

PROGRAMACION DEL RIEGO PARA EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* M) MEDIANTE LA TINA DE EVAPORACION Y
TRES TENSIONES DE HUMEDAD DEL SUELO EN LA ZONA DE
MILAGRO, PROVINCIA DEL GUAYAS

Karen Valencia, Jaime Proaño *

RESUMEN

Con el fin de evaluar los metros cúbicos de agua consumidos versus los kilogramos de cosecha obtenidos se decidió hacer este trabajo de investigación para que los agricultores de la zona administren de una mejor manera el recurso agua y se aumente la productividad. Uno de los objetivos de este trabajo es determinar la curva de retención de humedad para el suelo donde se realizó el ensayo para así conocer con que fuerza se encuentra retenida el agua por las partículas del suelo y la fuerza que tienen que realizar las plantas para poder usarla. Los tratamientos evaluados fueron: saturación, capacidad de campo, punto de marchitez y tina de evaporación.

El material utilizado fue el híbrido Heat Weat de la empresa Apripac por las características que presenta en cuanto a tolerancia y/o resistencia a enfermedades como virosis y nemátodos y por producción. Se determinó que para dicho suelo, la tensión de humedad a saturación se encuentra a 11 cb, capacidad de campo está a 21 cb. Se estableció otro punto por encima del punto de marchitez a 39 cb. Los resultados de este trabajo de investigación nos indican que el tratamiento que se manejó con la tina de evaporación (T4) tuvo el más alto rendimiento seguido del tratamiento que se manejó a capacidad de campo (T2). En cuanto al manejo del cultivo una de las labores que hay que prestarle atención es el control de plagas y enfermedades, cuando el cultivo se encuentra en floración y cuajado de frutos. Las plagas que más afectan al cultivo son: la negrita, la mosca blanca que son vectores de muchos virus y los perforadores del fruto que son los que más daño causan en las etapas finales de formación de frutos y maduración.

INTRODUCCION

El principal objetivo de la programación del riego es proveer, en forma oportuna, la cantidad de agua apropiada a la planta para prevenir pérdidas de rendimiento y calidad de los productos agrícolas. Para determinar la cantidad óptima de agua a aplicar durante el riego se deben conocer los requerimientos hídricos de los cultivos, los cuales dependen de la interacción entre el clima (temperatura, velocidad del viento, radiación solar, humedad relativa y pluviometría), suelo (textura, propiedades físicas e hídricas, etc), y características propias de la planta (variedad, porcentaje de cobertura del cultivo, sistema radical, etc).

Para la programación del riego se ha diseñado una metodología en la que mediante la utilización de la olla de Richards se determina la curva de retención de humedad que en

* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador. Correo electrónico: info@uagraria.edu.ec
www.uagraria.edu.ec

conjunto con los tensiómetros nos proporciona de una manera cuantitativa la lámina de riego que debemos aplicar al cultivo.

Los objetivos que persigue esta investigación son los siguientes:

1. Determinar la curva de retención de humedad para el suelo en estudio.
2. Programar el riego en base a tres tensiones de humedad y a la tina de evaporación.
3. Evaluar los metros cúbicos de agua utilizados versus los kilogramos de cosecha obtenidos.

METODOLOGIA

El trabajo de investigación se realizará en la Granja Experimental “ El Misionero “ ubicada en el Km 1 de la vía Milagro. Se encuentra ubicada en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas. Geográficamente la granja se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas UTM: Norte: 9 762792, Este: 658751, Altura: 13 msnm.

Datos Climáticos

La zona en estudio tiene una temperatura media anual de 25.1 °C, presenta una humedad relativa media anual de 80 %, una precipitación acumulada media anual de 1342 mm, una evaporación media anual de 1311.1 mm.¹

Clasificación Ecológica

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge la localidad en donde se desarrolló el ensayo pertenece al Bosque Seco Tropical.

Características Agronómicas del Híbrido

Para el presente trabajo se utilizó el híbrido Heatwave B.W. que posee las siguientes características genéticas:

Ciclo de Cultivo: 75 – 80 días desde transplante

Características: Es un híbrido de crecimiento determinado que combina gran adaptabilidad a muchas condiciones climáticas con alta productividad. Heatwave es temprano, tipo “Heatset” ideal para siembra de invierno en toda la costa hasta mil metros sobre el nivel del mar y en las zonas más calurosas en verano tanto en la costa como en la sierra. Presenta una completa gama de resistencia y/o tolerancias a enfermedades incluyendo nemátodos y TMV.

Población por hectárea: Entre 13300 a 15000 plantas

¹ Valores Registrados en la Estación Milagro del INHAMI (1959-1999)

Características del fruto: El fruto tiene forma redonda, el peso del fruto es de 180 – 230 grs, tiene altos rendimientos y el promedio de producción por hectárea es de 3000 cajas.

Cuadro 1. Etapas Fenológicas del Cultivo de Tomate

Etapas Fenológicas del Cultivo	
Etapas	Días
Semillero	33
Estado Inicial	20
Estado de Máximo Crecimiento y Desarrollo	35
Estado Intermedio	35
Estado Final	20

Diseño Experimental

Para el presente trabajo se utilizó el diseño estadístico Bloques Completos al Azar (DBCA), con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Para la comparación de los tratamientos se utilizó la prueba de Tuckey al 5 % de probabilidades.

Análisis de Varianza

Andeva

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Tratamientos (t – 1)	3
Repeticiones (r – 1)	2
Error Experimental (t – 1) (r – 1)	6
Total (t x r) – 1	11

Tratamientos en Estudio

A continuación tenemos las variables que se estudiarán en cuanto a la programación del riego.

Cuadro 2. Tratamientos en Estudio

Tratamientos	Tensión (centibares)
Tratamiento 1	11 cb
Tratamiento 2	22 cb
Tratamiento 3	39 cb
Tratamiento 4 (tina de evaporación)	

Delineamiento del Campo Experimental

Diseño Estadístico	Bloques Completos al Azar (DBCA)
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	3
Total de camas	12
Largo de la cama	52 m
Ancho de la cama	1.00 m
Forma de la cama	Rectangular
Distancia entre camas	0.35 m
Área de cada cama	52 m ²
Área Útil del Experimento	624 m ²
Área Total del Experimento	1060.80 m ²

Análisis de Suelo

Se tomó una muestra de suelo para lo cual se recolectó sub-muestras, a profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm, las que se mezclaron en un balde para homogenizarlas, luego se tomó aproximadamente un kilogramo y se colocó en una funda plástica con los siguientes datos: Número de muestra, Profundidad, Área del terreno, Nombre de la finca.

Determinación de la humedad del suelo en base al Método Gravimétrico

Consiste en fabricar un cajete de madera de 1 m x 1 m y 45 cm de altura, lo enterramos en el suelo a 5 cm de profundidad y compactamos el suelo en la parte externa. Dentro del cajete aplicamos 400 litros de agua lentamente y se lo cubrió con una lámina de polietileno color negro. Luego se procedió a tomar muestras de suelo a 24, 48, 72, 96 horas de realizada la prueba a la profundidad deseada. Estas muestras fueron llevadas al laboratorio, en donde, se las pesó en estado húmedo y luego se las introdujo a una estufa a 105 °C por 24 horas y luego se las pesó en estado seco.

$$\theta N = \frac{(Ph - Ps)}{Ps} \times 100$$

Donde: θN = Porcentaje de Humedad en base a peso seco del suelo, Ph = Peso de suelo húmedo en gramos, Ps = Peso de suelo seco en gramos.

Determinación de la Curva de Retención de Humedad en el Suelo

Método del plato Extractor

Esta metodología esta compuesta de dos partes una de campo y la otra de laboratorio.

a. Muestreo en Campo

Primero se determina los lugares donde se van a tomar las muestras de suelo, luego se procede a hacer la limpieza y saturación del mismo; se introduce el cilindro muestreador en el suelo saturado a las profundidades de 0 – 20 cm y de 20 – 40 cm, haciéndolo cuidadosamente con el fin de no perder la estructura del suelo. Una vez identificadas las muestras se las llevó al laboratorio.

b. Procedimiento en Laboratorio

Se colocó el plato de cerámica poroso para saturar en agua destilada durante 24 horas, antes de empezar su utilización y después se continuó con ella siempre sumergida en agua. Se colocan las muestras de suelo en una bandeja para que sean saturadas, durante 24 horas, manteniendo una capa de agua suficiente para cubrir un cuarto de la altura del cilindro.

Se procedió a retirar las muestras saturadas de la bandeja, junto con el papel filtrante, con una espátula curva, dejando que el exceso de agua drene, por algunos segundos, antes de realizar el pesaje del conjunto (suelo y cilindro).

Antes de colocar la muestra de suelo en la balanza, se usa una cobertera, con diámetro ligeramente mayor que el cilindro, para taparlo, girándolo de modo que la extremidad del cilindro con la cobertera sea ubicada en la balanza.

Este papel filtrante usado se desecha, porque ello puede dar datos erróneos de las demás muestras. Se humedece otro papel filtro para recibir la muestra de suelo saturado, que es pesada previamente y se coloca en el plato de cerámica. Estas etapas se repiten hasta distribuir todas las muestras de suelo en el plato cerámica.

Luego se colocó el plato de cerámica con las muestras de suelo dentro de la olla de presión y se conecta la salida de desagüe del plato con el tubo de salida de la olla. Se cierra la cobertera del equipo apretando con firmeza todos los cerrojos, se aplica la menor presión, que establecemos para esta prueba (0.06 bar) y se espera el tiempo que sea necesario para que drene el exceso de agua. Esto puede tomar varios días. En algunos casos, si el suelo es arcilloso, puede llevar hasta una semana para que toda el agua en exceso salga de la muestra de suelo. Después que el punto de equilibrio es alcanzado, o sea, el desagüe ha cesado completamente, se libera la presión aplicada y se retira la cobertera de la olla de presión para efectuar los pesajes de las muestras de suelo. Para prevenir evaporación durante el procedimiento de pesado, se cubre las muestras de suelo, usando la propia cobertera del cilindro.

Cuidadosamente, con la espátula curva, se retira la muestra de suelo que se pesará, retirando también el papel filtro. Usando una espátula recta, se retira todo el suelo que puede ser retenido en el papel filtro y se coloca de vuelta en el cilindro antes que sea efectuado el pesaje. En la extremidad del cilindro donde está el papel filtrante, se ubica una cobertera estándar del cilindro, peso conocido (ésta cobertera deberá usarse en el pesaje de todas las muestras) Se quita la cobertera que se colocará previamente para evitar evaporación y se hace el pesaje en conjunto (cilindro, suelo húmedo y cobertera estándar).

Se humedece otro papel filtro y se coloca en el plato de cerámica para recibir la muestra de suelo que será pesada. Se retira la cobertera estándar para ser usada en el pesaje de la muestra siguiente. Se repite esta etapa hasta que concluye el pesaje de las muestras de suelo húmedo. Se aplica otra presión (0.10 bar), y se espera el tiempo necesario hasta que el equilibrio es alcanzado.

Después que el equilibrio es alcanzado, se repite estas dos últimas etapas, aplicando las siguientes presiones (1, 5 y 15 bares). Para las presiones de 5 y 15 bares, las muestras de suelo deben ser transferidas a un plato de cerámica de 15 bares, que será previamente saturada. Después que la última presión de 15 bares es aplicada y se alcance el equilibrio, las muestras de suelo serán colocadas en la estufa para secarlas, con temperatura controlada a 105 °C. Dejando secar por 48 horas para garantizar que toda el agua restante sea extraída.

Metodología de Programación de riego en base a Tensiómetros y Curva de Retención de Humedad.

Una vez que tenemos los datos de la curva obtenida en el laboratorio y las planillas de lecturas de los tensiómetros se procedió a ingresarlos en una hoja de excell diseñada por el Dr. Euzebio Medrado Da Silva de EMBRAPA - BRASIL en la cual se calculará la lámina a aplicar y el tiempo que vamos a regar.

Medición de la Evaporación

El tanque evaporímetro “Clase A” permite estimar los efectos integrados del clima tales como temperatura, velocidad del viento, humedad relativa, brillo solar, en función de la evaporación de una superficie de agua libre de dimensiones standard.

Como referencia se tomó las lecturas de la evaporación dada por el tanque evaporímetro para comparar con las lecturas que proporcionará los tensiómetros. Esto se hará midiendo la evaporación de un día que es la diferencia de las lecturas hechas del día actual y la del día anterior, entonces se obtiene la Evaporación (E_{tan}). Para determinar la E_{to} se utilizará la fórmula:

$$E_{to} = E_{tan} \times K_{tan}$$

Donde:

E_{to} = Evapotranspiración del cultivo de referencia

E_{tan} = Evaporación media diaria del tanque Evaporímetro (mm/día)

K_{tan} = Coeficiente del Tanque Evaporímetro Clase “A”

RESULTADOS

Determinación de la Curva de Retención de Humedad para el suelo en Estudio

Cada tipo de suelo tiene una curva de retención característica que es la relación entre el contenido de humedad del suelo y el potencial o energía con que está retenida esa humedad. La curva de retención esta en función de la textura y estructura del suelo para lo cual presentamos los resultados siguientes, el rango de humedad aceptable para nuestro suelo es entre 0.10 – 0.33 atm que tiene una humedad gravimétrica de 0.21 a 0.08 g/g que no causará daño a nuestro cultivo.

Programación del Riego con Tensiómetros y Tina de Evaporación

Una vez recolectada la información sobre la curva de retención de humedad, capacidad de campo y demás se procedió a ingresar los datos en la hoja de excel que nos dio la lámina a aplicar por cada tratamiento y el tiempo de riego; los tensiómetros nos ayudaron a determinar el momento exacto para el riego. En el caso del tratamiento 4 la programación se hizo en base a los datos proporcionados por la tina de evaporación, los mm evaporados por día, que será llevados a una hoja de excel donde nos dio la lámina a aplicar y el tiempo que debemos regar; con la ayuda de una batería de tensiómetros determinaremos el momento justo para aplicar el riego.

Tratamiento 1

Una vez determinado el punto de saturación del suelo (11 cb) donde se realizó el ensayo, se aplicó la lámina de 5.8 mm para llegar a dicho punto.

Cuadro 3. Lámina de Riego aplicada en el Tratamiento 1.

TRATAMIENTO 1			
FECHA	LAMINA DE RIEGO mm	HORAS DE RIEGO	HORAS, MINUTOS
20/06/2005	5,8	1,311	1h19'
23/06/2005	5,8	1,311	1h19'
25/06/2005	5,8	1,311	1h19'
30/06/2005	5,8	1,311	1h19'
04/07/2005	5,8	1,311	1h19'
07/07/2005	5,8	1,311	1h19'
09/07/2005	5,8	1,311	1h19'
11/07/2005	5,8	1,311	1h19'
14/07/2005	5,8	1,311	1h19'
16/07/2005	5,8	1,311	1h19'
18/07/2005	5,8	1,311	1h19'
21/07/2005	5,8	1,311	1h19'
23/07/2005	5,8	1,311	1h19'
25/07/2005	5,8	1,311	1h19'
26/07/2005	5,8	1,311	1h19'
28/07/2005	5,8	1,311	1h19'
30/07/2005	5,8	1,311	1h19'
01/08/2005	5,8	1,311	1h19'
03/08/2005	5,8	1,311	1h19'
06/08/2005	5,8	1,311	1h19'
08/08/2005	5,8	1,311	1h19'
10/08/2005	5,8	1,311	1h19'
13/08/2005	5,8	1,311	1h19'
15/08/2005	5,8	1,311	1h19'
18/08/2005	5,8	1,311	1h19'
20/08/2005	5,8	1,311	1h19'
22/08/2005	5,8	1,311	1h19'
26/08/2005	5,8	1,311	1h19'

27/08/2005	5,8	1,311	1h19'
29/08/2005	5,8	1,311	1h19'
31/08/2005	5,8	1,311	1h19'
03/09/2005	5,8	1,311	1h19'
05/09/2005	5,8	1,311	1h19'
10/09/2005	5,8	1,311	1h19'
12/09/2005	5,8	1,311	1h19'
15/09/2005	5,8	1,311	1h19'
16/09/2005	5,8	1,311	1h19'
19/09/2005	5,8	1,311	1h19'
21/09/2005	5,8	1,311	1h19'
23/09/2005	5,8	1,311	1h19'
26/09/2005	5,8	1,311	1h19'
29/09/2005	5,8	1,311	1h19'
Total	249,4	55,062	

Tratamiento 2

El punto a capacidad de campo del suelo (21 cb) se determinó mediante la prueba de gravimetría y luego con este valor se estimó la lámina a aplicar (2.4 mm).

Cuadro 4. Lámina de Riego aplicada en el Tratamiento 2.

TRATAMIENTO 2			
FECHA	LAMINA DE RIEGO mm	HORAS DE RIEGO	HORAS, MINUTOS
17/06/2005	2,4	0,34	20'
20/06/2005	2,4	0,34	20'
23/06/2005	2,4	0,34	20'
25/06/2005	2,4	0,34	20'
27/06/2005	2,4	0,34	20'
30/06/2005	2,4	0,34	20'
04/07/2005	2,4	0,34	20'
07/07/2005	2,4	0,34	20'
09/07/2005	2,4	0,34	20'
11/07/2005	2,4	0,34	20'
14/07/2005	2,4	0,34	20'
16/07/2005	2,4	0,34	20'
18/07/2005	2,4	0,34	20'
21/07/2005	2,4	0,34	20'
23/07/2005	2,4	0,34	20'
26/07/2005	2,4	0,34	20'
28/07/2005	2,4	0,34	20'
30/07/2005	2,4	0,34	20'
01/08/2005	2,4	0,34	20'
04/08/2005	2,4	0,34	20'
06/08/2005	2,4	0,34	20'
08/08/2005	2,4	0,34	20'
10/08/2005	2,4	0,34	20'

12/08/2005	2,4	0,34	20'
15/08/2005	2,4	0,34	20'
17/08/2005	2,4	0,34	20'
20/08/2005	2,4	0,34	20'
22/08/2005	2,4	0,34	20'
24/08/2005	2,4	0,34	20'
26/08/2005	2,4	0,34	20'
29/08/2005	2,4	0,34	20'
31/08/2005	2,4	0,34	20'
03/09/2005	2,4	0,34	20'
05/09/2005	2,4	0,34	20'
07/09/2005	2,4	0,34	20'
09/09/2005	2,4	0,34	20'
12/09/2005	2,4	0,34	20'
15/09/2005	2,4	0,34	20'
19/09/2005	2,4	0,34	20'
22/09/2005	2,4	0,34	20'
24/09/2005	2,4	0,34	20'
26/09/2005	2,4	0,34	20'
29/09/2005	2,4	0,34	20'
Total	105,6	14,62	

Tratamiento 3

Para el suelo en estudio se tomó otro punto a una tensión de 39 cb , y este necesitaría una lámina de 15.1 mm para regresar al punto de capacidad de campo necesario para los requerimientos hídricos del cultivo.

Cuadro 5. Lámina de Riego aplicada en el Tratamiento 3.

TRATAMIENTO 3			
FECHA	LAMINA DE RIEGO mm	HORAS DE RIEGO	HORAS, MINUTOS
25/06/2005	15,1	3,402	3h25'
07/07/2005	15,1	3,402	3h25'
11/07/2005	15,1	3,402	3h25'
18/07/2005	15,1	3,402	3h25'
25/07/2005	15,1	3,402	3h25'
01/08/2005	15,1	3,402	3h25'
10/08/2005	15,1	3,402	3h25'
17/08/2005	15,1	3,402	3h25'
22/08/2005	15,1	3,402	3h25'
29/08/2005	15,1	3,402	3h25'
06/09/2005	15,1	3,402	3h25'
10/09/2005	15,1	3,402	3h25'
19/09/2005	15,1	3,402	3h25'
26/09/2005	15,1	3,402	3h25'
Total	211,4	47,628	

Tratamiento 4

El manejo de este tratamiento se haría tomando los datos proporcionados por la tina de evaporación (mm evaporados por día) y llevados a una tabla de Excel donde calculamos la lámina a aplicar.

Cuadro 6. Lámina de Riego aplicada en el Tratamiento 4.

TRATAMIENTO 4			
FECHA	LAMINA DE RIEGO Mm	HORAS DE RIEGO	HORAS, MINUTOS
18/06/2005	6,7	1,52	1h31'
20/06/2005	1,7	0,38	22'
22/06/2005	1,7	0,38	22'
24/06/2005	3,8	0,86	51'
27/06/2005	2,9	0,67	40'
29/06/2005	0,8	0,19	11'
02/07/2005	2,1	0,47	28'
04/07/2005	5,7	1,3	2h18'
06/07/2005	1,6	0,35	21'
09/07/2005	3,1	0,71	42'
11/07/2005	3,6	0,82	49'
14/07/2005	3,6	0,82	49'
16/07/2005	6,5	1,47	1h28'
18/07/2005	1,4	0,33	19'
21/07/2005	7,4	1,68	1h40'
23/07/2005	2,8	0,63	37'
25/07/2005	3,7	0,84	50'
28/07/2005	6,5	1,47	1h28'
30/07/2005	3,7	0,84	50'
01/08/2005	2,8	0,63	37'
04/08/2005	8,3	1,88	2h18'
06/08/2005	3,7	0,84	50'
08/08/2005	3,7	0,84	50'
10/08/2005	3,7	0,84	50'
13/08/2005	6,5	1,47	1h28'
15/08/2005	2,8	0,63	37'
18/08/2005	5,5	1,26	1h15'
20/08/2005	4,6	1,05	1h03'
22/08/2005	4,6	1,05	1h03'
24/08/2005	4,6	1,05	1h03'
27/08/2005	4,6	1,05	1h03'
29/08/2005	2,8	0,63	37'
01/09/2005	6,8	1,54	1h32'
03/09/2005	3,8	0,86	51'
06/09/2005	3,8	0,86	51'
08/09/2005	7,6	1,71	1h42'
10/09/2005	4,5	1,03	1h01'
12/09/2005	3,6	0,83	49'

14/09/2005	2,1	0,47	28'
16/09/2005	3,6	0,83	49'
19/09/2005	4,7	1,06	1h04'
20/09/2005	1,6	0,35	21'
22/09/2005	2,4	0,53	31'
24/09/2005	1,0	0,23	13'
26/09/2005	1,0	0,23	13'
Total	174	39,48	

En el siguiente cuadro se muestra el consumo de agua en todo el ciclo del cultivo de tomate desde el transplante hasta la cosecha para un área de 1100 m² y para 10000 m².

Cuadro 7. Láminas de Riego aplicada en el Cultivo.

Tratamiento	Lámina de Riego (mm/ciclo)	Volumen de Riego (m³/Ha)
1	249.40	2494
2	105.6	1056
3	211.4	2114
4	174.0	1740

Relación entre los metros cúbicos de agua consumidos y los kilogramos de cosecha

Analizando la siguiente figura podemos observar que el tratamiento 2 fue el que menos dosis de agua consumió con una lámina de 105.6 mm en todo el ciclo y el tratamiento 1 el que más dosis de agua consumió con una lámina de 249.4 mm, le sigue el tratamiento 3 con una lámina de 211.4 mm.

El tratamiento 4 una lámina de 174 mm por ciclo fue el tratamiento que más kilogramos de tomate nos dio con un promedio de 69922.43 kg seguida del tratamiento 2 con un promedio de 66018.58 kg y del tratamiento 1 y 3 con un promedio de 63041.02 kg y 60071.15 kg respectivamente.

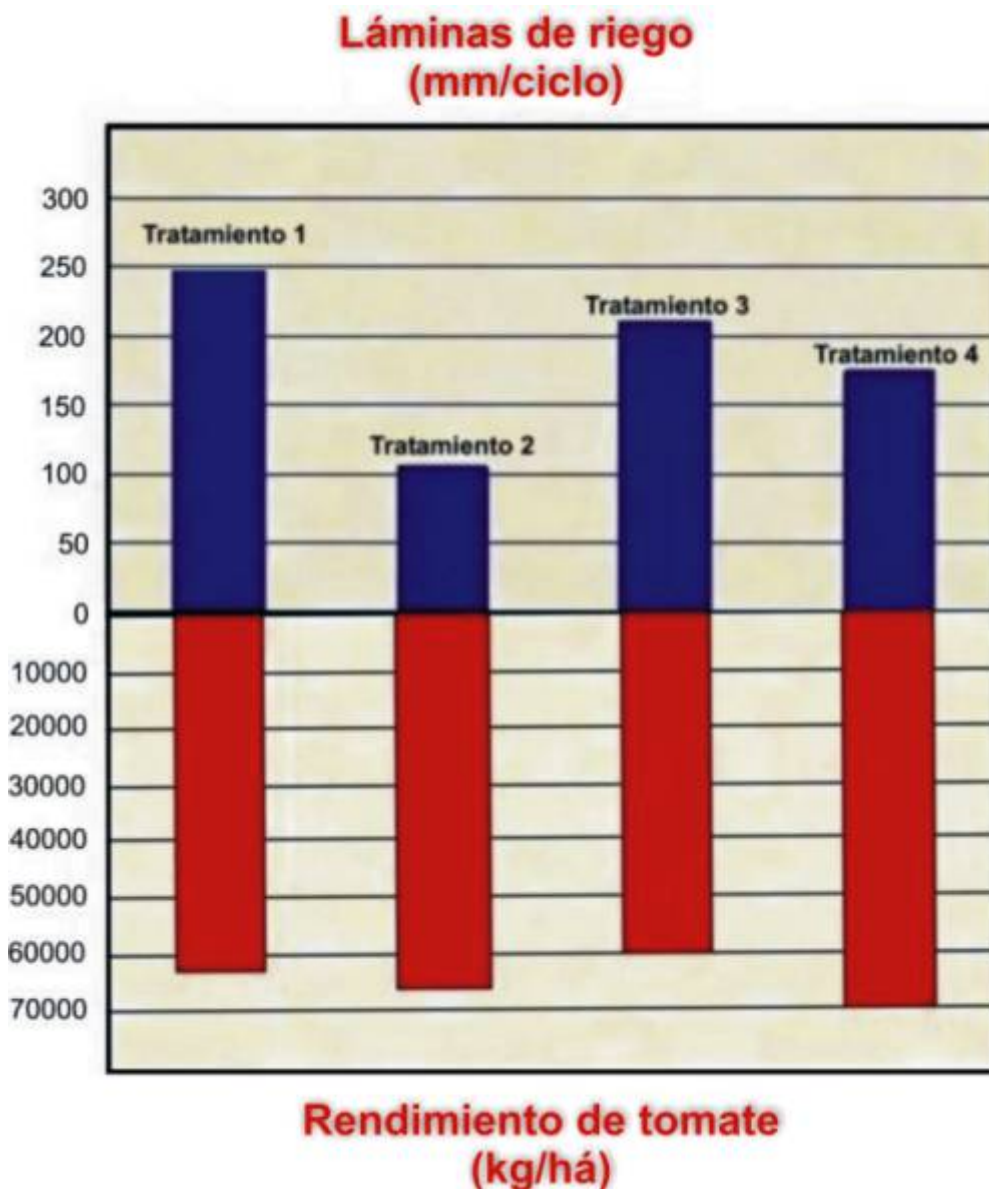


Figura 2. Lámina de Riego aplicada versus los Rendimientos Obtenidos.

Resultados Experimentales

Láminas Aplicada por Tratamiento

Al analizar el siguiente cuadro podemos observar que el tratamiento 1 fue el que mayor dosis de agua consumió durante el ciclo con un valor de 249.40 mm, mientras que el tratamiento 2 fue el que menos dosis de agua consumió con un valor de 105.60 mm. El análisis de varianza para la variable láminas de riego nos dio como resultado que estadísticamente los tratamientos 1, 3 y 4 son iguales y diferentes al tratamiento 2. El análisis de varianza para las etapas fenológicas nos dice que las etapas 2 y 3 son iguales estadísticamente, pero diferentes a las etapas 1 y 4; la etapa de mayor consumo de agua es la tercera y la de menor consumo la primera etapa. El coeficiente de varianza es de 24.88 %.

Cuadro 8. Análisis de varianza de Láminas Aplicadas.

Tratamientos	Estado Inicial	Estado Max. Crec.	Estado Intermedio	Estado Final	Total	Promedio
1	23.20	87.00	92.80	46.40	249.40	62.35 a
2	14.40	33.60	38.40	19.20	105.60	26.40 b
3	15.10	75.50	90.60	30.20	211.40	52.85 a
4	17.60	62.80	73.60	20.00	174.00	43.50 a
Total	70.30	258.90	295.40	115.80		
Promedio	17.57 b	64.72 a	73.85 a	28.95 B		

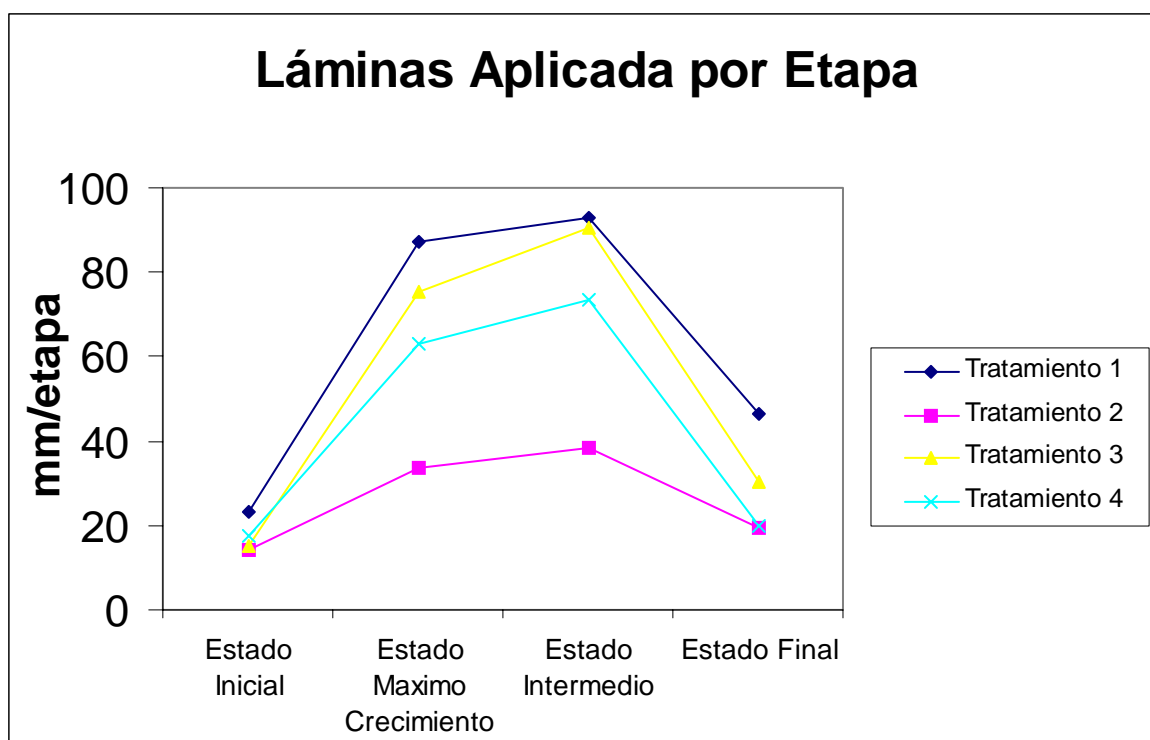


Figura 3. Láminas Aplicada por Etapa.

Rendimiento de tomate (kg/ha)

Observando los resultados de rendimiento determinamos que estadísticamente todos los tratamientos son iguales, pero podemos observar que el tratamiento 4 tuvo el promedio más alto con un valor de 69922.43 kg seguido del tratamiento 2 con un promedio de 66018.58 kg. El tratamiento 1 con un promedio de 63041.02 kg y el tratamiento 3 con un promedio de 60071.15 kg. Al analizar el andeva podemos ver que no hay significancia entre los tratamientos. El coeficiente de varianza para esta variable es de 8.51 %.

Cuadro 9. Rendimiento de Tomate en kilogramos /hectárea.

Tratamientos	Denominación	Area 1100 m ²		Area 10000 m ²	
		Total	Promedio	Total	Promedio
1	Saturación	983.44	327.81 NS	189123.07	63041.02 NS
2	Capacidad de Campo	1029.89	343.29 NS	198055.76	66018.58 NS
3	Punto a 39 cb	937.11	312.37 NS	180213.45	60071.15 NS
4	Tina de Evaporación	1090.79	363.59 NS	209767.30	69922.43 NS

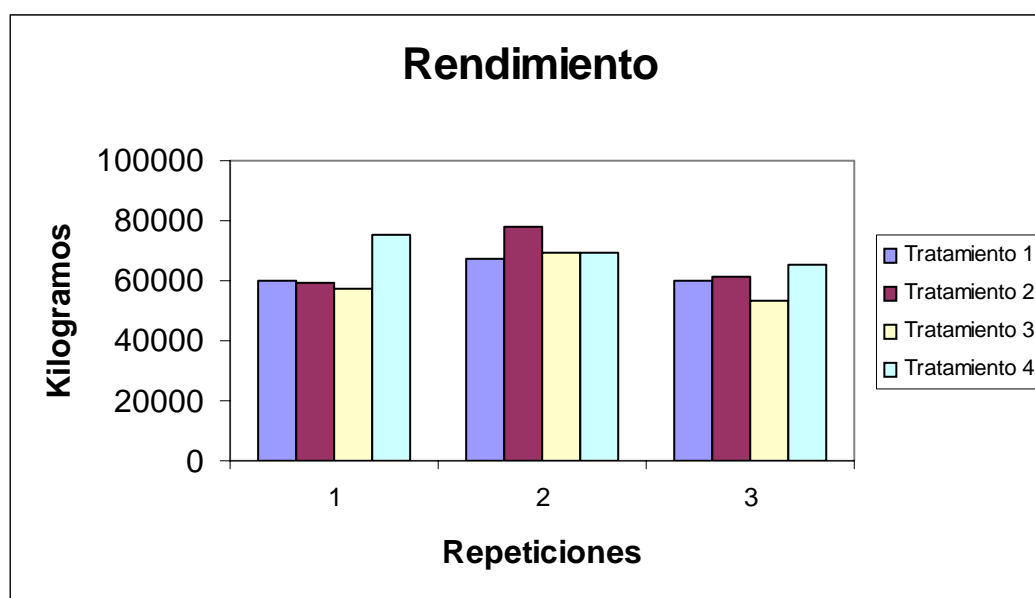


Figura 4. Rendimiento de Tomate en kg/ha.

CONCLUSIONES

- Entre los tratamientos evaluados se puede decir que todos los tratamientos son iguales desde el punto de vista estadístico, pero analizando el consumo de agua, los rendimientos y los costos puedo concluir que el tratamiento 2 (capacidad de campo) y tratamiento 4 (tina de evaporación) son los que se pueden recomendar a los agricultores.
- El área del ensayo tenía a su alrededor un lote baldío y lote frutícola por lo cual los controles fitosanitarios tuvieron que realizarse periódicamente y no descuidar las aplicaciones.
- El cultivo de tomate consume más agua en la segunda y tercera etapa cuando se encuentra en floración y formación y cuajado de frutos.
- La producción de frutos se vio afectada por una formación acuosa en la parte basal que provocaba el desprendimiento de los frutos y por ende la reducción de los rendimientos.

RECOMENDACIONES

- Cuando se tome las muestras de suelo para realizar la curva de retención es recomendable hacerlo después de un riego o una lluvia para tener datos más acertados sobre la humedad del suelo.
- De los tratamientos estudiados puedo recomendar el tratamiento 4 y el tratamiento 2 que fueron los que mejores resultados dieron en la investigación.
- La prueba de gravimetría debe realizarse en verano para así evitar que las muestras sean adulteradas por una lluvia si se realiza la prueba en invierno.
- Eliminar dentro y fuera del cultivo malezas que son hospederas de plagas como la mosca blanca que es vector de virus.
- Evaluar el sistema de riego antes de realizar el cultivo para conocer el caudal medio de los goteos ya que esto influirá en la programación del riego con la curva de retención.
- Realizar la recolección de los frutos cuando estos se encuentren en su etapa verde maduro o pintón para evitar daños por el mal manejo.
- El riego, fertirriego y aplicación de productos químicos debe realizárselo en las primeras horas de la mañana para así evitar stress en las plantas.

BIBLIOGRAFIA

- Avidán, (1994), determinación del régimen del riego de los Cultivos. Fascículo 1. Factores que influyen sobre el régimen del riego (HAIGUD - Sociedad para la Transferencia de Tecnología).
- Calderón y Cevallos, los Sustratos. [en línea] mayo 2001. Disponible en: www.angelfire.com/theforce/cotiledon/ [Consulta: octubre 11 2004].
- Calle, (2003), tesis de Grado. Determinación de la Curva de Retención de Humedad para los principales tipos de suelo de la Península de Santa Elena, Provincia del Guayas. Guayaquil – Ecuador
- Carter, (1993), soil Sampling and Methods of Analysis. Canadá. Editorial Lewis.
- Cevazos y Rodríguez, (1992), física de los Suelos (Manual de Prácticas). México. Trilla S.A.
- Clark, (1993), programación de riego por Goteo en Hortalizas. Agricultura de las Américas.
- Correa, (2001), tesis de grado. Determinación de la Programación del Riego y la Fertirrigación en el cultivo de mango (Mangífera indica L) y su efecto en el bulbo húmedo en la zona de Chongón, Península de Santa Elena. Guayaquil – Ecuador.
- DISAGRO. Cultivo del Tomate. Boletín Disagro 4(1):1-8. [en línea] 1996. Disponible en: www.disagro.com/tomate/tomate1.htm [Consulta: febrero 3 2005]
- EarthSystemsSolutions. El Tensiómetro [en línea] 2005. Disponible en: www.earthsystemssolutions.com/assets/2tranSP.html [Consulta: octubre 11 2004].
- FAO, (1990), programación del Riego. Manual de Campo No. 4. Roma – Italia.
- Fernández, Orgaz, Fereres, López, Céspedes, Bonacheto, Gallardo, programación del Riego de Cultivos Hortícolas bajo Invernadero en el sudeste español. [en línea] 2001. Disponible en: www.laspalmerillas.cajamar.es/Documentos/PrgRieg.pdf [Consulta: febrero 3 2005].

- Gavilánez, (2003), programación del riego mediante la utilización de los software CROPWAT y CRIWAR 2.0 en los principales cultivos de la península de Santa Elena, Provincia del Guayas. Milagro – Ecuador.
- Henríquez y Cabalceta, (1999), guía Práctica para el Estudio Introductorio de los suelos con un enfoque agrícola. Universidad de Costa Rica.
- Infoagro. Programación del Riego. [en línea] 2004. Disponible en:
www.infoagro.com/riegos/programacion_riegos.asp
[Consulta: octubre 11 2004].
- Jara y Valenzuela, el Agua en el suelo. [en línea] Departamento Riego y Drenaje, facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. 1998. Chile. Disponible en:
www.chileriego.cl/docs/015-02.doc
[Consulta: febrero 3 2005].
- Juscafresa e Ibar, (1987), Tomates, Pimientos, Berenjenas. Barcelona. Editorial Aedos.
- Kramer, (1989). Relaciones Hídricas entre Suelo y Planta. México D.F. Editorial Harla.
- Larra. Estrés del tomate. [en línea] 2005. Centro de Estudio: ETSIA de Albacete. España. Disponible en:
html.rincondelvago.com/estres-del-tomate.html
[Consulta: febrero 3 2005].
- Merchán, (2004). Tesis de Grado. Manejo del riego y salinidad en el cultivo de cebolla en la zona de Playas, Península de Santa Elena. Guayaquil – Ecuador.
- Océano, (1999), biblioteca Práctica de la Agricultura y Ganadería. Barcelona. Editorial Océano.
- Pérez, (1998), biblioteca de la Agricultura. Barcelona. Editorial Lexus.
- Pizarro, (1996), riego Localizado de Alta Frecuencia. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa.
- Proaño, Del Cioppo, y Correa, (2004), Boletín “ El Tensiómetro “. Guayaquil. Publicado por Universidad Agraria del Ecuador.
- Proaño, Del Cioppo y Correa, (2004), Boletín “ Manejo y Programación del Riego “. Guayaquil. Publicado por Universidad Agraria del Ecuador.
- Wosten, Nemes, y Le Bas, 1999. Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. Geoderma 90: 169 – 185.