "La Calera", en el año 1963.

Meses	Temperatura en ° C	% mensual horas luz solar anual <u>7/</u>	Precipitaciones en milímetros
Marzo	28.0	8.28	0.0
Abril	28.6	8.52	1.5
Mayo	29.5	8.71	17.0
Junio	26.7	8.81	185.0

7/ El porcentaje mensual de horas luz solar anual, fue tomado del Boletín Técnico N° 10 "Principios que determinan las necesidades de riego en los trópicos." Centro Nacional de Agronomía. Santa Tecla, El Salvador. Noviembre de 1951.

CULTIVO

En cuanto a material hortícola escogido para el presente trabajo, se seleccionó el Tomate variedad San Marzano por sus fines de industrialización en pastas o purés, por ser

de hábito indeterminado, dando una producción escalonada lo que nos permite establecer con garantía el juego de la frecuencia en los riegos, facilitando encontrar datos de rendimiento bien promediados.

El semillero se hizo en eras debidamente preparadas por los alumnos de la Escuela Nacional de Agricultura y en una zona vecina al lote experimental, siguiéndose todos los cuidados necesarios en su manejo.

### SUELO:

El suelo en donde se efectuó el experimento se encuentra enclavado dentro de la Serie "La Calera", clasificada por el Departamento de Estudios de Suelos del M.A.G. 9/. Para ilustración se incluye una descripción de las características del perfil representativo de dicha serie:

- A1      0 - 2 cm. de color 11/ en húmedo 10YR 4/1; que en seco pasa a 10YR 2/1 de textura franco arenoso fino; bloques finos; consistencia: en seco - blando, en húmedo - - friable, en mojado - no plástico ni adhesivo; con un pH 7,3; pasa con un límite claro y suave a
- AC      2 - 36 cm. de color en húmedo 10YR 4/1 que en seco pasa a 10YR 2/1; textura de franco a franco arenoso; estructura masiva; consistencia: en seco - blando, en húmedo - friable, en mojado - plástico y adhesivo; con un pH de 8,1; pasa con un límite neto a
- C1      36 - 55 cm. de color en húmedo 10YR 5/1 que pasa en seco a 5YR 3/1; textura arenosa; estructura masiva; consistencias: en seco -



muy duro, en húmedo - firme, en mojado - no plástico ni adhesivo; con pH 8,8; pasa con un límite claro y suave a

- C2 55 - .78 cm. de color en húmedo 10YR 5/1 que en seco pasa a 10YR 3/2; textura arenosa; inclusiones de grava y talpetate; estructura de grano suelto; presenta fuerte reacción al HCl; presenta caracolillos demostrando influencia del lago Xolotlán; tiene un pH de 8,9; pasa con un límite gradual a
- C3 78 - 90 cm. de color en húmedo 5YR 6/1 que en seco pasa a 10YR 5/4 materiales gruesos de deposición coluvial, piedras y basalto, tiene un pH de 8,8

Las características físicas y químicas encontradas en el Laboratorio dentro de una muestra tomada en suelo del experimento se resumen en la tabla II.

TABLA II. Características físicas y químicas del suelo Serie "La Calera", utilizado en el experimento de Tomate de riego variedad San Marzano.

Características físicas:	Características químicas:
Arena 57,28%	Materia Orgánica 2,63%
Limo 31,60%	Fósforo Soluble - bajo
Arcilla 11,12%	Potasio Soluble - m. alto
Textura: <u>franco arenoso</u>	Nitrógeno - medio
Peso específico 2,49	Reacción al pH - 8,8
Humedad equivalente 25,58%	Sales totales - 1.500 ppm.
Coefficiente marchitez 13,9%	Cloruros - 15 ppm.
Permeabilidad 10 cm./hora	Sulfatos - 412 ppm.

Para analizar la permeabilidad del suelo se usó el método de los tres cilindros 21/. A continuación se da una tabla que muestra los datos obtenidos en el campo, así como también el gráfico ilustrativo de la infiltración acumulada y la velocidad instantánea.

**TABLA III.** Datos del ensayo de infiltración del agua en el suelo de Serie "La Calera".

Tiempo transcurrido en minutos	Infiltración acumulada promedio en cm.	Velocidad instantánea en cm./hora
0 - 5	1.55	18.6
5 - 10	2.80	15.0
10 - 20	5.25	14.7
20 - 30	7.05	10.8
30 - 45	9.80	11.0
45 - 60	12.30	10.0
60 - 90	17.20	9.8
90 - 120	23.00	11.6
120 - 180	33.40	10.4
180 - 240	43.70	10.3

Como se nota, la infiltración acumulada resultó de 43.70 cms. en 240 minutos o sean cuatro horas, de donde, la infiltración por hora será de 10.9 cms. la que equivale a un rango de moderadamente rápido.

AGUA:

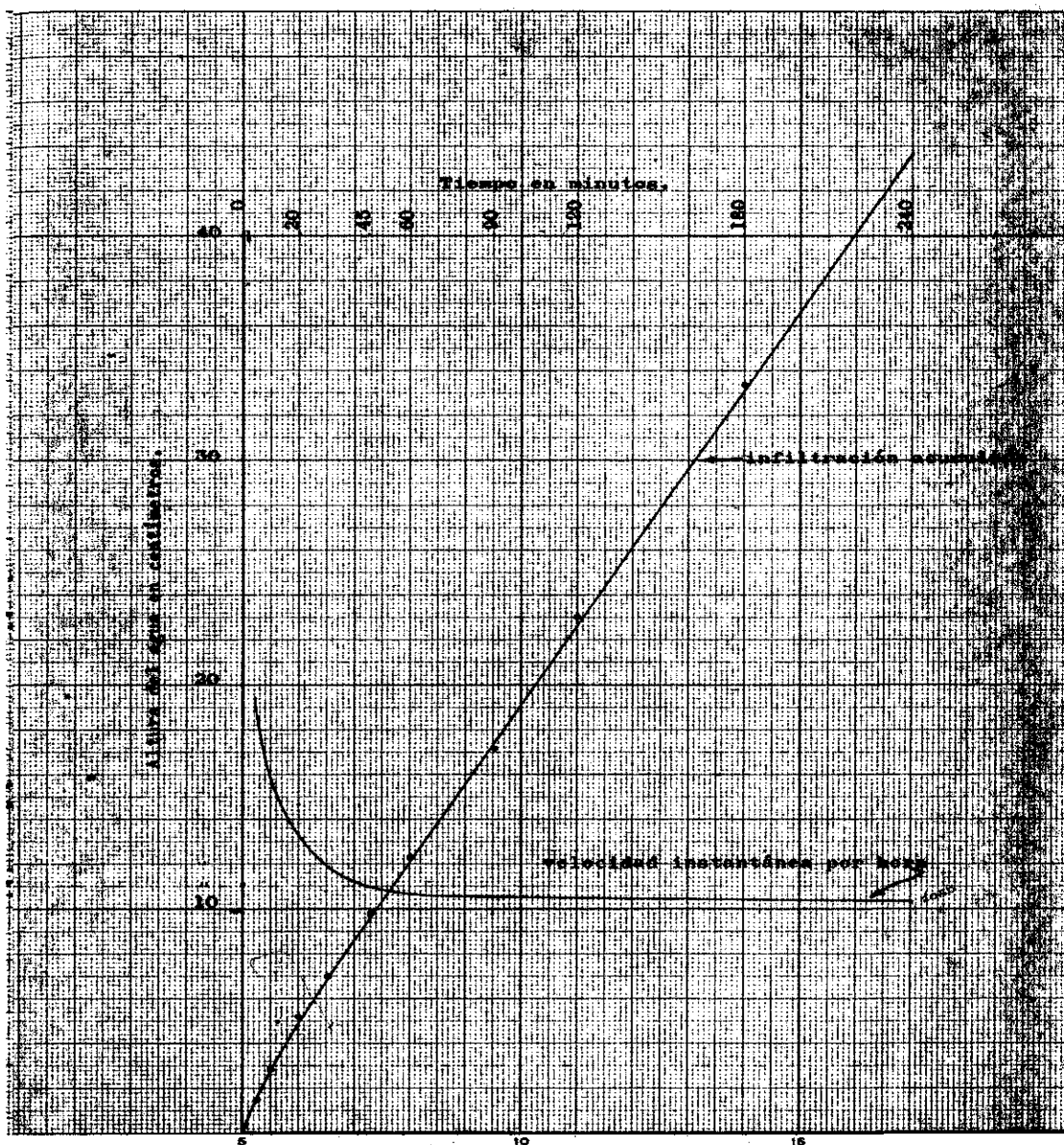
El agua usada para el riego del cultivo fué suministrada por la planta de bombeo del Departamento de Horticultura de la Estación Experimental "La Calera". Con fines de darse cuenta de la calidad del agua a aplicar en el cultivo de Tomate, se verificó su análisis químico; la Tabla IV reúne los resultados de dicho análisis.

TABLA IV. Análisis químico del agua de riego usada en el experimento de Tomate de riego, variedad San Marzano.

Total de sólidos totales	(T.S.S.)	645 ppm
Calcio	(Ca )	2.323 m.e./litro
Carbonatos	(CO <sub>3</sub> )	0.246 " "
Bicarbonatos	(HCO <sub>3</sub> )	6.747 " "
Potasio	( K )	0.513 " "
Cloro	(Cl )	0.977 " "
Magnesio	( Mg )	1.580 " "
Sodio	( Na )	4.600 " "
Sulfato	( SO <sub>4</sub> )	0.643 " "
Reacción	(pH )	8.1 Alcalina

Considerando la calidad del agua de riego analizada, se puede clasificar, por la relación sodio a resto de cationes, como permisibles para riego pero con sumo cuidado.

GRAFICO 1. Prueba de infiltración del agua en el suelo de Serie "La Calera".



## METODOLOGIA

Los métodos seguidos para el diagnóstico de las características físicas y químicas de los materiales: Suelo y Agua, son dados en el siguiente orden:

Textura	: método granulométrico de Bouyouco (calgón <u>co</u> dispersante)
P. e.	: método del Picnómetro, Soil Sci. 56: 263 - 272. 1943
H. E.	: método de la Centrífuga <u>4/</u>
C. M.	: deducida de la H. E. con la constante 1.84
Permeabilidad:	Método del cilindro <u>21/</u>
M. O.	: Combustión húmeda. Waslkley and Black's
Nitrógeno	: Kjeldahl, "Russel and Stanford"
Fósforo	: Bray N° 1 Russel and Stanford
Potasio	: Colorímetro por cobalto nitrito + alcohol isopropílico y metílico.
pH	: Potenciómetro con electrodo de vidrio
Sales	: métodos 74 al 86 de "Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos. Sria. de Agr. y Gand. Inst. Nal. de Inv. Agr. México. Cap. VIII p. 145 - 157. 1954.

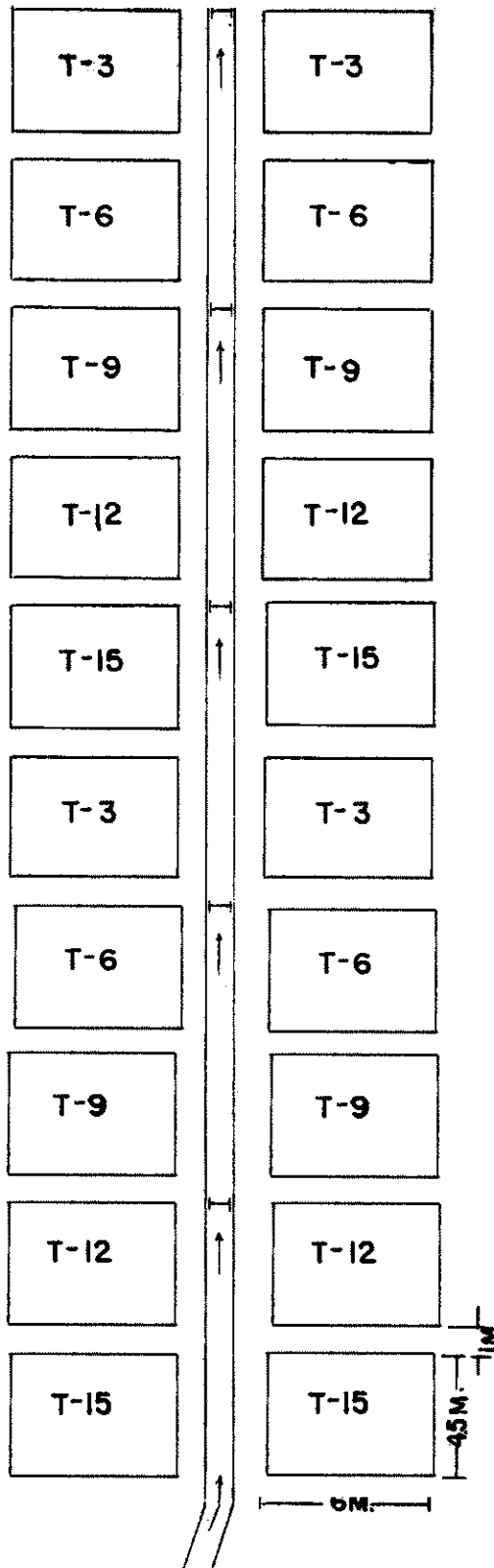
DISEÑO EXPERIMENTAL:

El diseño usado en el experimento fué el de serie paralela. 6/.

Constó de cuatro bloques dispuestos a uno y otro lado del canal de riego; cada bloque tuvo cinco parcelas, teniendo como dimensiones: 6 metros de largo por 4,5 metros de ancho, dando una área de 27 metros cuadrados por parcela de tratamiento. En cada una de las parcelas se establecieron cinco surcos de plantas separados a 90 cm. y con 50 cm. entre plantas.

La distribución de los tratamientos o láminas de agua aplicadas se representan en el siguiente cuadro:

GRAFICO 2. Plano representativo de la distribución de parcelas o tratamientos en el ensayo aplicación de láminas de Agua. Escala 1:250.



esc 1:250



NECESIDADES DE AGUA:Uso Consuntivo:

Considérase como establecido que el término "Uso Consuntivo", sirve para indicar la suma de volúmen de agua empleada por las plantas en su crecimiento y la evaporada del suelo durante un período de tiempo, expresada en centímetros por unidad de área; es decir, la profundidad que en centímetros tendría una capa de agua para cubrir la unidad de área del suelo.

El vocablo evapotranspiración, de reciente uso en Ingeniería, que sirve para designar en un sólo término la pérdida de agua que se evapora del suelo y la motivada por la transpiración de las plantas, está influenciada por la temperatura, prácticas de riego, duración del período vegetativo, precipitación pluvial y otros factores.

Blaney y Criddle 1/ determinaron un coeficiente empírico sacado de un procedimiento matemático, para calcular el uso consuntivo o necesidad de un cultivo determinado. Este estudio determinó que los principales factores que afectan el uso consuntivo de cualquier cosecha son: temperatura, duración de la estación de crecimiento de la planta, horas luz del día y además de las precipitaciones de la zona.

Basándose en lo anterior, se puede expresar el "Uso Consuntivo" por la fórmula  $U = K \times F$ .

De donde  $U$  = uso consuntivo expresado en centímetro por área.

$K$  = Coeficiente empírico de consumo determinado experimentalmente.

$F$  = Suma de los factores de consumo mensual ( $f$ )

$f = 2.54 (1.8t + 32) \times p$  = factor de consu-

mo mensual en cm.

t = Temperatura promedio mensual en grados centígrados

p = porcentaje mensual de horas luz solar anual.  $\frac{7}{}$

### CALCULOS:

Datos: Cultivo Tomate  
 Latitud de lugar 12° norte  
 período vegetativo 102 días .  
 profundidad radicular 60 cm.  
 K = Coeficiente de consumo 0.7  $\frac{+}{}$

$\frac{+}{}$  El coeficiente K es dado por experimentos en tomate por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos.

TABLA V. Datos para calcular "Uso Consuntivo" del tomate en la estación seca del año 1963.

Meses	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Número de días	31	30	31	6
p - % mensual horas luz anual $\frac{7}{}$	8.28	8.52	8.71	8.81
t - temperatura promedio mensual °C	28.0	28.6	29.5	26.7
f - factor de consumo mensual	17.33	17.28	18.83	3.60
k - coeficiente del tomate	0.7	0.7	0.7	0.7
u - uso consuntivo mensual	12.13	12.10	13.18	2.52

$\frac{7}{}$  Porcentaje tomado de la tabla 8 del Boletín Técnico N° 10 Nov. 1951. Ed. por Centro Nacional de Agronomía. Santa Tecla, El Salvador.

La necesidad mensual de riego puede calcularse, restando al uso consuntivo mensual la lluvia efectiva mensual.

Se expresa por la fórmula  $n = u - r$ ,

de donde: n = necesidad mensual de riego

u = uso consuntivo mensual

r = lluvia efectiva mensual

Basándonos en lo anterior las necesidades de riego que dan expresadas en la Tabla VI.

TABLA VI. Necesidades mensuales y total de riego del Tomate.

Mes	Días	Uso Consuntivo u	Lluvia en cm. r	Necesidad mensual de riego n
Marzo	31	12.13	0.0	12.13
Abril	30	12.10	0.15	11.95
Mayo	31	13.18	1.70	11.48
Junio	6	2.52	0.07	2.45
Necesidad total de riego = (N. T. R.)				38.01 cms

Considerando una eficiencia en el manejo del agua de riego de un 65 por ciento, obtendremos una necesidad de abastecimiento expresada por la fórmula:  $N. Ab. = N. T. R / Ef. = 58.47 \text{ cms.}$

La capacidad de retención del suelo usado en el experimento se tomó de los datos usados por el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos de N. A. 7/, siendo para suelos franco arenosos de 1 mm. por cm. de profundidad; teniendo el sistema radicular la profundidad de 60 cm. y la textura franca arenosa en todo su perfil, se tendrá una capacidad de retención:  $C. Rt = 60 \text{ mm.} = 6 \text{ cm.}$

El número de aplicaciones es dado por la fórmula: -  
 $\underline{N. T. R.} = Apl.$

C.Rt.

La lámina de agua se expresa por la fórmula:  $\underline{N. Ab.} =$   
Lám.  $Apl.$

$$\text{de donde: Lám:} = \frac{\underline{N. T. R.}}{\underline{Ef.}} = \frac{C. Rt.}{Ef.} = \frac{6 \text{ cm.}}{0.65} = 9 \text{ cm.}$$

Así tenemos deducida la lámina guía de 9 cm.

TRATAMIENTOS:

Se seleccionaron cinco diferentes láminas de agua, con espesores de 3 - 6 - 9 - 12 - 15 centímetros respectivamente; en base al cálculo previo del "Uso Consuntivo" del cultivo - del Tomate que resultó ser de 9 cm., tomándose alrededor de - ésta, dos láminas inmediatas superiores y dos inmediatas inferiores con una razón aritmética de tres. Las referidas láminas para fines prácticos en lo sucesivo se denominarán "Tratamientos".

AFORAMIENTO DE TRATAMIENTOS O LAMINAS DE AGUA:

El agua suministrada por la instalación de bombeo del Departamento de Horticultura, es descargada en un canal principal, éste en su mayor parte de su trayectoria es revestido por ladrillo de barro, luego es descargada a un canal de tierra donde se derivó a un secundario que condujo el agua hasta el lote experimental; de este canal se aforó el agua a cada parcela por medio de sifones de aluminio de 5 pies de largo por 1,5 pulgadas de diámetro.

Para el cálculo del gasto en el sifón, se hizo uso del básico teorema de Bernoulli que se interpreta diciendo: "Si no hay pérdidas por fricción, la suma de las cargas de alturas, de velocidad y de presión son constantes en cualquier sección de la vena líquida." 20/

$$\text{Ecuación de Bernoulli: } H_a + \frac{V_a^2}{2g} + \frac{P_a}{W} = H_b + \frac{V_b^2}{2g} + \frac{P_b}{W} + H_f$$

de donde:  $H_a$ ,  $H_b$ : cargas de alturas del punto a y b con respecto c

$$\frac{V_a^2}{2g} \quad , \quad \frac{V_b^2}{2g} \quad : \quad \text{cargas de velocidad del agua en los puntos } \underline{a} \text{ y } \underline{b}$$

$$\frac{P_a}{W} \quad , \quad \frac{P_b}{W} \quad : \quad \text{carga de presión ejercidas en el líquido en los puntos } \underline{a} \text{ y } \underline{b}.$$

$H_f$  = Carga que representa las pérdidas por fricción de la vena líquida contra las paredes del conducto.

Para originar la circulación del líquido y éste suba hasta el punto  $c$ , hay que hacer el vacío en la parte superior del sifón, entonces el agua sube por acción de la presión atmosférica que se ejerce sobre la superficie del líquido.



Esquema de la Instalación del Sifón

La velocidad de salida del líquido en el punto b se encuentra aplicando la ecuación de Bernoulli entre los puntos a y b. Como tanto en a como en b está obrando la presión atmosférica, las cargas de presión son iguales en los dos miembros y pueden suprimirse. El punto a se conserva in móvil prácticamente y se considera con velocidad cero, las cargas de fricción se consideran nulas por ser un sifón de aluminio con paredes lisas y de poca longitud que da un dato muy insignificante; en base a lo anterior sólo nos queda despejar la velocidad del líquido en el punto b de la ecuación referida, dándonos:

$$V_b = \sqrt{2g(H_a - H_b)}$$

Una vez que se tiene la velocidad en el punto b se multiplica por el área de la sección del sifón dándonos el gasto Q de salida por el punto b.

Con el gasto Q la lámina, y el área a regar se calculó el tiempo de descarga en cada parcela o tratamiento. La tabla VII reúne los valores calculados para gasto (Q) y tiempo en minutos de descarga del sifón.

TABLA VII. Valores del gasto y el tiempo de descarga del sí-fón contra una carga dada en cada tratamiento.

H CMS.	Vol. m/seg.	Q lts/sg.	T-3 min.	T-6 min.	T-9 min.	T-12 min.	T-15 min.
20	1.98	135	6.0	12.0	18.0	24.0	30.0
21	2.04	138	5.8	11.6	17.4	23.2	29.0
22	2.08	141	5.7	11.5	17.2	23.0	28.8
23	2.13	143	5.6	11.2	16.8	22.4	28.0
24	2.17	146	5.5	11.0	16.5	22.0	27.4
25	2.22	149	5.35	10.7	16.0	21.4	26.8
26	2.26	152	5.3	10.6	15.9	21.2	26.5
27	2.30	154	5.15	10.3	15.4	20.6	25.8
28	2.35	157	5.05	10.1	15.2	20.2	25.2
29	2.39	160	4.95	9.9	14.8	19.8	24.8
30	2.42	163	4.9	9.8	14.7	19.6	24.5
31	2.47	166	4.8	9.6	14.4	19.2	24.0
32	2.51	169	4.7	9.4	14.1	18.8	23.5
33	2.56	171	4.65	9.3	13.9	18.6	23.3
34	2.59	174	4.6	9.2	13.8	18.4	23.0
35	2.62	177	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5
36	2.66	180	4.45	8.9	13.3	17.8	22.2
37	2.70	183	4.4	8.8	13.2	17.6	22.0
38	2.73	186	4.35	8.7	13.0	17.4	21.8
39	2.77	188	4.3	8.6	12.9	17.2	21.5
40	2.81	191	4.2	8.4	12.6	16.8	21.0

GRAFICO 3. Valores gráficos para calcular el tiempo y gasto en Lts/min. del Sifón en cada tratamiento.



Carga de altura del sifón, dada en centímetros.

Gasto (Q) en litros./min.

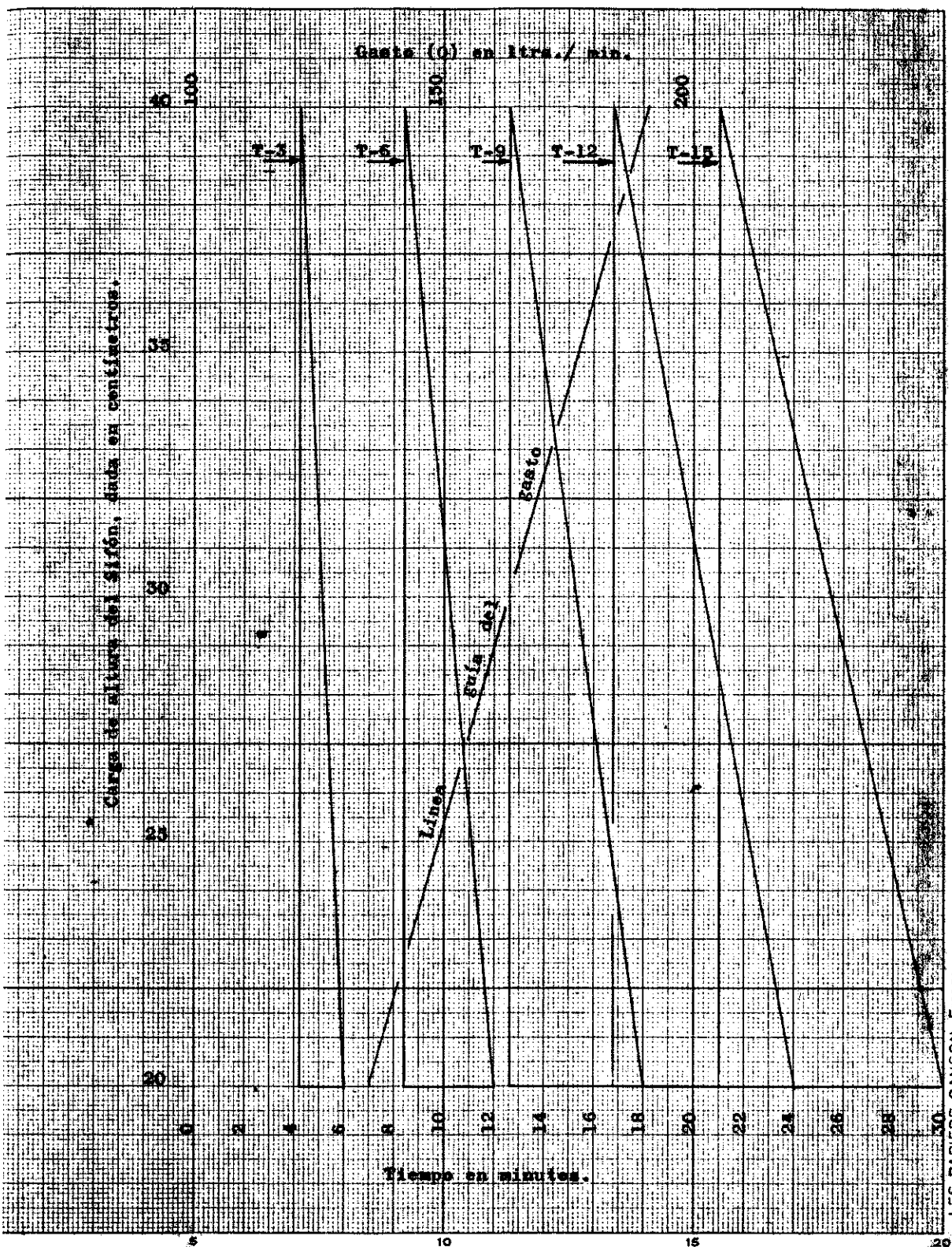
T-3  
T-6  
T-9  
T-12  
T-15

Línea  
sola del

gasto

Tiempo en minutos.

LES PAPIERS CANSON France



## INICIACION Y SECUENCIA DEL EXPERIMENTO:

El lote del experimento se preparó debidamente. Por la línea central de dicho lote se construyó un canal elevado de tierra para el desvío del agua tomada de la acequia principal, y conducirla de manera que regara las parcelas colocadas a ambos márgenes del canal referido. Dentro del canal y a distancias sucesivas de 10 metros se colocaron compuertas de madera destinadas a elevar el tirante del agua para mantenerla a un determinado nivel y lograr mantener una carga estable para el derrame del sifón en cada una de las parcelas a tratar.

El terreno fué gradeado, rastreado, lotificado y surcado debidamente. El 27 de febrero de 1963 recibió un riego de asiento, llevando al suelo a capacidad de campo para aceptar el trasplante del tomate, éste se efectuó colocando las plantitas a una distancia entre surcos de 90 cm. y entre plantas de 50 cm. La labor se hizo en horas avanzadas de la tarde para evitar la pérdida de humedad vegetal por efectos de insolación.

Se instalaron dos bloques de bouyoucos en cada parcela, a una profundidad de 25 y 50 cm. respectivamente. Se procedió a tomar lecturas diarias para registrar el porcentaje de humedad del suelo, que nos indicará su acercamiento al punto de marchitez, previamente encontrado en el laboratorio, siendo de 14% en éste tipo de suelo. Debido a que en el transcurso de tres semanas los bloques de Bouyoucos siempre acusaron una lectura de ciento por ciento de humedad, se descartó el uso de tales, por suponerse influenciados por la proximidad del nivel freático de dicho suelo. Se optó por hacer pruebas de laboratorio; para éstas, se tomaron muestras del suelo a diferentes profundidades: a 10, 10 -30; 30 - 50

centímetros, para saber si la humedad se aproximaba o no al coeficiente de marchitez y decidir así la justificable aplicación del agua.

A los 21 días de iniciado el experimento, se hizo el primer muestreo de suelo, encontrándose un por ciento de humedad superior al del coeficiente de marchitez. Seis días más tarde se hizo una nueva prueba, encontrándose que el por ciento de humedad se aproximaba al coeficiente de marchitez y se procedió al riego.

Los sucesivos riegos se efectuaron basados en las indicaciones de las pruebas de laboratorio, siempre que el por ciento de humedad estuviese próximo al del coeficiente de marchitez; resultando un total de cuatro riegos con una frecuencia de 24 días.

Se inició la primera recolección de frutos maduros en todos los lotes, el 29 de abril, descartándose los surcos bordes y 0,5 metro por cabeza en cada parcela. La colecta se hizo cada vez que fué necesaria, colocando los frutos en bolsas de polietileno debidamente identificadas para registrar su peso en kilogramos.

El estado general del plantío fué satisfactorio en cuanto a su desarrollo y fructificación.

Este experimento se dió por terminado el 7 de junio - debido que en esta fecha se inició la estación lluviosa o de invierno.

PASOS SUCESIVOS EN LA PREPARACION DEL LOTE EXPERIMENTAL  
PARA CULTIVAR TOMATE DE RIEGO VAR. SAN MARZANO



Fig. 1.- Nivelación



Fig. 2.- Canalización



Fig. 3.- Parcelación



Fig. 4.- Trasplante del Tomate

ASPECTOS DE LA VERIFICACION DE UN RIEGO EN LAS PARCELAS DE  
TOMATE VAR. SAN MARZANO.

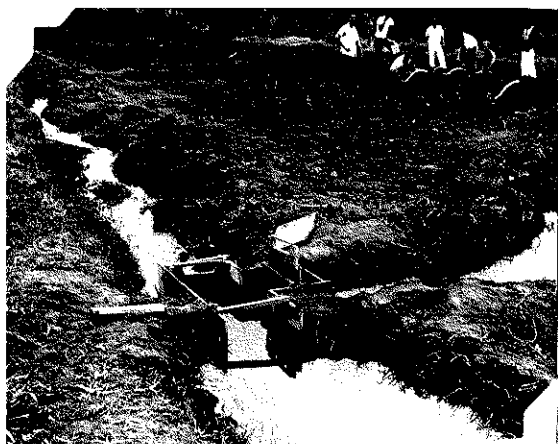


Fig. 5.- Caja derivadora del  
agua de riego



Fig. 6.- Compuertas manteniendo  
el tirante estático



Fig. 7.- Vista de un trata-  
miento efectuado



Fig. 8.- Instalación de sifones  
para el siguiente Tratamiento.

ASPECTOS DEL CULTIVO Y DE LOS FRUTOS COLECTADOS DEL TOMATE  
 VARIEDAD SA MARZANO



Fig. 9.- Aspecto de una serie de parcelas de tomate con tutor.



Fig. 10.- Aspecto del límite entre dos tratamientos vecinos



Fig. 11.- Configuración del fruto maduro de tomate variedad San Marzano.

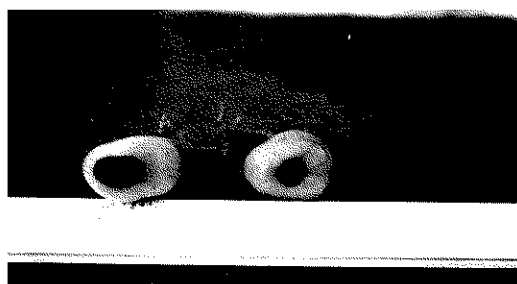


Fig. 12.- Fruto de tomate mostrando la enfermedad fisiológica blossom end rot

## OBSERVACIONES GENERALES:

Habiéndose efectuado el trasplante del Tomate el día 28 de febrero 1963 sobre el terreno definitivo, con la debida humedad de asiento, se notó al tercer día que las fallas de prendimiento de las plantas correspondían aproximadamente a un 90 por ciento, procediéndose de inmediato a restituir dichas fallas. Se pudo estimar un desarrollo uniforme del 70 por ciento dentro de todo el experimento.

Las primeras flores asomaron en las plantas de mejor conformación el 22 de marzo, haciéndose la floración general dentro de los sucesivos ocho días.

Los frutos empezaron a madurar el 29 de abril con una producción escasa, pero no tardó en hacerse uniforme y abundante. Se observaron algunos frutos con pudrición en su extremo floral "blossom end rot" en escasa magnitud y dentro de los tratamientos de láminas inferior como ser la de tres centímetros. La enfermedad es una pudrición seca, causada por efecto fisiológico, o desequilibrio del agua entre el calcio y el fósforo. 24/

En cuanto a ataque de plagas, se tuvo al principio de su desarrollo o sea antes de la floración, un leve ataque de orugas comedoras de follaje, controlándose con insecticida Malathión. En la época de fructificación se tuvo un ataque de gusano barrenador del fruto (*Heliothis zea*), controlándose también en la misma forma expresada.

Durante el proceso del experimento cayó un total de agua de lluvia de 1.92 cm., distribuidos en abril, mayo y junio.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Para evaluar los resultados encontrados en el experimento de riego de Tomate, variedad San Marzano, se tomaron el número de plantas productoras por parcela tratada; el rendimiento total por tratamiento y el rendimiento promedio por pié de planta dentro de cada uno de los tratamientos, están compilados en las Tablas VIII, IX y X, respectivamente.

TABLA VIII. Número de plantas productoras por tratamiento y repetición

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S			
	I	II	III	IV
T + 15	27	25	26	27
T - 12	22	27	25	25
T - 9	25	26	27	27
T - 6	20	24	27	23
T - 3	23	27	26	20



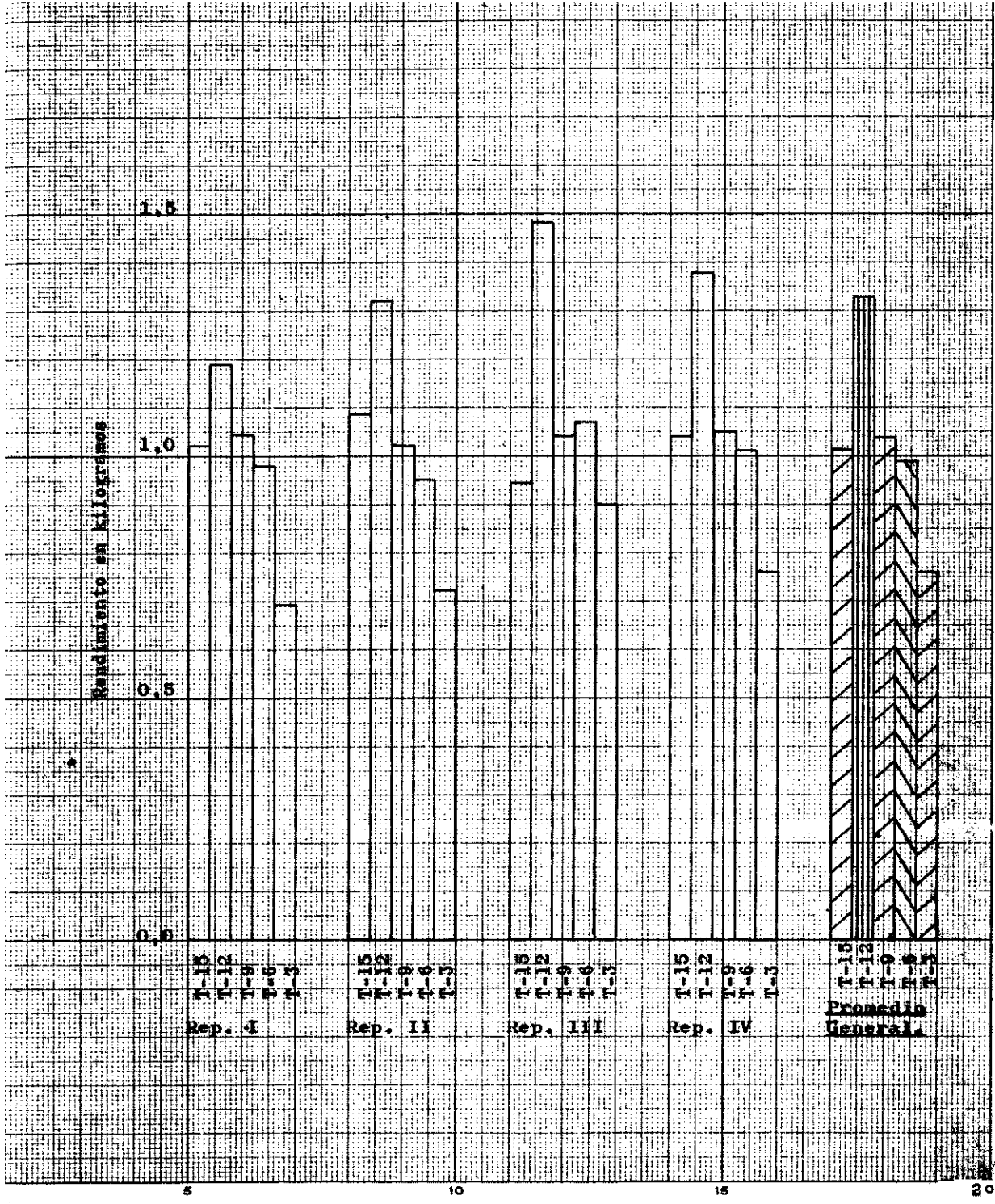
TABLA IX. Rendimiento promedio de frutos por tratamiento y repeticiones expresado en kilogramos.

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S			
	I	II	III	IV
T - 15	27.540	27.200	24.570	28.215
T - 12	26.158	35.640	37.125	34.550
T - 9	26.075	26.728	30.080	28.539
T - 6	19.700	22.800	32.755	23.414
T - 3	16.054	19.521	23.504	15.320

TABLA X. Rendimientos promedio de frutos en pié de planta por tratamiento y repetición expresado en kilogramos

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S			
	I	II	III	IV
T - 15	1.020	1.088	0.945	1.045
T - 12	1.189	1.320	1.485	1.382
T - 9	1.043	1.028	1.040	1.057
T - 6	0.985	0.950	1.065	1.018
T - 3	0.698	0.723	0.904	0.766

GRAFICO 4.- Rendimiento promedio en kilogramos de frutos en pié de planta por tratamiento en las cuatro repeticiones, comparadas con el rendimiento promedio general.



Los datos presentados en las anteriores tablas, fueron sometidos a análisis de varianza y correlación. El resultado del primer análisis indica que no hubo diferencia significativa entre las repeticiones, demostrando una homogeneidad en cuanto a suelo, obteniendo así, una diferencia determinante (significativa) entre los tratamientos o láminas de agua. Observar estos datos dentro de la Tabla XI.

TABLA XI. Análisis de varianza entre los cinco tratamientos o láminas de agua aplicadas en el Tomate variedad San Marzano.

Factor	G. L	S. de los Cuadrados	Varianza	F. Calc.	F. tabulado	
					0.05%	0.01%
Repet.	5	0.0279	0.0093	1.823	3.49	5.95
Trat.	4	0.6612	0.1876	36.78	3.26+	5.41+
Error	12	0.0613	0.0051			
Total	19	0.7504				

Como resultado, el tratamiento T - 12 que corresponde a la aplicación de la lámina 12 cm., fué superior a las otras, por ser la sobresaliente en dar mayor rendimiento promedio por pié de planta.

Las diferencias mínimas significativas obtenidas por comparación de pares de los promedios de los tratamientos por el método "t", se observan en la tabla siguiente:

TABLA XII. Tabla que muestra las diferencias mínimas significativas entre los pares de rendimientos promedios de los tratamientos o láminas de agua aplicadas.

Tratamientos	T - 12	T - 9	T - 15	T - 6	T - 3
Peso en kilos	1.344	1.042	1.024	1.004	0.773

Como el valor de "t" matemáticamente calculado da 0,118, se deduce que entre los rendimientos dados por los tratamientos de las láminas T - 9, T - 15 y T - 6, no tienen diferencias significativas en cuanto a su producción promedio por pié de planta, pero sí, lo tienen los tratamientos T - 12 y el T - 3 con todos los restantes. Esto indica una buena distribución de la población.

El coeficiente de correlación entre láminas de riego y rendimientos promedios por pié de planta nos da:  $r = 0,67$  indicando que es positivo y significativo.

Entre las cinco láminas de agua ensayadas: T-3, T-6, T-9, T-12 y T-15, en las condiciones ambientales y de suelo donde se efectuó el experimento de tomate de riego variedad San Marzano, se encontró que la lámina de doce centímetros (T-12), dió los mejores resultados en rendimiento de frutos expresado en peso, no presentando deficiencia, ni exceso de humedad al aplicarse en cuatro riegos con una frecuencia de 24 días cada uno.

Las plantas que recibieron el tratamiento de lámina de tres centímetros (T-3), demostraron dar menor rendimiento por deficiencia de humedad presentando además la enfermedad de tipo fisiológico "blossom end rot".

Las plantas que recibieron el tratamiento de lámina de quince centímetros (T-15), tampoco dió buen rendimiento, debido al exceso de agua que afectó el metabolismo de la planta.

## DISCUSIONES

El trabajo experimental de láminas de agua se inició al establecerse el trasplante del tomate el 28 de febrero de 1963, cancelándose el siete de junio debido al inicio del período lluvioso, tal como lo indica las precipitaciones anotadas en la Tabla I, siendo que regularmente durante este mes se establece el régimen de lluvias, con normalidad, se sugiere adelantar el inicio del trabajo en un mes si es posible, para desplazar el desarrollo del mismo dentro de la época más seca de la estación, evitando la conexión con el período de lluvias.

Los rendimientos anotados en la Tabla X se consiguieron en las condiciones de fertilidad encontradas en el suelo, no cabe duda de que una adecuada fertilización encontrada experimentalmente, daría respuestas muy halagadoras. La zona "La Calera", no será la mejor indicada para efectuar cultivos de tomate de riego, pero las facilidades que prestó por la fuente y suministro del agua, y además por las condiciones ambientales similares a la zona vecina de Tisma, área destinada a cultivo de tomate por excelencia, se tomó en consideración para llevar a efecto el presente trabajo, pese a que el agua misma no es catalogada para su uso dentro del rango de buena, sino como permisible, dando el por ciento de Na. contenido en razón a la suma del resto de los cationes disueltos; cabe agregar, que las condiciones de suelo, tampoco son las ideales, por la capa impermeable de toba volcánica o arenisca consolidada a poca profundidad, pudiendo encontrarse otra zona dentro de la misma serie de suelo con dicha capa a mayor profundidad, que dará un margen de mayor seguridad a los efectos acumulativos de sales agregadas por el agua de riego.

Los riegos aplicados se efectuaron siempre en horas

de la mañana debido a las condiciones operatorias de la planta de bombeo y nó porque fuera la mejor manera de hacerlo; ca be sugerir que dichas aplicaciones de agua se hagan en horas avanzadas de la tarde, esquivando así las horas de mayor insolación del día ocurrentes en alto grado durante la época seca o de verano, lo cual provocaría una mayor evapo-transpiración. La primera aplicación se verificó en sentido positivo de la dirección del flujo, es decir, de la parcela N° 1 al 10, como resultado de tal, se tuvo una ruptura del canal en su parte final por falta de humedecimiento y asentamiento de los taludes, la experiencia indicó que el riego efectuado en orden inverso, dió un mejor asentamiento en los bordos, así como una mejor eficiencia operatoria en el manejo del tirante estático del flujo.

La operación de riego se hizo en cuatro sifones, uno por cada parcela o tratamiento en ambos lados del canal sobreelevado, cabe anotar que el uso de un sifón por surco de riego aceleraría el tiempo de operación, siempre que se tenga un personal suficiente y bien entrenado en el manejo de los sifones.

El estudio de análisis de varianza se hizo en base al peso promedio de frutos por pié de planta. El rendimiento en kilogramos obtenido al aplicar la lámina de agua adecuada en las condiciones de suelo donde se llevó a efecto el experimento, indica la importancia de un riego técnicamente bien dirigido, que además de obtener un rendimiento satisfactorio, el mayor espaciamiento entre los riegos elimina gasto superfluo de agua y mano de obra.

La aparición de la enfermedad de tipo fisiológico "blossom en rot" y los bajos rendimientos de frutos en las parcelas de tratamiento con la menor lámina de agua aplicada, concuerdan



con la susceptibilidad de esta variedad encontrada por Curiel 5/ a la enfermedad antes anotada con escasas aplicaciones de agua en sus ensayos de 1960-1961.

El suelo de serie "La Calera" posee un rango muy bajo en fosfatos y muy alto en calcio los que desequilibrados por la poca aplicación de agua en el menor tratamiento provoca el desarrollo de la enfermedad fisiológica, corroborando lo encontrado por Young y McArthur en sus experimentos de Texas.

## C O N C L U S I O N E S

Basado en los resultados obtenidos por medio de la lámina de doce centímetros (T-12), la cual usada en cuatro aplicaciones, dá una Lámina Total de Agua para tomate variedad San Marzano, de 48 centímetros, se calculó el coeficiente empírico para dicho cultivo en la época seca denominada verano, haciendo uso de fórmula de Blanney y Criddley encontrándose un coeficiente de 0.83. Este coeficiente será tomado tentativamente; debido a su importancia y por mayor seguridad, se recomienda seguir efectuando ensayos en dicho cultivo, cuyos resultados promedios darían datos definitivos.

Tomando en consideración el rendimiento por pié de planta de 1,33 kgs. y una población por manzana de 14,000 plantas, se obtendrá un rendimiento por manzana de aproximadamente 400 quintales de frutas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Agricultura de las Américas. Manual de Irrigación. Abril 1959.
2. Blair, Enrique. Propiedades físicas del suelo. Curso Internacional de Métodos y Prácticas de Riego. Conf. en Chillán y Santiago de Chile. F. A. O. p.66 - 70. 1956.
3. Briggs, L. J. and H. L. Shants. The wilting coefficient for differente plants and its indirect determination U.S. Dept. Agric. Bur. Plant Ind. Bull N° 230. 1912a.
4. \_\_\_\_\_ and J. W. McLane. The moisture equivalent of Soils U. S. Bureau Soils. Bull N° 45. 1907.
5. Curiel, Víctor. Experiencias del INFONAC con tomate bajo riego. Plan Piloto en Costa del Pacífico. 1960-1961. Archivo de Sección Agrícola.
6. de la Loma, José Luis. Experimentación Agrícola. p. 398 400. UTHEA. 1945.
7. Flanagan, J. E. y R. Cabezas R. Principios que determinan las necesidades del Riego en los Trópicos. Bol. Téc. N° 10 Centro Nac. de Agr. Santa Tecla. El Salvador. Nov. 1951.
8. Hawthorn, M.S. y Pollard, L. H. 1954. Vegetable and flower seed production. p. 445 - 448. Blakeston New York.
9. M. A. G. Mapeo Semidetallado de los Suelos de la Región Central del Pacífico de Nicaragua. Hoja Managua 2952 III. (en prensa)
10. Meyer, B. S. and D/B. Anderson. Plant Physiol. 13: 214 - 1952..
11. Munsel Soil Color Chart. Edition 1954.
12. Neal, B. R. Water storage in the superface soil. Soil Conservation. June 1945. p. 275.

13. Ríos, Antonio. Uso racional del agua de riego. p. 3 - 10  
Ing. Hidr. de México.
14. Richards, L. A. and L. R. Weaver. Moisture retention by  
some irrigated gated soils as related to soil-moisture  
tensions. Jour. Agr. Res: 69: p. 215-235. 1944.
15. Roberts, Ray. Propiedades físicas y químicas del suelo.  
Curso Internacional de Métodos y prácticas de riego en  
Chillán y Santiago de Chile. F. A. O. p. 66. 1956.
16. Roe, H. B. Moisture in Requirement in Agriculture. Mc-  
Graw Hill. Book Co. 1951
17. Russel, E. #. y E. J. Las condiciones del suelo y el de-  
sarrollo de las plantas. Ed. Aguilar. 1959.
18. Servicio Meteorológico Nacional. Managua (78741). 1963.
19. Shoemaker, J. S. Vegetable Gowing. p. 365 - 373. Willey  
New York.
20. Trueba Coronel, Samuel. Hidráulica. p. 42 - 45 - 51.  
México 1959.
21. U. S. Dept. of the Interior Bureau of Reclamation Manual.  
Vol. V Irrigated Land use. Rel. 1953.
22. Viehmeyer, F. J. Evaporation from soil and transpiration.  
Trans American Geoph. Union (19th Annual Metting).
23. \_\_\_\_\_, N. E. Edlefsen and A. H. Hendrickson. Use  
of tensiometers in measuring availability of water to  
plants. Plant Physiol. 18: 66 - 78. 1943.
24. Young, P. A. y J. W. McArthur. Horticultural Characters  
of tomatoes. Tex. Agr. Exp. Sta. Bull N° 698. p. 49 - 50.  
nov. 1947.

## A P E N D I C E

## Análisis de Varianza

TRATAMIENTOS	R E P E T I C I O N E S				Total	S t <sup>2</sup>
	I	II	III	IV		
T - 15	1.020	1.088	0.945	1.045	4.098	16.7936
T - 12	1.189	1.320	1.485	1.382	5.376	28.9013
T - 9	1.043	1.028	1.040	1.057	4.168	17.3722
T - 6	0.985	0.950	1.065	1.018	4.018	16.1443
T - 3	0.698	0.723	0.904	0.766	3.091	9.5542
Totales	4.935	5.109	5.439	5.268	20.751	88.7656
R <sup>2</sup>	24.3542	26.1018	29.5827	27.7518	SR <sup>2</sup> = 107.7905	

$$\text{Factor de Corrección} = (S y^2 / n = 20.751^2 / 20 = 21.5302$$

$$S.C.T = S T^2 / \#R - C = 88.7656 / 4 - 21.5302 = 0.6612$$

$$S.C.R = S R^2 / \#T - C = 107.7905 / 5 - 21.5302 = 0.0279$$

$$S.C.tot. = S (y)^2 - C = 22.2806 - 21.5302 = 0.7504$$

$$S.C.E. = S.C.T - (SCT + SCR) = 0.7504 - (0.6612 + 0.0279) = 0.0613$$

$$VR = SCR / GL = 0.0279 / 3 = 0.0093$$

$$VT = SCT / GL = 0.7504 / 4 = 0.1876$$

$$VE = SCE / GL = 0.0613 / 12 = 0.0051$$

$$FT = VT / VE = 0.1876 / 0.0051 = 36.78$$

$$FR = VR / VE = 0.0093 / 0.0051 = 1.823$$

$$D.M.S. = t_{0,05\%} \sqrt{2VE / R} =$$

$$= 2,365 \sqrt{2 \times 0.0051 / 4} = 2,365 \times 0.05 = \underline{0.118}$$

## Coeficiente de Correlación

$$r = \frac{S_{xy} - S_x S_y / N}{\sqrt{S_x^2 - (S_x)^2 / N} \sqrt{S_y^2 - (S_y)^2 / N}}$$

$$r = \frac{49.209 - 46.683 / \sqrt{(5.5462 - 5.38)(495 - 405)}}{2.586 / \sqrt{0.16 \times 90}} = \frac{2.526}{3.8} = 0.67$$

r = Positivo y altamente significativo.