UNIVERSIDAD DE COSTA RICA Facultad de Ciencias Escuela de Biología

PROPRICCION DE TOMATE (Lycopersicon esculentum M.) EN PUNCION DE TEMPERATURA DEL SUELO, BAJO DIFERENTES COBERTURAS

TESIS DE GRADO PRESENTADA PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIADA EN BIOLOGIA

Sonia Maria Amador Berrocal

FACULTAD DE CIENCIAS ESCUELA DE BIOLOGIA

PRODUCCION DEL TOMATE (Lycopersicon esculentum M.) EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DEL SUELO, BAJO DIFERENTES COBERTURAS

PARA OPTAR AL TITULO DE LICENCIADA EN BIOLOGIA

Producción del tomate (<u>Lycopersicon esculentum M.</u>) en función de la temperatura del suelo, bajo diferentes coberturas

Tesis presentada a la Escuela de Biología Universidad de Costa Rica

APROBADA

Luis A. Vives F., Ing. Agr.

Director de Tesis

Luis A. Fournier O, Ph. D.

Miembro del Tribunal

Willy Lona M., M. Sc.

Miembro del Tribunal

José A. Sáenz R., M. Sc.

Miembro del Tribunal

Carlos R. Villalobos S., M. Sc.

Miembro del Tribunal

A top About the land a second of the land of the land

A mis padres, quienes con su esfuerzo, sacrificio y estímulo constantes, me ban permitido escalar un peldaño más en la vida.

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero y profundo agradecimiento al Ing. Luis Vives F., quien con su valiosa dirección, colaboración, consejo y estímulo bizo posible la realización de esta tesis.

A los distinguidos profesores M.Sc. Carlos Villalobos S., M. Sc. José Alberto Sáenz R., Dr. Luis Alberto Fournier O., M. Sc. Willy Loría M., por las sugerencias, revisión y corrección del presente trabajo.

Al M.Sc. Víctor Quiroga por su ayuda desinteresada en la programación y computación de los resultados de este estudio.

A la Ing. Abigaíl Chacón Z., al Sr. Dagoberto Soto y personal de la Estación Experimental Agricola Fabio Baudrit M. por su afán de colaboración.

A todos los profesores de la Escuela de Biología que contribuyeron en mi formación profesional y especialmente a mi bermana María Elena por su cariñoso apoyo y ayuda durante nuestra vida de estudiantes, ya que bicieron posible, en gran parte, la realización de la presente obra.

A todas aquellas personas que en una u otra forma colaboraron en la culminación de esta tesis, muchas gracias.

CONTENIDO

Pág. No.

NDICE DE CUADROS		V
INDICE DE FIGURAS		VI
INTRODUCCION		1
REVISION DE LITER	ATURA	4
Temperatura		5
Humedad	Line and take by press	7
Contenido de Nit	ratos	9
Producción		9
Otros efectos	det marco de ponta cose	10
MATERIALES Y ME	rodos	12
RESULTADOS		17
DISCUSION		30
CONCLUSIONES	dedle en en respectivo	41
RESUMEN		43
BIBLIOGRAFIA	ENGLES OF THE STATE OF THE STAT	45

INDICE DE CUADROS

	100	-	
D.	or	na	No
W .	45		

1	Características termopluviométricas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M. Valores medios, 1962 - 1975	12
2,-	Producción en kilogramos por tratamiento por parcela en cada cosecha y valores totales con sus porcentajes respectivos.	18
3	Análisis de varianza de la producción	19
4	Análisis de varianza para la producción total, en base al valor medio por cosecha.	20
5	Ordenamiento de los tratamientos según la prueba de Duncan al 5-/. para las once cosechas y la producción total.	21
6	Número promedio de plantas cosechadas por tratamiento y por cosecha, por parcela.	22
7	Análisis de variación del número de plantas cosechadas	23
8	Valores medios de temperatura del suelo por cosecha, por tra- tamiento, durante el período del cultivo y su análisis estadístico.	24
9	Valores calculados de t para la temperatura media del suelo por tratamiento,	25
10	Coeficientes de correlación entre temperatura media diaria del suelo a 20 cm de profundidad y producción total en porcentajes	26
11	Coeficientes de correlación para las once cosechas de cada tra- tamiento con sus respectivas temperaturas medias por día, del suelo.	27
12	Temperatura media diaria para cada período de cosecha, en gra- dos centígrados, 1977	, 28
13	Lluvia total en milímetros y brillo solar promedio diario en ho- ras para cada período de cosecha 1977	. 29

INDICE DE FIGURAS

1	Comportamiento de la producción de los tres mejores tratamientos a través de las once co- sechas y su relación con el brillo solar	32
2	Comportamiento de la producción de los trata- mientos malos, incluyendo al peor, a través de las once cosechas y su relación con el brillo solar	33
3	Relación entre producción total y temperatura media diaria del ciclo vegetativo para los trata- mientos de mejor y peor producción.	35

Pág. No.

44

and the contract of many and appropriate the property of the contract of the c

INTRODUCCION

La agricultura, invención del hombre y motor de su cultura, constituye una actividad muy especial en la que participan no solo las fuerzas vivas y fisico químicas del medio, sino también el hombre mis mo. Este ha introducido distintos métodos con el fin de garantizar la recolección y un buen rendimiento de sus cosechas.

Desde los albores de la agricultura, ya se emplearon prácticas como el riego y las coberturas; éstas últimas con la única idea de evitar el crecimiento de otros vegetales que competían, como lo siguen haciendo hoy día (27), con los plantíos de cuyo éxito dependía la supervivencia de la familia. Al pasar los años, se emplearon también para protección del suelo contra la erosión causada por el viento y el agua. A comienzos del presente siglo, gracias a una mayor necesidad de obtener producciones más altas por área, las coberturas se empezaron a ver como una solución para acelerar el calentamiento del suelo en la primavera y así obtener cosechas tempranas, lo cual fue logrado con la aparición del plástico o polietileno.

Este desarrollo histórico ha creado dos pilares fundamentales de información: para las regiones donde el suelo se congela, la investiga ción está dirigida hacia el efecto beneficioso de la cobertura en el calentamiento rápido del mismo; pero para las partes tropicales la atención se ha fijado exclusiva e independiente del resto de fuerzas del medio, sobre el control de las hierbas no deseables en los cultivos, la erosión y últimamente con mayor énfasis, como medio para evitar que

frutos de plantas pequeñas entren en contacto directo con la superficie del suelo y se pudran.

Aparentemente el investigador, en las regiones tropicales, olvi da con facilidad que las leyes gobernantes en la agricultura, son las
mismas de todos los ecosistemas. Puede observarse que aunque en algunas ocasiones se ha estudiado el comportamiento de la temperatura del
suelo con cobertura, casi nunca se ha seguido hasta el fin, para descubrir los efectos buenos o malos de ésta en la producción, que es la
meta de la agricultura.

Recordando que en las regiones tropicales el sol calienta todo el año, y por lo tanto el suelo no se congela, se ha considerado necesa - rio atraer la atención hacia el hecho de que las coberturas especial mente plásticas y otras derivadas del petróleo, de color oscuro, deben ser evaluadas, no solo en sus efectos beneficiosos, sino también en los que se sospecha perjudiquen la producción al elevar la temperatura, por su color.

Ante esta inquietud, se decidió estudiar el efecto que podrían tener las coberturas en la producción como una consecuencia colateral al
modificar ellas la temperatura del suelo, que es donde va a nacer la
planta y el medio en que se desarrollará la otra mitad del vegetal, la
raíz, olvidada tantas veces por el agricultor y el hombre de ciencia.

Se investiga este comportamiento a través del cultivo del tomate por considerársele en términos promedio, de gran rentabilidad econômica, haciendo posible pagar la inversión representada por el uso de coberturas no orgánicas.

Si este esfuerzo lograra dar un pequeño estímulo para que se ponga más atención hacia el medio ambiente de la planta, como un todo fun cional y armónico consideraría haber contribuído a conocer mejor uno de los ecosistemas donde se práctica la agricultura.

and the state of t

the party from the same and proportional first the promote town comments.

REVISION DE LITERATURA

El desarrollo radicular depende de la acción conjunta de todas las condiciones existentes en ese período de crecimiento. El suministro de carbohidratos, agua, minerales, hormonas, el oxígeno disponible y una temperatura favorable, son los factores más importantes, pudiendo alcan zar, cada uno de ellos, niveles limitantes en ese período (17). Sin embargo, no se puede decir que solo la raíz es determinante en el crecimiento de un cultivo, puesto que su actividad depende tanto del desarrollo radicular alcanzado, como de las condiciones del suelo (17). Es generalmente aceptado que el régimen termal a profundidad de siembra y medio ambiente de la raíz, son de gran importancia en la germinación, supervivencia, establecimiento del plantío y el subsecuente crecimiento (15).

Varios autores (4, 8, 9, 10, 19, 24, 25, 30, 32) han informado de aumentos en la producción de materia seca y porcentaje de materia seca en cultivos para forraje y en la producción de granos, como consecuencia del uso de coberturas de color negro, en su mayoría sustancias derivadas del petróleo, al aumentar éstas la temperatura del suelo.

Slatter y Broach (30) concluyeron que el polietileno usado como cobertura, mejora las condiciones de luz, temperatura y humedad del suelo, controla las hierbas indeseables y la erosión, reduce la evaporación y puede calentar el suelo.

Tanto en Norteamérica como en Europa se informa que los horticultores

utilizan coberturas de plástico en frutales y cultivos de alta rentabi-

Casi la totalidad de las investigaciones se han realizado en regiones donde el suelo en la primavera aún puede permanecer con temperaturas que impiden la germinación, condición muy diferente a la que presentan los suelos de este país, habiendo sido por lo tanto, necesario
escoger aquellas realizadas en condiciones climáticas semejantes a las
de Costa Rica.

Temperatura:

Slatter y Broach (30) informan que la temperatura del suelo es importante en el desarrollo radicular y el vástago de la planta, agregando que el tomate no crece en suelos con temperaturas de 15,5 C o menores y 43 C o más en la superficie causa daños en las plántulas.

El uso de plástico como cobertura produce un aumento en la temperatura del suelo, a profundidad de siembra durante el día de hasta 10 C (21).

Slatter y Broach (30) indican que la energiasolar es transmitida al suelo como luz o calor, pero ésta puede ser modificada ampliamente por cambios en su superficie dados por el color y transparencia del plástico. Agregan que el negro absorbe todas las longitudes de onda y las transforma en calor, hallando para latitudes altas hasta 66 C en días cálidos de verano.

Para Slatter y Broach (30) el plástico transparente permite el paso de toda la energía, provocando gran calentamiento del suelo; en este caso la temperatura dependerá del color del polietileno.

Según Clarckson (8) las temperaturas promedio a varias profundidades bajo coberturas de polietileno negro fueron más altas (de 0,6 a 2,8 C) que en suelos desnudos.

También Cannell, Voth, Bringhurst y Proebsting (6) concluyeron - que, para las condiciones del sur de California, las temperaturas diurnas y nocturnas del suelo eran más altas bajo plástico en relación a otras coberturas orgánicas.

Loría (18) en un experimento efectuado para comparar el serrín y el plástico negro como cobertura en tomate, determinó que la fluctuación de la temperatura del suelo fue de 5,4 C bajo el serrín, 10 C en el suelo desnudo y 17 C bajo el plástico negro.

Denisen, Shaw y Vance (11) compararon el efecto del serrín, olotes de maíz y paja como coberturas en fresa. Encontraron que el suelo desnudo tenía temperaturas más altas en la superficie y un contenido de humedad más bajo. Las temperaturas de la superficie del suelo fueron de 21 a 23 C donde había cobertura mientras que de 25 C para la condición desnuda.

Humedad:

El contenido de calor del aire y del perfil del suelo, extendido a una cierta distancia sobre y debajo de éste, cambia en una proporción igual a la suma de la tasa neta, a la cual la energía radiante es absorbida, el calor sensible es intercambiado con las capas más al tas, más bajas y sus alrededores y el calor latente es liberado por con densación o usado en la evaporación. La energía radiante meta de la superficie es usada durante el día para calentamiento del aire, del suelo y evaporación; en la noche la pérdida de energía radiante es compensada por el calor sensible transferido a la superficie, principal mente de las capas más profundas del suelo y el calor latente liberado por condensación (15).

Kalma (15) afirma que tanto la conductividad termal como la capacidad calórica incrementan con el aumento de contenido de humedad del suelo. Por lo tanto, conforme el suelo se hace más húmedo, más calor es requerido para la evaporación; el calor puede transferirse por movimiento de masas de agua, en su estado líquido o de vapor, dentro del suelo. En ausencia de convección libre, la tasa de energía radiante neta entre el suelo y el aire crece conforme éste se hace más húmedo. Bajo tales circunstancias el suelo almacena más energía pero a la vez conduce a un aumento en la liberación del calor latente durante el proceso de la evaporación, dando como consecuencia un menor calentamiento del terreno.

El aire bajo la cobertura plástica permanece húmedo, cerca del 100% de humedad relativa. Esto puede o no ser favorable al crecimiento de las plantas, dependiendo de la temperatura ylos otros factores que influyen en el desarrollo de las enfermedades (30).

Slatter y Broach (30) comprobaron que el uso del polietileno negro previene la evaporación de agua de la superficie del suelo; agregan que ésta tiende a ser más húmeda debido a que el vapor de agua se condensa en el plástico, cayendo de nuevo sobre el terreno.

Hoyningen-Heune (13) demostró que la cobertura de paja puede disminuir fuertemente la utilización de la energía solar, la cual es de gran importancia para el equilibrio calórico del suelo y los procesos biológicos dentro del mismo.

En un estudio sobre la influencia de distintas coberturas en el sue lo pudo observarse que el serrín aumentó la disponibilidad de fósforo y potasio, humedad del suelo, tasa de penetración de agua y la evaporación (33, 14). El efecto primario del serrín sobre el suelo fue físico,

Kirsh (16), en un estudio de cobertura de serrin, encontró que la humedad del suelo aumentó a 10 cm de profundidad.

También Webster (36) usandoserrín como cobertura observó una mejor conservación de la humedad del suelo.

Contenido de Nitratos:

Según Schrodter y Tietjen la cantidad de nitrato y nitrógeno aumenta con el incremento de la temperatura del suelo; agregan que en relación con la humedad del mismo, su medida es óptima cerca de la capacidad de campo.

El aumento en humedad y temperatura cerca de la superficie del suelo producido por la cobertura plástica, con respecto al suelo desnudo, favorece la población microbiológica de éste. Después de doce semanas el contenido de nitratos aumentó aproximadamente al doble (4).

Kirsh (16) también encontró un aumento en la cantidad total de nitrógeno en el suelo cuando usó serrín como cobertura, por un período de cuatro años.

Producción:

Proebsting (26), en un cultivo de fresa, demostró que el crecimiento de las plantas es modificado por la temperatura del suelo.

Clarckson (8) menciona que el incremento en la producción por el uso del polietileno como cobertor, no es el resultado directo de él, sino de su influencia en el suelo, microclina y enfermedades. La temperatura del suelo y la retención del nitrógeno son influenciados por el plástico negro.

Con la utilización de dos clases de coberturas en tomate, Vanderbirg

y Tiessen (34), encontraron que tanto el papel encerado negro como el polietileno negro incrementaron el número de racimos florales y frutos; hubo una mayor precocidad y un aumento en la producción total, con relación a los tratamientos sin cobertura.

Emmert (12) notó que el uso de plástico negro como cobertura en tomate, aumentó la producción debido a una mejor regulación de la humedad del suelo y menor daño de las frutas cercanas al mismo.

Otros efectos:

Varios autores (3, 5, 7, 20) han demostrado que la aplicación de una cobertura, independiente de su calidad controla la erosión en terrenos arenosos y pendientes, además de prevenir el arrastre de las semillas sembradas.

Otros autores (12, 22) han indicado también el uso de plástico.

negro como cobertura, para un buen control de las hierbas indeseables.

Slatter y Broach (30) asimismo señalaron que para el control de nierbas mediante el uso de coberturas, lo mejor es el polietileno negro, pues tiene una transmisión de luz del 0% en comparación con el blanco y el transparente que dejan pasar un 25 y un 92% respectivamente.

Shetty (29) indicó que en un experimento efectuado para comprobar el serrín con respecto al plástico negro, blanco y transparente obtuvo un buen control de hierbas con ellos a excepción del transparente. Araya (1) redujo en un 86% las malezas de una plantación de tomate, utilizando coberturas de granza de arroz, lo cual aumentó la producción totàl.

Según Soto (31) posiblemente la granza de arroz como cobertura, causa una mayor actividad fotosintética de las plantas, debido al efecto reflectivo de la luz que tiene ella, lo que no sucede en suelos desnudos.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio
Baudrit Moreno, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica,
situada en la provincia de Alajuela, a los 10º 16º latitud Norte, 84º 16º
longitud Oeste y a 840 metros sobre el nivel del mar. Su clima presenta
una estación seca y otra lluviosa bien definidas, comprendiendo la primera
desde diciembre hasta abril y la segunda, el resto del año. Las características termopluviométricas de ambas aparecen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Características termopluviométricas de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Valores medios, 1962 - 1975.

	14000	LLUVIA	and International	TEM	PERATURA DEL AI	
ESTACION	MES	M.M	8	MEDIA	MINIMA	MAXIMA
	D	34.1	1.7	21.2	16.9	27.9
	E	7.6	0.4	22.0	17.1	28.7
SECA	F	12.0	0.6	22.2	16.9	29.6
	M	13.0	0.7	23.0	17.6	30.4
	Α	66.4	3.3	23.0	17.9	30.3
	SUB-	133.1	6.7	22.3	17.3	29.4
	May	272.0	13.6	21.9	18.1	28.7
	J	309.5	15.5	21.4	18.0	27.2
	J	212.7	10.6	21.0	17.9	27.5
LLUVIOSA	A	285.6	14.3	20.7	17.6	27.5
	S	336.6	16.8	20.2	17.5	26.9
	0	312.5	15.6	20.1	17.4	26.7
	N	138.1	6.9	20.6	17.4	27.0
	SUB-	1867.0	93.3	20.8	17.7	27.4
TOTAL	AÑO	2000.1	100%	21.4	17.5	28.2

⁽³⁾ Media mensual obtenida de lecturas bihorarias.

El ensayo se plantó en una área que geológicamente tiene el horizonte superior formado por un manto de cenizas volcánicas meteorizadas y erosionadas, cuyo espesor varía de acuerdo a la topografía del terreno; se
presenta suelta, porosa y permeable. El subsuelo esta formado por cenizas
viejas, bastante más meteorizadas, fuertemente arcillificadas, compacto y
poco permeable. Edafológicamente, el suelo es franco arenoso fino, cuya
superficie es de color negro (2).

Los tratamientos consistieron en diferentes coberturas aplicadas a la variedad de tomate Tropic, para comprobar su influencia en la temperatura del suelo y posteriormente, en la producción. Las coberturas fueron serrín, granza de arroz, polietileno negro opaco de 8,3 milésimas de cm aproximadamente, blanco opaco de 5,3 milésimas de cm aproximadamente e incoloro transparente de 8,6 milésimas de cm aproximadamente; el suelo desnudo sirvió de testigo. La variedad Tropic es de crecimiento indeter minado, produce tallos grandes, fuertes y erectos; los frutos son voluminosos y se localizan en la parte superior de la planta. Es la variedad más productora que se siembra en el país (23).

El área de siembra fue de 864 metros cuadrados. En las parcelas de 3,6 metros de ancho por 8,0 metros de largo, se plantaron tres hileras de tomate, espaciadas 1,20 metros entre ellas y dejando a cada lado un borde de 0,50 metros. La distancia entre plantas en la hilera fue de 0,40 metros, con borde de 0,20 metros.

La preparación del terreno para la siembra consistió en una arada a 0,20 metros de profundidad y dos semanas después, tres pases de rastra, sirviendo

el último para confeccionar lomillos de aproximadamente 0,20 metros de altura.

El 29 de Julio de 1977, en la parte superior de los lomillos, se sembraron a golpe de espeque, cuatro semillas en cada hoyo. Antes de plantar se puso en el fondo 1,44 Kg / parcela de fertilizante 10 30 10 y 0,14 Kg / parcela del nematicida Furadán, cubriéndose de tierra y sobre estos se depositaron las semillas. Luego se colocaron las coberturas.

La granza de arroz y el serrín se repartieron con pala, cubriêndose el lomillo, excepto en aquellos puntos donde estaban las semillas;
el espesor de ambas coberturas se mantuvo constante, en 0.05 metros, reponiéndolo manualmente cada vez que la lluvia o el viento ejercian su
acción erosiva.

El polietilieno o plástico, de 60 centímetros de ancho, también cubría el lomillo; se señalaron los puntos donde estaban las semillas y una vez extendidos sobre las par-celas y bien fijados con terrones al suelo por los bordes, se practicaron agujeros con tijeras,
en los puntos de siembra marcados para permitir la emergencia de las plántulas.

Solamente a la siembra fue necesario efectuar un riego por gravedad; posteriormente la época lluviosa se normalizó. Quince días después se resembró aproximadamente un 3% con semilla y un mes más tarde, mediante trasplante, 5% aproximadamente, se cubrieron todos los puntos de siembra.

Entre las labores culturales que se efectuaron está la deshierba, realizada en forma manual y cuantas veces fue requerida. Unicamente se hizo una aporca manual en las parcelas testigo, posterior a la deshierba. El raleo se efectuó 45 días después de la siembra, dejando una planta. La fertilización se llevó a cabo en cuatro etapas, utilizan do los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Todas estas labores se realizaron según las recomendaciones dadas por el Programa de Horticultura de la Estación Experimental donde se hizo este trabajo. El Tratamiento preventivo fitosanitario, consistió en la atomización con una mezcla cada tres o cuatro días de los fungicidas Kocide, Dithane M-45, Difolatan y los insecticidas Lannate, Lorsban, Sevin, Malathion, Methil Parathion, usando siempre como adherente el producto comercial Peps. Para una mayor eficacia de estos tratamientos, los plagicidas se utilizaron en forma alterna.

Conforme las plantas fueron desarrollándose, por ser arbustivas, se hizo necesaria la construcción de barbacoa con dos hilos de alambre, al cual se amarraron con pabilo.

Las fechas de cosecha fueron determinadas por la presencia de frutos maduros.

El peso anotado correspondió solo a la producción de la hilera del centro de cada parcela, excepto la última planta de los extremos.

Para la medición de las temperaturas del suelo se distribuyeron al azar dos celdas por tratamiento, a 20 cm de profundidad, modelo MC - 310 A de la Soiltest, consistentes en dos láminas de acero inoxidable anticorrosivo, conteniando un termopar; las celdas miden 2,5 x 0,3 x 3,8 cm, poseyendo un cable para conectar con el aparato medidor. Este es un ohmiómetro, con una pila de 9 voltios, el cual ha sido diseñado para dar lecturas en grados centígrados, modelo MC - 300 B - C también de la casa norteamericana Soiltest; es portatil, con terminales a los que se unen los cables de las celdas.

Durante todo el tiempo del experimento se hicieron lecturas directas de la temperatura, a las 07:00, 09:00, 11:00, 13:00, 15:00, y 17:00 horas, las cuales sirvieron para la obtención del promedio diario.

El análisis estadístico se realizó en la computadora I.B.M., número 360 - 40, del Centro de Informática de la Universidad de Costa Rica.

RESULTADOS

La floración del tomate se presentó el 18 de setiembre de 1977, a los 52 días de haberse sembrado; 29 días después se cosechó por primera vez, transcurriendo luego períodos de 7,7,7,6,3,4,3,4,3 y 6 días sucesivamente, entre las diez siguientes recolecciones.

Los valores promedio por tratamiento, por cosecha, en Kilogramos por parcela y la distribución en porcentaje de éstos se presenta en el cuadro 2.

El tratamiento que produjo más fue el serrín con 26,62 Kg por parcela (21,8% del total de la producción) y en el otro extremo está el transparente con 10,21 Kg por parcela (8,4% del total).

Las cosechas de mayor producción fueron la siete y la once, en los seis tratamientos.

PRODUCCION DE TOMATE EN KILOGRAMOS POR TRATAMIENTO EN CADA COSECHA

Y VALORES TOTALES POR PAR-CELA CON SUS PORCENTAJES RESPECTIVOS

Tratamiento	0					COSE	CHA						
	j.a.	2	w	F	5	6	7	80	9	10	11	Total	90
Granza	0.04	0.13	0.44	1.07	2.53	1.62	3.48	2.81	3.14	1.39	46.8	25.59 20.98	20
Transpa- rente	0.00	0.27	0.30	1.16	1.77	1.12	2.07	1.20	0.83	0.38	1.11	1.11 10.21 8.37	00
Testigo	0.10	0.40	0.21	0.68	2.31	1.94	3.55	3.22	2.46	1.58	4.29	20.74 17.0	17
Serrin	0.06	0.02	0.63	2.54	4.93	2.83	4.63	5.18	2.60	0.93	2.27	26.62 21.82	21.
Blanco	0.00	0.59	0.24	1.22	3.83	2.73	3.13	2.38	0.98	0.98 0.50	- 1	0.64 16.24 13.31	13.
Negro	0.02	0.30	0.33	1.90	3.46	2.10	3.31	3.29	2.57	1.83	3.47	22.58 18.51	18.
Total	0.22	1.71	2.15	8.57	18.83	12.34	20.17	18.08	12.58	6.61	20.72	6.61 20.72 121.98 100	100
op.	0.18	1.40	1.76	7.02	15,44	10.14	16.54	14.82	10.31	5.42	5.42 16.98 100	100	1

6 CUADRO

ANALISIS DE VARIANZA DE LA PRODUCCION

SC CM FC SC SC CM FC SC SC SC SC SC SC SC	1.5		1			2	10	0	3 6 6 6 6		N O M E K O	o #			5			9	
01 1.14 3.14 0.78 1.30 0.83 0.61 0.12 0.86 11.26 2.25 2.78* 33.54 6.71 3.06* 10.68 2.14 1.88 01 1.14 3.14 0.78 1.30 1.71 0.43 2.99* 6.61 1.65 2.03 17.60 4.40 2.01 0.80 0.20 0.18 01 1.14 3.14 0.78 1.30 1.71 0.43 2.99* 6.61 1.65 2.03 17.60 4.40 2.01 0.80 0.20 0.18 01 1.14 3.14 0.78 1.30 1.71 0.48 2.99* 6.61 1.65 2.03 17.60 4.40 2.01 0.80 0.20 0.18 01 1.12.09 0.60 2.85 0.14 16.22 0.81 4.88 2.04 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 01 17.73 0.61 5.17 0.18 34.08 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 01 17.73 0.61 5.17 0.18 8.79 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 01 17.74 0.09 18.25 4.56 2.01 17.97 4.49 3.55* 9.87 2.47 6.70** 64.64 16.16 3.54* 01 106.3 3.66 66.06 2.28 1.04 0.90 383.5 13.23 00		Sc	CM	FC	SC	CM	FC	SC	CM	FC	SC	CM	FC	SC	CM			CMCM	PC
01 1.14 3.14 0.78 1.30 1.71 0.43 2.99* 6,61 1.65 2.03 17.60 4.40 2.01 0.80 0.20 0.18 01 12.09 0.60 2.85 0.14 16.22 0.81 49.75 2.18 22.71 1.14 01 17.73 0.61 5.17 0.18 34.08 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 01 17.73 0.61 5.17 0.18 34.08 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 01 17.73 0.61 5.17 0.18 8 9 10 11	10000	40.0	0.01	0.62	2.52	0.50		0.61	0.12	0.86	11,26	2,25		33.54	6.71	3.06#	10.68	2.14	1.88
01 12.09 0.60 2.85 0.14 16.22 0.81 43.75 2.18 22.71 1.14 01 17.73 0.61 5.17 0.18 34.08 1.18 94.30 3.27 34.19 1.18 10	1000	90.0	0.01	1.14		0.78	1.30	1.71	0.43	2.99*	6,61	1,65		17.60	4.40	2.01	0.80		
01 17.73 0.61 5.17 0.18 34.08 11.18 94.30 3.27 34.19 1.18 C	ALC: NO.	0.25	0.01		12.09	0.60			0.14		16.22	0,81		43.75	2.18		22.71		+ 1
C C S E C H A N U M E R O 10 11 SC CM FC 16.86 3.37 2.04 42.6 8.52 3.75* 22.81 4.56 3.61* 8.79 1.76 4.76** 227.6 4.5.2 9.97** 13.76 3.44 2.09 18.25 4.56 2.01 17.97 4.49 3.55* 9.87 2.47 6.70** 64.64 16.16 3.54* 32.92 1.65 4.5.9 2.27 25.28 1.26 7.37 0.37 91.28 4.56 63.55 2.19 106.3 3.66 66.06 2.28 21.04 0.90 383.5 13.23 F TABLA = RADO MEDIO (F _±) 4 G.L. 1% = 4.43 F TABLA = RADO MEDIO (F _±) 4 G.L. 1% = 4.43 F TABLA = F		0.34	0.01		17.73			5.17	0.18		34.08	1.18		94.30	3.27		34.19	100	
FC SC CM FC SC					4	To the last											1		
FC SC CM FC SC CM FC SC CM FC SC CM FC	1	1			And the Real Property lies	Name of	0 0	SECE	100000	UMER	0 2				100000				
37 2.04 42.6 8.52 3.75* 22.81 4.56 3.61* 8.79 1.76 4.76** 227.6 45.52 9.97** 444 2.09 18.25 4.56 2.01 17.97 4.49 3.55* 9.87 2.47 6.70** 64.64 16.16 3.54* 55 45.39 2.27 25.28 1.26 7.37 0.37 91.28 4.56 ACION RTAD F TABLA = (Ft) 4 G.L. 1			7		J	8			0			10			11				
37 2.04 42.6 8.52 3.75* 22.81 4.56 3.61* 8.79 1.76 4.76** 227.6 45.52 9.97** 44 2.09 18.25 4.56 2.01 17.97 4.49 3.55* 9.87 2.47 6.70** 64.64 16.16 3.54* 65 45.39 2.27 25.28 1.26 7.37 0.37 91.28 4.56 19 106.3 3.66 66.06 2.28 21.04 0.90 383.5 13.23 ACION RTAD F TABLA = (F ₊) 4 G.L. 1 % = 4.43 (F ₊) 4 G.L. 1 % = 4.43 (F ₊) 4 G.L. 1 % = 4.43	and the last	SC	CM	FC	SC	CM	FC	SC	CM	FC	sc	CM			CM	FC			
44 2.09 18.25 4.56 2.01 17.97 4.49 3.55* 9.87 2.47 6.70** 64.64 16.16 3.54* 65 45.39 2.27 25.28 1.26 7.37 0.37 91.28 4.56 19 106.3 3.66 66.06 2.28 21.04 0.90 383.5 13.23 ACION RTAD DOS F TABLA = (F _t) 4 G.L. 1% = 4.443 (F _t) 4 G.L. 1% = 4.443		16.86	3.37	2.04	42.6	8.52		22.81	4.56	3.61*	8.79	1.76	4.76**	227.6	45.52	9.97			
65 45.39 2.27 25.28 1.26 7.37 0.37 91.28 4.56 19 106.3 3.66 66.06 2.28 21.04 0.90 383.5 13.23 ACION RTAD DOS F TABLA = (Ft) 4 G.L. 1 % = 4.43 (Ft) 4 G.L. 1 % = 4.43	200,000	13.76	-	2.09	18.25	4.56		17.97	64.4	3.55*	9.87	2.47				200			
19 106.3 3.66 66.06 2.28 21.04 0.90 383.5 13.23 ACION RTAD DOS F TABLA = (F_t)	1	32.92	1.65		45.39	1		25.28	1.26		7.37	0.37		91.28	4.56				
ACION RTAD F TABLA = 4.10 F TABLA = 4.43 (F _t)	1000	63.55	2.19		106.3	3,66		90.99	2.28		21.04	06.0		383.5	13.23		21		
(F_{t}) μ G.L. 1 % = μ .43	0 1	E DE V	ARLACIC IBERTAL DRADOS	M C					<u>14</u>				# # # T	10					
	LE 00	ADO ME	DIO						E	t)		G.L. 1	6 = 4.	43					

El análisis de varianza para cada una de las once cosechas revela que la producción fue significativamente diferente para los distintos tratamientos (cuadro 3), a partir de la cuarta cosecha, a excepción de la sexta y la sétima.

Analizada la producción total de las once cosechas, se destaca la influencia de cada tratamiento en la temperatura del suelo y sus respectivas producciones, así como la interacción tratamiento por cosecha, al resultar el tratamiento, la cosecha y la interacción, altamente significativas en su análisis de varianza, que aparece en el cuadro 4.

CUADRO 4

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA PRODUCCION TOTAL,

EN BASE AL VALOR MEDIO POR COSECHA.

F . V .	grados	suma de cuadrados	cuadrado medio	F		F C
	libertad	Cuadrado		1%	5%	
Tratamiento (T)	5	92,96308	18.5926153	4.10	2.71	9.92**
Repetición (R)	90 4	53.70392	13.4259808	4.43	2.87	7.16**
W. 107	20	37.50032	1.8750160	-	-	17.0
Error a (RxT) Cosecha (C)	10	485.17319	48.5173187	2.41	1.88	32.05 *
	50	284.38078	5.6876157	1.53	1.36	3.76*
T x C Error b (RxCx+RxCxT)	240	363.29616	1.513734	= .	2	-
Total	329	1317.01745	4.015297	- 10 miles		=

F.V. = fuente de variación

Ft = valor de F de la tabla

Fc = valor calculado ·

Los tratamientos de las comentas con resultados significativamente diferentes, así como la producción total, se ordenaron en base a la prueba de Duncan al 5% (cuadro 5)

La producción total presenta tres grupos, incluyéndose dentro del mejor los tratamientos con serrín, granza y polietileno negro; en el medio el testigo y el polietileno blanco, en el último el polietileno transparente.

CUADRO 5

ORDENAMIENTO DE LOS TRATAMIENTOS SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN

AL 5% PARA LAS ONCE COSECHAS Y LA PRODUCCION TOTAL .

					CO:	SEC	H A									-11				
1-2-3	4		5	E C	6	7	8			9			10			11		TO	TAI	_
	a	b	a	b			a	b	a	Ъ	С	a	ь	c	a	b	c	a	ь	С
	4		4		1,4	5.0	4	6 1	1	1		6	1	3.	1	Ĭ		4		
	6		6				6			4			3	4		3	3	1		
n.S.		5	5				3			6		3,	1			6	13	6		
				20				1		3	_		4			4	-		5	
		2		1	n.s.	h.s.		5			5			5			2		3	
		1 3		3													-			-
		3		2				2			2			2			5	1		2

N.S. = no significativo

tratamientos: 1 = granza

2 = transparente

3 = testigo

4 = serrin

5 = blanco

6 = negro

El número de plantas cosechadas aparece en el cuadro 6 y el análisis de variación de plantas en cada cosecha junto con su promedio, en el cuadro 7. Este refleja una diferencia significativa en número, tanto para el tratamiento como para la cosecha y la interacción tratamiento por cosecha.

NUMERO PROMEDIO DE PLANTAS COSECHADAS POR TRATAMIENTO
Y POR COSECHA, POR PARCELA

				COS	SECF	A I						
TRAT.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	x
1	0.2	0.4	1.0	3.2	5.8	4.8	6.4	8.0	5.2	3.8	11.6	4.6
2	0.0	0.8	1.0	2.6	4.0	3.2	4.2	4.0	2.8	1.6	2.2	2.4
3	0.2	0.8	1.0	2.4	5.4	4.2	7.4	7.0	5.8	5,4	7.8	4.3
4	0.2	2.0	2.4	5.6	9.6	7.6	8.4	9.6	5.8	3.0	6.6	5.4
5	0.0	1.0	1.2	2.8	6.4	5.2	6.8	5.6	3.6	2.2	2.8	3.4
6	0.2	1.0	1.2	4.0	6.8	4.8	5.2	7.2	5.2	4.2	6.8	4.2
x	0.1	1.0	1.3	3.4	6.3	4.9	6.4	6.9	4.7	3.4	6.3	

CUADRO 7

ANALISIS DE VARIACION DEL NUMERO DE PLANTAS

COSECHADAS

Fuente de variación	Grados libertad	suma de l cuadrados	cuadrado medio	F tal	ola 5%	F calculada
Tratamiento (T)	5	311.61515	62.323030	4.10	2.71	7.05**
Repetición (R)	4	161.78788	40.446970	4.43	2.87	4.58**
Error _a (RxT)	20	176.79394	8.839697	-	44-	*
Cosecha (C)	10	1746.40606	174.640606	2.41	1.88	46.62**
Tratamiento x Cosecha	50	417.48485	8,349697	1.53	1.36	2.23章章
Error _b (RxC+RxCxT	7) 240	899.01818	3.745909	-		-
Total	329	3713.10606	11.286037	-		-

Las temperaturas medias diarias a 20 centímetros de profundidad del suelo, por tratamiento, fueron calculadas para el período entre una cosecha y la siguiente, correspondiendo el promedio de la primera a los días transcurridos entre ésta y la floración. Ellas, sus promedios por tratamiento, desviación estandar y coeficientes de variación, se incluyen en el cuadro 8.

La temperatura media más baja corresponde al tratamiento serrín, con 20,4 C, y la más alta al polietileno negro, con 22,4 C. Todos los coeficientes de variación son menores del 10 %.

VALORES MEDIOS DE TEMPERATURA DEL SUELO POR COSECHA,

POR TRATAMIENTO, DURANTE EL PERIODO DEL CULTIVO Y SU ANALISIS ESTADISTICO.

COSECHA			T	RATA	MIENTO	
	GRANZA	TRANSP.	TESTIGO	SERRIN	BLANCO	NEGRO
1	21.2	22.0	21.8	20.5	21.1	22.5
2	21.1	21.0	21.4	20.1	20.6	22.0
3	21.6	21.5	22.0	20.4	20.8	22.4
4	21.5	21.3	21.8	20.4	20.9	22.2
5	21.2	20.8	21.7	20.2	21.0	22.0
6	20.5	20.2	21.0	19.5	20.2	21.1
7	20.6	20.4	20.4	19.5	20.3	21.3
8	20.6	20.4	21.1	19.8	20.7	22.0
9	20.6	20.5	21.1	20.5	20.8	22.1
10	20.7	20.5	21.0	20.3	20.9	22.3
11	20.8	20.3	21.4	20.4	21.0	22.4
MEDIA	21.09	21.29	21.50	20.35	21.15	22.38
DESVIA- CION ESTAN-	0.70	4.00	0.71			
DAR	0.70	1.33	0.74	0.81	1.12	1.03
COEF. DE VA-			25	=======================================		4
RIACION	3.34%	6.24%	3.44%	3.99%	5.32%	4.61%

A las temperaturas medias diarias del suelo, por tratamiento, se les determinó sus valores de t, apareciendo los resultados en el cuadro siguiente. Del mismo se deduce que tanto el negro como el serrín son los únicos que fueron significativamente diferentes de todos los demás tratamientos, siendo los del negro positivos, mientras que los del serrín negativos.

CUADRO 9

VALORES CALCULADOS DE T PARA LA TEMPERATURA MEDIA

DEL SUELO POR TRATAMIENTO.

TRATA- MIENTO		Т	RATAM	TENTO		
	GRANZA	TRANSP.	TESTIGO	SERRIN	BLANCO	NEGRO
GRANZA		0.48	-1.44	-2.48	0.14	3.70
TRANSP.	-		0.50	-2.18 #	-0.31	2.32*
TESTIGO				-3.77*	-0.96	2.47*
SERRIN					2,06*	-5.55*
BLANCO						2.91
NEGRO						

Con el propósito de investigar el efecto que la temperatura del suelo pueda tener sobre la cosecha, se procedió a hacer el análisis de correlación entre la producción total y la temperatura media, por tratamiento (cuadro 10). Los resultados revelan una alta correlación entre estas dos variables.

CUADRO 10.

COEFICIENTES DE CORRELACION ENTRE TEMPERATURA MEDIA DIARIA DEL SUELO A 20 CM DE PROFUNDIDAD Y PRODUCCION TOTAL EN PORCENTAJES.

	Repetición	Producción	Temperatura
Repetición	TAASA trees	82.8	11.5
Producción	-6.51	-	-0.1
Temperatura		-20,00	

También se determinaron los coeficientes de correlación entre la producción de las once cosechas y sus respectivas temperaturas del suelo, por tratamiento, apareciendo los resultados en el cuadro 11. En él se observa una correlación menor del 5% para el polietileno negro y por debajo del 10% para el polietileno transparente. El testigo presenta 10,6% de coeficiente de correlación

CUADRO 11

COEFICIENTE DE CORRELACION PARA LAS ONCE COSECHAS DE CADA
TRATAMIENTO CON SUS RESPECTIVAS TEMPERATURAS MEDIAS POR DIA, DEL SUELO.

Producción de tomate	granza	transpa-	testigo	serrin blanco negro
granza	-29.6	24.72		ha / Time
transparent	te	-6.2*		That T
testigo		111.2	-10.6*	12.0
serrin				-96.7
blanco		12.00		-56.2
negro			7120	-4.9*

Las condiciones del clima, en cuanto a los factores ligados con este experimento se refiere y prevalecientes durante el lapso de tiempo del ensayo, se presentan en el cuadro 12.

CUADRO 12

TEMPERATURA MEDIA DIARIA PARA CADA PERIODO DE COSECHA.

EN GRADOS CENTIGRADOS, 1977.

Fecha de cosecha		sесћа	Temperatura del suelo desnudo a 20 cm de pro- fundidad.		
19-9	al	17-10	23.8	19.7	
18-10	al	24-10	23.8	20.0	
25-10	al	31-10	24.3	19.6	
1-11	al	7-11	24.3	19.7	
8-11	al	13-11	24.0	19,9	
14-11	al	16-11	23.2	19.3	
17-11	al	20-11	23.3	18.6	
21-11	al	23-11	23.6	20.7	
24-11	al	27-11	23.8	20.7	
28-11	al	30-11	23.9	20.9	
1-12	al	6-12	24.0	20.0	

CUADRO 13

Lluvia total en milímetros y brillo solar promedio diario en horas para cada período de cosecha, 1977.

echa	de cosecha		Brillo solar. Promedio	Lluvia total
			diario en horas.	En milimetros.
9-9	al	17-10	4.8*	242.5
8-10	al	24-10	4.3*	21.0
5-10	al	31-10	8.1	91.6
1-11	al	7-11	6.6	56.3
8-11	al	13-11	7.0	16.0
4-11	al	16-11	4.3*	29.8
17-11	al	20-11	5.9	59.7
21-11	al	23-11	10.0	6.9
24-11	al	27-11	6.6	12.5
28-11	al	30-11	5.6*	0.4
1-12	al	6-12	8.3	1.8

DISCUSION

La producción total que presentaron los diferentes tratamientos permite establecer que el serrín fue el que la favoreció más, siguiéndole en orden descendente la granza, el polietileno negro, testigo, polietileno blanco y por último, el polietileno transparente.

La primera recolecta de tomates se efectuó 29 días después de la floración, notándose que las cuatro siguientes estuvieron espaciadas por períodos de una semana, mientras que las posteriores se realizaron en promedio, cada 3,5 días, lo que representó el punto de mayor producción. La última cosecha fue seis días después, debido al estado de decadencia de la plantación, hecho que motivó que a tal altura se considerara terminada la vida productiva del sembrío, colectándose no sólo los frutos maduros, sino también aquellos que aunque verdes se consideraron aptos para el consumo humano; por ello la cosecha final presenta un incremento en peso, con relación a la anterior que se consideró como el punto inicial de la pérdida del potencial productivo de las plantas.

Con el propósito de conocer si las diferentes producciones por tratamiento en cada una de las once cosechas y sus respectivos totales eran estadísticamente diferentes, se realizó el análisis de varianza que demostró la existencia de una variación significativa para los tratamientos en las cosechas 4,5,8,9,10,11 y la producción total.

La producción revela que no solo hay una variación significativa para los tratamientos, sino también para las cosechas y su interacción tratamiento por cosecha. El ordenamiento de ellas según Duncan al 5%, permite observar que la cobertura de polietileno transparente siempre dió las más bajas, siendo la menor en cuatro de las cosechas que fueron diferentes significativamente y quedando también en último lugar para la producción total. Este fenómeno se explica por la alta competencia que hubo por luz, suelo y nutrientes entre las plantas de tomate y las hierbas indeseables, ya que bajo plástico transparente se desarrollaron estas últimas en mucha mayor cantidad que bajo cualquier otra cobertura, llegando a extremos de hacerse necesaria la deshierba más frecuente. Lo anterior no es más que un hecho ya conocido y definido por Slatter y Broach (30) y Shetty (29) quienes indicaron la inconveniencia del polietileno transparente para el control de hierbas, ya que deja pasar un 92% de luz.

El grupo mejor con base en la producción total está constituído por los tratamientos de serrín, granza y polietileno negro, cuyo comportamiento se puede apreciar en la figura 1. Se observa que la producción bajó en las cosechas 6 y 10. El mismo análisis se hizo para los tratamientos de baja producción y en ambos se destaca un gran paralelismo entre cantidad cosechada y brillo solar (figura 2). Esto quiere decir que tal factor climático aparentemente es uno de los que gobiernan el comportamiento de la producción en el cultivo del tomate.

La temperatura media diaria del suelo a 20 centímetros de profundidad mostró valores diferentes para cada tratamiento. Estos promedios se

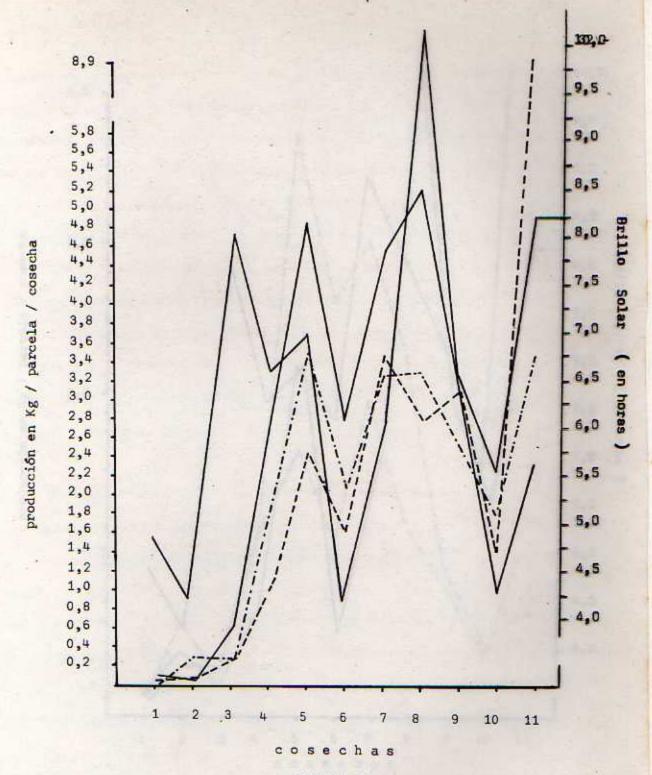
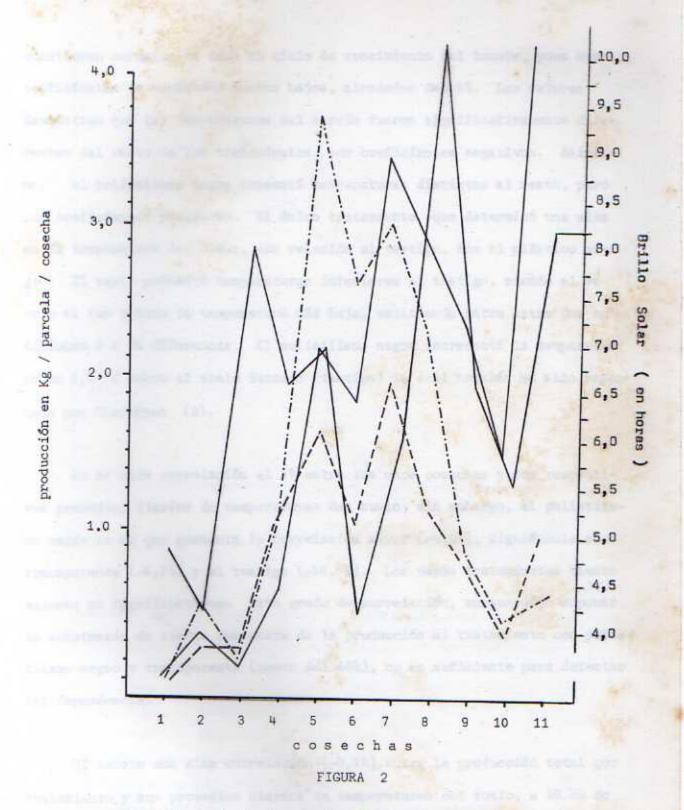


FIGURA 1

Comportamiento de la producción de los tres mejores tratamientos a través de las once cosechas y su relación con el brillo solar.

____ serrin, ____ negro, ____ granza



Comportamiento de la producción de los tratamientos malos, incluyendo al peor, a través de las once cosechas y su relación con el brillo solar.

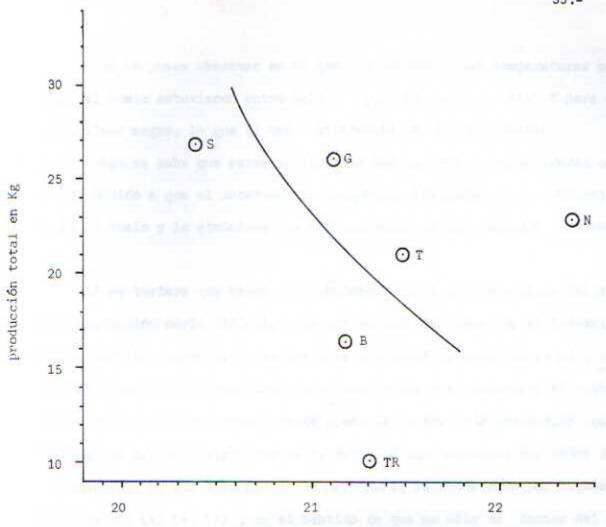
testigo _____ transparente

consideram normales en todo el ciclo de crecimiento del tomate, pues sus coeficientes de variación fueron bajos, alrededor del 5%. Los valores demuestran que las temperaturas del serrín fueron significativamente diferentes del resto de los tratamientos, con coeficientes negativos. Asimismo, el polietileno negro presentó temperaturas distintas al resto, pero con coeficientes positivos. El único tratamiento que determinó una alza en la temperatura del suelo, con relación al testigo, fue el plástico negro. El resto presentó temperaturas inferiores al testigo, siendo el serrín el que obtuvo la temperatura más baja, existiendo entre estas dos condiciones 2 C de diferencia. El polietileno negro incrementó la temperatura en 0,9 C sobre el suelo desnudo (testigo) lo cual también ha sido reportado por Clarckson (8).

No se nota correlación al 1% entre las once cosechas y sus respectivos promedios diarios de temperaturas del suelo; sin embargo, el polietileno negro es el que presenta la correlación mayor (-4,9%), siguiéndole el
transparente (-6,2%) y el testigo (-10,6%). Los demás tratamientos tienen
valores no significativos. Este grado de correlación, aunque deja suponer
la existencia de cierta respuesta de la producción al tratamiento con polietileno negro y transparente (menor del 10%), no es suficiente para detectar
tal dependencia.

Sí existe uma alta correlación (-0,1%) entre la producción total por tratamiento y sus promedios diarios de temperaturas del suelo, a 20 cm de profundidad. El comportamiento de ésta se representa en la figura 3.





Temperatura media (en C) a 20 cm de profundidad

FIGURA 3

Relación entre producción total y temperatura media diaria del ciclo vegetativo para los tratamientos de mejor y peor producción.

B : tratamiento con cobertura de polietileno blanco

G : tratamiento con cobertura de granza de arroz

N : tratamiento con cobertura de polietileno negro

S : tratamiento con cobertura de serrin

T: tratamiento testigo, sin cobertura

TR: tratamiento con cobertura de polietileno transparente

Como se puede observar en el gráfico anterior, las temperaturas medias del suelo estuvieron entre 20,4 C para el serrín y 22,4 C para el polietileno negro, lo que da una diferencia de 2 C solamente.

Desde luego se sabe que estas variaciones son mayores a profundidades menores, debido a que el intercambio energético básicamente por conducción entre el suelo y la atmósfera, es más acelerado en intensidad y cantidad.

Si se tuviera que trazar una tendencia entre la temperatura del suelo y la producción, sería difícil, pues por un lado se tiene que el tratamiento con polietileno negro presenta una alta producción a pesar de su alta temperatura de suelo y por otro lado, como caso opuesto al anterior, el tratamiento con polietileno transparente presenta la más baja producción con una temperatura delsuelo alrededor de la media de las obtenidas por todos los tratamientos; es por ello necesario recordar lo ya demostrado por muchos investigadores (4, 14, 17), en el sentido de que no sólo un factor del suelo, como lo es su temperatura, puede considerarse responsable del desarrollo radicular, de la parte aérea y de la producción, sino que intervienen otros interactuando entre sí, dentro de los cuales están la humedad, enfermedades, hierbas competitivas, etcétera. Emmert (12) afirma que el polietibleno negro aumenta la producción del tomate por factores que no son la temperatura del suelo, sino un mejor control de sanidad de las frutas.

Otros autores (12, 22, 39) han demostrado que este tratamiento da un buen control de las malas hierbas. A tal conclusión también llegó Shetty (29) agregando además que dicho control no fue efectivo cuando se usó el polietileno transparente. Según Slatter y Broach (30), la causa está en la transmisión de luz ya que en el negro es cercana al 0%, mientras que el transparente deja pasar un 92% de ella. Clarkson (8) menciona que el aumento en la producción por el uso de polietilenos como cobertura, no es necesaria mente el resultado directo de ellos, sino de su influencia en todos los factores como son el microclima, incluyendo lógicamente a la temperatura, enfermedades, humedad, retención del Nitrógeno, etcétera.

Basándose en los anteriores conocimientos y con el propósito de trazar una hipótesis sobre el efecto de la temperatura del suelo en la producción, es que se descartan para este fin, los resultados obtenidos con el polietileno negro y el transparente. Efectivamente, el primero controló las hierbas competitivas en forma excelente, mientras que el segundo incrementó su población; esta es la causa más visible y probable que puede explicar satis factoriamente el aumento de la producción con el uso de polietileno negro y su disminución con el transparente.

Es decir, la ausencia o presencia excesiva de otros vegetales competitivos fue la posible causa del resultado obtenido con estos dos tratamientos. No hay duda de que el uso del negro es mejor que el del transparente
en las regiones templadas, según reportan Slatter y Broach (30), condición
muy diferente a la zona donde se realizó el ensayo.

Eliminados esos dos tratamientos, se puede observar en la figura 3, que pareciera existir una tendencia de incremento en la producción conforme la temperatura del suelo es menor, dentro de los límites ahí analizados. Sin embargo, se observa que el tratamiento con polietileno blanco, con una temperatura del suelo menor que el testigo, dió una producción inferior a aquel. Nuevamente la razón puede estar en el hecho, ya apuntado por Slatter y Broach (30) de que el aire debajo de esta clase de cobertura permanece cerca del 100% de humedad relativa, lo cual es favorable al desarrollo de enfermedades, tanto aéreas como radiculares. Lamentablemente no se llevó registro de éstas en la parte subterránea de la planta, para poder afirmar tentativamente que fuese el motivo de la baja producción, pero sin embargo se deja planteada como la más probable explicación del comportamiento del polietileno blanco.

Tratando de profundizar un poco más en el efecto de la temperatura del suelo sobre la producción, se realizó el análisis de varianza del número de plantas cosechadas en cada una de las once fechas de recolección y de su promedio. Se observa que tanto para tratamientos, cosechas, como la interacción tratamiento por cosecha, son significativas. El número total de plantas por parecela efectiva fue de catorce. En la figura 4 se observa el comportamiento del número de plantas cosechadas con respecto a la temperatura del suelo.

Con base en el mismo razonamiento que cuando se discutía el efecto

de la temperatura sobre la producción por parcela, se eliminan los puntos

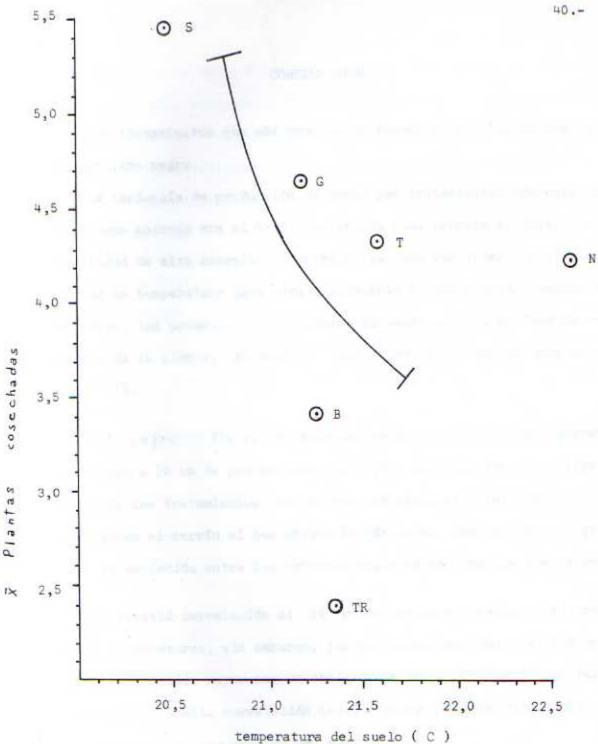
de referencia de los tratamientos de polietileno negro y transparente,

con el fin de poder ver la posible tendencia de causa a efecto de estas

dos variables. Se observa que el número de plantas es también función de la

temperatura en los límites térmicos de la zona de trabajo, ya que aumentan los dos en forma proporcional; o sea, existe una posible relación entre la temperatura del suelo a 20 cm de profundidad, el número de plantas cosechadas y su producción.





FIGURA

Relación entre el número promedio de plantas cosechadas y temperatura del suelo, para cada tratamiento.

B:blanco, G:granza, N:negro, S:serrín, T:testigo, TR:transparente

CONCLUSIONES

Los tratamientos que más produjeron fueron el serrín, la granza y el polietileno negro.

La tendencia de producción de todos los tratamientos presenta un paralelismo notorio con el brillo solar, lo cual permite establecer una posibilidad de alta correlación entre estas dos variables. Los valores medios de temperatura para cada tratamiento fueron significativamente diferentes; los promedios se consideran normales para el período de crecimiento de la planta, al mostrar coeficientes de variaciones menores del 5%.

El negro fue el tratamiento que incrementó más la temperatura del suelo a 20 cm de profundidad, en 0,9 C con relación al testigo; el resto de los tratamientos presentaron temperaturas inferiores a la de éste, siendo el serrín el que obtuvo la más baja. Dos grados centígrados fue la variación entre los extremos registrados por los tratamientos.

No existió correlación al 1% entre las once cosechas y sus respectivas temperaturas, sin embargo, fue el polietileno negro el que presentó la correlación mayor con un coeficiente de -4,9. Por el contrario, si existió una alta correlación (-0,1%) entre la producción total por tratamiento y su temperatura del suelo.

Se considera que la alta producción del tratamiento con polie- -

tileno negro se debió a que éste controló eficazmente la competencia de las hierbas indeseables y no al incremento de temperatura que le causó al suelo. Asimismo, es probable que la baja producción con la cobertura de polietileno transparente se debió a un incremento excesivo de malas hierbas, neutralizando posiblemente este fenómeno del efecto térmico.

El polietileno blanco a pesar de mantener la temperatura baja, condiciona una producción baja de tomate como consecuencia probable del desarrollo de enfermedades radiculares favorecidas por la alta humedad relativa que origina esta cobertura en su parte inferior.

RESUMEN

Se estudió el efecto del polietileno negro, blanco, transparente, del serrín y la granza de arroz, como cobertura del suelo, en la producción de tomate.

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agrícola

Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, situada a los

10º 16' latitud norte, 84º16' longitud oeste y a 840 metros sobre

el nivel del mar, donde ocurre una lluvia anual de 2000 milímetros,

con temperatura media 21,4 C.

Se usó la variedad de tomate Tropic y el ensayo se realizó du rante 1977.

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, cosechas y su interacción, siendo el serrín, la granza y el polictileno negro los tratamientos que más favorecieron la producción, quedando en último lugar el polictileno transparente.

Se atribuye la alta producción bajo el polietileno negro al control que éste ejerció sobre las malas hierbas, mientras que el transparente condicionó una baja producción debido a que permitió el crecimiento excesivo de éstas. Los valores promedios de temperatura para cada tratamiento fueron significativamente diferentes.

Existió correlación entre la producción total por tratamiento y sus temperaturas del suelo; fenómeno parecido ocurrió con el número de plantas cosechadas.

Se definio un paralelismo entre el brillo solar y la producción a través de las once cosechas para todos los tratamientos.

BIBLIOGRAFIA

- 1- Araya, R. Control químico y físico de malas hierbas en tomate. Tesis. San Pedro de Montes de Oca, Universidad de Costa Rica, 1976. 60P.
- 2- Bárcenas, J.M. Valoración de F_f F_l F_q y F_n de los suelos de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Costa Rica. Tesis. San Pedro de Montes de Oca. Universidad de Costa Rica, 1960. 141P.
- 3- Baugh, R.E., Hickok, R.B. Kohnke, H. and Mayer, I.D. Some results of mulch tillage for corn. Agr. Eng. 31 (8): 398-400, 403. 1950.
- 4- Black, A. L. and Greb, B.W. Nitrate accumulation in soils covered with plastic mulch. Agron. J. 54:366. 1962.
- 5- Button, E.F. and Potharst, K. Comparison of mulch materials for turf establishment. J. Soil and water Conserv. 17: 166-169. 1962.
- 6- Cannell, C.H., Voth, V., Bringhurst, R. S. and Proebsting, E.L.

 The influence of irrigation levels and application methods;

 polyethylene mulch, and nitrogen fertilization on strawberry

 production in Southern California. Proc Amer. Soc. Hort.

 Sci. 78: 281-291. 1961.
- 7- Chepil, W.S., Woodruff, N.P., Siddoway, F.H. and Armbrust, D.V. Mulches for wind and water erosion control. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv. ARS 41-84, 23pp. 1963.
- 8- Clarckson, U.A. Effect of black polyethylene mulch on soil and

- microclimate temperature and nitrate level. Agr. Jour. 52: 307-309. 1960.
- 9- Cochran, B.J., Wilkes, L.H., Niles, G.A., Dudley, D.I., and
 Thaxton, E.L. The effects of a petroleum mulch on the
 growth and development of cotton. Tex. Agr. Expt. Sta.
 Prog. Rpt. 2312, 12pp. 1964.
- of paper and poly ethylene mulching on yields of certain vegetable crops.

 Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 85: 526-531. 1964.
- Denisen, E.L., Shaw, R.H. and Vance, B.F. Effect of summer mulches on yield of even bearing strawberries, soil temperature and soil moisture. Iowa State College. Jour. Sci. 28: 167-175. 1953.
- 12- Emmert, E.M. Black polyethylene for mulching vegetables. Proc.

 Amer. Soc. Hort. Sci. 69:464-469. 1957.
- 13- Hoyningen-Heune, J.V. Über den einfluss einer strohdecke auf den strahlungshaushalt des erdbodens. Agric, Meteorol. 9 (1/2):63-75. 1971.
- 14- Judkins, W.P. Sawdust as a mulch. Agr. Ext. Ser., Va. Polytech. Inst., C 650, 8pp 1960.
- 15- Kalma, J.D. The annual course of air temperature; and near-surface soil temperature in a tropical savannah environment.

 Agric. Meteorol. 8:293-303. 1971.
- 16- Kirsh, R.K. Effects of sawdust mulches. Soil properties.
 Oreg. Agr. Exp. Sta. Tech. 49:3-15. 1959.

- 17- Landsberg, I. I. and Cutting, C. V. Environmental effects on crop Phisiology. Academic Press, N.Y. 1977. 388P.
- 18- Loria, W. Effects of sawdust and black polyethylene mulches on ground tomatoes for pink stage harvesting. Gainesville University of Florida. Tesis M.S. 38-41. 1965
- 19- Mc Quigg, J.D. and Calvert O.H. Influence of soil temperatures on the emergence and inicial growth upland cotton. Agr. Meteorol. 3(3/4):179-185. 1966.
- 20- Moody, J.E., Jones, J.N., Jr. and Lillard, J.H. Influence of straw mulch on soil moisture, soil temperature and the growth of corn. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 27:700-703. 1963.
- 21- Namken, L.M., Wiegand, C.L. and Willis, W.O. Soil -and air- temperatures as limitations to more efficient water use.
 Agric. Meteorol. 14:196-181. 1974.
- 22- Nylund, R.E., D.C. Nelson and Grimsbo, N. Plastic mulches for vegetables growing. Minn. Agr. Exp. Sta. Minn. Farm and Home. Sci. 19 (1):7. 22-23. 1961.
- 23- Pérez, O. Guía para la producción de tomate. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 1977. 10P.
- 24- Phipps, R.H. and Cochrane, J. A note on the effect of bitumen mulch on soil temperature and forage maize production. Agric. Meteorol. 17:397-399. 1976.
- 25- Phipps, R.H. and Cochrane, J. The production of forage maize and the effect of bitumen mulch on soil temperature.

 Agric. Meteorol. 14:399-404. 1975.

- 26- Proebsting, E.L. The effect of soil temperature on the mineral nutrition of strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69:278-281. 1957.
- 27- Robbins, W.W., Crafts, A.S. y Raynor, R.N. Destrucción de malas hierbas. Trad. de la 2a. ed. inglesa por José L. de la loma. Zaragoza México U.T.H.E.A. 1969. 94-95 pp.
- 28- Schrodter, H. und Tiejen, C. Statistische betrachtungen zur
 frage der abhangigkeit der nitrifikation con bodentemperatur und bodenfeuchtigkeit. Agric. Meteorol. 9 (1/2)
 : 77-91. 1971.
- 29- Shetty, B.S. Effects of polyehtylene film mulches on sawdust on the vegetative and reproductive behavior of red strawberry plants. Tesis Ph. D. University of Minnesota. 1974. 40-57 pp.
- 30- Slatter, C.S. and Broach, R.V.D. Plastic ground and what they
 do. Crops and soil. 12 (6) : 12-23. 1960.
- 31- Soto, A. Control de malezas en cultivos. Curso de control de malezas. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía. 1975. 6P (mimeografiado).
- 32- Takatori, F.H., Lippert, L.F. and Whiting, F.L. The effect of petroleum mulch and polyethylene films on soil temperature and plant growth. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 85:532-540. 1964.
- 33- Tukey, R.B. and Schoff, E.L. Influence of different mulching materials upon the soil environment. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 82:68-76. 1963.

- 34- Vanderbirg, J. and Tiessen, H. Influence of waxcoated paper mulch on grow and flowering of tomate. Horticultural Sciences Guelp University Ontario Canada. 7 (5); 464-469. 1972.
- 35- Vives, L. y Quiroga, V. Tabulación de los datos climáticos para uso agrícola. Segunda aproximación. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - Universidad de Costa Rica, 1977. 56-68 pp.
- 36- Webster, G.R. The effect of sawdust, straw, compost and manure on the yield and chemical composition of strawberries and on soil moisture, acidity and organic matter content. Canada J. Plant. Sci. 41:42-49. 1961.