

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO
CONDICIONES DE RIEGO POR CINTILLA Y ACOLCHADO
PLÁSTICO EN LA COMARCA LAGUNERA**

TESIS

QUE PRESENTA

ADÁN JUÁREZ GARCÍA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de riego por cintilla y acolchado plástico en la Comarca Lagunera.

POR

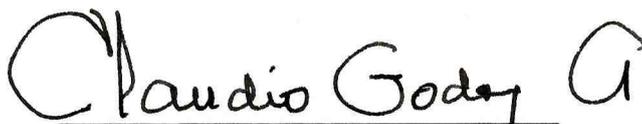
ADÁN JUÁREZ GARCÍA

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO DICTAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

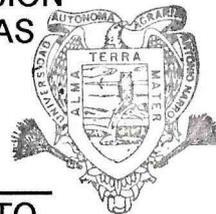
PRESIDENTE DEL JURADO


ING. M.S. CLAUDIO GODOY ÁVILA

EL COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UAAAN UL.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

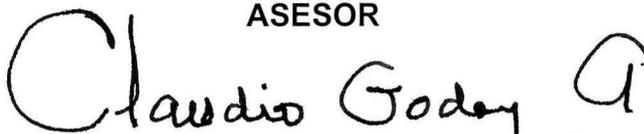
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de riego por goteo y acolchado plástico en la Comarca Lagunera.

POR

ADÁN JUÁREZ GARCÍA

ASESOR



ING. MS. CLAUDIO GODOY ÁVILA

CO-ASESOR



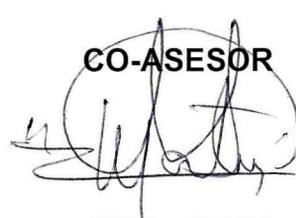
M.C. VÍCTOR MANUEL VALDÉS RODRÍGUEZ

CO-ASESOR



ING. JUAN DE DIOS RUIZ DE LA ROSA

CO-ASESOR



ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

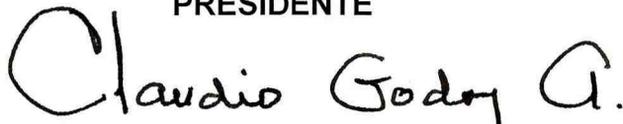
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) bajo condiciones de riego por goteo y acolchado plástico en la Comarca Lagunera.

POR

ADÁN JUÁREZ GARCÍA

PRESIDENTE


MS. CLAUDIO GODOY ÁVILA

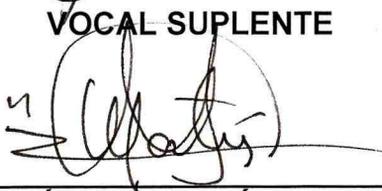
VOCAL

M.C. VÍCTOR MANUEL VALDÉS RODRÍGUEZ

VOCAL

M.C. JAVIER ARAIZA CHÁVEZ

VOCAL SUPLENTE


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios por darme la vida, ser nuestro guía en el camino del amor, la verdad y la sabiduría.

Con mucho amor y respeto a mis padres que me dieron la vida, por sus consejos y por el esfuerzo que a través de su vida han hecho para que yo salga adelante.

Pedro Juárez Santiago
Y
Concepción García Flores

Con cariño y respeto a mis hermanos, doy gracias por el ánimo, ayuda incondicional y consejos oportunos, para salir adelante, lograr mis metas y ser un individuo de bien para la sociedad, a ellos: Javier, Yolanda, Donald, Noé, Sara y Roel.

A mi cuñada y sobrina por la integración a la familia Juárez: Nadia Araceli y Yoselín.

A mi cuñado Rubén por su apoyo moral.

A mis tíos y primos por su apoyo moral.

A mi novia Mariana Presa por su amor y por haberme ayudado incondicionalmente en la realización de este trabajo.

A los Srs. Eduardo y Socorro por su confianza y ayuda incondicional durante mi estancia en la UAAAN.

A los Hermanos Presa de Santiago por su amistad: Gabriela, Eduardo, Aarón, Fernando e Ignacio.

A las Sras. Soledad, María Auxilio, Altagracia y Manuel por su amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra forma intervinieron en mi formación personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

A mi “ ALMA MATER “ y académicos quienes con su vocación de enseñanza y espíritu de servicio hacen a los profesionistas que hoy somos.

A PRODUCE – CÉLALA por haber financiado el proyecto y haber permitido realizar el trabajo en sus instalaciones y darme facilidades para el mismo.

Al M.S. Claudio Godoy por su planeación, colaboración y revisión del presente trabajo.

Al M.C. Víctor Manuel Valdés por su colaboración y revisión del presente trabajo.

Al M.C. Javier Araiza Chávez por su apoyo.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por su amistad y ayuda en la revisión de esta tesis.

Al Ing. Juan de Dios Ruiz por la revisión y observaciones del presente trabajo.

A la M.C. María Eugenia por su ayuda en la realización de este trabajo.

Al Dr. Pedro Cano por su amistad y ayuda incondicional en la obtención de revisión bibliográfica.

Al Ing. Felipe Martínez Alvarado por su amistad y consejos durante mi estancia en la UAAAN.

Al Ing. Rolando Loza por su amistad y apoyo durante mi estancia en la UAAAN.

Al Biólogo Héctor Madinaveitia por su amistad y apoyo durante mi estancia en la UAAAN.

Al Ing. Cándido Márquez, por su ayuda incondicional.

Al Ing. Isidro Reyes por su ayuda incondicional.

Al Dr. Vicente Hernández por su ayuda incondicional en la revisión de esta tesis

Al MVZ. Federico Antonio Hernández Torres, por la ayuda prestada.

INDICE DE CUADROS

1.- Rendimiento de tres sistemas de producción de tomate. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	41
2.- Número de frutos/planta, peso de fruto/planta y peso promedio de fruto, en tres sistemas de producción de tomate. CELALA, Matamoros, Coah. 1998....	42
3.- Largo y ancho de fruto en tres sistemas de producción de tomate. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	43
4.- Medias de producción por corte, en tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

1.- Acumulación y distribución de materia seca (MS) en tallo de tomate, para los tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	45
2.- Acumulación y distribución de MS en botones florales en tomate, para los tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	46
3.- Acumulación y distribución de MS en hojas de tomate, para los tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	47
4.- Acumulación y distribución de MS en ramas de tomate, para los tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.....	48
5.- Acumulación y distribución de MS en fruto, para los tres sistemas de producción. CELALA, matamoros, Coah. 1998.....	49
6.- Acumulación y distribución de MS total en tomate, para los tres sistemas de producción. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.	50

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	I
Agradecimientos	II
Índice de cuadros	III
Índice de figuras	IV
Resumen	VII
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Objetivos específicos	2
1.3. Hipótesis	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo del tomate	4
2.2. Requerimientos climáticos	5
2.3. Requerimientos de humedad	6
III.- LA AGROPLASTICULTURA Y QUIMIRRIEGO COMO UNA OPCIÓN	7
3.1. Inicio del colchado de suelo en México	8
IV.- ACOLCHADO DE SUELOS	9
4.1. Naturaleza del acolchado	9
4.2. Efectos del acolchado de suelos con películas plásticas	10
4.3. Factores que se modifican al utilizar acolchado plástico	11
4.3.1. Temperatura	11
4.3.2. Humedad	11

V.- MATERIALES PLÁSTICOS USADOS EN EL ACOLCHADO DE SUELO	12
5.1 Problemática del uso masivo de plásticos en la agricultura	12
5.2 Opciones para evitar la acumulación de residuos plásticos	13
5.2.1 Enterrado	13
5.2.2 Quemado en el campo.....	14
5.2.3 Incineración.....	14
5.2.4 Reciclado	14
VI.- RIEGO POR GOTEO	16
6.1. Generalidades	16
6.2. Ventajas del riego por goteo	17
6.3. Limitaciones del riego por goteo	20
6.4. calibración de un sistema de riego por goteo	23
6.5. Precauciones que se deben tener cuando el agua proviene de pozos profundos,ríos y lagunas.....	23
VII.- ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN	25
7.1. Fotosíntesis y crecimiento	29
VIII.- MATERIALES Y MÉTODOS	33
8.1. Localización geográfica de La Comarca Lagunera.....	33
8.2. Características climáticas	33
8.3. Fuente de abastecimiento de agua.....	34
8.4. Tipos de suelos que existen en La Comarca Lagunera.....	34
8.5. Lugar donde se realizó el estudio.....	35

8.6. Fertilización.....	36
8.7. Cómo se obtuvo la plántula	36
8.7. Diseño experimental	36
IX.- VARIABLES EVALUADAS	37
9.1. Agua aplicada a cada método de producción	37
9.2. Crecimiento de fruto, frutos/planta y peso peso de fruto	38
9.3. Acumulación y distribución de materia seca	38
9.4. Evaluación de rendimiento y calidad	39
X.- RESULTADOS	40
IX.- CONCLUSIONES	51
XII.- BIBLIOGRAFÍA CITADA	52

RESUMEN

Los problemas más importantes que se presentan en la producción de tomate son las deficiencias de agua y nutrimento, que provocan bajas producciones y frutos de mala calidad. Este módulo de validación plantea como objetivo principal la transferencia de tecnología sobre el uso de acolchado plástico y riego por cintilla para el requerimiento de agua en las diferentes etapas fenológicas de este cultivo, establecido en tres sistemas de siembra, con el propósito de incrementar la producción y calidad del fruto y eficientar el recurso agua.

En tomate existen variedades y tipos para diferentes ambientes, métodos de producción y usos. Su importancia como cultivo inicia en el siglo pasado y actualmente es una de las hortalizas más populares del mundo con una producción mayor a 50 millones de toneladas métricas, sembrándose 2.5 millones de hectáreas a nivel mundial con un rendimiento medio de 25.9 ton/ha.

En México se cultivan alrededor de 79 mil hectáreas con una producción de 1.8 millones de toneladas y un rendimiento medio de 22.1 ton/ha. El principal estado productor es Sinaloa el cual aporta el 51 % de la producción nacional; otros estados importantes son San Luis Potosí, Nayarit, Baja California, Morelos, Coahuila y Durango (Región Lagunera), que aportan el 35 % de la producción.

En la Comarca Lagunera se siembra anualmente una superficie mayor a las 2,000 hectáreas con un rendimiento medio de 25 ton/ha. Los municipios productores son: Matamoros, Torreón y Viesca en Coahuila y Cd. Juárez, Cd. Lerdo y Gómez Palacio en Durango.

La Comarca Lagunera por su ubicación y ecología así como por el mercado se consolida año tras año en la producción de hortalizas. En el caso del tomate los productores se inclinan por el tipo Saladette, que se adapta perfectamente al sistema de producción de piso. A partir de 1993 este tipo de productor se ha venido consolidando como empresario manejando superficies de 10 hasta 100 ha en las cuales generalmente utiliza semilla híbrida, espaldera (envarado) y eventualmente sistema de riego presurizado (cintilla).

El beneficio más importante del acolchado de suelo, es probablemente incremento de temperatura del suelo durante un ciclo fresco, favoreciendo el continuo crecimiento de las raíces. El rendimiento del melón en fecha temprana, utilizando un plástico transparente fue el doble que con plástico negro y cuatro veces más que el rendimiento en suelo desnudo, y éste es en parte debido a los incrementos de temperatura que se obtienen con los diferentes tipos de plásticos

Los beneficios del quimirriego incluyen: aplicación económica, frecuente y precisa con el fin de adecuarla a las cambiantes necesidades de los cultivos y reducción de la compactación de suelos y los daños mecánicos al cultivo. La

Los resultados fueron los siguientes:

El rendimiento más alto correspondió al sistema de siembra de dos hileras, siendo éste de 94.0 ton/ha, lo cual equivale a 4700 cajas/ha. Este rendimiento fue superior al obtenido con los sistemas en hilera sencilla e hilera sencilla mas envarado donde se utilizaron los híbridos Yaqui y Brix, produjeron rendimientos de 51.9 y 45.7 ton/ha respectivamente , lo que equivale a 2595 y 2285 cajas/ha para cada uno de los híbridos mencionados. Los resultados obtenidos en los sistemas 1 y 2 duplican el rendimiento medio regional que es de 25 ton/ha; en el caso del sistema 3 donde se utilizó el híbrido Roger 4764 el resultado se cuadruplica.

Para el caso de la lámina de agua total aplicada se encontró que las láminas de riego para los tres sistemas de producción, bajo condiciones de riego por goteo y acolchado plástico fueron de 43.86, 45.42 y 50.52 para Roger, Brix y Yaqui, obteniendo un ahorro de 65 % comparado con la lámina de riego bajo condiciones de riego superficial.

I.- INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico de la población mundial obliga a incrementar la producción de alimentos para abastecer sus necesidades. Además, México requiere incrementar la captación de divisas a través de exportaciones sobre todo a Estados Unidos de Norteamérica por la cercanía de este mercado.

En tomate existen variedades y tipos para diferentes ambientes, métodos de producción y usos. Su importancia como cultivo inicia en el siglo pasado y actualmente es una de las hortalizas más populares del mundo con una producción mayor a 50 millones de toneladas métricas, sembrándose 2.5 millones de hectáreas a nivel mundial con un rendimiento medio de 25.9 ton/ha.

En México se cultivan alrededor de 79 mil hectáreas con una producción de 1.8 millones de toneladas y un rendimiento medio de 22.1 ton/ha. El principal estado productor es Sinaloa el cual aporta el 51 % de la producción nacional; otros estados importantes son San Luis Potosí, Nayarit, Baja California, Morelos, Coahuila y Durango (Región Lagunera) los cuales aportan el 35 % de la producción.

En la Comarca Lagunera se siembra anualmente una superficie mayor a las 2,000 hectáreas con un rendimiento medio de 25 ton/ha. Los municipios productores son: Matamoros, Torreón y Viesca en Coahuila y Cd. Juárez, Cd. Lerdo y Gómez

Palacio en Durango (Valdés, 1996).

La Comarca Lagunera por su ubicación y ecología así como por el mercado se consolida año tras año en la producción de hortalizas. En el caso del tomate los productores se inclinan por el tipo Saladette, que se adapta perfectamente al sistema de producción de piso. A partir de 1993 este tipo de productor se ha venido consolidando como empresario manejando superficies de 10 hasta 100 ha en las cuales generalmente utiliza semilla híbrida, espaldera (envarado) y eventualmente sistema de riego presurizado (cintilla) (Valdéz, 1994).

Otras de las variantes en este sistema de producción es el utilizar cubiertas plásticas que además de incrementar la temperatura del suelo y eliminar maleza, reducen la evaporación directa del suelo. Debido a lo anterior, la disponibilidad del agua en el suelo se incrementa y es mejor utilizada por el cultivo. Los acolchados plásticos combinados con el sistema de riego por goteo permiten incrementar notablemente la eficiencia en el uso del agua.

Objetivo

Evaluar tres de métodos de producción (hilera sencilla, doble hilera e hilera sencilla con espaldera) en tomate.

Objetivos específicos

- 1.- Incrementar la precosidad del cultivo al utilizar una densidad de plantas mayor que lo tradicional.
- 2.-Hacer eficiente el uso de agua al utilizar riego por cintilla.
- 3.- Incrementar el rendimiento y calidad al utilizar el sistema de vara.

Hípotesis

- 1.- El uso de espaldera incrementa la calidad del fruto
- 2.- El uso de hilera doble incrementa el rendimiento

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GENERALIDADES DEL CULTIVO

El tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill., pertenece a la familia de las Solanáceas. La planta es perenne, herbácea como la mayoría de las hortalizas, y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo siendo éste diferente para cada variedad(Rodríguez, 1984). Presenta una raíz principal y desarrolla rápidamente a profundidades del suelo mayores de un metro; las plantas jóvenes desarrollan una raíz pivotante y sistema subordinado de ramificaciones laterales (Edmon, Seen y Andrews, 1981). El tallo es erguido durante las primeras etapas del crecimiento y posteriormente se dobla a consecuencia del peso; puede alcanzar una longitud de 2.5 metros. Su superficie está provista de pelos agudos y glándulas que desprenden un líquido de aroma característico. Su corteza está formada por parénquima y tejidos de sostén en forma de anillo continuo (Rodríguez, 1984). Las hojas son compuestas y consisten de varios folíolos. La superficie es pubescente, en el cogollo nace el racimo que contiene las flores, que son bisexuales (Edmond et al, 1981).

2.1. Requerimientos climáticos

El tomate prospera en climas cálidos, soleados, requiriendo de un periodo mayor de 110 días con temperaturas favorables entre 21 a 22 ° C y se adapta muy bien a regiones áridas y semiáridas bajo riego (Casseres, 1966).

Es un cultivo que requiere calor, por lo que una temperatura permanente menor de 15 ° C detiene la floración; si la temperatura llega a 10 ° C cesa el crecimiento. En caso de que la temperatura se eleve a mas de 35 ° C, la fotosíntesis se reduce significativamente y por eso las plantas cultivadas a estas temperaturas forman hojas más pequeñas, tallos más delgados y racimos mas pequeños. El balance térmico bajo el cual crecen los tomates tiene gran importancia para su coloración debido a que la sustancia purpurina (Licopeno) que le da el color rojo característico al tomate empieza a formarse mas intensamente si la temperatura asciende a 30 ° C y empieza a destruirse si la temperatura se eleva de 37 – 40 ° C, presentando los frutos una coloración amarilla porque solamente se forma caroteno. Esta es la razón por la cual la parte de los frutos que está expuesta directamente al sol, comúnmente se pone amarilla (Guenkov, 1974). En relación a la fenología se ha reportado que aun cuando la floración del tomate ocurre a pesar de las condiciones adversas, el desarrollo del fruto está fuertemente condicionado a la temperatura e intensidad de la luz; además, las altas temperaturas durante la noche hacen que las flores permanezcan pequeñas y caigan, siendo éste factor limitante en la formación del fruto debido a que reduce la producción de carbohidratos (Edward, 1969).

2.3. Requerimiento de humedad

Las exigencias de humedad del tomate durante la fase vegetativa hasta la maduración de los primeros frutos son menores que en el resto del ciclo por lo que durante este tiempo el riego de las plantas debe ser más ligero, y la humedad óptima del suelo para esta hortaliza es de 60 a 80 % de la capacidad de campo; así mismo se ha establecido que el rango de humedad relativa mas favorable es de 50 al 60 %. Una humedad relativa mas alta es particularmente peligrosa para este tipo de cultivo porque en tales condiciones las anteras se hinchan y el polen no puede liberarse para caer sobre el estigma, afectándose considerablemente la polinización. Además, bajo estas condiciones, los tomates son atacados fuertemente por enfermedades como tizón temprano y tizón tardío (Guenkov, 1974)

El tomate es un cultivo exigente a un adecuado manejo de riego para obtener altos rendimientos y una aceptable calidad de los frutos. Por lo cual reviste una gran importancia la entrega de agua a la planta en la fase crítica o de mayor demanda de humedad en el suelo; la fase crítica de exigencia de humedad de cultivo es la floración y formación del fruto, siendo fundamental el control de suministro de agua durante esta última fase (Doorenbos y Kassam, 1979).

III.- LA AGROPLASTICULTURA Y EL QUIMIRRIEGO COMO UNA OPCIÓN

Entre las técnicas de producción que se pueden usar se encuentran las de la agroplasticultura, que incluyen: acolchado de suelos, cubiertas flotantes, microtúneles, túneles, invernaderos, riego por goteo etc., las que promueven efectos favorables sobre el cultivo como: cosechas fuera de temporada y precocidad, incremento de la producción, control de plagas, control de maleza, conservación de humedad y modificación del microclima del suelo (Robledo y Martín, 1998). En algunas regiones áridas y semiáridas el uso de plásticos hace posible la producción de algunos cultivos, que de otra manera sería imposible.

Los beneficios del quimirriego incluyen: aplicación económica, frecuente y precisa con el fin de adecuarla a las cambiantes necesidades de los cultivos y reducción de la compactación de suelos y los daños mecánicos al cultivo. La fertigación permite una mayor flexibilidad en la aplicación del fertilizante comparado con los métodos tradicionales debido a la posibilidad de fertilizar en cualquier momento durante el riego. Además el fertirriego se adapta a todos los sistemas de riego por presión tales como la aspersion, goteo, micro aspersion, pivote central, etc. (Nathan., 1997).

3.1. Inició del acolchado de suelo en México.

En México el uso de acolchados de suelos se inició en el año de 1976 con 1 ha de acolchado en el cultivo de piña en Loma Bonita Oaxaca, 0.5 ha de acolchado en el cultivo de fresa en Irapuato y 0.2 ha de acolchado en papa en el Valle de Lerma (García, 1979). En el año de 1979 se inició el programa de plásticos en la agricultura dirigido por el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), comenzando así los trabajos de investigación sobre acolchado de suelos, en donde uno de los objetivos fue la transferencia de esta tecnología a las diferentes regiones del país (Garnaud, 1983). Para 1982 se tenían 50 ha de acolchado principalmente para maíz de temporal y 2,500 ha en otros cultivos con riego (Garnaud, 1982). Se estima que ya para el año de 1994 el área acolchada fue de 12,000 ha solamente en Sonora, Baja California y el Bajío, lo cual requirió de aproximadamente de 3,600, 000 kg. de plástico (Motomochi, 1995), y en Culiacán para el mismo año se estimó que hubo entre 4,000 y 6,000 ha de vegetales acolchados solamente con plásticos aluminizados, lo que representa de 1, 200, 000 a 1, 800, 000 kg. de plástico (Garnaud, 1994). Se observa el rápido crecimiento en el uso de acolchados en los últimos años, y las expectativas de crecimiento son del doble para los próximos años según los procesadores de películas plásticas del país.

IV.- ACOLCHADO DE SUELOS

4.1. Naturaleza del acolchado

La técnica más simple de aplicación de plásticos en la agricultura es el acolchado de suelos, que sustituye con ventaja a otros procedimientos más antiguos como el empajado. El acolchado es una técnica practicada desde hace muchos años por los agricultores con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos. Anteriormente para disminuir los efectos negativos de la naturaleza, los agricultores colocaban sobre la superficie del suelo una capa protectora formada con materia de origen vegetal, como paja, cañasa, hojas secas, rastrojo u otros de origen mineral como arena y grava. Esta capa actuaba como barrera de separación entre el suelo y el ambiente atmosférico, la cual amortiguaba sensiblemente los efectos negativos (Bretones, 1989, Robledo y Martín, 1988).

Por otro lado, según la naturaleza de los materiales usados ofrecían además otras ventajas tales como: opacidad a la luz solar, inhibición del desarrollo de malas hierbas, acumulación de calor durante el día y su liberación durante la noche, es un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas nocturnas, consecuentemente hay aumento del rendimiento y mayor precocidad de las cosechas, debido a que el cultivo no está expuesto a cambios bruscos entre la temperatura del día y la noche. (Bretones, 1989; Robledo y Martín, 1988)

4.2. Efectos y ventajas del acolchado de suelos con películas plásticas

El acolchado de suelos es una técnica que produce alteraciones en el microclima de los cultivos, influenciando notablemente diversos procesos que tienen lugar en el entorno aéreo y subterráneo, ya que alteran las relaciones agua-suelo-planta-atmosfera. El efecto del acolchado sobre el ambiente del suelo está relacionado directamente con parámetros físico-químicos del suelo, y microbiología del suelo, mientras que en la parte aérea, el acolchado actúa sobre el microclima que rodea la planta y los factores ambientales que tienen relación con el desarrollo de los principales procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas y organismos (Díaz y Lira, 1988)

Las películas de plástico proporcionan mayores ventajas que las conseguidas con materiales de origen vegetal o mineral e influyen notoriamente sobre: humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, además del control de maleza y protección de los frutos. Por lo tanto, en función de los efectos producidos por los acolchados plásticos se puede tener: incremento en los rendimientos, precocidad en las cosechas, producción de mayor calidad, reducción de riesgos a heladas, reducción de mano de obra y eficiencia en el uso de los recursos naturales e insumos (Robledo y Martín, 1988).

4.3. Factores que se modifican al utilizar acolchado plástico

4.3.1 Temperatura del suelo

La temperatura del suelo es uno de los principales factores que se ven modificados por la acción directa del acolchado de suelos, ésta influye directamente en diversas alteraciones del ambiente en que se desarrolla el cultivo, ya que de la energía almacenada como calor en el suelo dependerá la velocidad de los procesos fisiológicos más importantes para la planta como son: absorción de agua, traslocación de nutrimentos, respiración de la planta y producción de sustancias hormonales de crecimiento y desarrollo (Salisbury y Ross, 1969).

4.3.2. Humedad del suelo

Los acolchados controlan la evaporación debido a que son una barrera impermeable que no deja salir el vapor de agua y consecuentemente este elemento se mantiene más disponible para las plantas cultivadas. De igual manera, el plástico negro u opaco no deja desarrollar maleza en el suelo debido a que se evita el paso de luz, no habiendo consumo de agua por maleza, resultando ésto en un ahorro de este recurso y aumento en la productividad del cultivo (Mahrer et al ., 1984).

V.- MATERIALES PLÁSTICOS UTILIZADOS EN ACOLCHADO DE SUELO

Se puede decir que a nivel mundial el material más utilizado hoy en día en el acolchado de suelo es el polietileno. La causa de esta elección no es caprichosa, ni por causas técnicas justificadas, sino más bien por causas de tipo económico, debido a que su precio es inferior al de cualquier otro material plástico utilizado en la agricultura. Los tipos de películas, atendiendo a su coloración o pigmentación, que actualmente se utilizan para aplicación son: negro opaca, transparente, gris-humo, verde, marrón, blanca y metalizada. Cada uno de ellos posee una determinada característica que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos, por ello es necesario que el agricultor antes de utilizarlos sepa cual es el comportamiento de cada uno para que elija el mas adecuado de acuerdo a sus necesidades (Robledo y Martín, 1998).

5.1. Problemática del uso masivo de plásticos en la agricultura

Uno de los mayores problemas que origina el acolchado de suelos es el retiro de las películas del campo una vez terminado el ciclo del cultivo. Como estos plásticos están en su mayoría rotos y desperdigados por el suelo su recogida resulta muy costosa, por lo que el agricultor decide dejarlos en el campo para que se degraden poco a poco con el tiempo pero su destrucción es lenta. Esto provoca un problema de tipo mecánico principalmente al obstruir labores como siembra y escarda, etc., y de contaminación visual pero no de contaminación por residuos tóxicos (Robledo y Martín, 1988).

El empleo de plástico en la agricultura no siempre es ventajoso, ya que originan un problema ecológico, una vez que ha cumplido con su misión, pues la mayor parte de las veces queda abandonado en la misma tierra durante largos periodos de tiempo, produciendo principalmente contaminación del paisaje. El problema se agrava aún más en el cultivo con acolchado donde las áreas de aplicación pueden ser muy extensas y el plástico queda disperso o abandonado en la tierras haciéndose algunas veces imposible y otras antieconómicas su recogida y eliminación. La destrucción total de los plásticos es lenta, ya que mucho de este queda enterrado después de que se realizan las labores de cultivo y no vuelven a salir a la superficie hasta que no se prepara nuevamente la tierra y está expuesto de nuevo a las radiaciones solares, y debido también a que los plásticos son materiales no muy fácilmente degradables si no tienen inductores de la degradación (Acosta, 1979; Gilead, 1978; Robledo y Martín, 1988; Wilder, 1990).

5.2. Opciones para evitar la acumulación de residuos plásticos

5.2.1. Enterrado

Muchos agricultores entierran sus plásticos , sin embargo la cantidad de espacio de suelo disponible está limitada debido a que el uso de éste para el enterrado de los desechos plásticos está estrictamente regulado por leyes y por la percepción negativa del público a esta práctica. En adición a este problema, el volumen de los plásticos hace difícil su transportación al lugar de enterrado y los gastos se pueden elevar (Garthe and Kowal C-16 s/f)

5.2.2. Quemado en el campo

Otro método común para manejar los plásticos usados es quemarlos en el propio campo. Un problema con esta práctica es la posible liberación de sustancias tóxicas hacia el ambiente (Garthe and kowal C-16 s/f)

5.2.3. Incineración fuera del campo

La incineración se define como el proceso de reducción de los residuos combustibles a residuos inertes, mediante la combustión controlada a altas temperatura, con el consecuente desprendimiento de gases y residuos no combustibles o cenizas. A finales de los 80 y principio de los 90s, se dio a conocer el proceso de incineración, como una tecnología más para la eliminación de residuos, siendo esta capaz de lograr una reducción de los desechos en un 80 por ciento en peso y en un 90 por ciento en volumen (Sánchez et al., 1995).

5.2.4. Reciclado

Muchos productores y usuarios de plásticos para agricultura están abocados en el reciclado como la alternativa más deseable para deshacerse de los desechos plásticos. Una revisión de las posibilidades del reciclado reportan que en Finlandia, el mayor colector comercial de plásticos, va directamente a los campos a recoger el material, y entonces lo separa en tipos de material y por colores, los lava, los seca y luego los reprocesa en productos por medio de extrusor. Se reconoce que la

resina reprocessada no es de igual calidad que la resina virgen, pero arriba del 15 por ciento del material reciclado puede ser combinado con material virgen y fabricar productos aceptables para la agricultura y los plásticos moldeados por inyección pueden contener arriba del 50 por ciento de material reciclado (Hemphill, 1993).

Aunque la posibilidad para reciclar el plástico para acolchado se está incrementado, obstáculos significativos para el reciclado son los altos costos de la recolección y reprocessado, el alto nivel de contaminación, las variaciones estacionales en la cantidad de plástico desechado y la necesidad del mercado final. También puede ser difícil tener acceso a las compañías que puede aceptar el material usado para reciclarlo y la localización de las plantas que reciclan plásticos de acolchados (Garthe and Kowal, C-16 s/f).

VI.- RIEGO POR GOTEO

6.1. Generalidades

El riego por goteo llamado también riego de “ alta frecuencia “, permite tener grandes ahorros de agua, al evitar las grandes pérdidas de evaporación en el suelo ya que el “mojado” del mismo, es parcial y no total como en el sistema por aspersión y el riego por surco, además de evitar los grandes arrastres de agua por el desnivel del terreno y las pérdidas por percolación. Por lo general se usan caudales de dos a ocho litros/hora por gotero; las presiones son bajas variando de una a dos atmósferas (Rodríguez, 1992).

El riego por goteo es un componente importante en los sistemas de producción con plasticultura para obtener grandes beneficios. Puede esperarse del riego por goteo que reduzca el uso del agua en un tercio o a la mitad comparado con el riego por aspersión. Se puede además fertilizar doble o triple cultivo, en cultivos sucesivos a través del sistema de riego por goteo usando fertilizador proporcional. Esto permite grandes producciones por la inversión de plásticos y equipo de riego por goteo (Lamont, 1996).

6.2. Ventajas del riego por goteo

a) Incremento en la eficiencia de aplicación de fertilizante

- El fertilizante es distribuido mas uniformemente debido a que es inyectado en forma disuelta en el agua de riego. Cada planta regada recibe un volumen exacto junto con el agua de riego.
- Se logra una mejor penetración en el suelo dado que se puede dividir la dosis del fertilizante en muchas porciones, lo que incrementa la disponibilidad de los nutrimentos
- Se reducen las pérdidas de fertilizantes desde la superficie del suelo por volatilización de nitrógeno.
- Existe la posibilidad de ajustar la fertilización a las distintas fases del ciclo de crecimiento del cultivo, como el vegetativo, floración y cuajado etc.
- La fertigación permite aplicar los nutrimentos según los requerimientos del cultivo con la posibilidad de cambiar la relaciones entre los mismos durante el ciclo del cultivo.

b) Control y dosificación

- Los volúmenes exactos de fertilizante aplicado pueden ser regulados de tal manera que pueden ser inyectados al sistema por medio de sistemas de control automáticos según programas preestablecido.
- La posibilidad de controlar en forma total el proceso, permite la aplicación de

micronutrientes a través del sistema de riego. Estos son productos caros y la posibilidad de aplicarlos en pequeñas dosis durante un periodo de tiempo extenso, incrementa su disponibilidad en forma significativa eliminando en muchos casos su aplicación foliar.

c) Control de profundidad y tiempo de aplicación

- Las aplicaciones frecuentes y en dosis bajas evitan la percolación.
- Se evitan las pérdidas producidas por lluvias y frecuentes riegos que lavan los nutrientes por debajo de la zona radical. Existen casos en los que es necesario aplicar el fertilizante hacia el final del turno de riego, por ejemplo urea, con el fin de evitar su lavado por debajo del sistema radical.
- La fertirrigación permite el mantenimiento de un nivel nutritivo apropiado en suelos de baja fertilidad, con baja capacidad de retención de nutrientes, lo que permite cultivar suelos marginales.

d) Comodidad y ahorro de trabajo

- La operación de los accesorios es rápida y cómoda.
- Se ahorra en mano de obra y combustible. Se evita la compactación del suelo y el daño a las plantas.

e) Posibilidad de usar fertilizantes líquidos

- Se evita el uso de grandes bolsas, disolución, filtración, etc.
- El uso de soluciones fertilizantes compuestas en una sola formulación está en constante incremento. En las mismas aparecen todos los nutrimentos que la planta requiere. Estas formulaciones son preparadas en fabrica, y son más concentradas que las que puede preparar el productor disolviendo fertilizantes sólidos en el campo.

f) Evita la necesidad de dispersar el fertilizante

- La distribución manual es complicada e inexacta. La distribución mecánica es cara y a veces dañina para el suelo debido a su compactación.

g) Deterioro de la calidad de las aguas subterráneas

- En los últimos años la calidad de las aguas subterráneas se esta deteriorando debido al uso intensivo de productos químicos. El incremento en la conciencia colectiva de la importancia de la conservación de las aguas subterráneas enfatiza la necesidad de aumentar la eficiencia de aplicación de los fertilizantes, con el objetivo de evitar la contaminación de éstas aguas. Esto puede ser logrado por medio del fertirriego, que posibilita un control más exacto de aplicación evitando que se contaminen las aguas subterráneas.

h) Aplicaciones adicionales

- La posibilidad de aplicar una gran variedad de productos químicos a través del

sistema de riego constituye una de las grandes ventajas del método. Por ejemplo, el uso del ácido clorhídrico que se usa para disolver los precipitados en el riego por goteo, herbicidas, pesticidas, etc.

6.3. Limitaciones del riego por goteo

a) Toxicidad

- Muchos sistemas de riego están ligados al suministro de agua potable.
- El agua que contiene productos químicos no puede ser bebida. Paralelamente debe existir una fuente de agua potable, no para beber solamente sino para la preparación de pesticidas, etc.

b) Contaminación de aguas subterráneas

- Lo que fue mencionado como una ventaja, puede constituirse en una limitación si no se riega en forma exacta con el debido monitoreo, ya que los distintos productos químicos aplicados en el agua de riego pueden llegar a las aguas subterráneas de no ser aplicados en forma exacta.

c) Adaptación de fertilizantes

- La fertigación se adapta a fertilizantes solubles o líquidos solamente. Los fertilizantes que no son completamente solubles en agua y que son muy difundidos

no son aplicables por el fertirriego.

d) Peligro de corrosión

- Todos los componentes del sistema que entran en contacto con los materiales inyectados deben ser resistentes para reducir la corrosión al mínimo.

e) Interacción entre los productos inyectados y el agua de riego

- Todos los materiales inyectados deben ser evaluados para determinar si reaccionan con el agua de riego. Las fuentes de cloruro que comúnmente se utilizan en los sistemas de micro-riego son oxidantes provocando la precipitación de carbonatos de calcio y magnesio, óxidos de hierros (herrumbre), etc. fertilizantes como el fósforo, el super-fosfato y el fosfato de calcio amoniacal puede causar reacciones similares o reacciones entre ellos.

- Existen varios fertilizantes que elevan el pH del agua, incrementando el peligro de precipitación.

f) Requerimientos de seguridad

- Muchos fertilizantes presentan una fuerte reacción ácida, ésto exige que se deban tomar medidas de seguridad en su manejo (Nathan, 1997).

g) Elevado costo inicial

- Se requieren muchos accesorios para poder llevar acabo el fertirriego, lo que eleva el costo inicial (Nathan, 1997).

El tiempo de riego y la lámina deben ser determinados en forma científica. Si se aplican más agua de lo que la zona radicular puede retener, no solamente su uso es ineficiente si no que se producirá un lavado de nutrimentos y productos químicos móviles por debajo de la zona radical.

Esto tiene un efecto negativo doble, por un lado se desperdician productos químicos de valor, y por otro se incrementa el potencial contaminación de las aguas subterráneas.

Las aplicaciones deben ser planeadas según el plan de riego y no viceversa. Estas deben ser llevadas a cabo según los requerimientos del cultivo y no según un programa pre-establecido. Es necesario saber la lámina y duración del riego, ambos fundamentales para operar y calibrar el equipo de quimigación.

El agricultor recibe las recomendaciones de fertilización en forma de tablas, resultados de laboratorios de análisis foliar, de suelo y otras partes de la planta. Los datos se suministran en diferentes formas: peso o volumen del fertilizante a aplicar, cantidad de nutrimentos y concentraciones en el agua de riego relación, agua nutrimento etc.

6.4. Calibración de un sistema de riego por goteo

Se requiere realizar lo siguiente

- Determinar el área a ser tratada o el número de plantas por operación
- Determinar el volumen de solución a ser aplicado por unidad de terreno
- Calcular el volumen total de solución a ser aplicado
- Determinar la duración de la inyección en horas. Esta estará determinada por los siguientes factores: tiempo de riego, tasa de precipitación del sistema tiempo de transito desde el punto de inyección hasta la zona tratada y el volumen de solución a ser aplicada (Nathan, 1997).

6.5. Precauciones que se deben tener cuando el agua proviene de pozos profundos, ríos y lagunas

El suministro de agua para riego por goteo puede proceder de pozos, estanques, lagos, líneas municipales o excavaciones.

Las fuentes de agua de pozo profundo por lo general son limpias y requieren únicamente de una pantalla o filtro de disco para remover partículas o precipitados u otros contaminantes en el agua que pueden ser determinados por una prueba de calidad de agua antes de la instalación del sistema de goteo. Las fuentes municipales generalmente proporcionan documentación de pruebas de calidad de agua haciendo más fácil la localización de problemas potenciales.

El agua superficial como son arroyos, estanques o ríos podrían contener

bacterias, algas u otros organismos de vida acuática. Consecuentemente, el uso de filtros de arena en agua superficial es absolutamente necesario; los filtros de arena son por lo general, más costosos que los filtros de pantalla.

VII.- ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

El acolchado en el cultivo de tomate modifica la temperatura del suelo conserva la humedad al reducir la evaporación, refleja la energía radiante alrededor de la planta, mantiene buena estructura y aireación del suelo, reduce los problemas de sales y controla la maleza según el color y opacidad del plástico que se utilice (Lamont, 1993).

Investigaciones realizadas con diferentes tipos de acolchados han mostrado claramente que el plástico transparente incrementa de una manera muy marcada la temperatura del suelo, especialmente en el estrato de 0 a 10 cm de profundidad, aunque con este plástico se modificó la temperatura hasta profundidades de 30 cm, mientras que con plástico negro hay menor calentamiento del suelo y con plásticos aluminizados o blancos ocurre un enfriamiento de este. En el caso de suelos cubiertos con plásticos transparentes se tuvieron incrementos de temperatura desde 5 hasta 13 grados centígrados en relación con el suelo desnudo , de 3 a 5 grados centígrados con plástico negro y al usar plásticos aluminizados se tuvieron alrededor de 10 grados menos que con plástico transparente (Baruch y Abraham, 1983; Katan et al ., 1976; Robledo y Martín, 1988).

El rendimiento del melón en fecha temprana, utilizando un plástico transparente fue el doble que con plástico negro y cuatro veces que el rendimiento en suelo desnudo, y esto es en parte debido a las ganancias de temperatura que se

obtienen con los diferentes tipos de plásticos (Taber, 1993).

Sin embargo, para fechas tardías cuando las temperaturas llegan a ser mucho más elevadas en los acolchados transparentes que en los negros, los mayores rendimientos en el cultivo de melón se obtienen en los acolchados negros, y esto se debe a que en los acolchados transparentes las temperaturas alcanzadas sobre todo en los primeros 15 cm de profundidad provocan daños por quemaduras en las plántulas afectando su posterior desarrollo (Quezada y García , 1994).

Un estudio para determinar la economía en la producción de melón en Alabama, usando acolchado con plástico negro y en suelo desnudo, y usando método de transplante, concluyeron que los rendimientos más altos se obtuvieron en los tratamientos con acolchado, los rangos de los incrementos fueron de 105 a 160 por ciento sobre el testigo, con un 39 a 73 por ciento del total de la producción durante las dos primeras semanas del periodo de cosecha, generando con esto los recursos para cubrir los costos totales de producción para el cultivo del melón. Las ganancias netas de los tratamientos con acolchado fueron significativamente más altas en relación al testigo, con incrementos en un rango de 117 a 183 por ciento (Brown y Glover, 1987).

Se ha comprobado que el plástico actúa como barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, y evita que los frutos estén en contacto directo con el suelo, obteniéndose así excelente calidad y buena presentación comercial (Brown y Glover, 1987).

El primer tipo de película que se utilizó fue el negro opaco, poniendo de manifiesto que no dejaba crecer la mala hierba por debajo, al no poder realizarse la fotosíntesis, ya que impide el paso de las radiaciones visibles. Posteriormente se llevaron pruebas con películas transparentes, dando lugar a la obtención de cosechas precoces; se observó que favorecía el crecimiento de mala hierba como consecuencia del calentamiento y su transparencia a las radiaciones solares. Mas tarde se hicieron ensayos, con el fin de encontrar que impidiera el crecimiento de las malezas y a la vez produjera cosechas precoces, por lo tanto se ensayaron una serie de películas de tonalidades gris humo que por ser de característica intermedia a la transparente y negra opaco daba lugar a efectos intermedios. Ultimamente se han realizado otros ensayos con películas de tonalidades verdes, marrones y metalizadas, que han dado buenos resultados y que han disminuido en alguna medida las desventajas que ocasionaba la utilización de las películas negras y transparentes, además las películas metalizadas tienen la ventaja de reflejar la luz recibida e impedir el paso de esta a través de ella dado que su cara interna es de color negro opaco lo cual impide el crecimiento de maleza (Robledo y Martín, 1988).

Se han encontrado que en el cultivo del tomate con acolchado plástico rojo se tuvo un incremento del 20 por ciento respecto al acolchado negro, mientras que en el cultivo de la papa los mejores rendimientos fueron con plástico blanco, incrementándose en un 25 por ciento comparado con películas de color rojo, azul, amarillo y con suelo desnudo (Kasperbauer y Hunt, 1988).

Estudios desarrollados en el cultivo de melón en la Comarca Lagunera (Martínez, 1985), en donde se aplicaron diferentes volúmenes de riego con acolchado

plástico negro y sin acolchado, se observó claramente que las plantas sujetas al tratamiento en donde se acolchó la canaleta de riego estuvieron siempre bajo condiciones de mayor humedad en el suelo; este comportamiento se mantuvo durante los cinco meses en que se realizaron muestras periódicas de la humedad del suelo en el perfil 0-30 cm, que es donde se localizaron la mayor cantidad de raíces en este cultivo. Esta disponibilidad de agua para la planta se asoció con una mayor producción de follaje y un mayor rendimiento de frutos.

En estudios realizados en el campo experimental de Caborca en el cultivo de olivo bajo condiciones de riego por gravedad, riego por goteo y microaspersión, se observó que el riego por gravedad afectó significativamente el rendimiento, de tal modo que el tratamiento con 40 % de humedad aprovechable (HA) produjo 22.7 kg/árbol de olivo siendo mas del 100 % superior al testigo. También se observó que al final de la melga en donde el agua se acumulaba debido a la pendiente, los árboles rindieron mucho; sin embargo estos árboles no se incluyeron en el análisis por considerarse efecto de orilla. (Fimbres, et al y Navarro).

En relación al número de riegos y a la lámina total aplicada en el tratamiento del 40 % HA y el testigo, estos fueron de 21 riegos (40 % HA) y 13 riegos para el testigo y de 239.81cm y 201.66 cm de lamina total aplicada respectivamente. En el caso de riego por goteo y microaspersión, se evaluaron aspectos de altura de la planta y la lámina de agua aplicada. Los resultados indicaron que, la altura de la planta fue similar, sin embargo se tuvo diferencia en la lamina de riego aplicada para

cada uno de los tratamientos, de tal forma que 50 % ET tuvo una lámina de 24.66 cm mientras que el 100 % tuvo una lámina aplicada de 43.97 cm. (Fimbres, 1997)

Un estudio realizado en espárrago muestra que es un cultivo que requiere una lámina total aplicada muy alta, el tratamiento del 40 % de HA fue el que rindió más pero también fue el de mayor lámina de agua aplicada con 574.95 cm. Debido a esto y a que el espárrago requiere demasiada agua, las nuevas plantaciones tendrán que ser bajo riego por goteo en la región de Caborca (Fimbres et al Ruiz, 1997).

Un estudio realizado con tres tratamientos de evapotranspiración estimada en un tanque evaporímetro: 50 %, 70 % y 100 % de ET, indicaron que hubo diferencias importantes en rendimiento, donde el tratamiento de 100 % de evapotranspiración (ET) con un coeficiente $K=0.60$ y una lámina de agua total de aplicada de 77.3 cm fue el de mayor rendimiento con 6.20 ton/ha. (Grijalva y Hernández, 1995).

7.1. Fotosíntesis y crecimiento

La eficiencia fotosintética de una planta con respecto a otra, de una comunidad de plantas o bien para comparar el comportamiento de diferentes variedades cultivadas bajo las mismas condiciones ambientales. Mediante esta técnica concluyeron que la producción de materia seca dependía más de la tasa de expansión foliar que de la tasa de asimilación neta. (Heat y Gregory, 1938).

En estudios realizados reportó que la tasa de producción de materia seca y el índice de área foliar se asociaron positivamente hasta un cierto límite, después del cual nuevos incrementos en área foliar solo son negativos para la acumulación de materia seca. (Watson, 1958).

Estudios señalan que la diferencia en rendimientos entre cultivares de algodón se deben más a la capacidad asimilatoria de sus órganos reproductivos que a su capacidad fotosintética. (Hearn, 1969).

El autor señala que la mayor capacidad rendidora de los cultivares modernos se debe a que envían mas carbohidratos hacia los órganos reproductivos que hacia los vegetativos, así como a la presencia de un mayor número de órganos fructíferos en la época en que el área foliar se encuentra a su máximo nivel. (Meredith, 1984).

En estudios realizados concluyeron que la variedad " Laguna 89 " y " Delta pine 80 " acumulan la misma cantidad de materia seca total por planta. Sin embargo " Laguna 89 " envía una mayor cantidad de carbohidratos hacia los órganos fructíferos y una menor cantidad hacia los órganos vegetativos que el cultivar testigo. (Palomo Et al, 1994).

La productividad del cultivo del maíz se puede medir en peso de materia seca total producida por unidad de área por día ($g/m^2/día$). El sistema de producción de maíz en el ámbito regional se caracteriza por realizarse en surcos sencillos a 76 cm de ancho y densidades de poblaciones de 52,000 y 80,000 plantas por hectárea para

maíz grano y forraje respectivamente. Bajo este sistema de explotación se tiene niveles de productividad de 7.5 g/m²/día y 16.6 g/m²/día. Los valores de productividad anteriores del cultivo del maíz son inferiores a los valores teóricos reportados para el cultivo ya que se han reportados 71 g/m²/día para la productividad primaria evaluada como la absorción y utilización de la energía solar, que corresponden al 12 % de eficiencia de conversión de la radiación fotosintéticamente activa (ECRPA) y que es el valor teórico posible de la eficiencia de utilización de la luz, (Loomis y Williams, 1963).

Se puede observar que no hubo diferencia significativa en la variable materia seca total (MST) por el efecto de genotipo. Los resultados anteriores no coinciden con los resultados por Cox (1996), Graybill et al. (1991) y Cox et al. (1994) quienes si encontraron diferencias altamente significativa para esta variable por el efecto del genotipo. De lo anterior se deduce que los genotipo pueden variar o no en cuanto a producción de MST dependiendo de sus características. (Ogaz, 1997).

Encontró que datos de producción de materia seca obtenidos en las etapas iniciales muestran una ganancia en producción de materia seca para las mas altas densidades sobre las mas bajas observándose que para los días julianos 210, 241 y 266 que corresponden a los 25, 57 y 82 días después de la siembra se encontraron valores de 22.37 y 66.56, 645.84 y 965.77 y 1410 y 1726 gramos por metro cuadrado para las densidades de 7.21 y 13.66 respectivamente (Ogaz, 1997).

Se observó de los valores de índice de área foliar (IAF) obtenidos por las densidades altas en comparación con las bajas se puede inferir que las primeras tuvieron mayor cantidad de asimilados fotosintéticos debido a la cantidad de área foliar sin embargo se podría esperar lo contrario debido a una menor eficiencia fotosintética de área foliar de las altas densidades debido principalmente a un sombreado mutuo entre las hojas del maíz y por consiguiente menor cantidad de radiación solar captada por cada centímetro de área foliar verde. En este estudio también se puede observar que las densidades más bajas mantuvieron su índice de área foliar máximo por mas tiempo que las densidades altas (Ogaz, 1997).

VIII.- MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los meridianos 102° y los $104^{\circ} 40'$ de longitud oeste y los paralelos $24^{\circ} 30'$ y los 27° de latitud norte. Tiene una altura de 1120 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra limitada al oeste y sur por la Sierra Madre oriental y hacia el este y norte por los bolsones de Mapimí y sierras aisladas; comprende 15 municipios, los cuales son por el Estado de Coahuila: Torreón, San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero, Matamoros y Viesca y por el Estado de Durango comprende: Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe.

8.2. Características Climáticas.

De acuerdo a la clasificación de Koeppen modificado por García, el clima es seco desértico o estepado cálido, con régimen de lluvias en verano e inviernos frescos. El promedio de la precipitación pluvial es de 258 mm anuales. La temperatura media anual es de 21° C con rangos de 33.7° C máxima y 7.5° C mínima. Las heladas se presentan de Noviembre a Marzo, ocasionalmente en Octubre y Abril; la mayor incidencia de granizo ocurre en Mayo y Junio con un promedio de regional de 1.3 granizadas por año. La evaporación media total es de aproximadamente 2,000 mm anuales, lo que hace una relación

precipitación/evaporación de 1:10.

La humedad relativa de la región varía según la estación del año, y el promedio es de primavera 31.3 %, verano 46.2 %, otoño e invierno 44.3 %.

8.3. Fuente de abastecimiento de agua.

La fuente de abastecimiento de agua rodada proviene de las presas Lázaro Cárdenas y de la derivadora Francisco Zarco, que para el ciclo primavera verano 1997 – 97 contribuyeron con 1350 millones de metros cúbicos y la fuente subterránea aportó 1252 millones de metros cúbicos para el mismo año.

8.4. Tipo de suelos de La Comarca Lagunera.

Los suelos de la Comarca Lagunera están comprendidos dentro del grupo Sierozem, de acuerdo a la clasificación de la FAO. Los suelos de este grupo son de color café grisáceo, de bajo contenido de materia orgánica, con horizontes de acumulación de yeso y cal cerca de la superficie y con tendencia a acumular sales de sodio.

Se reconocen en la región once series de suelo, que deriva su nombre de la localidad donde por primera vez se encontraron, dichas series de mayor importancia son: Coyote, San Ignacio, San Pedro, Concordia y Santiago. La serie Coyote es de mayor importancia en la región, tanto por la superficie que cubre (98,218 ha), como por sus características físico – químicas. Las condiciones físicas que caracterizan a

estas series son: suelos profundos, permeables, con buen drenaje natural, alta capacidad de retención de humedad y pocos agrietamientos; presenta una fertilidad media, pobres en materia orgánica y nitrógeno.

8.5. Lugar donde se realizó el estudio

El presente estudio se realizó en terrenos del Campo Experimental de la Laguna ubicado en Matamoros, coah., en el Ciclo Primavera – Verano (P-V) en 1998. Se utilizó acolchado plástico y riego por cintilla. Se utilizaron tres sistemas de siembra con una superficie de 5000 m² para cada uno de ellos:

1.- Tomate sembrado a una hilera y piso en camas de 1.60 m con separación de plantas a 30 cm en una superficie de 0.5 ha, utilizando el híbrido Yaqui con acolchado plástico y riego por cintilla (18,500 pl/ha).

2.- Tomate sembrado a doble hilera y piso con camas de 1.80 m con distancia entre plantas de 30 cm en una superficie de 0.5 ha, utilizándose el híbrido Roger 4764 con acolchado plástico y riego por cintilla (37,000 pl/ha).

3.- Tomate sembrado a una hilera con espaldera (envarado) en camas de 1.60 m a distancia entre plantas de 30 cm en una superficie de 0.5 ha, utilizando el híbrido Brixy con acolchado plástico y cintilla

8.6. Fertilización

La fertilización para los tres sistemas fue de 200, 100 y 100 unidades de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente. Antes del transplante se aplicó al suelo la mitad del fósforo incorporándolo al suelo y el resto del fertilizante se aplicó a través del sistema de riego con una dosis semanal de 10 kg. de nitrógeno y 5 de fósforo y potasio a partir del inicio de floración. Los productos para proporcionar el nitrógeno, fósforo y potasio fueron: urea, ácido fosfórico y nitrato de potasio respectivamente.

8.7. Producción de plántula

La plántula se produjo en invernadero en bandejas de 200 cavidades; la siembra se realizó el ocho de Febrero y el transplante se realizó durante la primera semana de Abril.

Diseño experimental

El diseño experimental que se hizo fue parcelas apareadas, con tres sistemas de siembra y 10 repeticiones.

S1 = Tomate sembrado en hilera sencilla, se utilizó el híbrido Yaqui

S2 = Tomate sembrado en hilera sencilla mas envarado, se utilizó el híbrido Brix

S3 = Tomate sembrado a doble hilera, se utilizó el híbrido Roger

IX.- VARIABLES EVALUADAS:

Agua aplicada a cada método de producción.

Para determinar el volumen de agua a aplicar se utilizó la fórmula.

$$ET_c = ET_p \times K_c$$

ET_c = Evapotranspiración o uso de agua por el cultivo (cm).

ET_p = Evapotranspiración potencial (cm).

K_c = Coeficiente de cultivo.

La evapotranspiración potencial se determinó en un tanque evaporímetro clase " A " .Los valores de K_c deben ser obtenidos de la experimentación y dependen principalmente del crecimiento y desarrollo que la planta de tomate alcance en la región donde se está cultivando y es por esta razón que su valor varía día a día.

Para determinar la lámina bajo condiciones de riego por goteo se utilizó la siguiente fórmula.

$$Q_{\text{Metro}} = Q_{\text{salida}} \times N^{\circ} \text{ Salida/m}$$

$$Q_{\text{Cintilla}} = Q_{\text{Metro}} \times \text{Longitud de la cintilla}$$

$$Q_{\text{Total}} = Q_{\text{Cintilla}} \times N^{\circ} \text{ de cintillas}$$

$$Q_{\text{Total}} (M^3)$$

$$\text{Lámina de riego (m)} = \frac{\text{-----}}{\text{Área del Terreno (M}^2\text{)}}$$

Donde

Los emisores estuvieron colocados a una distancia de 20 cm entre ellos, con un gasto de 0.6 lts/hora/salida, lo cual equivale a un gasto de 3.0 lts/hora/1 metro.

$Q_{\text{Cintilla}} = 0.6$ Al gasto por litros/hora/salida

Longitud de la cintilla o largo del lote = 70 m

Número de cintillas o número de camas = 31

Área del terreno = 5000 m²

- **Número de frutos por planta**
- **Producción y distribución de materia seca**

Para obtener la dinámica de producción de materia seca total así como la de los diferentes componentes de la planta como son tallos, hojas, ramas, flores y frutos, semanalmente se realizaron muestreos en el campo. Durante los primeros tres muestreos se muestrearon cinco plantas y el resto del ciclo tres plantas; las muestras se llevaron al laboratorio para separar los componentes ya mencionados. Después se introdujeron a una estufa de aire forzado a una temperatura de 65 – 70 °C por un periodo de 72 horas, después de esto se pesó y obtuvo el peso seco total por componente.

Para la estimación de materia seca en el cultivo del tomate los datos fueron ajustados al modelo logístico (Rodríguez, 1989) cuya ecuación es la siguiente.

$$Y = \frac{K}{1 + e^{-(a+bX)}}$$

Donde

Y = Acumulación de materia seca (g)

K = Valor máximo de materia seca

a = Intersección en el eje de la Y

b = Constante de acumulación de materia seca

X = Días Julianos

e = Base del Logaritmo natural (2.7183)

- **Rendimiento y calidad**

Para la evaluación de rendimiento y calidad se consideró una parcela útil de una cama o surco de 1.60 o 1.80 m de ancho, por 10 m de largo.

Para el rendimiento se cosecharon todos los frutos y se pesaron para luego determinar el rendimiento total en cada uno de los cortes; para calidad se tomó una muestra representativa de lo cosechado y se midió con un vernier la sección longitudinal y transversal del fruto, con el refractómetro se midieron los grados brix colocando una gota de jugo en la lente y se tomó la lectura correspondiente

X.- RESULTADOS

Volumen de agua aplicado en cada uno de los métodos de producción.

Para esta variable se consideró la duración de riego, es decir cuantas horas se dejó el riego al cultivo, posteriormente se sumaron todas las horas de riego, para obtener el número total de horas aplicadas, siendo estas de 336.9, 336.9 y 376 para los tres sistemas de producción, en los híbridos Yaqui, Brixy y Roger respectivamente. Finalmente en el gasto de los emisores los cuales estuvieron colocados a una distancia de 20 cm entre ellos se consideró un gasto de 0.6 lts/hora/salida, lo cual equivale a un gasto de 3.0 lts/hora/1 metro. El volumen o lamina de riego aplicada en el lote fue la siguiente:

El volumen o lámina de riego aplicada en el lote fue la siguiente

$$= 210 \text{ lts/hora/70m}$$

$$210 \times 32 = 6720 \text{ lts/hora/lote}$$

$$6720 \times 376 = 2526720 \text{ lts/ciclo/lote}$$

$$2526 \text{ m}^3$$

$$\frac{2526 \text{ m}^3}{5000 \text{ m}^2} = 0.5052 \text{ m} \times 100 = 50.52 \text{ cm para Roger}$$

Este procedimiento se utilizó para los otros dos sistemas

La lámina de riego en los tres sistemas de producción para los híbridos Roger, Yaqui y Brixy fue de 43.86, 45.42 y 50.52 cm respectivamente. Bajo condiciones de riego superficial la lámina de riego para el cultivo de tomate es 1.40 cm, comparando los sistemas de riego se tiene que bajo condiciones de riego por goteo un ahorro de 65 %.

En el cuadro 1 se muestra el rendimiento total en los tres sistemas de producción en ton/ha y cajas/ha. En los híbridos Yaqui y Brixy se realizaron ocho cortes y en Roger 4764 fueron 10. Se puede observar que el rendimiento más alto correspondió al sistema de siembra de dos hileras, siendo éste de 94.0 ton/ha, lo cual equivale a 4700 caja/ha. Este rendimiento fue superior al obtenido con Yaqui y Brixy con una sola hilera de plantas, los cuales produjeron rendimientos de 51.9 y 45.7 ton/ha respectivamente , lo que equivale a 2595 y 2285 cajas/ha para cada uno de los híbridos mencionados. No obstante, los resultados obtenidos en estos dos híbridos duplican el rendimiento medio regional que es de 25 ton/ha; en el caso del híbrido Roger 4764 el rendimiento se cuadruplica.

Cuadro 1 Rendimiento de tres sistemas de producción de tomate. CELALA,
Matamoros, Coah. 1998

Sistema de producción	Ton/ha	Cajas/ha
Hilera sencilla (Yaqui)	51.9	2595
Hilera sencilla mas envarado (Brixy)	45.7	2285
Hilera doble (Roger)	94.0	4700

En el cuadro 2 se presentan el número de frutos por planta para los tres sistemas producción. Se encontró que el híbrido Roger 4764 produjo 70 frutos, valor superior al producido por los híbridos Yaqui y Brixy, los cuales produjeron 50 y 49 frutos respectivamente.

El peso total de fruto por planta es similar para los tres sistemas de producción con valores de 3.78, 3.41 y 3.78 kg/planta para Yaqui, Brixy y Roger 4764 respectivamente. Es pertinente comentar que a pesar de que el sistema de doble hilera tenía el doble de plantas/ha (35 700), la producción de frutos por planta no disminuyó con respecto a los sistemas de siembra de una sola hilera.

El peso de fruto para hilera sencilla, tanto con el híbrido Yaqui como con Brixy fue superior al obtenido en el sistema de siembra en doble hilera donde se utilizó Roger 4764 con valores de 66.0, 65.6 y 54.9 respectivamente.

Cuadro 2 Número de frutos/planta, peso de fruto/planta y peso promedio del fruto, en tres sistemas de producción de tomate. CELALA, Matamoros, Coah. 1998.

Sistema de producción	Número de frutos/planta	Peso de fruto/planta en (Kg)	Peso promedio de fruto en (g)
Hilera sencilla (Yaqui)	50.3	3.78	66.0
Hilera sencilla mas envarado (Brixy)	48.8	3.41	65.6
Hilera doble (Roger)	70.5	3.78	54.9

En el cuadro 3 se presenta el largo y ancho de fruto. Es importante mencionar que las diferencias en el peso promedio del fruto fueron debidas a que en los híbridos Yaqui y Brixy, el largo del fruto fue superior al obtenido en Roger 4764. En relación con el ancho del fruto no se obtuvieron diferencias en los tres híbridos.

Cuadro 3 Largo y ancho del fruto en tres sistemas de producción de tomate.CELALA, Matamoros, Coah. 1998.

Sistema de producción	Largo de fruto (cm)	Ancho de fruto (cm)
Hilera sencilla (Yaqui)	5.94	4.27
Hilera sencilla mas envarado (Brixy)	5.74	4.49
Hilera doble (Roger)	4.97	4.27

En el cuadro No. 4 se presentan las medias de producción por corte se aprecia que la mayor producción en el sistema de hilera sencilla en Yaqui se obtuvo en los cortes 2, 1 y 3, con medias de 1184.0601, 1155.9301 y 972.3300 respectivamente, así mismo se observa que el rendimiento en el resto de los cortes que se hicieron se mantuvo estable en el híbrido Yaqui. Con respecto al híbrido Brixy, los cortes que produjeron mas fueron 1, 4 con medias de 989.5710 y 845.3570 respectivamente. Posteriormente las medias se dividieron en tres estratos, aquí se observa como la producción fue disminuyendo. Finalmente en el híbrido Rogers la mayor producción se obtuvo en el corte 6 con una media de 855.1300, así mismo se observa que los cortes fueron irregulares en rendimiento.

Cuadro 4 Medias de producción por corte en tres sistemas de producción.

Sistema de producción Hilera sencilla (Híbrido Yaqui)		Sistema de producción Hilera sencilla mas envarado (Híbrido Brixy)		Sistema de producción Hilera doble (Híbrido Brixy)	
Cortes	Medias	Cortes	Medias	Cortes	Medias
2	1184.0601 A	1	989.5710 A	6	855.1300 A
1	1155.9301 A	4	845.3570 A	4	614.4600 B
3	972.3300 A	3	551.7140 B	5	501.3900 BC
4	331.7600 B	2	532.0000 B	2	452.8500 BCD
5	155.2500 B	5	358.7690 BC	3	426.5700 CDE
7	76.6600 B	6	203.3070 CD	8	370.2100 CDE
8	74.6600 B	8	137.5000 D	1	296.3300 DE
6	50.3700 B	7	104.3630 D	7	268.0600 EF
				9	95.4100 FG
				10	59.0000 G
NS = 0.05		NS = 0.05		NS = 0.05	
C.V = 72.369865 %		C.V. = 59.958225 %		C.V. = 56.509140 %	
DMS = 350.4352		DMS = 213.2072		DMS = 173.1241	

Para la estimación de materia seca, los datos ajustados al modelo logístico (Rodríguez, 1989) mostraron lo siguiente.

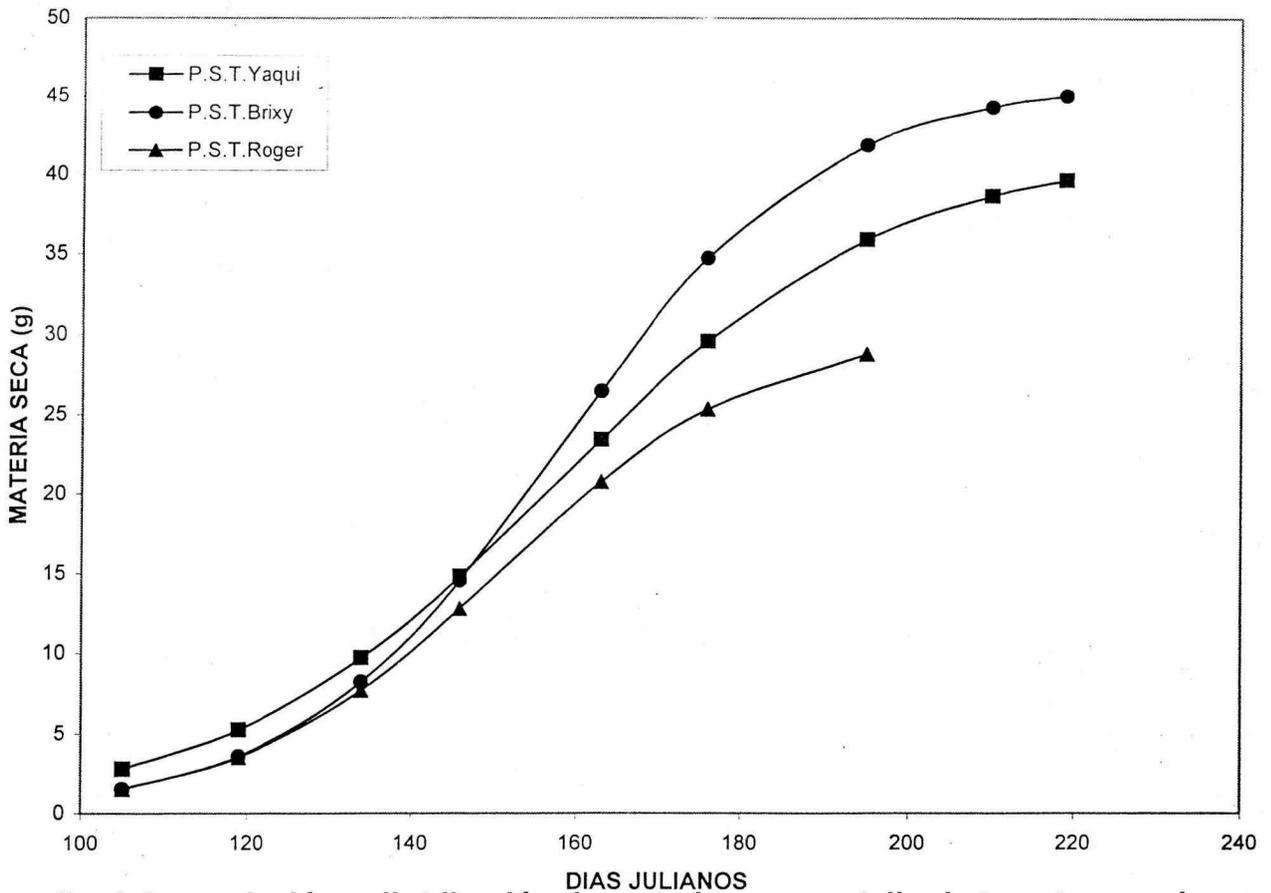


fig. 1 Acumulación y distribución de materia seca en tallo de tomate, para los sistemas de producción.

La acumulación de materia seca en tallo se inició a los 105 días julianos (D.J.) con pesos iniciales de 2.7, 1.5 y 1.5 para los híbridos Yaqui, Bixy y Roger, mismas que alcanzaron su máxima acumulación a los 195 y 219 D,J, con pesos de 39.6, (Bixy), 45.02 (Yaqui) y 28.7 g. (Roger). Del 100 % de la acumulación de materia seca total, el tallo asimiló el 2.9, 2.5 y 2.2 % en los híbridos Rogers, Bixy y Yaqui.

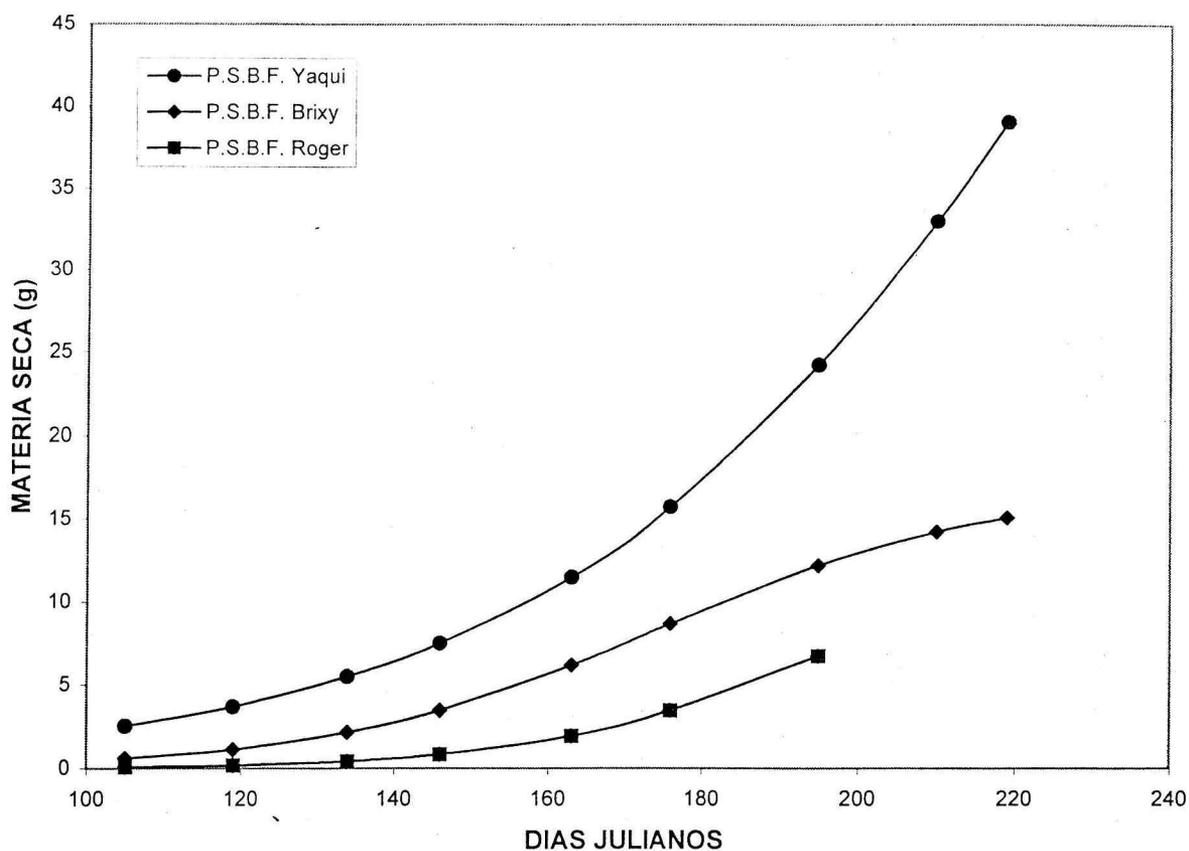


Fig. 2 Acumulación y distribución de materia seca en botones florales en tomate, para los tres sistemas de producción.

La acumulación de materia seca en botones florales se inició a los 105 D.J. con pesos iniciales de 2.5, 0.6 y 0.08 g, para los híbridos Yaqui, Brixy y Rogers, mismas que alcanzaron su máxima acumulación a los 195 y 219 D,J, con pesos de 39, 15 y 6.7 g respectivamente. En botones florales, la planta asimiló el 2.2, 0.8 y 0.9 % en los tres sistemas de producción Yaqui, Brixy y Rogers .

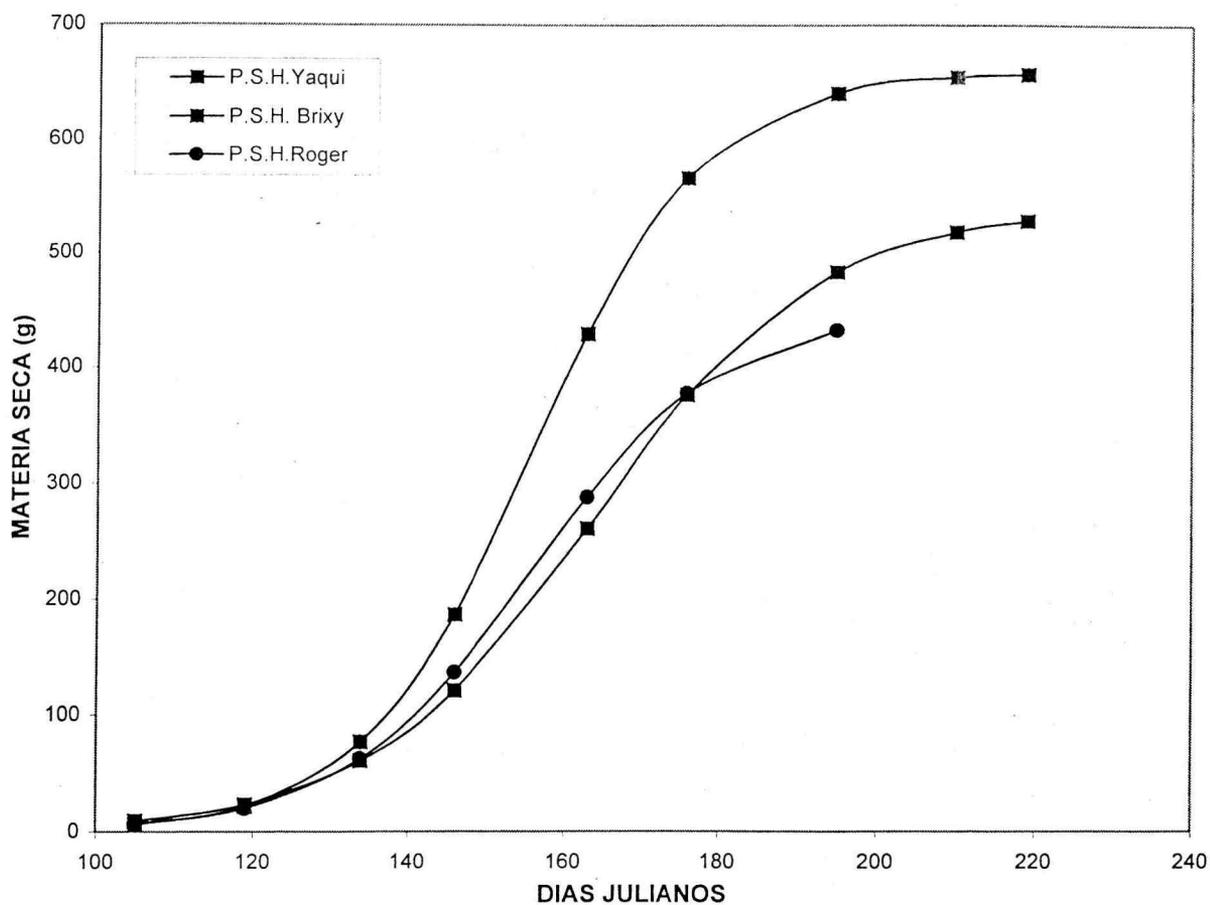


Fig. 3 Acumulacion y distribución de materia seca en hojas de tomate, para los tres sistemas de producción.

La acumulación de materia seca en hojas se inició a los 105 D.J. con pesos iniciales de 9.08, 6.19 y 6.5 g para los híbridos Yaqui, Brixly y Roger, misma que alcanzaron su máxima acumulación a los 195 y 219 D.J. con pesos de 528, 657 y 432 g. Del 100% de la acumulación de materia seca total, en hojas la planta asimiló el 43.82, 53 y 29.4 % para los tres híbridos Rogers, Brixly y Yaqui.

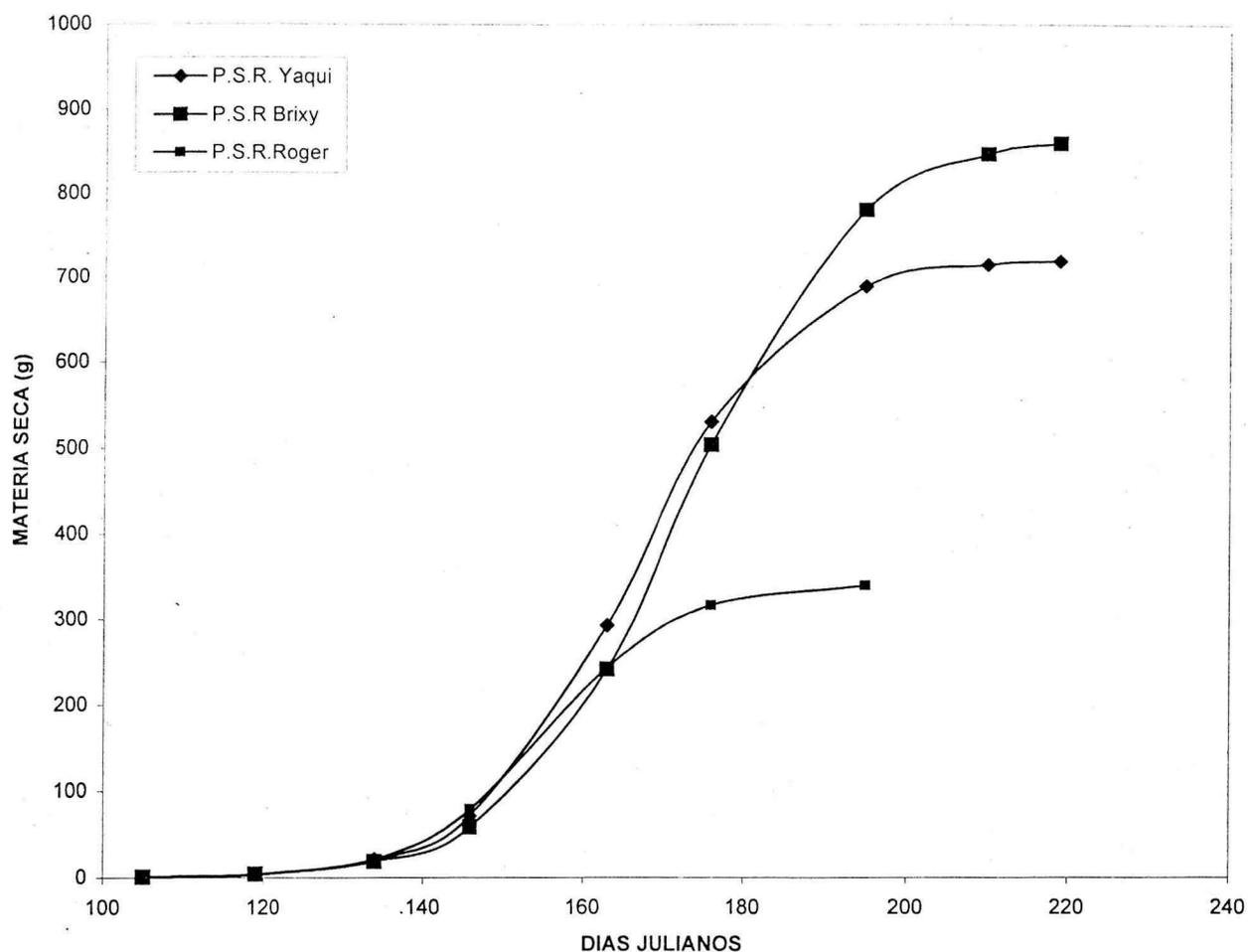


Fig. 4 Acumulación y distribución de materia seca en ramas en tomate, para los tres sistemas de producción.

La acumulación de materia seca en ramas se inició a los 105 D.J. con pesos iniciales de 0.9, 1.2 y 0.6 g para los híbridos Yaqui, Brixy y Roger, así mismos se observó que las máximas acumulaciones se dieron a los 195 y 219 D.J. con 719.41, 859.78 y 340.28 g respectivamente. Del 100 % de la acumulación de materia seca total, las ramas asimilaron el 45.94, 40.15 y 34.53 en los híbridos Brixy, Yaqui y Rogers

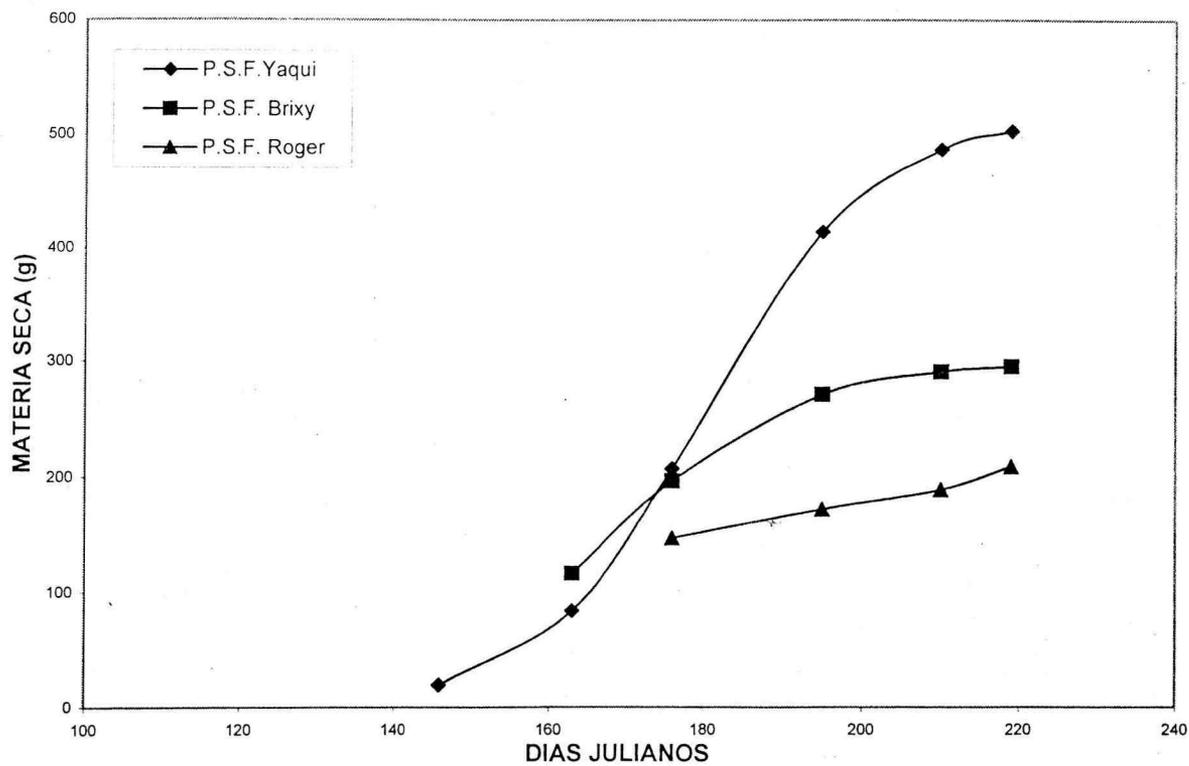


Fig. 5 Acumulación y distribución de materia seca en fruto, para los tres sistemas de producción.

La acumulación de materia seca en fruto para los tres híbridos se inició a los 146, 163 y 176 D.J. con pesos iniciales de 19.13, 116.16 y 147.01 para Yaqui, Brixy y Rogers, mismas que alcanzaron su máxima acumulación a los 219 D.J. con 503.40, 294.49 y 208.56 respectivamente. Del 100 % de la acumulación de materia seca total, el fruto asimiló el 28.09, 21.16 y 15.73 % en los híbridos Yaqui, Roger y Brixy.

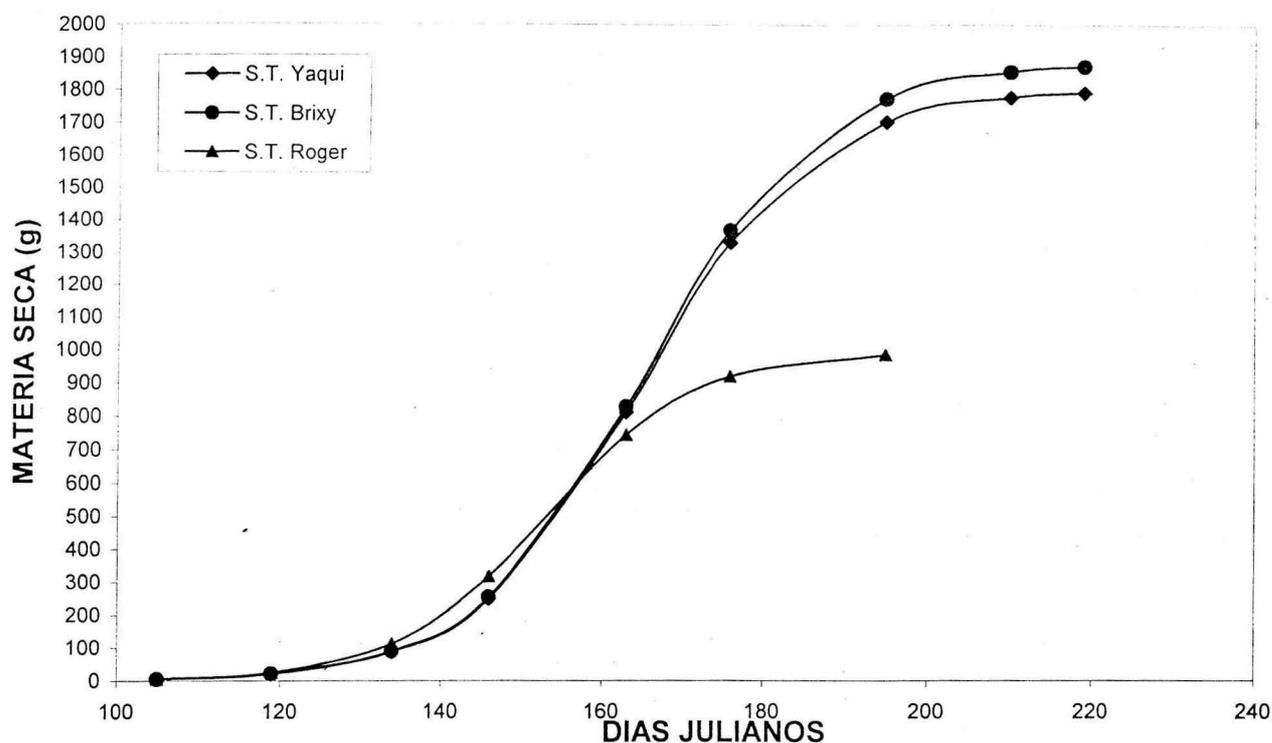


Fig. 6 Acumulación y distribución de materia seca total en tomate, para los tres sistemas de producción.

La acumulación de materia seca total se inició a los 105 días julianos con pesos iniciales de 5.7, 6.1 y 5.6 g para los híbridos Yaqui, Brixy y Roger, la máxima acumulación de materia seca para los tres híbridos se dio a los 195 y 219 D.J. con pesos de 1791.6, 1871.4 y 985.2 g respectivamente. Es importante mencionar que el híbrido Roger se plantó a doble hilera y solo se le determinaron 7 muestreos.

XI.-CONCLUSIONES

Bajo condiciones de riego por goteo y acolchado plástico el rendimiento y la calidad aumenta hasta en un 100 a 200 % comparado con el promedio regional.

El híbrido que presentó mayor producción y en menos tiempo de cosecha fue Roger 4764, lo cual se recomienda para efectos de producción y comercialización.

Los híbridos que presentaron mayor peso promedio en el fruto fueron Yaqui y Brixy.

Con respecto al ancho y largo del fruto no existieron diferencias entre los híbridos.

Para el caso de la lámina total de agua aplicada se encontró que bajo condiciones de riego por goteo y acolchado plástico se puede alcanzar un ahorro del 65 %, comparado con la lámina de riego bajo condiciones de riego superficial.

Para la distribución y acumulación de materia seca se encontró que la planta distribuye, mas materia seca a partes vegetativas y no a órganos reproductivos.

XII.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acosta, J.L. .1979. Plásticos fotodegradables en Agricultura. Revista de plásticos modernos 38(278) Agosto. pp 205-208. Madrid, España.
- Arellano, S. J. 1993. Efecto del acolchado en el desarrollo y producción de melón (Cucumis melo L.) bajo condiciones de riego por goteo y gravedad. Tesis de Maestría. UAAAN Saltillo, Coahuila, Coahuila, México.
- Baruch, R. and B. Abraham.1983. Solar heating of the soil; Effect on weed Control and soil-incorporated herbicides. Pp 45-61. DeBell Richardson, inc. Hazardvill Station. Enfield,Connecticut.
- Brow, J.E.and T.A. Glover. 1987. Economics of muskmelon production in Alabama using black plastic mulch and row cover. 20Th National Congress of Plastics in Agriculture.pp 198-201. Portland,Oregon.
- Cassares, E. 1966. Producción de hortalizas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. III Edición. San José de Costa Rica p. 10-20.
- Diaz, A. G y R. H. Lira. 1988. Efecto del arropado plástico sobre parámetros físico-químicos del suelo y fisiológicos de las plantas. Memorias del Curso; Uso

de las películas de plástico como arropado del suelo para la producción Agrícola. PRONAPA-SARH. pp 45-69. Gómez Palacio Durango.

Edwar, J. B. 1969. Principios de horticultura. Editorial UTHEA. 1ª. Edición. México.

Doorenbos, J. y A. H. Kassa. 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento. p 40-43.

Fimbres F. A. 1998. Memorias del 29° Congreso nacional de la ciencia del suelo . Evaluación de Olivo bajo condiciones de riego por gravedad, goteo y microaspersión, en Tapachula de Córdoba y Ordoñez, Chiapas México. p 146.

Fimbres y Ruiz. 1998. Memoria del 29° Congreso nacional de la ciencia del suelo, (Determinación de las necesidades de agua para espárrago bajo riego por gravedad). p 147.

García, A. V. M. 1979. Men and events. México. Plasticulture. No 41 Marzo. Pp 62-67. París, Francia.

Garnaud, J. C. 1982. México, Organizer of IX th International Congress on Plastics in Agriculture. Plasticulture, No 56, Dic. pp 2-4. París, Francia.

_____ 1983. Men and Events Petrochemistry and Agriculture: Two Parallel Strategies. Plasticulture, No 57, Mars, pp 26. París.

_____ 1994. He State of he Art of Plasticulture Proc. Nat'l Agr. Plastics

Congr. 25 th silver Anniversary. Mars. Pp 26. paris, Francia.

Gilead, D. 1978. A Controlable photodegradable polyethylene film for agriculture.
Inter. J. Polymeric Mater. 6 England.

Grijalva y Fimbres. 1998. Riego por goteo en algodón transgénico. Memoria del 29°
Congreso nacional de la ciencia del suelo p 148.

Guenkov, G. 1974. Fundamentos de Horticultura Cubana. Editado por el Instituto
Cubano del Libro La Habana Cuba p. 123-143.

Hearn, A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a desert environment II.
Dry matter Production. J. Agric. Sci. Camb. 73:75-86.

Heat, O., V. S., Gregory, F. G. 1938. The constancy oh the mean net assimilation
rate and itsecological importance. Ann. Bot. N.S. 2:811-118.

Hemphill, D.D. 1993 Agricultural plastics as solid waste: What are the options for
disposal. Technology & Product reports. HortTechnology 3. 70-72. U.S.A.

Kasperbauer, M. J .and G.P. Hunt. 1988. Tomatoes prefer red Mulch, potatoes like
of white. The Agri-plastic Report. 7, p. 1-4. National Agricultural Plastic
Association. U. S. A.

Katan, J. A., Grenberg and A. Grintein. 1976. Solar heating by polyethylene mulching

for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology* 66 : 683-688.

Lamont, W.J. Jr. 1996. Plastic mulches for the production of vegetable crops. *Hort Technology*. 3: 35-39.

Mahrer, H., O. Rawitz, and J. Katan. 1984. Temperature and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene. *Soil Science Society of America*. 48: 362-367.

Martínez, S. J. 1985. Frecuencia de riego en el cultivo de melón (*Cucumis melo L.*) por transplante con y sin acolchado plástico. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila.

Motomochi, B. B. 1995. Men andevets. Plastics in Mexican agriculture. *Plasticulture*, No. 106 – 1995/2 p. 39. París Francia.

Nathan, R. 1997. La fertilización combinada con el riego. pp 1-5 y 33-36. Estado de Israel. Artículo.

Robledo de P. F. y L. Martín V. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. 2ª ed. Ediciones, Mundi-Prensa. España.

Rodríguez, R. 1984. Cultivo moderno del tomate. 4ª edición. Editorial Multiprensa.

Rodríguez, S.F. 1992. Riego or Goteo. 19a reimpresión. AGT. Editor. México.

Salisbury, F.B. and C. Ross. 1969. plant physiology. Wadsworth Publissing Co. Belmont, Calif.

Sánchez, L. S. , C. González y A. Méndez. 1995. Reciclado de plásticos. Diplomado en Polímeros. Centro de Investigación en Química Aplicada. 154 pp. Saltillo Coah. México

Valdés R.V.M. 1996. Generación y adecuación de componentes tecnológicos para la producción de tomate industrial en la Comarca Lagunera. Informe de investigación. CIFAP-comarca Lagunera. INIFAP: (En prensa)

Valdés R.V.M., Hernández H.V. 1994. Producción de tomate bajo dos sistemas de cultivo. Programa Tomate. CÉLALA. Informe de investigación CIFAP-Comarca Lagunera. INIFAP. (En prensa).

Wilder, R. 1990. Degradables; Revista de Plásticos Modernos Número. 408 Junio, Madrid, España.