

“ EFECTO DE TENSIONES DE HUMEDAD DEL SUELO EN TOMATE (*Lycopersicum esculentum M.*), VARIEDAD TEQUILA, BAJO CONDICIONES DE RIEGO POR GOTEO, CON Y SIN ACOLCHADO PLÁSTICO EN SUELOS ARCILLOSOS COMPACTADOS EN EL VALLE DE YAQUI, CICLO P/V 2000”

TEMA DE TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTA

GILBERTO MONTOYA ARVIZU

---

ASESOR

M.C. José Eliseo Ortiz Enríquez

Vo.Bo

---

M.A. Carlos Martín Aguilar Trejo

Coordinador de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Comité:

Presidente \_\_\_\_\_

Secretario \_\_\_\_\_

Vocal \_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

**Primeramente:**

**A Dios:**

Por haberme dado salud para seguir adelante y por iluminar siempre mi camino.

**A mis amigos y compañeros de clase:** con quienes compartí todo el tiempo de mi formación profesional dentro de la institución y brindarme siempre su amistad, gracias.

**A mis maestro de la carrera:** por compartir conmigo gran parte de su conocimiento y experiencia laboral, ya que gracias a ustedes he logrado alcanzar una de mis metas en la vida, gracias.

**A mi asesor:** M.C. José Eliseo Ortiz Enríquez, por brindarme siempre su amistad, apoyo y paciencia durante la realización de mi trabajo de tesis, gracias.

**A mis revisores:** Dr. Marco A. Gutiérrez C., M.C. Alejandro Javalera y M.C. Lope Montoya C., les doy las gracias, ya que con la aprobación que hicieron de mi trabajo podré realizar mi examen profesional.

**Al Instituto Tecnológico de Sonora (Itson):** por haber sido casa de mi formación profesional durante el tiempo que duraron mis estudios, gracias.

## DEDICATORIAS

### **A mis padres:**

Gilberto Montoya R. y Rosa Isela Arvizu de Montoya, por brindarme siempre su amor, apoyo y comprensión, ya que gracias a ustedes me he convertido en la persona hasta ahora soy, los quiero.

### **A mis hermanos:**

Geomara, Mario Alberto y Norberto, por ser los compañeros de toda mi vida y brindarme siempre su cariño, ustedes siempre ocuparan un lugar muy especial en mi vida, los quiero.

**A mi novia, María de los Ángeles Aguilar M.**, por que ocupas un gran lugar en mi corazón y ser la persona que más quiero, gracias por ser como eres, nunca cambies preciosa, te Amo.

A mis abuelos, tios, tias, primos y primas, que siempre de alguna ú otra manera siempre estuvieron conmigo.

## ÍNDICE

	Páginas
RESUMEN .....	iv
LISTA DE TABLAS .....	vii
LISTA DE CUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Origen del tomate .....	5
2.2 Clasificación taxonómica .....	5
2.3 Descripción botánica .....	5
2.4 Hábitos de crecimiento .....	6
2.5 Importancia, necesidades y absorción de agua por las plantas .....	7
2.5.1 Demanda de agua del tomate .....	8
2.5.2 Clima .....	9

2.5.3	Suelo .....	10
2.6	Importancia del riego .....	11
2.6.1	Sistema de riego por goteo .....	11
2.6.2	Componentes del sistema .....	13
2.7	Equipo auxiliar de mantenimiento y operación del sistema .....	13
2.8	Ventajas del riego por goteo .....	14
2.9	Desventajas del riego por goteo .....	14
2.10	Medidores de humedad del suelo .....	15
2.10.1	Preparación del tensiómetro .....	15
2.10.2	Número de tensiómetros a emplear .....	16
2.11	Plásticos en la agricultura .....	16
2.11.1	Acolchado plástico .....	17
2.11.2	Beneficios del acolchado .....	17
2.11.3	Efectos del acolchado .....	18
2.12	Trabajos realizados en tomate .....	18
<b>III.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>20</b>
<b>IV.</b>	<b>OBJETIVO E HIPÓTESIS .....</b>	<b>21</b>
<b>V.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
5.1	Ubicación .....	22
5.2	Clima .....	22
5.3	Preparación del terreno .....	23
5.4	Tratamientos .....	23
5.5	Trasplante .....	23

5.6	Arreglo y diseño experimental . . . . .	24
5.7	Manejo agronómico . . . . .	24
5.8	Variables a evaluar . . . . .	24
<b>VI.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIONES . . . . .</b>	<b>25</b>
6.1	Rendimiento de fruto en kg/ha en cada corte . . . . .	25
6.2	Rendimiento total de fruto en kg/ha . . . . .	38
6.3	Rendimiento de fruto en número de cajas/ha en cada corte . . . . .	40
6.4	Rendimiento total de frutos en número de cajas /ha . . . . .	48
6.5	Número de racimos de frutos/planta . . . . .	50
6.6	Volúmenes de agua aplicados é índices de producción en kg/m <sup>3</sup> . . . . .	51
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONES . . . . .</b>	<b>53</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA . . . . .</b>	<b>55</b>

## RESUMEN

En los últimos años se ha incrementado el nivel de exportación y consumo nacional de productos hortícolas, pero hasta ahora los rendimientos alcanzados, se consideran bajos en comparación con los rendimientos obtenidos en los Estados Unidos, por tal motivo los productores de hortalizas de nuestra región han optado por incorporar nuevas técnicas que permitan alcanzar altos rendimientos con la calidad requerida para entrar a los mercados extranjeros; una de las técnicas empleadas para lograr esto, es la incorporación del riego por goteo a sus cultivos.

Más sin embargo, lo anterior no solo indica la incorporación del sistema de riego por goteo, si no que también los productores deben de conocer las condiciones de humedad necesarias del cultivo hortícola y que a la postre les permita alcanzar una productividad indispensable con la que podrán alcanzar beneficios rentables en su cultivo. Con base a lo anterior se realizó el presente trabajo de investigación en tomate saladette durante el ciclo Primavera/Verano 2000 en los terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) dependiente del Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO, antes CIANO), ubicado en el block 910, lotes 11 al 15 y del 21 al 25 del Valle del Yaqui.

Dentro de este trabajo se evaluaron cuatro tratamientos, los cuales resultaron de la combinación de dos tensiones de humedad a 10 y 20 centibars (cb) con acolchado plástico de color plata - negro y sin acolchado; después de haber aplicado una fertilización de fondo de 40 - 20 - 00 (nitrógeno - fósforo - potasio) en el riego de pretrasplante (formación de bulbo de humedad). Se trasplantó en forma manual con una separación entre plantas de 20 cm y 1.8 m entre hileras el día 21 de febrero de 2000; se empleó un diseño tipo jerárquico manejando dos distintos programas de riego a

10 y 20 cb con y sin acolchado; las variables medidas dentro de este trabajo fueron: el rendimiento de fruto en cada corte en kg/ha, número de cajas por corte (cajas de madera de 15kg), el rendimiento total de frutos en kg/ha, número total de cajas/ha, el volumen de agua aplicado y la eficiencia de riego.

Los resultados obtenidos para el rendimiento de fruto en cada corte en kg/ha, mostraron que los mayores rendimientos fueron de 8,981 (602 cajas/ha), 9,844 (656 cajas/ha) y 10,386 kg/ha (692 cajas/ha) en el primero, segundo y tercer corte respectivamente, y se obtuvieron cuando se regó con una tensión de 10cb y con acolchado, mientras que para el cuarto y quinto corte los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se regó con una tensión de 20cb y acolchado con una producción de 9,882 (659 cajas/ha) y 4,620 kg/ha (308 cajas/ha) respectivamente y en el sexto, séptimo y octavo corte los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se regó con una tensión de 10cb y con acolchado con una producción de 3,015 (203 cajas/ha), 4,741 (316 cajas/ha) y 4,164 kg/ha (278 cajas/ha) respectivamente; para el rendimiento total de fruto en kg/ha y rendimiento total de frutos en número de cajas/ha, se encontró que los tratamientos a 10 y 20cb con acolchado fueron estadísticamente iguales entre sí con 50,899 y 48,250 kg/ha respectivamente y de 3,393 y 3,216 cajas/ha, respectivamente. Para el resto de las variables como es el caso de el número de racimos de frutos/planta, el tratamiento 10cb acolchado fue el mejor que los demás (6.2 racimos/planta en promedio) empleando un volumen de agua de 4.8mm<sup>3</sup>/ha donde se obtuvo una eficiencia de riego de 10.6kg/m<sup>3</sup>, mientras que para el tratamiento de 20cb acolchado se empleo un volumen de agua de 3.4mm<sup>3</sup>/ha para obtener 5.6 racimos/planta en promedio y una eficiencia de riego de 14.2 kg/ha mejor aún que el tratamiento a 10cb acolchado, que fue de 10.6kg/ha. Con base a estos resultados se puede recomendar cualquiera de estos dos tratamientos (10 y 20cb acolchado) para el cultivo de tomate, siendo el factor económico el



que determine el tratamiento a utilizar ya que el análisis de varianza muestra que estadísticamente son iguales, pero se debe considerar que hay una diferencia de más de 2,500kg entre ambos tratamientos.

## LISTA DE TABLAS

TABLA	Pag.
1 Rendimiento de tomate saladette al primer corte. PV 2000 .....	26
2 Rendimiento de tomate saladette al cuarto corte. PV 2000 .....	31
3 Rendimiento de tomate saladette al quinto corte. PV 2000 .....	32
4 Rendimiento de tomate saladette al octavo corte. PV 2000 .....	37
5 Rendimiento de cajas de tomate saladette al primer corte. PV 2000 .....	41
6 Rendimiento de cajas de tomate saladette al cuarto corte. PV 2000 .....	44
7 Rendimiento de cajas de tomate saladette al quinto corte. PV 2000 .....	44

8 Rendimiento de cajas de tomate saladette al octavo corte. PV 2000 .....	47
9 Número de racimos de frutos/planta obtenidos en los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de tomate saladette. Ciclo PV 2000 .....	50
10 Volúmenes de agua aplicados en los distintos tratamientos evaluados en el cultivo de tomate saladette. Ciclo PV 2000 .....	51
11 índices de producción en kg/m <sup>3</sup> obtenido en cada tratamiento evaluados en el cultivo de tomate saladette. Ciclo PV 2000 .....	52

## LISTA DE CUADROS

CUADRO	Pag.
1 Consumo relativo de agua para algunos cultivos en regiones áridas y semiáridas del país .....	7
2 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al primer corte. PV 2000 .....	25
3 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al segundo corte. PV 2000 .....	27
4 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al tercer corte. PV 2000 .....	29
5 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al cuarto corte. PV 2000 .....	30
6 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al quinto corte. PV 2000 .....	32
7 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al sexto corte. PV 2000 .....	33
8 Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al séptimo corte. PV 2000 .....	35

9	Análisis de varianza para el rendimiento de tomate al octavo corte. PV 2000 .....	36
10	Análisis de varianza para el rendimiento total de fruto en kg/ha. PV 2000 .....	38
11	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al primer corte. PV 2000 .....	40
12	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al segundo corte. PV 2000 .....	41
13	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al tercer corte. PV 2000 .....	42
14	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al cuarto corte. PV 2000 .....	43
15	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al quinto corte. PV 2000 .....	44
16	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al sexto corte. PV 2000 .....	45
17	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al séptimo corte. PV 2000 .....	46
18	Análisis de varianza para el rendimiento de cajas/ha de tomate al octavo corte. PV 2000 .....	47
19	Análisis de varianza para el rendimiento total de fruto en número de cajas/ha de tomate al primer corte. PV 2000 . . . .	48
20	Análisis de varianza para el número de racimos/planta. PV 2000 .....	50

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Pag.
1 Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al primer corte. . . .	27
2 Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al segundo corte. (DMS = 2285.2) . . . . .	28
3 Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al tercer corte. (DMS = 3006.8) . . . . .	30
4 Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al cuarto corte. . . .	31
5 Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al quinto corte. . . .	33
6 Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al sexto corte. (DMS = 757.0). . . . .	34
7 Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al séptimo corte. (DMS = 739.4) . . . . .	36
8 Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al octavo corte. . . .	37
9 Comparación de medias para el rendimiento total de fruto en kg/ha. (DMS = 7171.8) . . . . .	39

10	Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al segundo corte. (DMS = 152.2) . . . . .	42
11	Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al tercer corte. (DMS = 183.2) . . . . .	43
12	Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al sexto corte. (DMS = 50.3) . . . . .	45
13	Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al séptimo corte. (DMS = 49.3) . . . . .	46
14	Comparación de medias para el rendimiento total de frutos en número de cajas/ha. (DMS = 478.1) . . . . .	49





## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad en nuestro país existe muy poca demanda de productos hortícolas, y por tal motivo los productores han puesto sus ojos en los mercados extranjeros, exportando sus productos a los Estados Unidos. Para poder lograr esto, los productores han cambiado su forma de producción con el fin de obtener los rendimientos y calidades que los mercados extranjeros demandan.

En los últimos años se ha incrementado bastante el nivel de exportación y consumo nacional de productos hortícolas, pero hasta ahora los rendimientos/hectárea que se han alcanzado se consideran bajos en comparación a los obtenidos en los Estados Unidos, por lo que los productores han optado por incorporar nuevas técnicas a los cultivos siendo la más importante el riego por goteo, la cual les ha permitido incrementar el rendimiento y la calidad de sus productos logrando con esto satisfacer la demanda extranjera y nacional existente.

En el Valle del Yaqui se siembran alrededor de 230 mil hectáreas, donde el área de siembra de hortalizas ocupan un pequeño porcentaje que va del 5 al 6% de la superficie, en comparación a los demás cultivos que se explotan en el valle, los cuales demandan grandes cantidades de agua como es el caso de las hortalizas, pero en los últimos cinco años la escasez de lluvias en nuestra región, ha limitado la disponibilidad de agua necesaria para que los cultivos puedan llegar hasta la cosecha si ningún problema.

En el ciclo agrícola 1995-96, se inicio con un almacenamiento de agua en la presa el "Oviachic" (Álvaro Obregón) de 2,164 millones de metros cúbicos, mientras que en el ciclo 96-97 se encontraban almacenados 1,358.6 millones de metros cúbicos y en los ciclos 97-98, 98-99 el almacenamiento se redujo a 1,118.4 millones de metros cúbicos y 1,228 millones de metros cúbicos, respectivamente. El ciclo 99-2000 se inició con un almacenamiento de 844 millones de metros cúbicos, 1,320 millones de metros cúbicos menos que en el 1995-96; mientras que para el ciclo 2000-01 solo se encontraban almacenados 1,101.3 millones de metros cúbicos, por tal motivo los agricultores de la región han buscado nuevas alternativas (técnicas) para manejar, controlar y distribuir el agua de riego en sus parcelas. (Comisión Nacional del Agua, CNA, Departamento de Estadística)

Uno de los sistemas de riego más eficientes son los riegos presurizados como lo es el riego por aspersión, micro aspersión y el riego por goteo, entre otros, siendo de estos el riego por goteo ó riego por cinta el más utilizado, principalmente para el cultivo de hortalizas los cuales generan grandes utilidades en comparación a los cultivos tradicionales como son granos y oleaginosas por el constante riesgo en el mercado de venta, y debido a esta escasez de agua la superficie de siembra de los cultivos ha disminuido principalmente hortalizas.

En el caso particular la superficie sembrada de tomate ha venido descendiendo ya que en los ciclos 1997-98, 1998-99 solo se sembraron 1,533 y 1,202 hectáreas, respectivamente, pero en el ciclo 1999-2000 el área se redujo bastante ya que de las 997 hectáreas autorizadas para su siembra, solo se sembraron 571 hectáreas las cuales alcanzaron un rendimiento promedio de 31,002 kg/ha; la superficie de tomate que se siembra anualmente en el Valle del Yaqui abarca un período de siembra que va desde el 15 de enero hasta el 15 de marzo, las cuales se cosechan en los primeros de mayo hasta los mediados de julio, logrando con esto el abastecimiento de la demanda que impera en estas fechas tanto de mercados nacionales y extranjeros. (Distrito de desarrollo rural N° 148, Cajeme).

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

En México en los últimos años el área de producción de hortalizas se ha quintuplicado debido a que generan una gran cantidad de mano de obra por hectárea (70 jornales/ha aproximadamente) y además de que le resulta muy redituable su siembra, generando también una gran captación de divisas al incrementar las exportaciones de hortalizas que se producen en nuestro país.

Alrededor del 45% de la siembra de producción en México son hortalizas, donde papa, chile, melón, sandía y tomate ocupan los primeros cinco lugares al nivel de producción en nuestro país, siendo tomate el que ocupa el segundo lugar debido a la gran demanda existente, a su área y volumen de producción, después de papa. (Gutiérrez, 1999).

## 2.1 Origen del tomate

El origen de la planta de tomate está muy bien definido, se dice que es originaria del Perú, Ecuador y México, encontrándose en América Central en forma silvestre, se introdujo por los españoles a Europa a principios del siglo XVI donde se utilizaba como planta de ornato y no fue hasta a partir de 1900 que se utilizó como alimento humano. (Maroto, 1992).

## 2.2 Clasificación taxonómica

La planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) pertenece a la familia de las Solanáceas, del género *Lycopersicon* el cual comprende algunas especies de donde se derivan la mayoría de las plantas cultivadas en la actualidad; de especie *esculentum* la cual es utilizada para el consumo en fresco, aunque existan otras especies como son el *cheesmanii*, que tiene gran tolerancia a la sal, el *hirsutum* con resistencia a los insectos, el *peruvianum*, etc., donde el interés de estas especies se centra en la posible transferencia de sus caracteres de resistencia a variedades cultivadas. (Illescas y Vesperinas, 1989).

## 2.3 Descripción botánica

**Raíz:** Posee un sistema radicular amplio el cual está constituido por una raíz principal que puede alcanzar hasta 50 - 60 cm de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzado por la presencia de raíces adventicias que surgen de la base de su tallo.

**Tallo:** Es herbáceo lignificado cubierto de pelos gruesos, semileñosos, hinchados en los nudos y ásperos al tacto, son frágiles y en su base se producen raíces adventicias, y según la variedad a cultivar estos pueden ser de crecimiento determinado e indeterminado.

**Hojas:** Son pinnadocompuestas, de folíolos más ó menos lobulados, provistos de pelos glandulosos que desprenden un olor característico muy penetrante; son más ó menos ovales y acuminadas, de bordes dentados, con un color verde intenso en el haz y verde claro en el envés y en sus axilas se encuentran una serie de yemas las cuales producen chupones ó tallos laterales. (Illescas, 1989).

**Flores:** Son pequeñas pedunculadas, de color amarillo, el cáliz tiene cinco sépalos con una corola soldada, posee cinco pétalos y cinco estambres los cuales están soldados sobre un estilo único, son bisexuales y se polinizan principalmente por el viento.

**Frutos:** Son bayas carnosas, con diferencias en forma y color, divididos interiormente en cavidades ó lóculos, los cuales varían según la variedad, y se pueden clasificar botánicamente según el color de su piel, forma del fruto y cantidad de celdas ó carpelos.

**Semillas:** Son grisáceas de tamaño pequeño, discoidales, recubiertas de vellosidades y su capacidad germinativa dura de cuatro a cinco años. (Maroto, 1992).

## 2.4 Hábitos de crecimiento

El tomate puede presentar dos hábitos de crecimiento, dependiendo de la variedad a cultivar, uno de estos hábitos es el de crecimiento determinado ó definido, el cual en su parte terminal del crecimiento termina con la formación de una yema fructífera; el otro es el de crecimiento indeterminado ó indefinido, ya que este posee siempre en su ápice un meristemo que permite un alargamiento del tallo, originando el crecimiento de yemas fructíferas normalmente cada tres hojas. (Maroto, 1992).

## 2.5 Importancia, necesidades y absorción de agua por las plantas

El agua es el principal componente de las plantas y en algunas ocasiones representa más del 90% de su peso, afirma Pizarro (1990) y Ducrocq (1990), además que ésta actúa como disolvente de minerales y vía de transporte de los mismos dentro de las plantas, logrando con esto su buen desarrollo.

Peña (1989), afirma que los cultivos anuales en sus primeras etapas de su desarrollo demandan un menor consumo de agua, aumentando su demanda a mediados de su ciclo por su gran desarrollo vegetativo y fructífero, pero al final del ciclo esta demanda decrece significativamente, anteponiendo que en ciertas etapas del cultivo se presenta una gran demanda de agua.

El agua ha sido el principal factor que ha limitado a la agricultura ya que es fundamentalmente un componente de las plantas, por lo que deben absorber grandes cantidades de agua para elaborar sus tejidos; estas cantidades van de 200 a 800 litros de agua para producir 1kg de materia seca para las regiones áridas y semiáridas del país, aunque esto dependerá de las condiciones climatológicas, tipo de suelo, fertilización, etc., a las que este expuesto el cultivo.

**Cuadro 1:** Consumo relativo de agua para algunos cultivos en regiones áridas y semiáridas del país.

Cultivo	Millares de metros cúbicos (mm <sup>3</sup> )
Trigo	5.57
Maíz	3.49
Algodón	5.68
Garbanzo	4.90
Papa	5.78
Tomate	5.70
Calabacita	7.50

Fuente: Aguilera y Martínez, 1996

Pérez y Martínez Laborde (1994), han señalado que la absorción de agua por las plantas, consiste en desplazar el agua desde el suelo hasta la raíz, constituyendo la primera etapa del flujo hídrico continuo del suelo - planta - atmósfera.

Miller citado por López, 1998, indica que la evaporación del agua a través de las hojas trae como consecuencia un déficit de presión, ocasionando difusión en las células del tejido esponjoso y de igual forma Salisbury y Ross (1999) concuerdan que la absorción del agua a través de la raíz, solo se presentará en forma espontánea si existe una diferencia de potencial hídrico entre la raíz y el suelo, siendo el menor potencial el de la raíz.

### **2.5.1 Demanda de agua del tomate**

En el caso muy particular de tomate, las necesidades de agua que éste demanda tienen que ser cubiertas cuando lo requiera, tomando en cuenta las diferentes etapas fenológicas por las que pasa a lo largo de su ciclo y basándonos en los diferentes programas y técnicas de riego que se tienen para este cultivo. (Gutiérrez, 1999).

Las necesidades totales de agua (Evapotranspiración total) de un cultivo de tomate, después del transplante, producido en campo en 90 a 120 días van desde los 400 a 600 mm, dependiendo del clima, las necesidades de agua en relación con la evapotranspiración ( $E_t$ ) en mm/periodo, están dadas por el factor de cultivo  $K_c$  (Coeficiente del efecto de la planta), para las distintas etapas de su desarrollo; anteponiendo que para la etapa inicial ó de transplante requiere de 0.4 - 0.5 mm en los primeros 10 a 15 días; durante la etapa de desarrollo vegetativo requiere de 0.7 - 0.8 mm en los siguientes 20 a 30 días; mientras que en los 30 a 40 días siguientes en la etapa de primeras manitas requiere de 1.05 - 1.25



mm; en la etapa de máxima floración y amarre de frutos a los 30 a 40 días después requiere de 0.8 - 0.9 mm y por último en la cosecha de 0.6 - 0.65 mm. (Doorenbos, 1979).

Bringas citado por Lizárraga, 2000, establece que las necesidades de agua en mm (milímetros) diarios, del cultivo de tomate en sus etapas de desarrollo, desde su germinación hasta la etapa de maduración van desde los 0.4 - 0.5 mm, hasta los 1.5 - 1.7 mm en su etapa de floración, que es donde alcanza su máxima demanda de agua el cultivo, disminuyendo su demanda en la etapa de maduración hasta los 0.4 - 0.6 mm diarios.

El manejo de los riegos para tomate se hacen tomando muy en cuenta el tipo de suelo en el que se va a desarrollar el cultivo, donde tenemos que si el suelo es franco arcillo-arenoso los riegos se aplicarán cada 10 días con una lámina de 7 u 8 cm, tomando en cuenta que después del transplante se apliquen de 1 a 2 riegos ligeros en intervalos de 7 a 10 días y después del primer corte se aplicarán cada 15 días; mientras que para los suelos franco arcillosos, en transplante los riegos se aplicarán de igual forma a lo anterior, pero aplicado riegos espaciados cada 15 días con una lámina de 8 a 9 cm y después del corte cada 20 días. En el caso de que los riegos se manejen bajo un sistema de riego por goteo, se recomienda aplicarlos hasta la formación de botones florales con niveles de tensiómetros alrededor de 25 á 20 centibars y posterior a ello de 15 á 10 centibares. (Gutiérrez, 1999).

### **2.5.2 Clima**

El clima es un factor muy importante en el desarrollo de los cultivos ya que los factores que lo componen como son la temperatura, la luz, la humedad relativa, etc., interactúan directamente con las plantas, afectando positiva ó negativamente su desarrollo. Maroto (1990), señala que el cultivo de

tomate se desarrolla perfectamente en regiones cálidas, donde las temperaturas oscilan en un rango de 15 á 25 °C, con una humedad relativa entre el 50 y 60%; afirmando también que su desarrollo vegetativo se ve afectado a temperaturas menores a los 8 °C y que a una humedad relativa por debajo del 50% se presentarían problemas al momento de la polinización.

### **2.5.3 Suelo**

Pizarro (1990), menciona que el suelo es el que proporciona un anclaje mecánico a las plantas y que este sirve como almacén de agua y oxígeno para que puedan ser absorbidos por las raíces; donde la fracción coloidal interviene en los fenómenos de intercambio de cationes y constituye un depósito de nutrientes, además de que contiene una población microbiana y pequeños animales como insectos, nemátodos, etc., cuya actividad afecta a sus propiedades físicas y químicas, permitiendo con esto el buen ó mal desarrollo de las plantas. Maroto (1990), señala que el cultivo de tomate se adapta perfectamente a cualquier tipo de suelo, pero en el caso muy particular a los suelos profundos y bien drenados, con un pH comprendido entre 6.5 y 7.5, considerando a este cultivo con cierta resistencia a la salinidad.

Diversos autores recomiendan el momento en el cual según ellos se debe regar para mantener un nivel adecuado de agua en el suelo disponible para el cultivo, muchas veces discrepan en esos números, aún que lo más probable es que esa diferencia se deba al tipo de suelo que están considerando como promedio al momento de realizar sus cálculos.

Al respecto Pizarro y Fuentes citados por Leue, 2000, dicen que la interpretación de las lecturas de los tensiómetros varían con el tipo de suelo y del cultivo; y de un modo general dan las siguientes normas dadas en centibares (cb):

0 – 10 cb indica saturación del suelo, por lo que si se sigue regando el agua se perderá por lixiviación.

10 – 20 cb este rango nos indica que el suelo esta a capacidad de campo. Este es el intervalo en que se debe de mantener al suelo en el riego por goteo.

30 – 60 cb es el intervalo para iniciar el riego. La mayoría de las plantas cuyo sistema radical esta contenido en los primeros 50 cm del suelo no sufren hasta que las lecturas del tensiómetro llegan a lecturas de 40 a 50 cb, en el riego por goteo estas lecturas de humedad son escasas.

> 70 cb en la mayoría de los suelos y cultivos, la lectura de 70 cb indican que las plantas no disponen del agua necesaria para su máximo crecimiento.

## **2.6 Importancia del riego**

El hombre ha aprendido con el paso del tiempo que al suministrar el agua a especies vegetales cultivadas con el fin de extraer su producción, permite mantener un mayor control de factores que intervienen en el desarrollo de los cultivos; sin embargo, el desarrollo del riego se ha incrementado considerablemente llegando hasta las regiones áridas y semiáridas del país, todo esto debido a que la precipitación natural no es suficiente para el crecimiento y desarrollo adecuado de los cultivos.

### **2.6.1 Sistema de riego por goteo**

Martínez (1991), menciona que el agua se está volviendo cada día más limitado para uso de riego en los cultivos, por tal motivo se considera necesario aplicar este recurso de manera más

eficiente, con el fin de disminuir las pérdidas por escurrimiento y percolación; y una de las técnicas más eficiente es la utilización del riego por goteo, ya que la aplicación del agua va dirigida a la zona radical de las plantas.

Rodrigo *et al* (1992), define al riego por goteo como el suministro de agua dirigido hacia las raíces de las plantas en cantidades extremadamente pequeñas, utilizando dispositivos especiales que se colocan en el terreno; mientras que Medina (1993) lo define como el sistema que lleva el agua al suelo en forma de gotas por tuberías bien diseñadas.

El riego por goteo es una tecnología mejorada con el fin de obtener una mayor productividad en los cultivos, indicando con esto un cambio en los sistemas que suministran la cantidad necesaria de agua al suelo para que esta pueda ser absorbida por las plantas, siendo esta técnica ideal para el suministro de nutrientes a las plantas. (Martínez, 1991).

Palacios citado por Lizárraga, 2000, dice que el riego por goteo consiste en distribuir el agua, generalmente filtrada, donde se incluye la fertilización a las plantas sobre ó dentro del suelo en la zona de raíces; la distribución se hace por una red de tuberías, generalmente de plástico, ya sea de polietileno ó PVC, rígido en líneas principales y flexible en las laterales, la salida de agua que va dirigida a las plantas se hace mediante pequeñas perforaciones ó boquillas que están bien distribuidas en las líneas regantes, llamados emisores ó goteros.

## 2.6.2 Componentes del sistema

Razuri (1988), menciona que las partes más importantes de un sistema de riego por goteo, se han ido mejorando a través del tiempo; y que estos componentes son: La bomba, filtros que pueden ser de malla ó arena y grava, líneas de distribución, emisores, etc.

- ◆ **Bomba**; esta debe proporcionar el gasto y la presión necesaria para que el sistema funcione correctamente, la cual puede trabajar por motores eléctricos y/o combustión. (Peña, 1993).
- ◆ **Filtros**; son dispositivos que sirven para retener partículas que se encuentran en suspensión en el agua, las cuales pueden ocasionar taponamientos de emisores, estos filtros pueden ser de arena y grava ó de malla. Los filtros de malla como su propio nombre lo dice, presentan en su interior una ó dos mallas donde la primera retiene partículas de mayor tamaño, haciéndose cargo de las partículas más pequeñas la segunda, mientras que los de arena y grava, son dos tanques de forma cilíndrica que tienen una ó más capas de arena y grava. Peña (1993) y Medina (1993).
- ◆ **Líneas de distribución**; son tuberías que abastecen de agua a las líneas regantes, para que estas puedan abastecer al cultivo, a través de los emisores ó goteros que estas presentan.
- ◆ **Emisores**; son unos pequeños dispositivos que permiten la salida del agua de las líneas regantes hacia el suelo. Peña (1993).

## 2.7 Equipo auxiliar de mantenimiento y operación del sistema

Para poder mantener y operar el sistema de riego por goteo se requiere de equipos auxiliares, que serían los medidores de caudal, válvulas, manómetros, dosificadores de agroquímicos, bombas fertilizadoras, entre otros, y de igual forma para poder ajustar el tiempo y cantidad de agua que requiere el suelo y el cultivo, se utilizan técnicas específicas para controlar esto, como son: tensiómetros, muestreos de humedad, tanque evaporímetros, etc.

## **2.8 Ventajas del riego por goteo**

Medina (1993), señala algunas ventajas importantes en riego por goteo:

- Mayor ahorro de agua en comparación a los métodos de riego tradicionales; el ahorro dependerá del uso consuntivo del cultivo, del tipo del suelo y de las condiciones ambientales que imperen en la región.
- Se puede adaptar a cualquier tipo de terreno, por accidentado ó pobre que esté sea.
- La aplicación de nutrientes y plaguicidas es bastante oportuna, mejorando con esto la producción del cultivo.

Por otra parte Martínez (1991), cita las siguientes ventajas en riego por goteo:

- El riego es continuo y por tiempo prolongado, por lo tanto no da lugar a un estrés hídrico o nutricional.
- Hay un considerable aumento en la producción, calidad y precocidad del cultivo.
- Es posible la utilización de aguas salinas.

## **2.9 Desventajas del riego por goteo**

Algunas desventajas más importantes en riego por goteo en comparación con otras técnicas de riego citadas por Razuri (1988) son:

- Un alto costo inicial en la instalación del sistema.
- Taponamiento de emisores.
- Daño por roedores (ratas, conejos, etc.)
- Acumulación de sales en el terreno.

Mientras que González citado por Lizarraga, 2000, menciona algunas desventajas en riego por goteo como son:

- Gastos de mantenimiento.
- Susceptibles a los cambios de temperaturas.

## **2.10 Medidores de humedad del suelo**

Gurovich citado por Lizárraga, 2000, describe a los tensiómetros como una cápsula porosa de material cerámico conectada mediante un tubo lleno de agua a un manómetro. Cuando la cápsula es colocada en el suelo para realizar la medición de succión, la masa de agua dentro de la cápsula entra en contacto hidráulico y tiende a equilibrarse con el agua del suelo a través de los poros de la pared de cerámica; cuando el tensiómetro es colocado, el agua en su interior se encuentra a presión atmosférica.

Según Gutiérrez y Porras (1998), la mayor desventaja que presentan los tensiómetros, es que miden de 0 a 0.8 bars, lo cual solo es un pequeño rango del espectro del agua disponible al cultivo.

### **2.10.1 Preparación del Tensiómetro**

Hochmuth citado por Lizárraga, (2000), recomienda algunos consejos prácticos para preparar los tensiómetros: Antes de instalar los tensiómetros en el campo, se les debe de extraer el aire contenido en la columna y carátula; se debe de llenar con agua y sumergir en una cubeta con agua durante un periodo de tiempo considerable (preferiblemente durante la noche), para posteriormente emplear una bomba de vacío para terminar de sacar totalmente el aire del aparato.

Al colocar el tensiómetro en el suelo, éste se debe de introducir en un agujero lo bastante profundo para permitir que la punta inferior de cerámica alcance la zona radical del cultivo; verificando periódicamente el contenido de agua en el tensiómetro para mantenerlo en el nivel de depósito de agua indicado en el aparato y de igual forma extraer el aire empleando la bomba de vacío.

### **2.10.2 Número de Tensiómetros a Emplear**

Según Hochmuth citado por Lizárraga, 2000, un solo aparato es suficiente para dos hectáreas, aún que esto puede depender de la uniformidad del suelo, mencionando también que es de gran utilidad colocar dos tensiómetros juntos a diferentes profundidades, uno de 10 a 15 cm de profundidad más que el otro. El tensiómetro más profundo no debe de indicar más humedad que el superficial, de ser así, el más profundo mostrará una lectura menor en su medidor, indicando que el agua está llegando a un estrato más profundo o que el agua se ha colectado más abajo debido a un riego excesivo.

## **2.11 Los plásticos en la agricultura**

En la actualidad en la agricultura la utilización de plásticos, se dirige principalmente al cultivo de las hortalizas, permitiendo optimizar de manera más eficaz el agua, el suelo y nutrientes, reflejándose en un incremento favorable para las plantas, las características del suelo y las del medio ambiente, los cuales a su vez permiten al productor incrementar los rendimientos, precocidad y calidad de los productos hortícolas; generando grandes utilidades al utilizar esta tecnología. También es bien sabido que dentro de la agricultura, las condiciones ambientales constituyen una de las principales variables que influyen en la producción de los cultivos hortícolas; y los principales elementos de tiempo que influyen en el desarrollo, crecimiento y rendimiento del cultivo son la radiación solar, la temperatura y la



humedad, ya que estos componentes del ambiente proporcionan a los cultivos grandes beneficios, ayudando a incrementar la cantidad fotosintética de las plantas, manteniéndolas bajo condiciones normales para su desarrollo. (López, 1997).

### **2.11.1 Acolchado plástico**

El empleo de los plásticos en la producción de hortalizas ha permitido incrementar la productividad de los cultivos, y su uso ha ido tomando gran auge al ser las hortalizas la alternativa más rentable en la producción agrícola; la finalidad de los plásticos es dar protección a los cultivos contra eventos de tipo ambiental y biológicos, existiendo diferentes modalidades para su utilización, y una de ellas es el acolchado; cuya técnica consiste en cubrir la superficie del terreno a sembrar con una película de plástico de baja densidad, y cuyo objetivo es modificar el microambiente alrededor de la planta permitiendo con esto una mejor respuesta del cultivo.

### **2.11.2 Beneficios del acolchado**

El empleo del acolchado plástico en la producción de hortalizas trae consigo beneficios como:

1. Adelantar la germinación
2. Adelantar el inicio de la cosecha
3. Mantener estable la estructura del suelo
4. Proteger al cultivo contra plagas
5. Ahorrar agua
6. Evitar el crecimiento de malezas
7. Mejorar la calidad del producto
8. Incrementar la producción. (López, 1997).

### 2.11.3 Efectos del acolchado

- Efectos sobre la temperatura; el uso del acolchado en suelo permite mantener o conservar la temperatura más adecuada en los cultivos, cuando se presentan variaciones de clima que puedan afectarlos directamente.
- Efectos sobre la humedad; al utilizar un material plástico para cubrir al suelo, genera un microclima que favorece la conservación y movimiento del agua hacia la zona de raíces, lo que permite un ahorro considerable de fertilizantes y agua de riego. (García de Alba, 1996).

### 2.12 Trabajos realizados en tomate

Lizárraga (2000) realizó un estudio de tomate saladette durante el ciclo marzo – junio de 1999, donde utilizó tres distintos programas de riego; a 20, 40 y 60 centibars y él recomienda que los riegos para el cultivo de tomate, en suelos arcillosos compactados del Valle del Yaqui, se programen haciendo uso de tensiómetros a 60 centibars de tensión, ya que él asegura que este cultivo no se ve afectado si la tensión de humedad disminuye hasta 60 centibars de tensión en el suelo. Anteponiendo también que si se maneja una tensión de humedad a 20 centibars las plantas presentan una disminución considerable de la producción por la falta de aireación y por dificultades para la absorción de nutrientes.

Villarreal *et al* (1999), realizaron una investigación de fertirrigación nitrogenada y potásica de tomate; su trabajo se realizó en el Valle de Culiacán Sin, donde los tratamientos establecidos fueron la combinación de tres dosis de kg de nitrógeno/ha a 250, 350 y 450; dos de potasio a 150 y 250 kg de K<sub>2</sub>O y tres láminas de riego a 284, 304 y 324 mm, respectivamente; para la aplicación de la láminas de riego se tomaron datos de la evapotranspiración diaria de un tanque evaporímetro tipo "A"; donde se

obtuvieron resultados altamente significativos en la producción del fruto para el mercado de exportación y nacional, siendo responsable de esto la combinación (tratamiento) a  $250\text{N} + 150\text{K}_2\text{O}$  kg/ha y una lámina de 284.3 mm, obteniendo una producción de 9989 cajas/ha; y en relación al tamaño del fruto para exportación los mejores tratamientos fueron a  $250\text{N} + 150\text{K}_2\text{O}$  con una lámina de 284.3 mm y  $250\text{N} + 250\text{K}_2\text{O}$  con una lámina de 284.3 mm, obteniendo una producción de 2575 y 2170 respectivamente, siendo el tratamiento de  $250\text{N} + 150\text{K}_2\text{O} + 284$  mm el de mayor producción y mejor calidad.

Leue (2000), realizó un trabajo en el Campo Experimental de la Dirección de Investigación y de Estudios de Posgrado (DIEP) del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), ubicado en el block 910 del Valle del Yaqui durante el ciclo agrícola Otoño/invierno de 1998 - 99, bajo un suelo de barrial compactado; donde evaluó cinco programas de riego, de los cuales tres se manejaron empleando tensiómetros de humedad a lecturas de 60, 40 y 20 centibars y los dos restante por medio de un tanque evaporímetro tipo "A", empleando coeficientes de ajuste a 0.8 y 1.0; de los cinco programas de riego evaluados en este trabajo, él señaló que los mejores fueron los manejados a 40 y 60 centibars, con una lámina total de 65 y 60 cm respectivamente, y empleando también un coeficiente de ajuste de 1.0 en el tanque evaporímetro, para aplicar una lámina de riego de 65 cm. Leue, recomienda que bajo condiciones del Valle del Yaqui en un suelo de barrial compactado no es apropiado manejar un cultivo de tomate a condiciones de humedad constantes de 20 centibars.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad el uso de tensiómetros como herramienta para decidir cuándo regar se ha venido incrementando, así como también la implementación de otras técnicas que ayuden a hacer una buena programación de agua de riego, esto se observa principalmente en hortalizas bajo riego por goteo donde por lo general se mantiene una humedad aprovechable por arriba del 60%, por tal motivo, se realizó una investigación de en que condiciones de humedad del suelo se pueda mantener a la planta, en este caso tomate, sin que ésta disminuya su producción y calidad de sus frutos, con el fin de entrar oportunamente a los diferentes mercados existentes y que a su vez se haga un buen uso y manejo del agua disponible durante su período de producción.

## IV. OBJETIVO E HIPÓTESIS

### 4.1 OBJETIVO

Evaluar la respuesta del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum M.*), cultivar tequila, de crecimiento indeterminado, a un tallo, a dos programas de riego a 10 y 20 cb (centibars) con y sin acolchado plástico haciendo uso de tensiómetros basados en la medición de la tensión de humedad del suelo .

### 4.2 HIPÓTESIS

Al menos uno de los programas de riego ajustado por los tensiómetros y uso de acolchado plástico incrementará ó mantendrá la producción promedio de tomate (*Lycopersicum esculentum M.*), bajo condiciones de riego por goteo en el Valle de Yaqui.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1 Ubicación**

Este trabajo se llevo a cabo en los terrenos del Campo Experimental Valle del Yaqui (CEVY) dependiente del Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIRNO), (antes CIANO), el cual está ubicado en el block 910, lotes del 11 al 15 y del 21 al 25, del Valle del Yaqui, municipio de Cajeme en el estado de Sonora, durante el ciclo agrícola Primavera - Verano 2000.

### **5.2 Clima**

El clima en el Valle del Yaqui se considera muy cálido y desértico, con temperaturas de media anual de 23 a 27°C y máximas de 43 a 49°C en los meses de junio, julio y agosto; con mínimas de 3.5 a 4°C en los meses de diciembre y enero, registrándose una precipitación medial anual de 278 a 436 mm, presentándose en verano lluvias que van del 90 al 95% de la precipitación media anual, con una

evaporación media anual de 2,600 mm y 58% de humedad relativa como promedio. (SARH – INIFAP – CIRNO, 1992)

### **5.3 Preparación del terreno**

El terreno se preparó de forma tradicional, empleando labores como el barbecho, doble rastreo y paso de tablón, después se colocó la cinta de riego en plano y en forma superficial, la cinta de riego utilizada fue marca stream-line 80 F con un gasto de 0.98 litros por hora por gotero a una presión de 12 libras por pulgada cuadrada (PSI). Se colocó después el acolchado plástico de color plata-negro, quedando el color negro hacia abajo.

### **5.4 Tratamientos**

Los tratamientos que se evaluaron fueron cuatro con tres repeticiones cada uno.

Tratamientos

- 10 centibars                      Acolchado
- 20 centibars                      Acolchado
- 10 centibars                      Sin acolchar
- 20 centibars                      Sin acolchar

### **5.5 Trasplante**

El trasplante se realizó después de la formación del bulbo de humedad, en forma manual, el 21 de febrero del 2000 a una separación entre plantas de 20 cm y 1.8 m entre hileras.

## **5.6 Arreglo y diseño experimental**

Se trasplantó la planta de tomate saladette variedad Tequila en un área total de 864 m cuadrados, la cual tenía las siguientes dimensiones, seis surcos de 1.8 m de ancho por 80 m de largo y la parcela experimental fue de 3 camas por tratamiento, donde se estableció un diseño experimental de tipo jerárquico manejando dos distintos programas de riego basado en tensiómetros a 10 y 20 centibars; con y sin acolchado plástico.

## **5.7 Manejo agronómico**

Al aplicar el riego de pretrasplante, se aplicó una fertilización de fondo de 40 – 20 - 00 kg/ha (nitrógeno – fósforo - potasio), a través del sistema de riego y un producto químico para controlar las enfermedades de la raíz (Benlate; 500 gr/ha); la fertilización complementaría fue a través del sistema de riego hasta completar una dosis de 200–80–70–50 de N-P-K-Ca; el control de malezas en el tratamiento sin acolchar se realizó en forma manual y el control de plagas se realizó siguiendo las recomendaciones del Campo Experimental Valle del Yaqui para este cultivo; la cosecha se realizó en forma manual.

## **5.8 Variables a evaluar**

- Rendimiento de frutos en cada corte en kg/ha
- Rendimiento total de frutos en kg/ha
- Rendimiento de frutos en número de cajas por corte (cajas de madera de 15kg)
- Rendimiento total de frutos en número de cajas/ha
- Número de racimos de fruto por planta
- Volumen de agua aplicado
- Eficiencia de riego



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 6.1 Rendimiento de fruto en kg/ha en cada corte

Durante la cosecha se realizaron 8 cortes, obteniendo el rendimiento de fruto en kg/ha para cada corte. Se realizó un análisis de varianza para cada uno de ellos, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha al primer corte, se encontró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, aunque el coeficiente de variación fue de 42.7%, considerándose este alto, como se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al primer corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	60263456	20087818	2.6149	4.07	7.59
Error	8	61455552	7681944		<b>NS</b>	
Total	11	121719008				

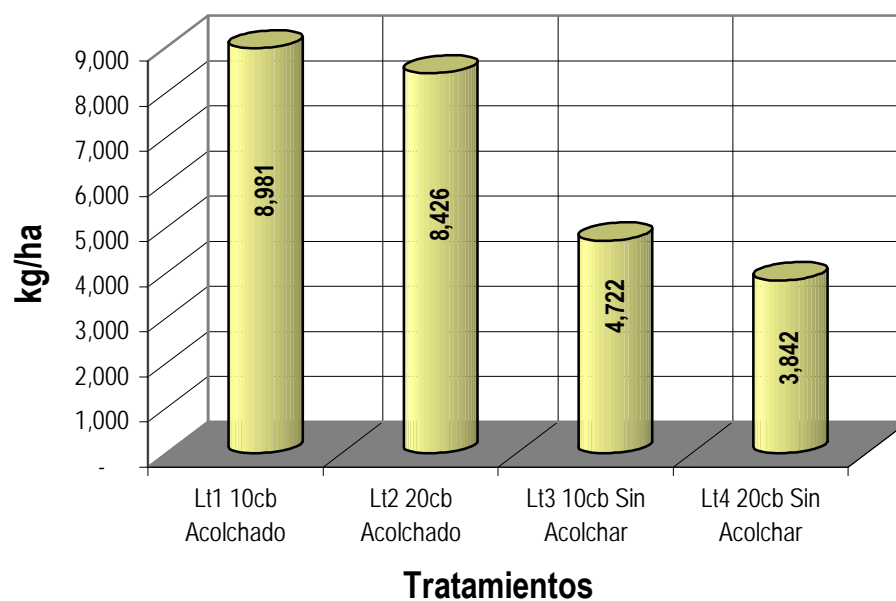
C.V. = 42.7%

**NS** no significativo

Aun que no haya diferencia significativa al nivel de significancia de 0.05 y 0.01, se observó una tendencia de mayor rendimiento al acolchar independientemente de la lectura del tensiómetro a la cual se regó, así el tratamiento 1 que consistió en regar a una lectura de tensiómetro de 10 centibars (cb) produjo 8,981 kg/ha (tabla 1), un 6% más que el segundo tratamiento al regar a una tensión de 20 centibars (cb), es decir es lo mismo regar a una tensión de 10 ó 20 centibars (cb) con acolchado; mientras que el tratamiento 1 y 3 que se regaron con la misma tensión de 10 centibars, el rendimiento que se obtuvo en el tratamiento 1 fue un 47% más alto que el tratamiento 3 (gráfica 1), donde quizá lo que marco la diferencia fue la colocación del acolchado al primer tratamiento, como lo indica López (1997), quien afirma que el empleo de los plásticos en la agricultura permite optimizar de manera más eficaz el agua, el suelo y los nutrientes, y que trae como consecuencia favorable el incremento en el rendimiento, precocidad y calidad de las hortalizas, como se manifestó en el rendimiento obtenido del tratamiento 1 regado a una tensión de 10 centibars y acolchado, resultando esto provechoso para el productor si se presenta una buena oportunidad de venta en el mercado.

**Tabla 1:** Rendimiento de tomate saladette al primer corte. PV 2000

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento en kg/ha</b>
Lt1 (10 centibars) Acolchado	8981
Lt2 (20 centibars) Acolchado	8426
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	4722
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	3842



**Gráfica 1: Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al primer corte**

El análisis de varianza realizado al segundo corte para el rendimiento de fruto en kg/ha, muestra que existe diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos evaluados como se puede ver en el cuadro 3.

**Cuadro 3:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al segundo corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	35238976	11746325	7.9740	4.07	7.59
Error	8	11784640	1473080		*	**
Total	11	47023616				

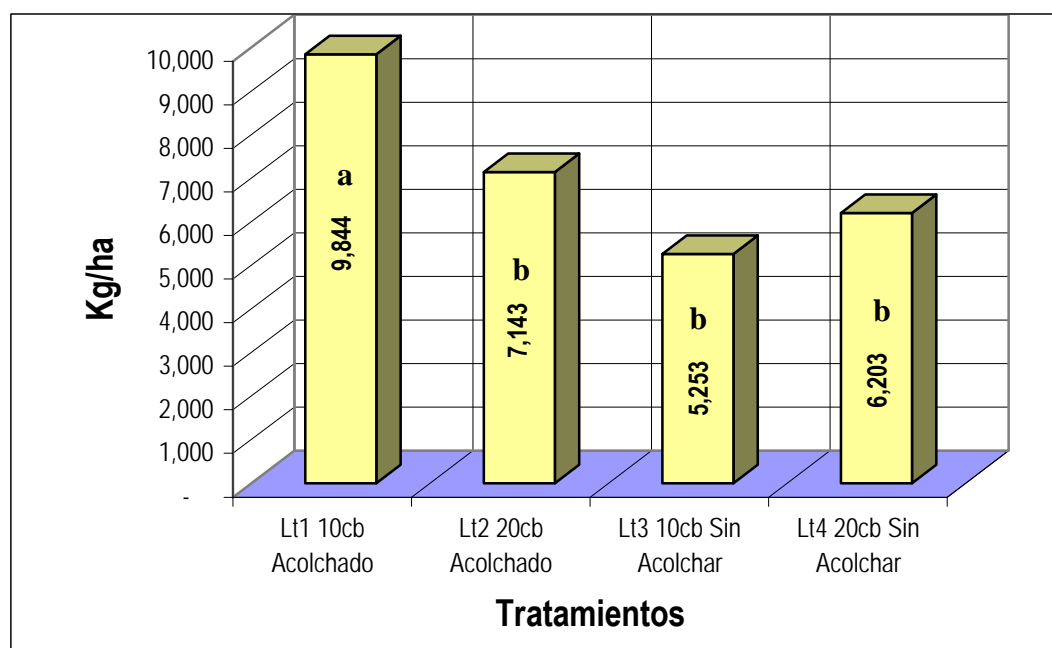
C.V. = 17.0%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al encontrar que existió diferencia significativa entre los tratamientos, se realizó una prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 0.05 de nivel de significancia de comparación de medias entre los kg/ha obtenidos al segundo corte de cada tratamiento; como se observa en la gráfica 2, la comparación de medias realizada, muestra que el tratamiento 1 (Lt1 10cb acolchado) obtuvo el más alto

rendimiento en comparación a los otros tratamientos que son estadísticamente iguales, al comparar el rendimiento obtenido en el tratamiento 1 y 3 que fueron regados con la misma tensión de humedad (10 centibars) pero con la diferencia de que el tratamiento 1 se acolcha y el 3 no, se observó que siguió habiendo una diferencia considerable entre ambos tratamientos de más de un 46%, de igual manera estos resultados se debieron también a la colocación del acolchado, como se señaló en el primer corte; de la misma manera al comparar los rendimientos que se obtuvieron en los tratamientos 1 y 2 ambos con acolchado pero regados a distintas tensiones de humedad (10 y 20 centibars respectivamente), se encontró una diferencia de un 27%, lo que quizá se debió a que las necesidades de agua que el cultivo demandó en determinado momento que a través de su ciclo fueron cubiertas apropiadamente como lo señala Gutiérrez (1999).



**Gráfica 2:** Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al segundo corte. ( DMS = 2285.2)

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha al tercer corte, se obtuvieron los resultados que se muestran en el cuadro 4, encontrándose que si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

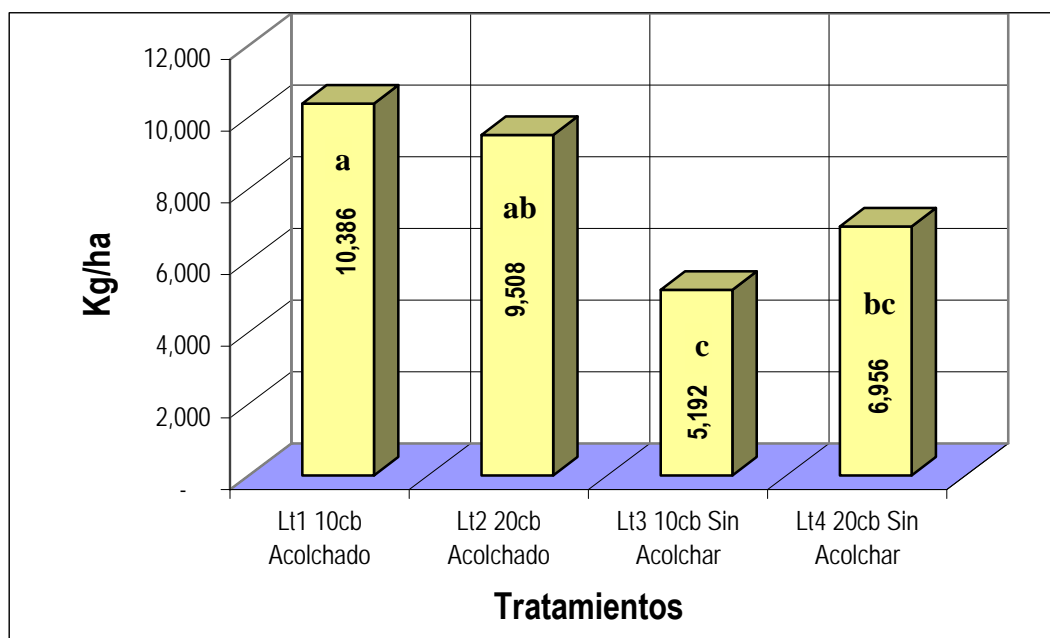
**Cuadro 4:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al tercer corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	50829056	16943018	6.6435	4.07	7.59
Error	8	20402368	2550296		*	
Total	11	71231424				

C.V. = 19.9%

\* Significativo

Al obtener resultados con diferencia significativa, se sometieron a una prueba de comparación de medias de DMS al 0.05 de nivel de significancia entre los kg/ha obtenidos al tercer corte de cada tratamiento; obteniendo que el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) es mayor que los tratamientos 3 (Lt3 10cb Sin Acolchar) y 4 (Lt4 20cb Sin Acolchar), pero estadísticamente igual que el tratamiento 2 (Lt2 20cb Acolchado) como se observa en la gráfica 3, sigue habiendo una diferencia muy marcada entre los tratamientos 1 y 3 en donde lo que ha marcado la diferencia entre los rendimientos obtenidos en el tercer corte es la implementación del acolchado al tratamiento 1, obteniendo un 50% más que el rendimiento que se obtuvo en el tratamiento 3; de igual forma aun que los rendimiento que se obtuvieron en los tratamientos 1 y 2 resultaron estadísticamente iguales, el tratamiento 1 fue un poco más del 8% mayor que el tratamiento 2, lo que marcará una diferencia muy grande en el momento de que el producto salga al mercado.



**Gráfica 3:** Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al tercer corte. ( DMS = 3006.8)

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha al cuarto corte, se obtuvieron resultados no significativos entre los tratamientos evaluados, y se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al cuarto corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	44557824	14852608	3.4061	4.07	7.59
Error	8	34885056	4360632		<b>NS</b>	
Total	11	79442880				

C.V. = 30.6%

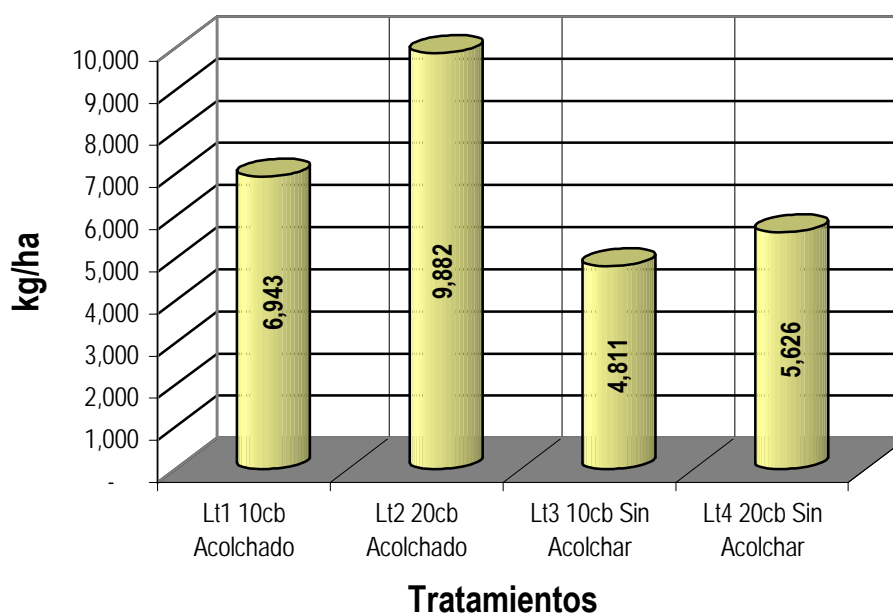
**NS** no significativo

Más sin embargo, aunque el análisis de varianza realizado al cuarto corte no haya resultado significativo, el rendimiento medio del tratamiento 2 (Lt2 20cb Acolchado) resulto ser mejor que los tratamientos 3 (Lt3 10cb Sin Acolchar) y 4 (Lt4 20cb Sin Acolchar) como se puede observar en la tabla 2; inclusive el tratamiento 2 también resulto ser mayor con un 30% que el tratamiento 1 los cuales

habían sido regados con lecturas de tensiómetros diferentes (10 y 20 centibars respectivamente) pero ambos con acolchados y donde el tratamiento 1 que es el que mayores resultados había obtenido hasta el momento debido al empleo del acolchado plástico como ya se había mencionado anteriormente, no se presentó en el cuarto corte, donde quizá la disminución del rendimiento en el tratamiento 1 se debió a que el suelo en ese momento se encontraba saturado (0 – 10 centibars) como lo establece Pizarro y Fuentes citados por Leue (2000), lo que origina que las condiciones de humedad no fueran favorables para que siguiera presentándose como mayor el tratamiento 1. (Gráfica 4)

**Tabla 2:** Rendimiento de tomate saladette al cuarto corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	6943
Lt2 (20 centibars) Acolchado	9882
Lt1 (10 centibars) Sin acolchar	4811
Lt2 (20 centibars) Sin acolchar	5626



**Gráfica 4:** Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al cuarto corte.

En el análisis de varianza realizado para el rendimiento de fruto en kg/ha al quinto corte, se obtuvieron resultados similares a los del cuarto corte, siendo estos no significativos en los cuatro tratamientos evaluados, como se puede observar en el cuadro 6.

**Cuadro 6:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al quinto corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	6087856	2029285.375	3.1478	4.07	7.59
Error	8	5157296	644662		<b>NS</b>	
Total	11	11245152				

C.V. = 23.5%

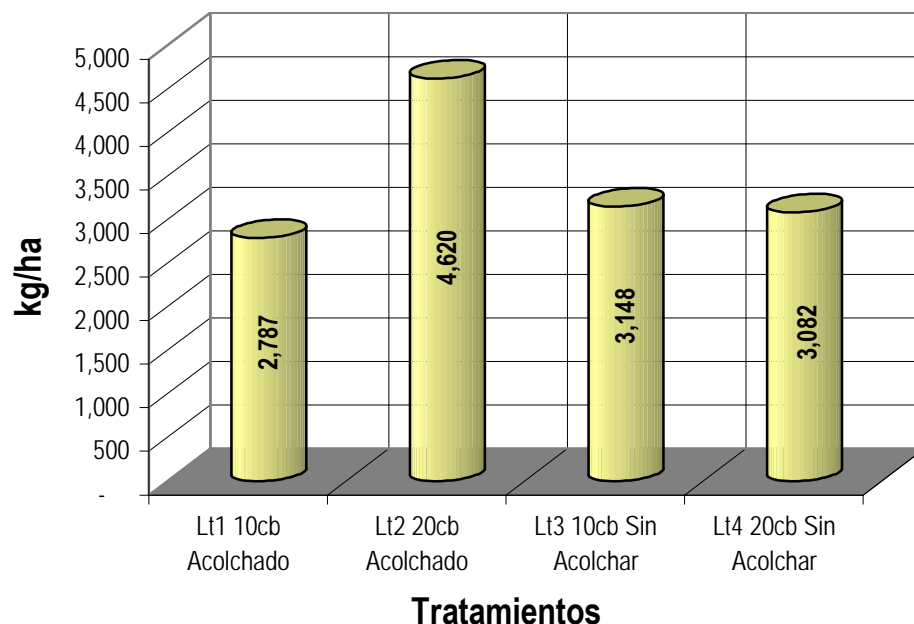
**NS** no significativo

De la misma forma que el análisis de varianza, en el rendimiento que se obtuvo para cada tratamiento del quinto corte, resultó también ser similar al cuarto corte, en donde el tratamiento 2 (Lt2 20cb Acolchado) en este corte fue mayor con un 39% que el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado), quedándose también por debajo de los demás tratamientos 3 y 4 Sin acolchar y que se regaron a 10 y 20 centibars respectivamente, (con 11% y 9% respectivamente) quizá también a que se presentaron las mismas condiciones de humedad mencionadas en el cuarto corte.

**Tabla 3:** Rendimiento de tomate saladette al quinto corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento en kg/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	2787
Lt2 (20 centibars) Acolchado	4620
Lt1 (10 centibars) Sin acolchar	3148
Lt2 (20 centibars) Sin acolchar	3082





**Gráfica 5: Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al quinto corte.**

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha al sexto corte, se obtuvieron los resultados que se muestran el cuadro 7, encontrándose que existió diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos evaluados.

**Cuadro 7:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al sexto corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	4333736	1444578.625	8.9359	4.07	7.59
Error	8	1293288	161661		*	**
Total	11	5627024				

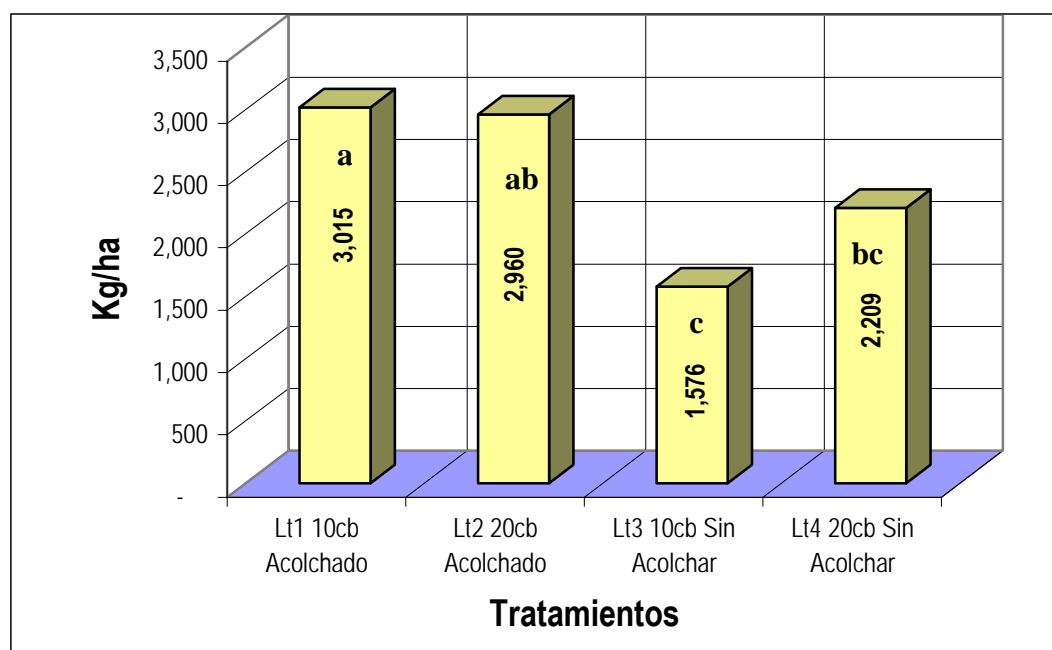
C.V. = 16.4%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al encontrar diferencia significativa en el análisis de varianza, se realizó una prueba de DMS al 0.05 de nivel de significancia de comparación de medias entre los kg/ha obtenidos al sexto corte de cada tratamiento, encontrando que el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) al igual que al primer (no

significativo), segundo y tercer corte fue el mejor de los cuatro tratamientos evaluados, pero de igual manera que en el tercer corte, se obtuvo que los tratamientos 1 y 2 que se regaron con lecturas de tensiómetros diferentes a 10 y 20 centibars respectivamente y con acolchado resultaron ser estadísticamente iguales, con una mínima diferencia de un 2% entre estos dos tratamientos como se observa en la gráfica 6; si comparamos el rendimiento obtenido en el tratamiento 1 y 3 que se regaron con una misma lectura de tensiómetro 10 centibars con acolchado para el tratamiento 1 y sin acolchado para el tratamiento 3, podemos observar que hay una diferencia de casi un 50% entre ambos tratamientos (gráfica 6), debido a que el empleo del acolchado plástico beneficia a los cultivos hortícolas de tal forma que mejora la calidad del producto incrementando de manera satisfactoria la producción del cultivo como lo menciona López (1997).



**Gráfica 6:** Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al sexto corte. ( DMS = 757.0 )

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha al séptimo corte, se obtuvieron resultados que se muestran en el cuadro 8, encontrándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados.

**Cuadro 8:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al séptimo corte. PV 2000

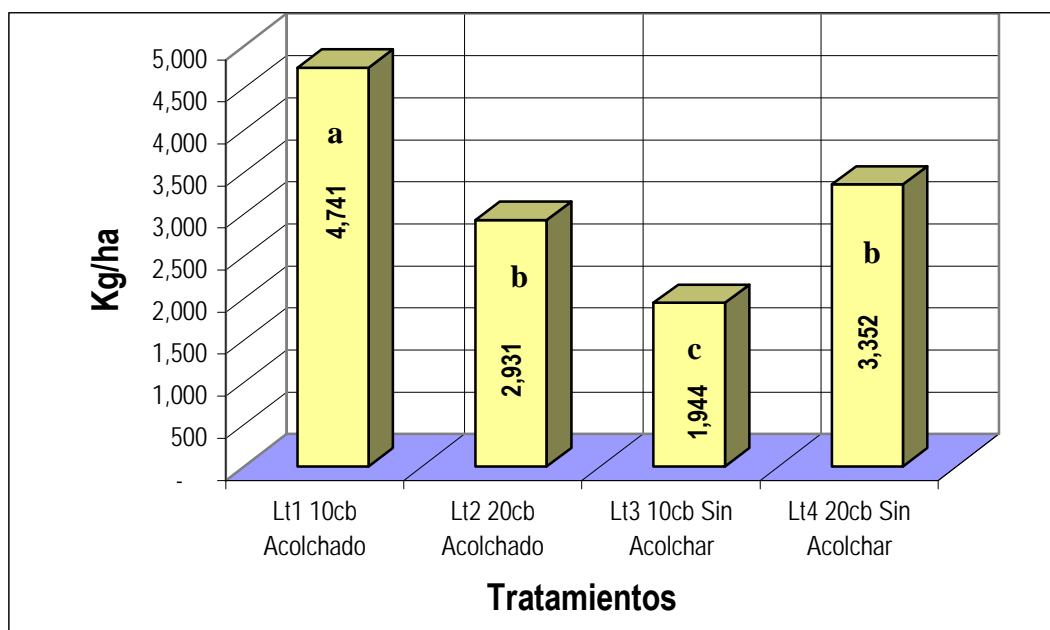
FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	12116896	4038965.250	26.1869	4.07	7.59
Error	8	1233888	154236		*	**
Total	11	13350784				

C.V. = 12.1%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al ver que los resultados obtenidos en el análisis de varianza fueron altamente significativos al igual que el sexto corte, se realizó una prueba de comparación de medias de DMS al 0.05 de nivel de significancia, para obtener el mejor tratamiento de los cuatro evaluados; al hacer esto se pudo observar que el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) fue el mejor con un rendimiento de 4,741 kg./ha, y que comparado con el tratamiento 3 que fue regado con la misma lectura de tensiómetro pero sin acolchar, se encontró que hubo una enorme diferencia de casi un 59%, debido a los beneficios que el uso del acolchado plástico trae consigo, señalados por López (1997) en paginas anteriores; siendo el tratamiento 4 (Lt4 20cb Sin Acolchar) el que más se le acerco con un rendimiento de 3,352 kg./ha, sólo 1,389 kg/ha ( casi 30% menos) por debajo del rendimiento obtenido en el tratamiento 1 como se puede observar en la gráfica 7; estas deferencias ampliamente marcadas entre los tratamientos pueden marcar una enorme diferencia al momento de que el producto salga al mercado ya que si se presenta un índice de producción alto y el precio no es lo bastante favorable para que el productor alcance una utilidad redituable, las perdidas ó utilidades que se obtendrían se compensaran con la producción.



**Gráfica 7:** Comparación de medias para el rendimiento de fruto en kg/ha al séptimo corte. ( DMS = 739.4 )

Para el octavo y último corte también se realizó un análisis de varianza para el rendimiento de fruto en kg/ha, obteniendo resultados no significativos entre los tratamientos evaluados, los cuales podemos observar en el cuadro 9.

**Cuadro 9:** Análisis de varianza para rendimiento de tomate al octavo corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	5065040	1688346.625	2.2289	4.07	7.59
Error	8	6059808	757476		<b>NS</b>	
Total	11	11124848				

C.V. = 28.5%

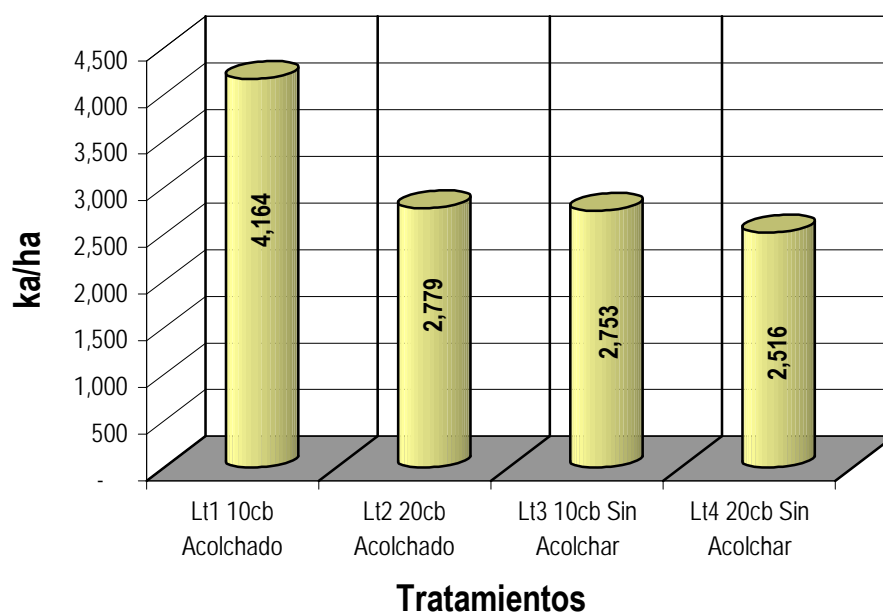
**NS** no significativo

Sin embargo el rendimiento medio de fruto en kg/ha obtenido de cada tratamiento, se encontró que aún que no halla diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) siguió siendo mejor que los demás, los cuales tuvieron un comportamiento similar en

producción como se observa en la tabla 4; al comparar el rendimiento que se obtuvo en el tratamiento 1 y 3, ambos regados con la misma lectura de tensiómetro con acolchado y sin acolchado respectivamente se encontró que el tratamiento 1 fue 1,411 kg/ha, 34% mayor que el tratamiento 3, lo que demostró una vez más que el empleo de los plásticos trae grandes beneficios para las hortalizas; mientras que en los tratamientos 2 y 4 los rendimientos obtenidos estuvieron por debajo del rendimiento que se obtuvo en el tratamiento 1 con 1,285 y 1,648 kg/ha respectivamente como se puede observar en la grafica 8.

**Tabla 4:** Rendimiento de tomate saladette al octavo corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento en kg./ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	4164
Lt2 (20 centibars) Acolchado	2779
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	2753
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	2516



**Gráfica 8:** Rendimiento de fruto de tomate en kg/ha al octavo corte

## 6.2 Rendimiento total de fruto en kg/ha

Durante la cosecha se realizaron ocho cortes, de los cuales en páginas anteriores se dió una reseña clara de los resultados obtenidos para cada una de ellos, por lo que el rendimiento total de fruto en kg/ha, se obtuvo sumando el rendimiento de fruto en kg/ha de cada corte y poder realizar un análisis de varianza de esta variable, de la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento total de fruto en kg/ha, arrojo resultados altamente significativos entre los cuatro tratamientos evaluados como se observa en el cuadro 10.

**Cuadro 10:** Análisis de varianza para el rendimiento total de fruto en kg/ha. PV 2000

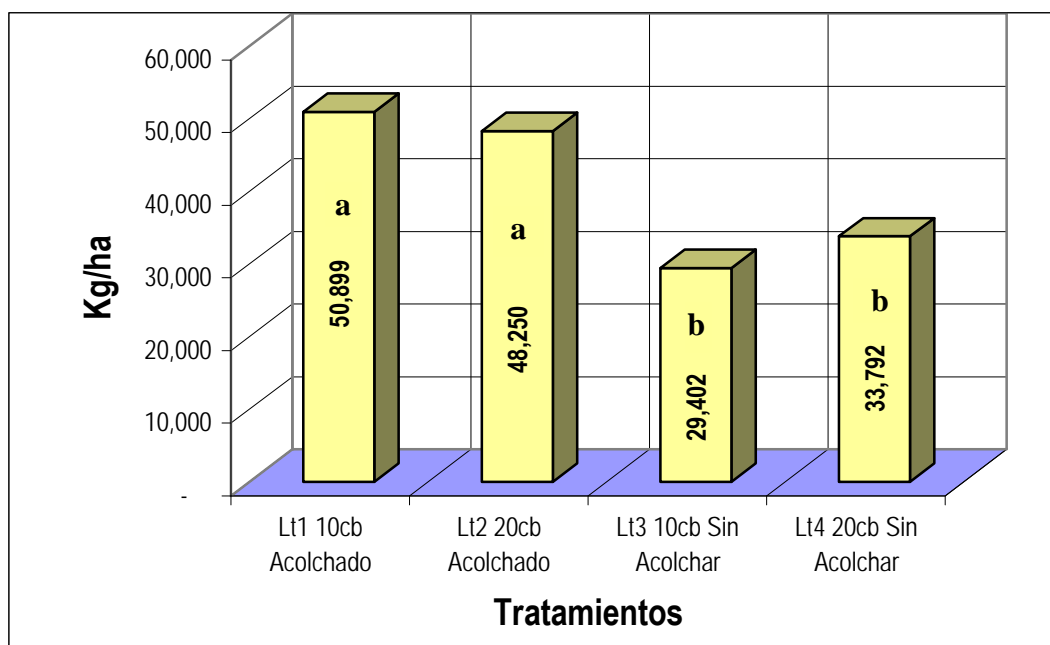
FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	1009006592	336335520	23.1819	4.07	7.59
Error	8	116068352	14508544		*	**
Total	11	1125074944				

C.V. = 9.4%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al encontrar que existe diferencia altamente significativa, se hizo una comparación de medias de DMS al 0.05 de nivel de significancia encontrando que los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado) son estadísticamente iguales, pero mucho mejores que los tratamientos 3 (Lt3 10cb Sin Acolchar) y 4 (Lt2 20cb Sin Acolchar) como se puede ver en la gráfica 5.



**Gráfica 9: Comparación de medias para el rendimiento total de fruto en kg/ha. (DMS = 7171.8)**

En base a los resultados obtenidos para esta variable, queda claro que el programa de riego basado en lecturas de tensiómetros a 10 y 20cb son las adecuadas para este cultivo, siendo estas lecturas congruentes con las reportadas por los autores Pizarro y Fuentes citados por Leue, 2000, donde afirman que con una tensión de humedad registrada por tensiómetros a 10 y 20cb es el intervalo adecuado en que se debe de mantener el riego por goteo, ya que en estas tensiones de humedad mantendrá cerca al suelo de capacidad de campo, siendo bien sabido que estas condiciones de humedad para cualquier cultivo son propicias para su buen desarrollo y toma de nutrientes adecuada. Como se puede observar en la grafica 9, la producción obtenida en los tratamientos 3 (Lt3 10cb Sin acolchar) y 4 (Lt4 20cb Sin acolchar) se mantuvieron en el rendimiento promedio obtenido en el ciclo 1999-2000 en el Valle del Yaqui el cual fue de 31,002 kg/ha señalado por el Distrito de Desarrollo Rural N° 148 de Cajeme, pero ahí mismo en la grafica 9 se puede observar también que los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado) son mucho mayores que el rendimiento medio obtenido

en el Valle del Yaqui para el ciclo 1999-2000 con 19,897 kg/ha ( 39% ) y 17,248 kg/ha ( 35% ) respectivamente, siendo esto posible quizá por las condiciones de humedad en que se mantuvo al cultivo y a la instalación del acolchado plástico lo que permitió mantener una estructura estable del suelo, proteger al cultivo de plagas, ahorrar agua, evitar el crecimiento de malezas, mejorar la calidad del producto é incrementar la producción como lo establece López (1997); además de que García del Alba (1996) afirma que el empleo del acolchado plástico mantiene y conserva la temperatura adecuada para el cultivo cuando se presentan variaciones del clima que pueden afectarlo directamente, y que a su vez esté genera un microclima que favorece la conservación y movimiento del agua hacía la zona de raíces, permitiendo un ahorro considerable de fertilizantes y agua de riego.

### 6.3 Rendimiento de frutos en número de cajas/corte

Para obtener el rendimiento de fruto en número de cajas/corte, se dividió el rendimiento de fruto en kg/ha de cada corte entre quince kilogramos, los cuales representan una caja, obteniendo con esto el número de cajas/corte.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de frutos en número de cajas al primer corte, se obtuvieron resultados no significativos entre los tratamientos evaluados, como se puede observar en el cuadro 11.

**Cuadro 11:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al primer corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	270747	90249	2.6752	4.07	7.59
Error	8	269885.25	33735.65		<b>NS</b>	
Total	11	540632.25				

C.V. = 42.3%

**NS** significativo



Pero si se observa la tabla 5, existe una diferencia notable del rendimiento medio de cajas/corte de los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado), 2 (Lt2 20cb Acolchado) y los tratamientos 3 (Lt3 10cb Sin Acolchar), 4 (Lt4 10cb Sin Acolchar), siendo mayor el rendimiento medio obtenido en los primeros dos tratamientos mencionados al principio.

**Tabla 5:** Rendimiento de cajas de tomate saladette al primer corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento de Cajas/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	602
Lt2 (20 centibars) Acolchado	562
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	315
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	256

En el análisis de varianza realizado para el rendimiento de fruto en número de cajas/corte, se obtuvieron resultados que se observan en el cuadro 12, encontrándose que existe diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos evaluados.

**Cuadro 12:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al segundo corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	156553	52184.332	7.9862	4.07	7.59
Error	8	52274.75	6534.343		*	**
Total	11	208827.75				

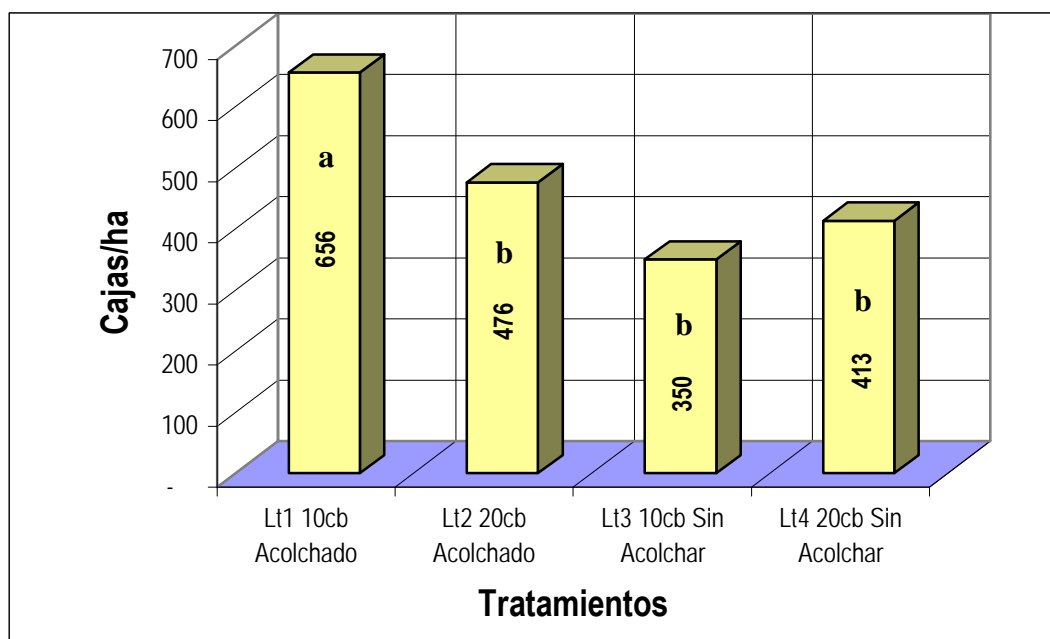
C.V. = 17.1%

\*Significativo

\*\*Altamente significativo

Al encontrar que los resultados del análisis de varianza son altamente significativos, se realizó una prueba de DMS al 0.05 de nivel de significancia de comparación de medias, y como podemos ver en la gráfica 10, la comparación de medias señala que el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) es el mejor

de los cuatro tratamientos evaluados, con un número promedio de 656 cajas/ha, 180 cajas/ha más que el tratamiento 2 (Lt2 20cb Acolchado) que fue el que más se le acerco.



**Gráfica 10:** Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al segundo corte. (DMS = 152.2)

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al tercer corte, se obtuvo resultados que se muestran en el cuadro 13, encontrando que existe una diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos evaluados.

**Cuadro 13:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al tercer corte. PV 2000

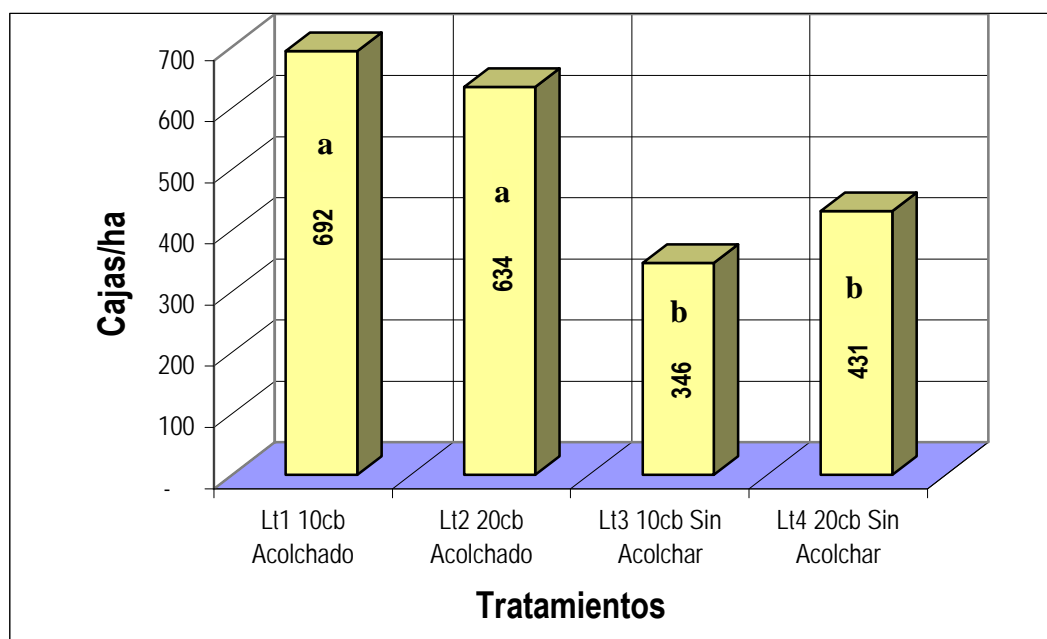
FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	242457	80819	8.5343	4.07	7.59
Error	8	75759.25	9469.906		*	**
Total	11	318216.25				

C.V. = 18.5%

\*Significativo

\*\*Altamente significativo

Al encontrar un alto nivel de significancia entre los tratamientos se realizó una comparación de medias, dando como resultado que los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado) fueron los que mejores resultados obtuvieron en esta evaluación, aunque ambos sean estadísticamente iguales entre si como se puede observar en la gráfica 11.



**Gráfica 11:** Comparación de medias para el rendimiento de frutos en números de cajas/ha al tercer corte. (DMS = 183.2)

En el análisis de varianza realizado para el cuarto y quinto corte de esta variable, arrojo resultados no significativos en ambos cortes, como se puede observar en los cuadros 14 y 15.

**Cuadro 14:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al cuarto corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	197963.50	65987.835	3.4118	4.07	7.59
Error	8	154729.25	19341.156		NS	
Total	11	352692.75				

C.V. = 30.6%

NS no significativo

**Cuadro 15:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al quinto corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	27082.93	9027.64	3.1341	4.07	7.59
Error	8	23043.31	2880.41		<b>NS</b>	
Total	11	50126.25				

C.V. = 23.6%

**NS** no significativo

Al comparar, en las tablas 6 y 7, que corresponden al cuarto y quinto corte, se puede notar que el rendimiento medio obtenido en el tratamiento 2 (Lt2 20cb Acolchado) es mejor que los obtenidos en el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) que hasta ahora había sido el mejor.

**Tabla 6:** Rendimiento de cajas de tomate saladette al cuarto corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento de Cajas/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	463
Lt2 (20 centibars) Acolchado	659
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	321
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	375

**Tabla 7:** Rendimiento de cajas de tomate saladette al quinto corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento de Cajas/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	186
Lt2 (20 centibars) Acolchado	308
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	210
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	205

Al realizar el análisis de varianza para el sexto corte en el rendimiento de frutos en número de cajas/ha, muestra una diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados. (Cuadro 16)

**Cuadro 16:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al sexto corte. PV 2000

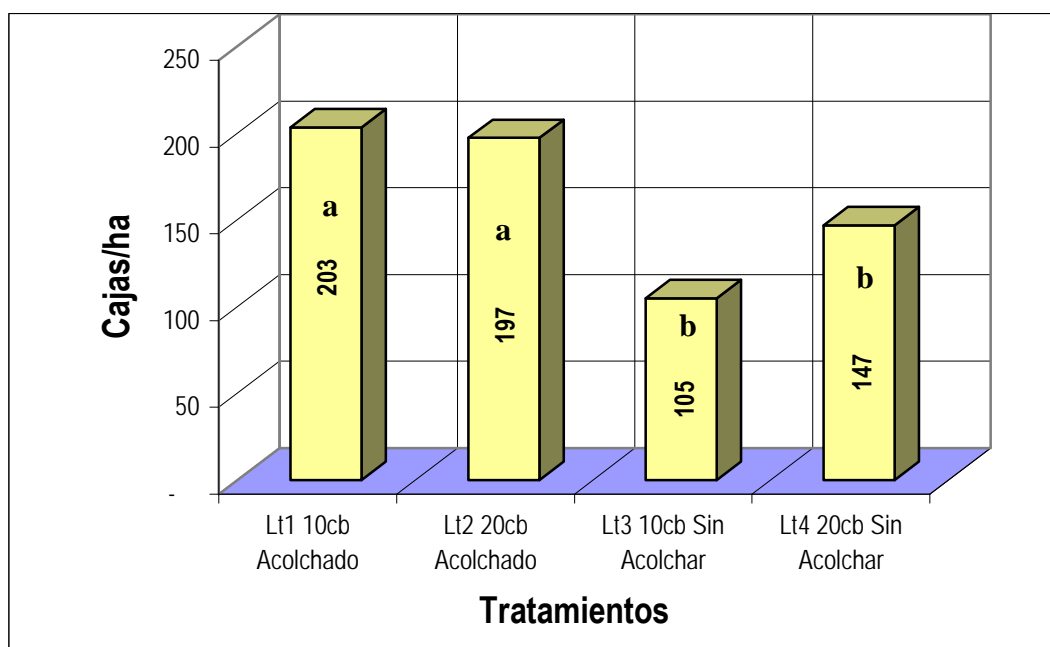
FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	19276.34	6425.44	9.0035	4.07	7.59
Error	8	5709.31	713.66		*	**
Total	11	24985.65				

C.V. = 16.4%

\*Significativo

\*\* Altamente significativo

Como se puede observar en la gráfica 12, la comparación de medias realizada para este corte indica que los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado), son estadísticamente iguales entre sí pero mayores que los demás tratamientos, con 203 y 197 cajas/ha respectivamente.



**Gráfica 12:** Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al sexto corte. (DMS = 50.3)

Para el séptimo corte esta variable, en su análisis de varianza al igual que el corte anterior mostró una diferencia altamente significativa entre tratamientos, como se puede observar en el cuadro 17, y al realizar la prueba de DMS al nivel de significancia de 0.05, su comparación de medias dio a conocer que el mejor tratamiento fue el 1 (Lt1 10cb Acolchado) con 316 cajas/ha, seguido del tratamiento 4 (Lt4 20cb Sin Acolchar) con 223 cajas/ha como se puede observar en la gráfica 13.

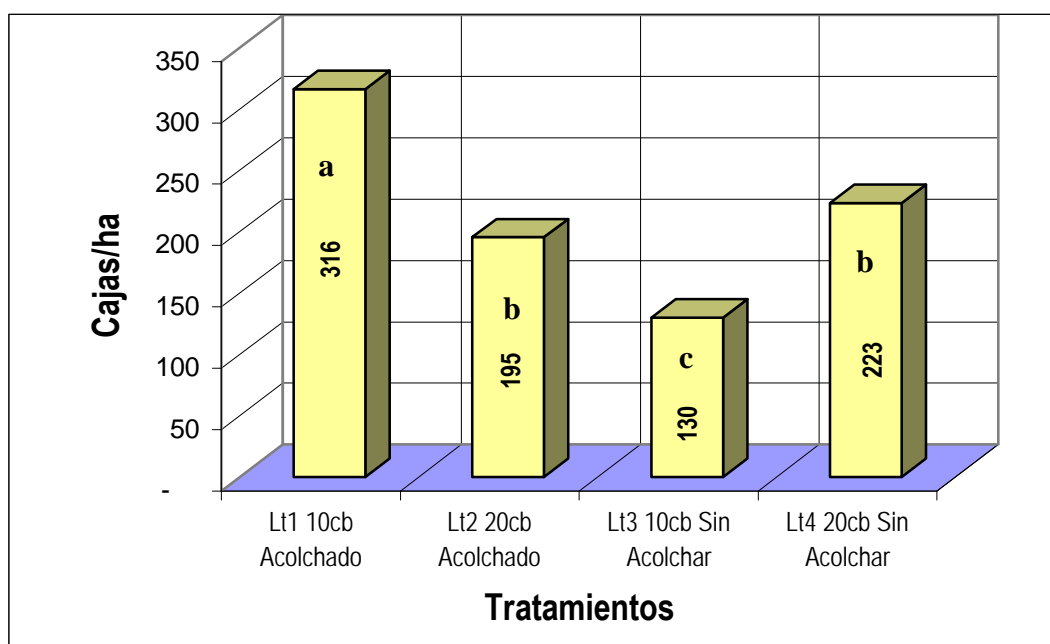
**Cuadro 17:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al séptimo corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	53630.37	17876.79	26.0343	4.07	7.59
Error	8	5493.31	686.66		*	**
Total	11	59123.68				

C.V. = 12.1%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo



**Gráfica 13:** Comparación de medias para el rendimiento de frutos en número de cajas/ha al séptimo corte. (DMS = 49.3)

En el análisis de varianza realizado al octavo corte de la variable en cuestión, se encontró que no existió diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, como se puede observar en el cuadro 18.

**Cuadro 18:** Análisis de varianza para rendimiento de cajas de tomate al octavo corte. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	22564.34	7521.44	2.2385	4.07	7.59
Error	8	26880.65	3360.08		<b>NS</b>	
Total	11	49445				

C.V. = 28.5%

**NS** no significativo

Más sin embargo, en la tabla 8, se puede constatar que el rendimiento medio de cajas/ha obtenido en el tratamiento 1 (Lt1 10cb Acolchado) con 278 cajas/ha, es mucho mayor que los demás tratamientos.

**Tabla 8:** Rendimiento de cajas de tomate saladette al octavo corte. PV 2000

Tratamientos	Rendimiento de Cajas/ha
Lt1 (10 centibars) Acolchado	278
Lt2 (20 centibars) Acolchado	185
Lt3 (10 centibars) Sin acolchar	183
Lt4 (20 centibars) Sin acolchar	168

#### 6.4 Rendimiento total de frutos en número de cajas/ha

Se sumó el rendimiento de frutos en número de cajas/ha da cada uno de los ocho cortes realizados con el fin de obtener el rendimiento total de fruto en número de cajas/ha y poder realizar al análisis de varianza correspondiente a esta variable.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento total de frutos en número de cajas/ha, se obtuvieron resultados que se muestran en el cuadro 19, donde se encontró que existió una diferencia altamente significativa entre los cuatro tratamientos evaluados.

**Cuadro 19:** Análisis de varianza para el rendimiento total de fruto en número de cajas/ha. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	4484672	1494890.62	23.1820	4.07	7.59
Error	8	515880	64485		*	**
Total	11	5000552				

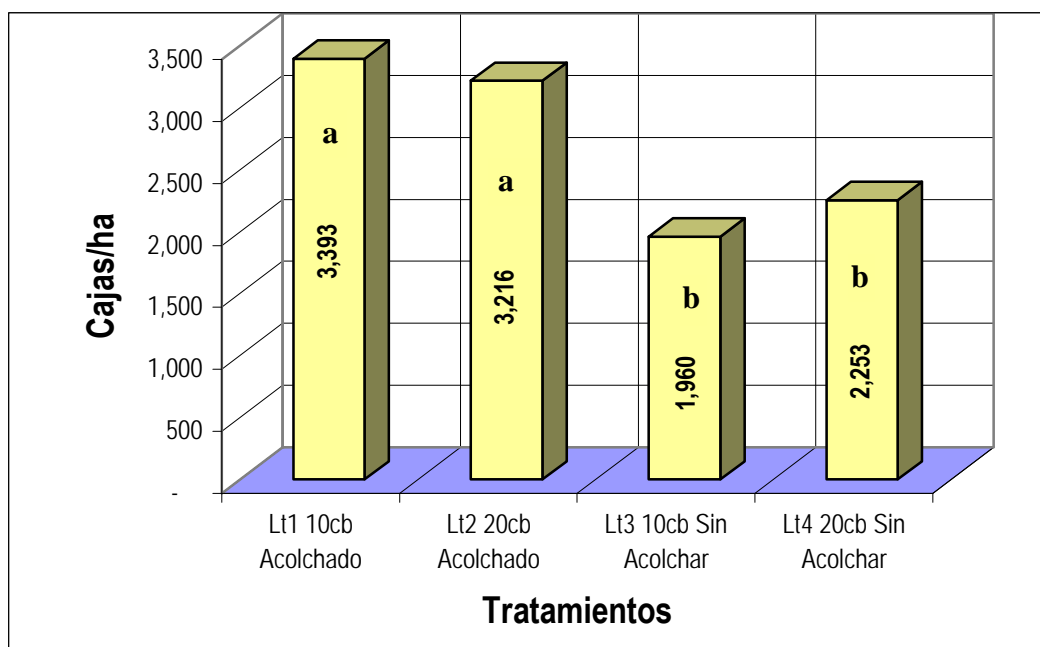
C.V. = 9.4%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al encontrar diferencia altamente significativa, realizó una prueba de DMS al 0.05 de comparación de medias entre el rendimiento total de cada tratamiento, donde se encontró que los tratamientos 1 (Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado) son estadísticamente iguales entre sí y mejores que los tratamientos 3 y 4 a diferentes tensiones de humedad con 10 y 20cb pero sin acolchado, respectivamente, como se puede observar en el gráfico 14.





**Gráfica 14: Comparación de medias para el rendimiento total de frutos en número de cajas/ha. (DMS = 478.1)**

Al combinar las tensiones de humedad de 10 y 20 cb y el acolchado plástico para ambas tensiones se puede asegurar que el rendimiento total de frutos en número de cajas/ha que fueron los tratamientos 1 (Lt1 10cb acolchado) y 2 (Lt2 20cb acolchado) con 3,393 y 3,216 cajas/ha respectivamente es bastante buena ya que los beneficios que estas combinaciones ofrecen, hacen posible la obtención de estos rendimientos en número de cajas/ha (gráfica 10); mientras que Villarreal et al (1999) haciendo una combinación de 250, 350 y 450kg de nitrógeno, dos de fósforo a 150 y 250kg de K<sub>2</sub>O y tres láminas de riego a 284,304 y 324mm respectivamente, obtuvo una producción total de cajas de 11.5kg cada una/ha para el mercado de exportación y nacional; de 9989cajas/ha (114.874ton) con la combinación de 250N + 150K<sub>2</sub>O kg/ha y una lámina de 284.3mm; quizá si se aplica las tensiones de humedad y el acolchado a la combinación realizada por Villarreal et al (1999) el rendimiento pueda ser aun mucho mejor que el obtenido por estos investigadores.

### 6.5 Número de racimos de frutos/planta

Al realizar el análisis de varianza para esta variable se obtuvieron los resultados que se muestran abajo en el cuadro 20, donde se encontró que existe diferencia altamente significativa, entre los tratamientos evaluados.

**Cuadro 20:** Análisis de varianza para el número de racimos por planta. PV 2000

FV	GL	SC	CM	F	Ft	
					0.05	0.01
Tratamientos	3	6.999969	2.333323	11.4753	4.07	7.59
Error	8	1.626678	0.203335		*	**
Total	11	8.626648				

C.V. = 8.6%

\* Significativo

\*\* Altamente significativo

Al obtener diferencia significativa entre tratamientos, se procedió a realizar una prueba de DMS (Diferencia Mínima Significativa) al 0.05 de nivel de significancia de comparación de medias entre el número promedio de racimos por planta de cada tratamiento, como se puede observar abajo en la tabla 9; donde se destaca que el tratamiento 1 ( Lt1 10cb Acolchado) y 2 (Lt2 20cb Acolchado) son estadísticamente iguales entre sí, el mejor promedio fue para el tratamiento 1 con 6.2 racimos/planta,.

**Tabla 9.** Número de racimos por planta obtenidos en los distintos tratamientos evaluados en el cultivo de tomate, ciclo PV 2000

Tratamientos	Acolchado		Sin Acolchado	
	10cb	20cb	10cb	20cb
Racimos/planta	6.2 <b>a</b>	5.6 <b>ab</b>	4.1 <b>c</b>	5.0 <b>b</b>

### 6.6 Volúmenes de agua aplicados e índices de producción en kg/m<sup>3</sup>

Al sumar las horas de riego aplicadas a cada tratamiento y tomando en cuenta el gasto aplicado en la cinta de riego por goteo se obtuvo la lámina total aplicada en todo el ciclo del cultivo.

**Tabla 10.** Volúmenes de agua aplicados en los distintos tratamientos evaluados en el cultivo de tomate, ciclo PV 2000

	<b>Acolchado</b>		<b>Sin Acolchado</b>	
<b>Tratamientos</b>	10cb	20cb	10cb	20cb
<b>Volumen</b>	4.8mm <sup>3</sup>	3.4mm <sup>3</sup>	4.8mm <sup>3</sup>	3.4mm <sup>3</sup>

Como se puede observar en la tabla 10, los volúmenes de riego aplicados para los tratamientos con y sin acolchado a 10cb de tensión de humedad son los mismos con 4.8mm<sup>3</sup>, mientras que para los tratamientos a 20cb de tensión de humedad fueron de 3.4mm<sup>3</sup>; Lo que indica que los resultados obtenidos para las variables de rendimiento total de fruto en kg/ha y rendimiento total de fruto en número de cajas/ha se deben más bien a las condiciones de humedad en que se mantuvo el cultivo y al empleo del acolchado plástico para cada tratamiento; a nivel comercial la dotación de volumen de agua de riego es de 13.5 mm<sup>3</sup>/ha los cuales se emplean comúnmente en sistemas de riegos de gravedad, al comparar los volúmenes de agua aplicados en las dos diferentes tensiones de humedad a 10 y 20cb (centibars) se pudo observar que solo se empleo un 35.5 (8.7 mm<sup>3</sup>/ha menos) y un 25% (10.1 mm<sup>3</sup>/ha menos) del volumen total que se destina a nivel comercial para el cultivo de tomate, respectivamente para ambas tensiones.

**Tabla 11.** Índices de producción en  $\text{kg/m}^3$  obtenidos para cada tratamiento en el cultivo de tomate, ciclo PV 2000

	<b>Acolchado</b>		<b>Sin Acolchado</b>	
<b>Tratamientos</b>	10cb	20cb	10cb	20cb
<b>I. P. (<math>\text{kg/m}^3</math>)</b>	10.6 $\text{kg/m}^3$	14.2 $\text{kg/m}^3$	6.1 $\text{kg/m}^3$	9.9 $\text{kg/m}^3$

Leue (2000) cita que el índice de producción medio nacional en  $\text{kg/m}^3$  en hortalizas es de 3.3 $\text{kg/m}^3$ , por lo que los índices de producción obtenidos en cada tratamiento son bastante buenos ya que están muy por encima del I. P. Nacional, siendo el más alto el del tratamiento a 20cb Acolchado con 14.2 $\text{kg/m}^3$ .

## VII. CONCLUSIONES

Los resultados que se obtuvieron en los ocho cortes realizados en este trabajo confirmaron que para la variable de rendimiento de frutos en cada corte en kg/ha los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se regó con una tensión de 10cb (centibars) y con acolchado plástico y solo en el cuarto y quinto corte los mejores rendimientos se obtuvieron cuando se regó con una tensión de 20cb (centibars) y con acolchado plástico.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en este trabajo para la variable de rendimiento total de fruto de tomate se puede concluir que el mayor rendimiento se obtuvo cuando se regó con una tensión de humedad de 10cb y con acolchado plástico, tal y como se supuso en la hipótesis.

Para la variable de rendimiento de frutos en número de cajas / corte los resultados que se obtuvieron confirman que en el primero, segundo, tercero, sexto, séptimo y octavo corte se obtuvo el mayor rendimiento de cajas / corte con la tensión de 10cb (centibars) y con acolchado plástico y solo en

el cuarto y quinto corte se obtuvo el mayor rendimiento cuando se regó con la tensión de 20cb (centibars) y con acolchado plástico.

De la misma manera para la variable de rendimiento total de frutos en número de cajas/ha se pudo concluir que el mayor rendimiento se obtuvo al regar con una tensión de 10cb (centibars) y con acolchado plástico.

Con los resultados obtenidos para la variable de número de racimos por planta se encontró que el mayor número de racimos se obtuvo al regar con una tensión de humedad a 10cb (centibars) y con acolchado plástico.

Para la variable de volumen de agua aplicado para cada programa de riego a 10 y 20cb (centibars) con acolchado plástico se puede concluir que ambos volúmenes de agua aplicados son bastante bajos en comparación con los volúmenes de agua que se destinan al riego por gravedad o cuando se aplican otras tensiones de humedad diferentes a 10 y 20cb (centibars).

En la variable de eficiencia de riego el mayor índice de producción en  $\text{kg}/\text{m}^3$  se obtuvo cuando se regó con una tensión de humedad de 20cb (centibars) y con acolchado plástico, aplicando un volumen de agua de  $3.4\text{mm}^3$ .

## BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA, C. M. y E. R. Martínez, 1996. Relaciones Agua - Suelo - Planta - Atmósfera, Universidad Autónoma Chapingo. P. 153-155

Doorenbos, J. y W. O. Pruitt, 1979. Las necesidades de agua de los cultivos, Estudio de la FAO, Riego y Drenaje, Roma.

Comisión Nacional del Agua (CNA), 1999, Departamento de Estadística.

Distrito de Desarrollo Rural N° 148, Cajeme, 1999, Coordinación de Programas de Información y Estadísticas.

DUCROCO, M. 1990. Sistemas de Irrigación, Guías de Agricultura y Ganadería, Primera Edición, Editorial PURES A S.A, España. P. 58-61

GONZALES, R. 1996. Como Cambiar del 25 al 86% en la Eficiencia del Riego, Revista Productores de Hortalizas. Año 5. número 5. mayo de 1999. México. P. 16-17

GUTIERREZ, C. M. A. 1999. Apuntes de horticultura II, Instituto Tecnológico de Sonora.

GUTIERREZ, M. y G. Porras, 1998. Métodos para la medición de humedad del suelo, Revista Hortalizas, Frutas y Flores. Junio de 1998. P. 19-21

GUROVICH, L. 1985. Fundamentos y Diseños de Sistemas de Riego. Primera Edición. Editorial IICA. San José Costa Rica.

HOCHMUTH, G. 1996. Manejo y Distribución de los Medidores de Humedad. Revista Productores de Hortalizas. año 5. número 9. Septiembre 1996. México. P. 38 – 40

ILLESCAS, E. S y E. S. Vesperinas, 1989. Tratado de Horticultura Herbácea, Hortalizas de flor y fruto, Editorial AEDOS. P. 277 – 279

LEUE, L. J. C. E. 2000. Evaluación de cinco programas de riego y cinco cintas de goteo para la producción de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en el Valle del Yaqui, Sonora. Tesis de Maestría, ITSON. P. 68 – 84

LÓPEZ, E. J. 1997. Técnicas Modernas de Producción Hortícola, La plasticultura en la producción de hortalizas. P. 1 - 6.

LÓPEZ, C. A. 1998. Evaluación de tres métodos de fertirrigación por goteo en melón (*Cucumis melo* L.) en suelos arcillosos compactados del Valle del Yaqui, ciclo P/V de 1997, Tesis de Licenciatura ITSON. P. 5 – 7

LIZARRAGA, L. G. 2000. Respuesta del tomate Saladette a tres distintos Programas de Riego fijados por Tensiómetros en suelos arcillosos compactados del Valle del Yaqui, Tesis de licenciatura ITSON. P. 5 - 6

MAROTO, J. V. 1990. Horticultura para Aficionados, Ediciones Mundi-Prensa. P. 47 – 53

MAROTO, J. V. 1992. Horticultura Herbácea Especial, Ediciones Mundi-Prensa. P. 335 – 338

MARTÍNEZ, R. 1991. Riego Localizado, Editorial UACH, México. P. 92 – 104

MEDINA, S. J. 1993. Riego por Goteo, Editorial Mundi-Prensa, Madrid España. P. 126 – 134

MILLER, V. E. 1981. Fisiología Vegetal, Primera Edición, Editorial UTEHA, México. P. 11 – 23

PALACIOS, V. E. 1999. ¿Cómo, cuándo y cuánto regar?, Primera Edición, Chapingo México, Universidad Autónoma Chapingo; Departamento de Irrigación, México. P. 19 – 34

PEÑA, P. E. 1993. Manual Practico de Operación, Conservación y Evaluación de Sistemas de Riego por Goteo, Divagro-Fusades, San Salvador, El Salvador. P. 74 – 83



PEREZ, G. F y J. B. Martínez – Laborde, 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid España. P. 35 – 42

PIZARRO, C. F 1990. Riegos Localizados de Alta Frecuencia (RLAF), Goteo, Microaspersión y Exudación, Ediciones Mundi-Prensa, Segunda Edición, Madrid España. P. 51 – 54

RODRIGO, L. J., Hernández, A. J. M., Pérez, R. A., y González, H. J. F. 1992. Riego Localizado, Ediciones Mundi-Prensa, Segunda Edición, Madrid España. P. 15 - 19

RAZURI, R. L. 1988. Diseño de Riego por Goteo, Editorial CIDINT, Mérida Venezuela. P. 6 – 9

SALISBURY, F. B y C. W. Ross, 1992. Plant Physiology. Cuarta Edición, Wads Worth Publishing Company, E.U. A. P. 5 - 7

SARH, INIFAP, CIRNO. 1992. Guía para la asistencia técnica agrícola del "Sur de Sonora", Campo Experimental del Valle del Yaqui, Cajeme, Son. México. P. 8 – 11

VILLARREAL, R. M., R. V. Pérez, y J. H. Siller, 1999. Fertirrigación Nitrogenada y Potásica y su efecto en la producción de tomate, en el Valle de Culiacán, Sinaloa, VIII Congreso de Horticultura, horticultura Mexicana: Generando vida sana, Volumen 7, número 1.P.110