

TEMPERATURA DEL SUELO, BAJO DIFERENTES COBERTURAS Y SU ACCION
SOBRE LA PRODUCCION DE TOMATE (Lycopersicon esculentum M.)

Sonia M. Amador Berrocal
Luis Vives

ESTE TRABAJO HA SIDO REALIZADO GRACIAS
AL CONTRATO ENTRE EL MINISTERIO DE A-
GRICULTURA Y GANADERIA Y LA UNIVERSIDAD
DE COSTA RICA PARA FORTALECER LAS IN-
VESTIGACIONES AGROMETEOROLOGICAS QUE
SE INICIO EL 14 DE ABRIL DE 1970.

TEMPERATURA DEL SUELO, BAJO DIFERENTES COBERTURAS Y SU ACCION
SOBRE LA PRODUCCION DE TOMATE (Lycopersicon esculentum M.)

Sonia M. Amador Berrocal¹
Luis Vives²

INTRODUCCION

En las regiones donde el suelo se congela, la investigación está dirigida hacia el efecto beneficioso de la cobertura en el calentamiento rápido del mismo; en las partes tropicales la atención se ha fijado en 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.

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 de ésta en la producción.

Recordando que en las regiones tropicales el sol calienta todo el año, se ha considerado necesario atraer la atención hacia el hecho de que las coberturas, especialmente plásticas de color oscuro, deben ser evaluadas no sólo en sus efectos beneficiosos, sino también en los que se sospecha como negativos para la producción, al elevarse la temperatura del suelo.

¹Licenciada en Biología

²Catedrático de la Universidad de Costa Rica

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.

Se investiga este comportamiento a través del cultivo del tomate por considerársele de gran rentabilidad económica.

REVISION DE LITERATURA

El desarrollo radicular depende de la acción de todas las condiciones existentes en el período de crecimiento. Carbohidratos, agua, minerales, hormonas, oxígeno disponible y temperatura favorable, son los factores más importantes, pudiendo alcanzar cada uno de ellos, niveles limitantes en ese período. Sin embargo, no se puede decir que solo la raíz es determinante en el crecimiento de un cultivo (17). Es generalmente aceptado que el régimen termal del medio ambiente de la raíz es 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 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, al aumentar éstas la temperatura del suelo.

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

Slatter y Broach (30) informan que la temperatura del suelo es importante en el desarrollo radicular y el vástago de la planta; que el tomate no crece en suelos con temperaturas de 15.5 C o menores; y de 43 C o más en la superficie causó 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 energía solar 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. 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) determinó que la fluctuación de la temperatura del suelo de 5.4 C bajo el serrín, 10 C en el suelo desnudo y 17 C bajo el plástico negro, en tomate.

Denisen, Shaw y Vance (11) compararon el efecto del semín, 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.

Kalma (15) afirma que tanto la conductividad termal como la capacidad calórica ^{se} incrementan con el aumento de contenido de humedad del suelo. El calor puede transferirse por movimiento de masas de agua, en su estado líquido o de vapor, dentro del suelo.

El aire bajo la cobertura plástica permanece húmedo, cerca del 100% de humedad relativa. Esto puede no ser favorable al crecimiento de las plantas, dependiendo de la temperatura y los 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; ésta tiende a ser más húmeda debido a que el vapor de agua se condensa en el plástico, cayendo de nuevo sobre el terreno.

Honingen-Heune (13) demostró que la cobertura de paja puede disminuir fuertermente 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 estudio sobre la influencia de distintas coberturas, el semín 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 serrín, encontró que la humedad del suelo aumentó a 10 cm de profundidad.

También Webster (36) usando serrín observó una mejor conservación de la humedad del suelo.

Según Schrodter y Tietjen (28) la cantidad de nitrato y nitrógeno aumenta con el incremento de la temperatura del suelo.

El aumento en humedad y temperatura cerca de la superficie del suelo producido por la cobertura plástica, favorece su población microbológica. 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.

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, microclima 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 negro encerado como el polietile

El 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.

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.

Otros (12, 22) han recomendado el uso de plástico negro como cobertura, para un buen control de las hierbas indeseables.

Slatter y Broach (30), señalaron que para el control de hierbas 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 con el serrín, plástico negro, blanco y transparente, obtuvo un buen control de hierbas, 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 total.

Según Soto (31) la granza de arroz causó una mayor 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, Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica. 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.

El ensayo se plantó en una área que geológicamente tiene el horizonte superior formado por un manto de cenizas volcánicas meteorizadas y erosionadas. El subsuelo 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, grama de arroz, polietileno negro opaco de 8.3 milésimas de cm, blanco opaco de 5.3 milésimas de cm, e incoloro transparente de 8.6 milésimas de cm aproximadamente; el suelo desnudo sirvió de testigo. La variedad Tropic es de crecimiento indeterminado, 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 0.60 metros. La distancia entre plantas en la hilera fue de 0.40 metros, con borde de 0.20 metros.

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 nematocida 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, cubriéndose el lomillo, excepto en aquellos puntos donde estaban las semillas; el espesor de ambas coberturas se mantuvo constante, en 0.05 metros, reponiéndola manualmente cada vez que la lluvia o el viento ejercían su acción erosiva.

El polietileno o plástico, de 50 centímetros de ancho, cubría el lomillo.

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

El raleo se efectuó 45 días después de la siembra, dejando una planta. La fertilización se llevó a cabo en cuatro etapas, utilizando los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio. En general todas las labores se realizaron según las recomendaciones dadas por el Programa de Horticultura de la Estación Experimental donde se hizo este trabajo.

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

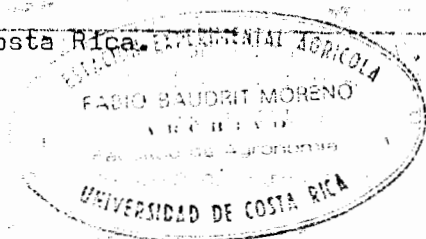
El peso anotado correspondió solo a la producción de la hilera del cen

tro 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, de la Soiltest, consistentes en dos láminas de acero inoxidable anticorrosivo, conteniendo un termopar. Se hicieron lecturas de la temperatura a las 07:00, 09:00, 11:00, 13:00 15:00, y 17:00 horas.

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 periodos de 7,7,7,6,3,4,3,4,3 y 6 días sucesivamente, entre las diez siguientes recolecciones.

El tratamiento que más produjo fue el serrín con 26.62 kg/parcela (21.8% del total de la producción) y en el otro extremo está el transparente con 10.21 kg/parcela (8.4% del total).

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

Analizada la producción total de las once cosechas, se destaca la influencia de cada tratamiento en sus respectivas producciones, así como la interacción tratamiento por cosecha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza para la producción total.

F.V.	Grados libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	F _t		F _c
				1%	5%	
Tratamiento (T)	5	92.96308	18.5926153	4.10	2.71	9.92**
Repetición (R)	4	53.70392	13.4259808	4.43	2.87	7.16**
Error _a (R×T)	20	37.50032	1.8750160	---	---	---
Cosecha (C)	10	485.17319	48.5173187	2.41	1.88	32.05**
T × C	50	284.38078	5.6876157	1.53	1.36	3.76**
Error _b (R×C + R×C×T)	240	363.29616	1.513734	---	---	---
Total	329	1317.01745	4.015297	---	---	---

F.V. = fuente de variación

F_t = valor de la tabla

F_c = valor calculado

Los tratamientos de las cosechas con resultados significativamente diferentes, así como la producción total, se ordenaron en base a la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 2).

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 2. Ordenamiento de los tratamientos según prueba de Duncan al 5%, para las once cosechas y producción total.

1-2-3	4		5		6	7	8		9			10			11			Total		
	a	b	a	b			a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c		
	4		4				4		1			6			1		4			
	6		6				6		4			3			3		1			
n.s.	5		5				3		6			1			6		6			
	2		1	n.s.	n.s.		1		3			4			4		3			
	1		3				5				5			5		2	5			
	3		2				2				2			2		5	2			

n.s. = no significativo, Tratamientos: 1 = granza, 2 = transparente, 3 = testigo 4 = serrín, 5 = blanco, 6 = negro.

El número de plantas cosechadas fue significativo, tanto por tratamiento como por cosecha y la interacción tratamiento por cosecha.

Las temperaturas medias diarias a 20 centímetros de profundidad del suelo, por tratamiento, fueron calculadas para el período entre una cosecha y la siguiente. 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 sus coeficientes de variación fueron menores del 10%.

A las temperaturas medias diarias del suelo, por tratamiento, se les determinó sus valores de t. El negro y el serrín son los únicos significativamente diferentes de todos los demás tratamientos, siendo los del negro positivos, mientras que los del serrín negativos.

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 3). Los resultados revelan una alta correlación entre estas dos variables.

Cuadro 3. Coeficiente de correlación % entre temperaturas media diaria del suelo a 20 cm de profundidad y producción total.

	Repetición	Producción	Temperatura
Repetición	-	+ 82.8	+ 11.5
Producción		-----	- 0.1
Temperatura			-----

También se determinaron los coeficientes de correlación entre la producción de las once cosechas y sus respectivas temperaturas del suelo, por tratamiento. Una correlación menor del 5% existe para el polietileno negro y por debajo del 10% para el polietileno transparente. El testigo presenta 10.6% de coeficiente de correlación. Todos ellos fueron negativos.

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 transparente.

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 (5%), permite observar que la cobertura de polietileno transparente siempre dió las más bajas, siendo la menor en cuadro 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 constituido 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. Investigados todos los efectos del clima dominantes durante esa época, se encontró que hay un paralelismo muy notorio entre el brillo solar y la producción. El mismo análisis se hizo para los tratamientos de baja producción y nuevamente 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 consideran 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

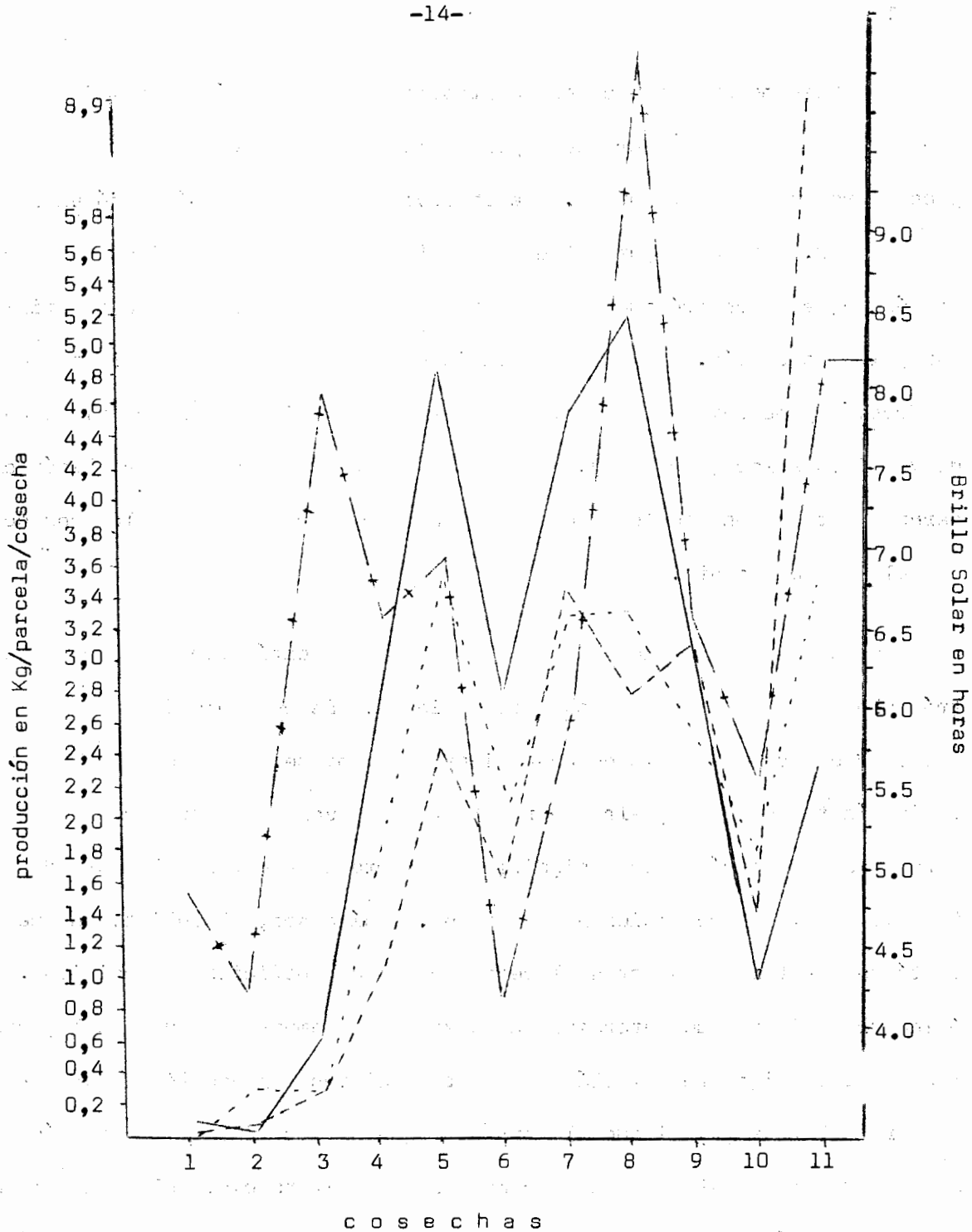


Figura 1

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

— + — Brillo solar

— Serrín

- - - Negro

- · - · - Granza

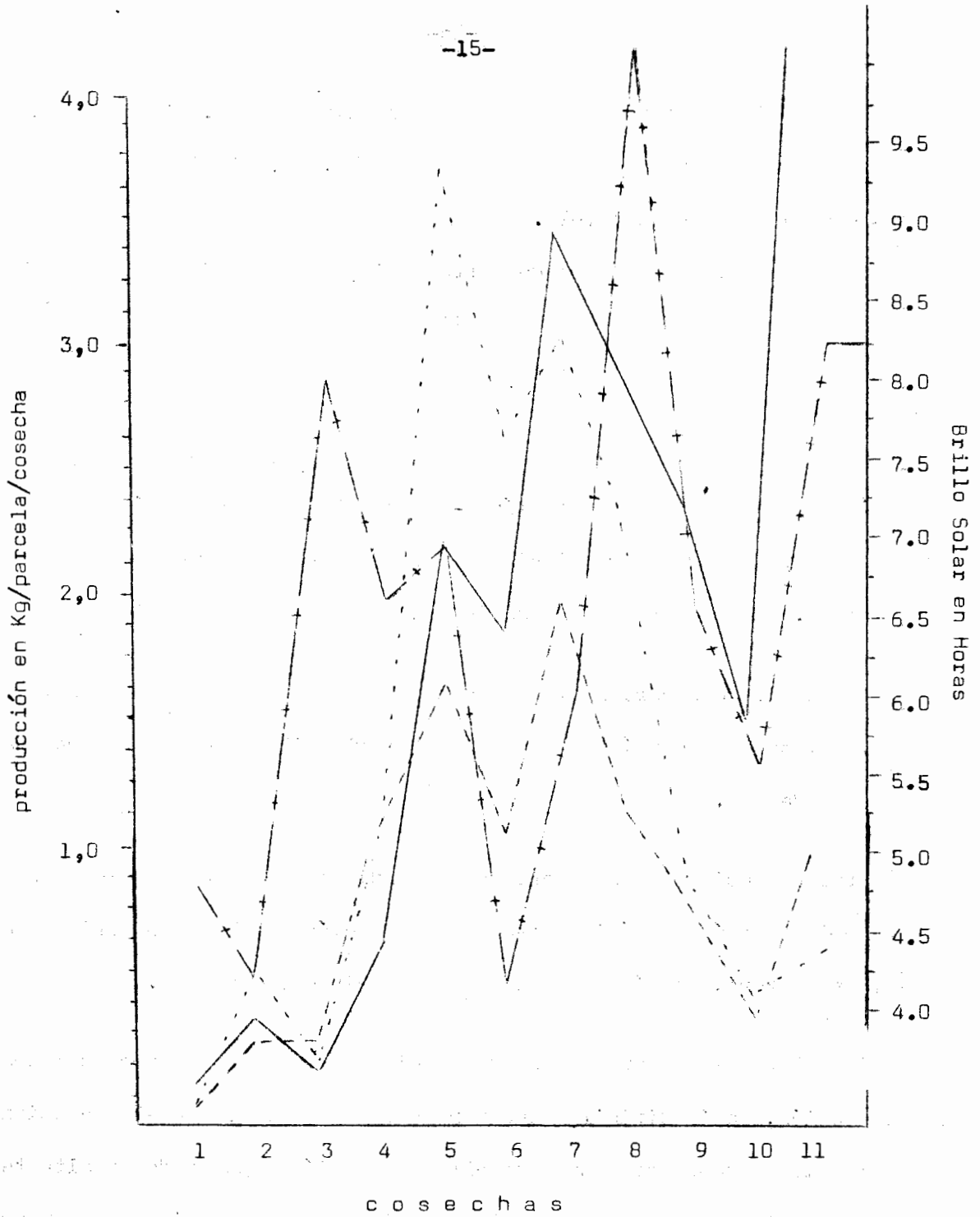


Figura 2

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

— + — Brillo solar
- - - Blanco — Testigo - - - Transparente

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 de 10%), no es suficiente para detectar tal dependencia.

Si existe una alta correlación (-0.1%) entre la producción total por tratamiento y sus promedios diarios de temperatura del suelo, a 20 cm de profundidad. El comportamiento de ésta se representa en la figura 3.

Como se puede observar, 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.

Estas variaciones son mayores a profundidades menores, debido a que el intercambio energético básicamente por conducción entre la superficie del 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, el tratamiento con polietileno transparente presenta la más baja producción con una temperatura del suelo 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 conside

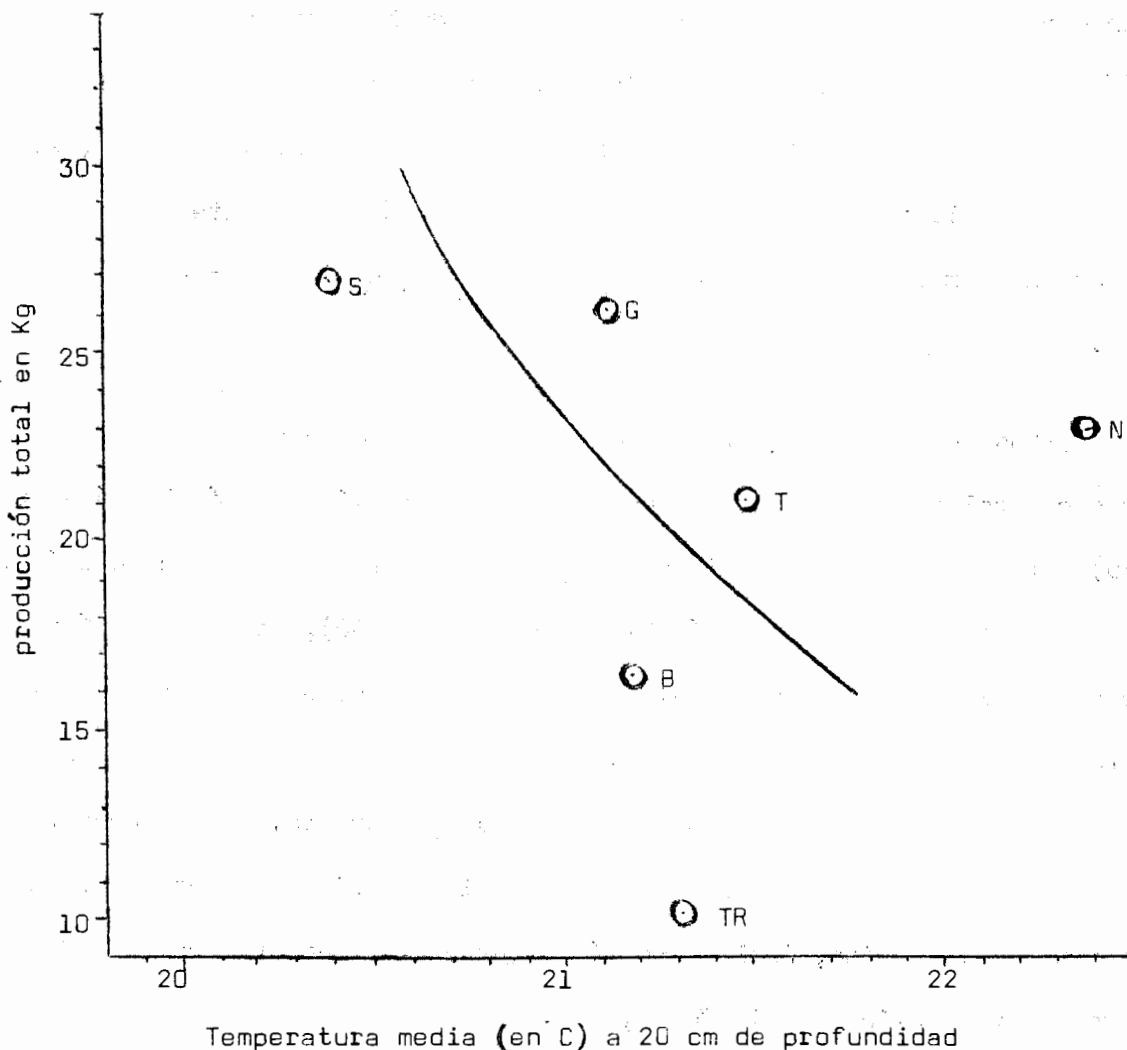


Figura 3.

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 serrín
- T : tratamiento testigo, sin cobertura
- TR : tratamiento con cobertura de polietileno transparente

rarse responsable del desarrollo radicular, de la parte aérea y de la producción, sino que intervienen otras interactuando entre sí, dentro de los cuales están la humedad, enfermedades, hierbas competitivas, etc. Emmert (12) afirma que el polietileno negro aumenta la producción del tomate por factores que no son la temperatura del suelo, sino un mejor control de sanidad de las futas.

Otros autores (12, 22, 30) 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. Clarckson (8) menciona que el aumento en la producción por el uso de polietileno como cobertura, no es necesariamente 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, etc.

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; ésta es la causa más visible y probable que puede explicar satisfactoriamente 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 4, 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.

Tratando de profundizar un poco más en el efecto de la temperatura del suelo sobre la producción, se estudió el comportamiento del número de plantas cosechadas, usando el mismo razonamiento que cuando se discutía el efecto de la temperatura sobre la producción. Se eliminan así 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 en la figura 4, que el número de plantas es también función de la temperatura.



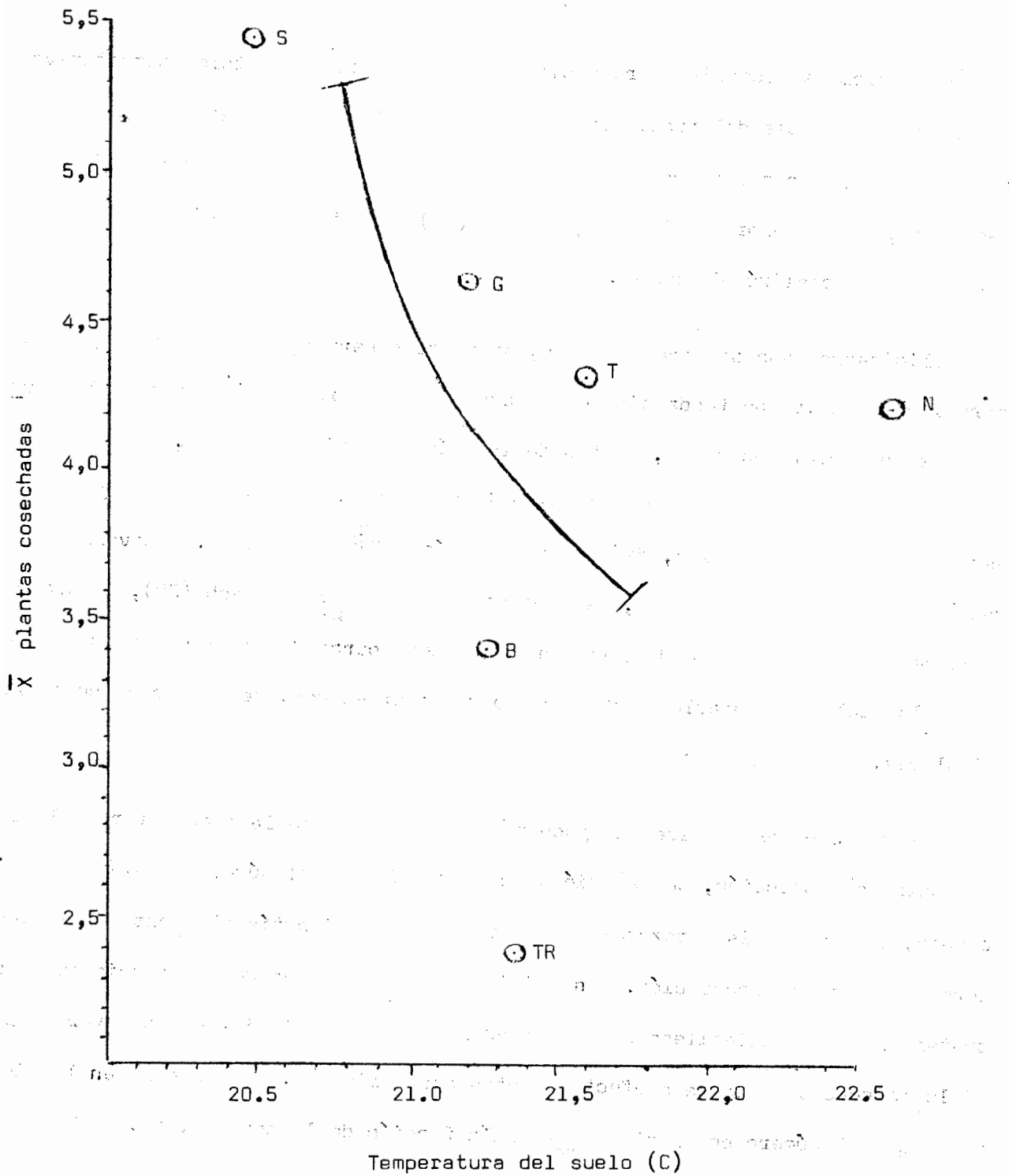


Figura 4

Relación entre el número promedio de plantas cosechas 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 entre ellos, pero los promedios de cada uno de ellos se consideran normales para el período de crecimiento de la planta, al mostrar coeficientes de variación menores del 5%.

El polietileno 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 ^{contrario} -4.9. Por el sí 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 polietileno 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. Así mismo, es probable que la baja producción con la cobertura de polietileno transparente se debió a un incremento excesivo de malas hierbas, neutralizando este fenómeno el

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 que origina esta cobertura en su parte inferior.

RESUMEN

Se estudió el efecto del polietileno negro, blanco, transparente, serrín y 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; se usó la variedad de tomate Tropic y el ensayo se realizó durante 1977.

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

Se atribuye la alta producción del 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 cosecha-

Se definió 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. 60 p.
- 2- BARCENAS, J.M. Valoración F_f , F_1 , 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. 141 p.
- 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, CH., 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.F., SIDDOWAY, F.H. and ARMBRUST, D.V. Mulches for wind and water erosion control. U.S. Dept. Agr., Agr. Res. Serv. ARS 41-84, 23 pp. 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, E. H., MILES, 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, 12 pp. 1964.
- 10- COURTER, J.W. and DEBKER, N.F. Comparison of paper and polyethylene mulching on yields of certain vegetable crops. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci 85: 526-531. 1964.
- 11- 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 strahlungs haushalt des erdbodens. Agric. Meteorol. 9 (1/2) : 63-75. 1971.
- 14- JUCKINS, W.P. Sawdust as a mulch. Agr. Ext. Ser. Va. Plytech. Inst. C 650, 8 pp. 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 Physiology. Academic Press, N.Y. 1977. 388 p.
- 18- LORIA, W. Efectos 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- PEREZ, O. Guía para la producción de tomate. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 1977. 10 p.
- 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 males 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 abh~~an~~gigkeit der nitrifikation con bodentemperatur un bodenfeuchtigkeit. Agric. Meteorol. 9 (1/2): 77-91. 1971.
- 29- SHETTY, B.S. Effects of polyethylene 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. 6 p (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: 68-75. 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. 56-60 p.
- 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.