

Este trabajo ha sido realizado gracias al "Contrato entre el Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Universidad de Costa Rica para fortalecer las investigaciones a grometeorológicas, que se inicio en 1980.

EFECTOS DE LAS COBERTURAS, LA TEMPERATURA DEL SUELO
Y EL BRILLO SOLAR EN LA PRODUCCION DEL TOMATE (Lycopersicon
esculentum M.)

José A. González A.*

Luis Vives**

INTRODUCCION

Agricultura es producir plantas útiles en la mejor forma posible, de modo que se pueda alcanzar una cosecha máxima de aceptable calidad. Para lograr esto hay que acondicionar suelos, considerar factores de clima, combatir malezas, plagas, enfermedades, etc.

Las investigaciones hechas en otros países indican que el incremento de la temperatura del suelo puede tener un efecto beneficioso en el rendimiento. Las coberturas logran incrementar la producción no sólo por la modificación de la temperatura del suelo, sino por otros efectos positivos que de ellas se derivan.

El brillo solar, como indicador aproximado de la duración de horas luz, es importante en la fotosíntesis.

Con el fin de investigar la influencia del brillo solar sobre el rendimiento de un cultivo y los factores que pueden ser modificados en el suelo con el uso de una cobertura, dándole preferencia a la modificación de la temperatura del suelo, se efectuó este trabajo realizado con dos cultivares de tomate (Lycopersicon esculentum M) en la Estación Experimental Agrícola Fabio Laudrit M.

REVISION DE LITERATURA

El tomate no crece en suelos con temperaturas menores de 15,5 C. Tampoco lo hace en suelos con 43 C o más (27).

Para Chipman (9), el aumento de temperatura que se produce en el suelo ha

* Ingeniero Agrónomo

**Catedrático de la Universidad de Costa Rica, Investigaciones Agrometeorológicas

polietileno negro, podría ser responsable de un aumento en la cosecha, siempre y cuando la humedad no sea un factor limitante. Lo mismo encontraron Moore y Campbell (23).

Hank y Lowers (17) encontraron que el plástico negro producía en la superficie del suelo una temperatura de 27 C, mientras que el suelo desnudo presentaba 29 C y el polietileno transparente tuvo la más alta, (34 C). Ellos encontraron que a 60 cm la temperatura era de 25 C para el polietileno transparente y de 24 C para el suelo descubierto.

Lecturas a 15 y 30 cm de profundidad indicaron un aumento de la temperatura del suelo bajo plástico negro, aunque el incremento fue menos marcado a medida que aumentó la profundidad (19).

Homma citado por Davies (10) encontró que a 12.5 cm de profundidad del suelo, el plástico negro aumentó 1,4 C más que la del suelo desnudo, mientras que Clarckson (10) encontró aumentos de 5 C a 2.5 cm de profundidad y de 0.5 C a 15 cm bajo el polietileno negro.

Irizarry (18) informa 30.3 C para polietileno negro y 29.8 C para suelo desnudo, en lecturas hechas a una profundidad entre los 5 y 10 cm.

Anador (2) encontró que a 20 cm de profundidad el polietileno negro, el suelo desnudo, el plástico transparente, la granza y el serrín presentaron una temperatura media diaria de 22.4, 21.5, 21.3, 21.1 y 21.4 C respectivamente, aunque sólo el polietileno negro y el serrín tuvieron valores significativamente diferentes según la prueba de t.

Denisen citado por Davies (10) mostró que la temperatura del suelo a 2.5 y 7.5 cm de profundidad, fue de 4 a 5 C más baja en el cubierto de serrín que en el desnudo.

Dos autores (5; 30) afirman que la efectividad de una cobertura depende de la capacidad para mejorar la conservación de la humedad disponible en el suelo. Otros (13, 31) atribuyen el efecto positivo de una cobertura a la con-

servación del fertilizante.

El empleo de coberturas en tomate también ha sido útil para el combate del nemátodo Meloidogyne spp. (25) y del hongo Phytophthora infestans que produce el tizón tardío (12). Otros (12, 13, 16) comprobaron una reducción de la pudrición del fruto de tomate, con el uso de plástico negro.

Algunos investigadores (28, 29) atribuyeron un mejor aprovechamiento de la luz con las coberturas de polietileno blanco y granza.

Amador (2) encontró que el polietileno negro, serrín y granza fueron las mejores coberturas en cuanto a producción se refiere.

Colton y Aylesworth (6), indican aumentos en la producción de tomate con el empleo de polietileno negro, mientras que Chipman (9) informa de producciones con polietileno negro, aún mayores.

Knave y Mohr (20) encontraron producciones de tomate de 36, 34, y 20 ton/ha con coberturas de polietileno negro, plástico transparente y suelo desnudo en ese orden.

Araya (3) obtuvo una cosecha de tomate, de 69.6 ton/ha cuando usó coberturas de granza de arroz.

Irizarry (18) no halló diferencias significativas a favor del polietileno negro con respecto a la producción y número de tomates.

Varios autores (15, 21, 8) observaron que coberturas de polietileno transparente, negro y serrín aumentaban la calidad del tomate; Chipman (9) halló que el negro produjo más frutos pequeños no comerciales que el serrín o el suelo desnudo. Otros (13, 21) no lograron encontrar interacciones significativas entre la variedad y el tipo de cobertura con respecto al peso y número de tomates.

Araya (3) logró, con cobertura de granza, 23.9, 32.2 y 13.6 ton/ha de tomate de primera, segunda y tercera calidad respectivamente; esa cobertura produjo más cantidad de frutos de primera y segunda que el suelo desnudo.

Amador (2) encontró diferencias significativas en el uso de coberturas de granza, serrín, polietileno transparente y negro con relación al tomate, también determinó un gran paralelismo entre las producciones de tomate y el comportamiento del brillo solar.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno; en clima tropical lluvioso, con una precipitación anual de 2000 mm y una temperatura promedio diario de 22 C.

El área usada presenta suelos con el horizonte superior de cenizas volcánicas recientes que descansan sobre un subsuelo de cenizas viejas bastante más meteorizadas, arcillosas, impermeable y compacto. El suelo es franco arenoso fino (4, 14).

El diseño experimental fue el de parcelas divididas en un arreglo de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones; la parcela grande era el cultivar de tomate y la parcela pequeña la cobertura; en cada parcela pequeña, de 4.8 m por 4.0 m, se sembraron cuatro hileras espaciadas 1.2 m, con una distancia entre plantas de 0.4 m.

Los cultivares fueron Tropic y Floradel. Las coberturas fueron granza de arroz, serrín, polietileno negro de 8.3, azul y rojo de 5.4 milésimas de cm de grosor; como testigo se tuvo el suelo desnudo.

El 5 de enero de 1979 se llevó a cabo la siembra, depositando siete semillas por golpe de espeque. En el fondo de los huecos se depositó el fertilizante 10-30-10 a razón de 500 kg/ha, junto con el insecticida-nematicida carbofuran (Furadan) a razón de 1.15 kg de ingrediente activo/ha. Luego de la siembra se procedió a colocar las coberturas; en el caso del polietileno, fue fijado mediante tierra colocada en sus bordes.

A los 30 días de la siembra se hizo un raleo, dejando una planta por golpe; a los 35 días se realizó un transplante para cubrir los puntos en donde las se

millas no germinaron. Se realizaron dos fertilizaciones más con N, P₂O₅ y K₂O. La necesidad de agua se suplió con un régimen de riego por gravedad efectuado cada ocho días, el cual se suspendió en abril, cuando aparecieron las lluvias.

Para medir la temperatura del suelo se colocaron al azar tres celdas por cobertura, solamente en una de las cuatro repeticiones, a 10; 20 y 40 cm de profundidad; los tríos de celdas de las coberturas de polietileno negro y azul quedaron en el cultivar Tropic, mientras que los del rojo, granza, serrín y testigo en el Floradel. Las lecturas de las temperaturas se hicieron a las 06, 08, 10, 12, 14, 16 y 18 horas, diariamente, durante todo el ciclo del tomate.

Para determinar el efecto de la temperatura de suelo y brillo solar sobre la producción del tomate, se estudiaron las variables, peso y número de tomates según tamaño y sanidad, número de plantas cosechadas, se correlacionaron estas variables con la temperatura a profundidades de 10, 20 y 40 cm, lo mismo que con la duración media diaria del brillo solar y el número de días de 0, 0.1 a 9 y de más de 9.1 horas de brillo solar.

RESULTADOS

Peso de la producción de tomate

El análisis de variancia para el peso del tomate de primera, segunda y tercera calidad así como el del total, reveló que existieron diferencias significativas entre coberturas y entre las varias cosechas, lo mismo que entre cultivos, excepto para el peso del tomate de segunda calidad. Todas las interacciones fueron significativamente diferentes entre sí, pero no las correspondientes a cultivares por coberturas para el tomate de primera y segunda calidad y el peso total.

La mejor cosecha de tomate de primera calidad fue la novena. Las mejores coberturas fueron los polietilenos negro y rojo; este último se decoloró al cabo de dos semanas luego de la siembra y aunque por esto quizás fuera propio llamarle polietileno transparente, mejor se usará el de rojo decolorado, ya

que no se puede determinar hasta que punto algún pigmento rojo remanente de este plástico pudo influir en la absorción térmica. El cultivar Tropic resultó con mayor producción de fruto de primera clase que el Floradel. La mejor interacción cobertura por cosecha, para este tomate, fue la del plástico negro en la novena cosecha.

La mayor producción de tomate de segunda calidad se obtuvo en las cosechas nueve y ocho; se encontró que la cobertura que presentó el mayor peso de este tomate fue el polietileno azul, seguido por el negro y el rojo decolorado. La mejor interacción cobertura por cosecha, para fruto de segunda calidad, fue la que ocurrió en la novena cosecha con el polietileno azul.

El cultivar Floradel tuvo mayor peso de tomate de tercera calidad que el Tropic; la última cosecha fue la que más peso de este tomate obtuvo y las cuatro primeras cosechas las más bajas producciones. Los polietilenos presentaron los más altos pesos de este tomate, mientras que el serrín y suelo desnudo o testigo los más bajos. La interacción cultivar por cobertura con menos peso de fruto de tercera, fue la de Tropic que creció en suelo desnudo, mientras que el mayor lo presentó el polietileno negro con Floradel. La interacción cobertura por cosecha con menos peso de tomate de esta clase, fue la granza en la última cosecha, mientras que el testigo y el serrín con la segunda y la granza con la tercera cosecha fueron las interacciones con menor peso de esta calidad.

La máxima producción de tomate se registró en la novena cosecha. El polietileno negro y el azul resultaron ser las coberturas que dieron la mayor producción. Las figuras 1 y 2 muestran las interacciones coberturas por cosechas para la producción total del tomate. Se nota en éstas que la mejor interacción ocurrió en la novena cosecha con el polietileno azul.

Número de frutos

El análisis de variancia para el número de tomates de primera, segunda y tercera calidad y el total, indicó que hubo diferencias altamente significativas entre cultivares, coberturas y cosechas para estas variables, excepto para

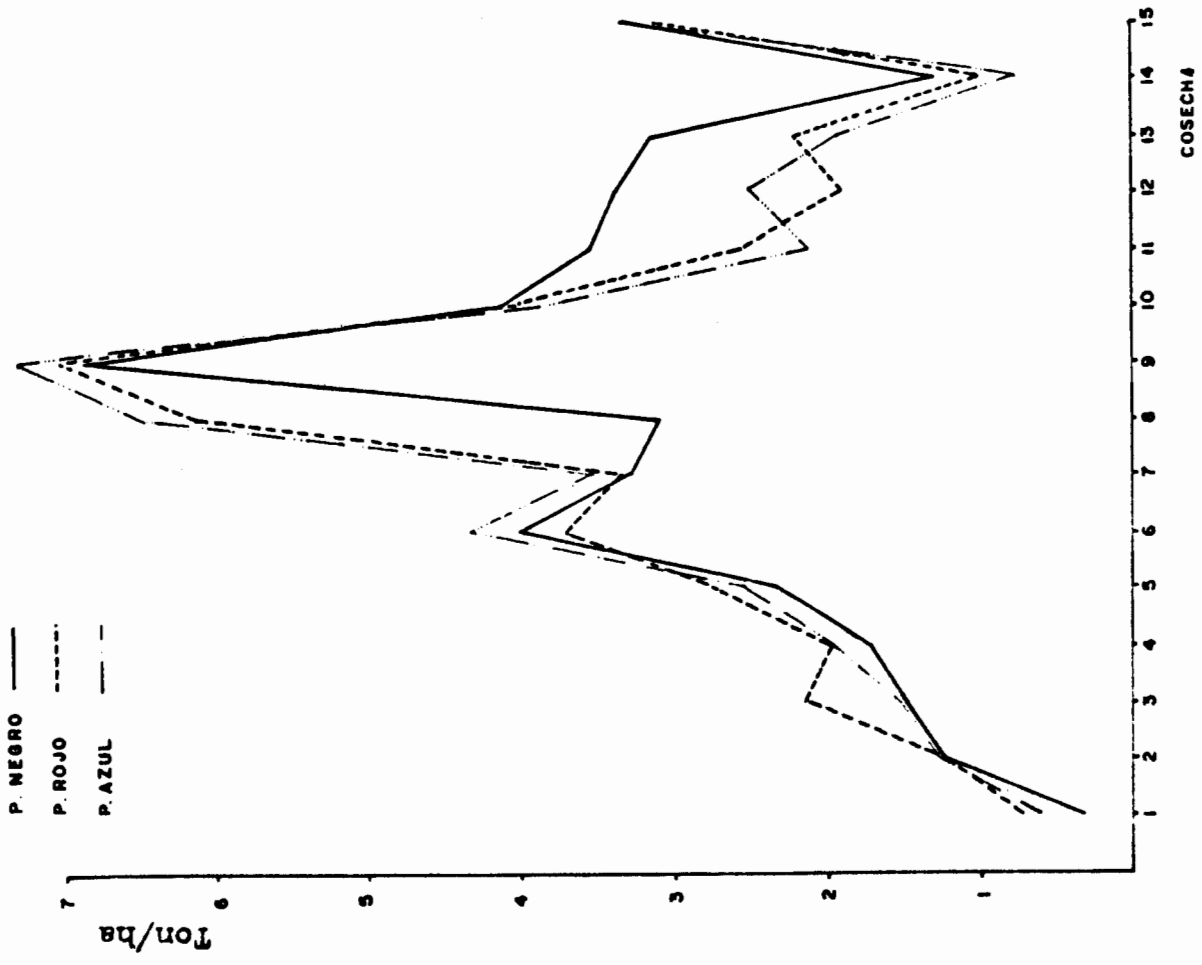


Fig. 1. EFECTO DE LA INTERACCION COBERTURA POR COSECHA SOBRE EL PESO TOTAL DEL TOMATE AGRUPADOS EN LAS CATEGORIAS A y B.

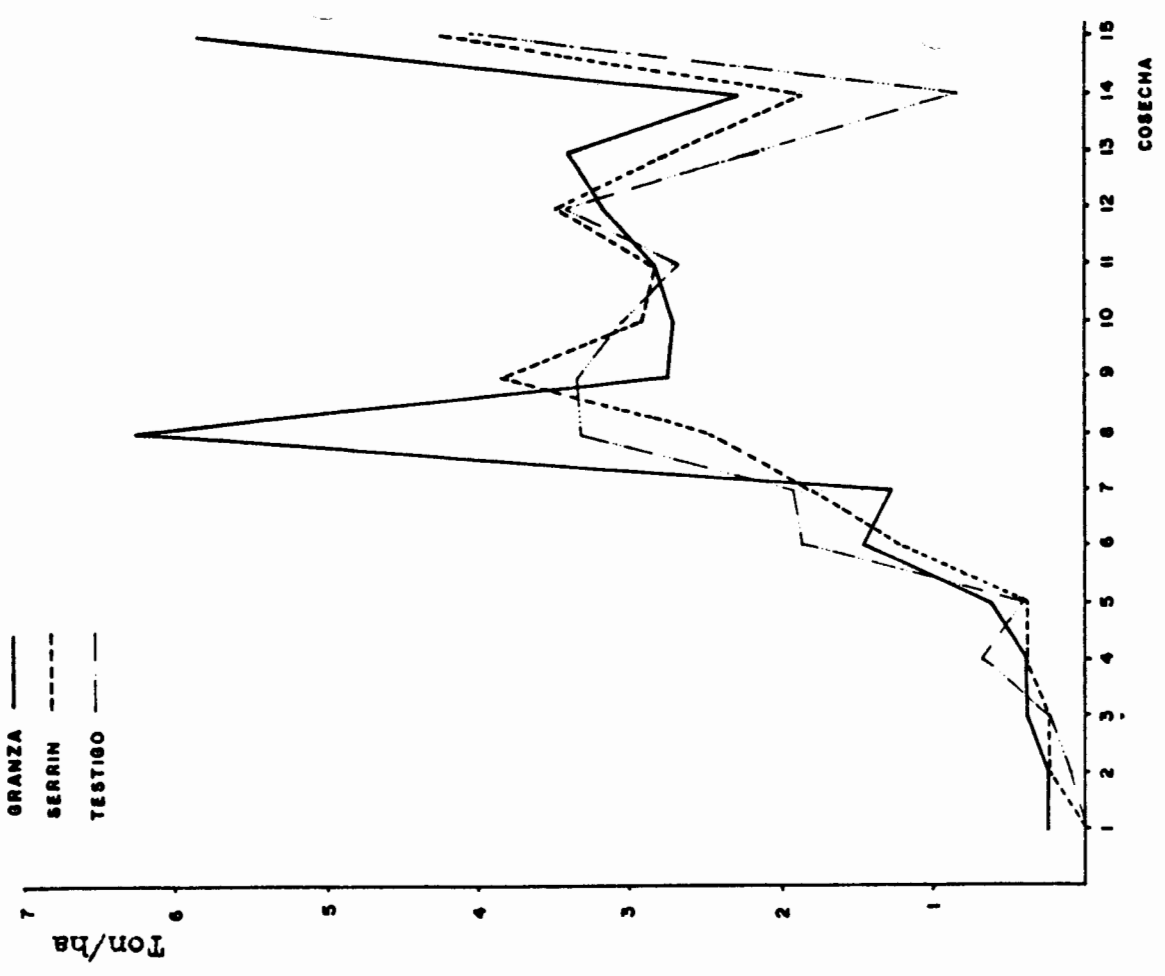


Fig. 2. EFECTO DE LA INTERACCION COBERTURA POR COSECHA SOBRE EL PESO TOTAL DEL TOMATE AGRUPADOS EN LA CATEGORIA C.

el número de frutos de segunda calidad, para el que no hubo diferencia entre cultivares. A excepción de las interacciones cultivares por coberturas, que no fueron significativamente diferentes entre sí para ninguna variable, todas las demás si lo fueron para las tres calidades y el número total de tomates.

La novena cosecha presenta el mayor número de frutos de primera calidad. Las coberturas con mayor número de este fruto fueron los polietilenos negro y rojo de colorado; el cultivar Tropic obtuvo el mayor número de frutos. El polietileno negro con la novena cosecha fue la interacción cobertura por cosecha, con un mayor número de este tomate.

La novena cosecha fue la mejor en cuanto a la cantidad de tomate de segunda calidad; de las coberturas el polietileno azul produjo la mayor cantidad de este fruto; la mejor interacción cobertura por cosecha fue la cobertura de polietileno azul con la novena cosecha.

Las tres primeras cosechas tuvieron las más bajas cantidades de tomate de tercera calidad, mientras que la última la más alta; el serrín y el suelo desnudo presentaron el menor número de este tomate y los polietilenos el mayor; el cultivar Tropic tuvo menos cantidad de este tomate que Floradel. Las interacciones coberturas por cosechas, testigo con la primera y segunda cosecha, granza con la segunda y tercera y serrín con la primera y segunda, fueron las de menor número de frutos de tercera, mientras que la granza en la última cosecha, fue la interacción con mayor número.

La novena cosecha, lo mismo que la última, tuvieron el mayor número total de frutos. En cuanto a las coberturas, el polietileno azul produjo la mayor cantidad de tomates; Floradel fue el cultivar que alcanzó el mayor número total de frutos. De las interacciones coberturas por cosechas la mejor en cuanto al número total, resultó ser la del polietileno azul con la novena cosecha.

Temperatura del suelo

A 10 cm de profundidad la temperatura media más baja correspondió a las coberturas de polietileno negro y azul, con 23.4 C, mientras que la más alta fue la del suelo con granza, 24.8 C. A 20 cm el negro presentó la temperatura de suelo más baja, 21.6 C y la granza y el suelo desnudo las más altas, ambos con 23.9

C. Los polietilenos rojo decolorado y azul fueron las coberturas con la menor temperatura a 40 cm de profundidad, ambos con 23.7 C y el testigo tuvo la mayor, que fue de 24.2 C.

Tanto a 10 como a 40 cm de profundidad, ninguna de las coberturas presentó temperaturas significativamente diferentes. Para 20 cm hubo diferencias altamente significativas, encontrándose que el suelo bajo serrín presentó una temperatura diferente de las obtenidas con granza y testigo. Tanto el rojo decolorado como el negro fueron significativamente diferentes de las otras coberturas y del testigo; sin embargo con la del serrín ninguno de estos polietilenos mostraron diferencia significativa.

Correlación entre la temperatura del suelo y la producción

La duración media diaria del brillo solar presentó correlación negativa significativa con el peso del tomate de primera calidad, sólo para el testigo en Tropic. El número de días con más de 9,1 horas de brillo solar sólo tuvo correlación negativa significativa con el número de plantas cosechadas para el polietileno negro en ambos cultivares, serrín y testigo en Floradel y con el número total de tomates, para el serrín y el testigo en este mismo cultivar. No hubo correlación con los días de 0,1 a 9 horas de brillo solar. Por no presentarse ningún día nublado (0 horas de brillo solar), no se hizo correlación con ellos.

DISCUSION

Los tres polietilenos mostraron un efecto sobre la calidad del tomate, superior al resto de los tratamientos. Este efecto positivo sobre la calidad del tomate fue notado por Hall (15), quien encontró que el negro y transparente tendieron a aumentar el peso individual de los frutos por planta y por otros (8, 21) que observaron un incremento en la calidad del tomate con el uso del negro. Irizarry (18), en Puerto Rico, encontró con esta cobertura un tamaño de fruto menor, posiblemente debido a que no usó espaldera.

Cabe señalar que el polietileno rojo por decolorarse al inicio del ensayo se le denominó rojo decolorado y no transparente, debido a que no se podía saber hasta qué punto algún pigmento rojo remanente pudo influir en su absorción térmica; a pesar de ello y como éste presentó un aspecto transparente, se comparan sus resultados con los encontrados por otros investigadores que trabajaron con plásticos originalmente transparentes.

No aparece referencia del polietileno azul en la literatura, pero aquí mostró ser capaz de elevar la producción no sólo del tomate de segunda calidad, sino también del peso total.

Aunque un peso mayor de tomate de tercera calidad no es una buena característica, se colocaron en primer lugar los polietilenos, debido a que los menores pesos mostrados por la granza, serrín y testigo, obedecen a la baja producción total obtenida por éstos y no a una propiedad que estimule a las plantas a producir pocos frutos de tercera.

El peso que se obtuvo para el tomate de primera y segunda calidad en el tratamiento con granza, fue inferior al que informó Araya (3).

El mejor peso total obtenido con el polietileno negro no coincide con el encontrado por Irizarry (10), el cual según él fue menor que el del suelo desnudo, pero sí con el observado por Bolton y Aylesworth (6) para ese plástico, que iba desde 44.4 hasta 63.6 ton/ha, rango dentro del cual entra el peso obtenido en el presente trabajo; sin embargo, fue inferior al encontrado por Chipman (9), y superior al observado por Knavel y Mohr (20). En todos los casos citados el plástico negro siempre mostró ser superior al testigo, lo que indica que estas diferencias en la producción obtenida con este polietileno, pueden atribuirse en gran parte a diferencias de clima y de cultivares usados; lamentablemente no hay información de esos autores sobre aspectos también decisivos como densidad de siembra, fertilización, etc. para hacer más efectiva su comparación.

El peso total obtenido con el polietileno rojo decolorado, superó al encontrado por Knavel y Mohr (20) para el plástico transparente; en ambos casos estos plásticos superaron al testigo, siendo su diferencia en ambos trabajos casi idéntica, ya que para Knavel y Mohr (20) fue de 14 ton/ha y en el presente ensayo de 14,68 ton/ha. Amador (2) no logró elevar la producción de tomate con el uso del polietileno transparente, respecto a la que obtuvo en suelo desnudo, trabajando durante época lluviosa.

El peso total obtenido con el empleo de la cobertura de granza fue similar al de Amador (2) e inferior al encontrado por Araya (3) en la misma zona donde se realizó el presente trabajo.

El peso total encontrado para el serrín es muy semejante al dado por Amador (2); Chipman (5) a pesar de haber obtenido rendimientos superiores tanto para el serrín como para el testigo, halló que sus producciones eran al igual que en el presente ensayo, muy parecidas.

El comportamiento en cuanto al número de tomates no varió mucho del que se presentó con el peso. Al igual que Chipman (5) se observó que el negro produjo más frutos de tercera calidad que la cobertura de serrín y el suelo desnudo. Las coberturas que obtuvieron un mayor número de tomates de tercera, se colocaron en primer lugar, por la misma razón por la que se ordenaron así en el peso de esta calidad.

Wolfenbager y Moore (31), al igual que en este ensayo, observaron un aumento en el número total de frutos sobre el del testigo, con el uso del polietileno negro, informando que este incremento fue de un 10%, el cual se asemeja al 7% obtenido en el presente trabajo. Irizarry (18) por el contrario, no coincide con estos resultados, ya que no encontró esta diferencia. Al contrario de Araya (3), no se notó ningún incremento de la granza sobre el testigo, en el número total de frutos.

El orden de los tratamientos en el número de plantas cosechadas, coincide con el que presentaron en el peso total, lo que establece una relación lógica entre estas dos variables. Las diferencias significativas entre coberturas, cosechas e interacciones coberturas por cosechas para el número de plantas cosechadas, concuerda con lo encontrado por Amador (2).

Al igual que varios autores (18, 21) no se logró encontrar interacciones significativas entre el cultivar y el tipo de cobertura con respecto al peso y número total de frutos. La única interacción cultivar por cobertura significativa, que se encontró para los seis tratamientos aplicados al cultivar Tropic, demuestra que hubo un menor número de tomates de tercera calidad que cuando se usaron con Floradel.

De la agrupación de las cosechas realizadas en base a la prueba de Tukey, todas las que fueron inferiores en peso o número, a las que ocuparon el segundo lugar, se reagruparon en una sola categoría para mayor facilidad del análisis. Las cosechas con menor peso y número de frutos de tercera calidad se colocaron en la categoría c, por la misma razón por la que se agruparon así las coberturas en estas variables.

La mejor interacción cobertura por cosecha siempre ocurrió, para cada tratamiento, entre la séptima y la décima cosecha o sea hacia la mitad del período de producción. Aunque la granza, serrín y testigo con las primeras cosechas, fueron las interacciones con menor número y peso de tercera calidad, no se les puede considerar como mejores que las demás, ya que en el peso y número totales, esas mismas interacciones mostraron valores muy bajos. Por esta razón no se puede afirmar que alguna cobertura en un determinado momento de la etapa productiva del cultivo, mostrara una alta producción total con una baja de tercera calidad, que sería lo deseable.

A 10 cm de profundidad la prueba de t no indicó diferencias significativas entre las temperaturas medias del suelo en los distintos tratamientos, lo cual

no coincide con lo observado por varios autores (10, 13), que entre los 2,5 y 15 cm de profundidad notaron que el plástico negro aumentaba la temperatura sobre la del suelo desnudo, mientras que el serrín la bajaba. El hecho de que la granza, el serrín y el testigo resultaran tener temperaturas iguales a las de los polietilenos, se puede deber a que donde se tomaron las temperaturas del suelo de los tres primeros, el área del follaje, que era del cultivar Flo radel en los tres casos, fue menor que en las parcelas donde se midieron las temperaturas del negro y azul, ambas ubicadas en Tropic; esto hizo que la mayor insolación del suelo facilitada por la menor sombra del follaje en las coberturas orgánicas y el testigo, compensara la diferencia del mayor poder de absorción térmica del plástico sometido a mayor sombra. Esto demuestra que la variación que puede surgir en la temperatura del suelo, no es efecto único de la clase de cobertura, según sus características de absorción y radiación térmica, sino también de otros factores que intervienen, como el follaje del cultivo. Para evitar estas diferencias por las características de la parte aérea de las plantas, se debe leer la temperatura del suelo en los distintos cul tivos, como se hace para las diferentes coberturas, salvo en caso de que posean formas de crecimiento idénticas.

Al igual que en el trabajo de Anador (2) se determinaron diferencias signi ficativas a 20 cm de profundidad, entre las temperaturas del suelo. Sin embargo a diferencia de aquel, la granza no presentó una temperatura de suelo más baja que la del testigo, lo que podría deberse a la erosión que por lavado y viento sufrió la granz, que habiendo sido tan fuertes no daban tiempo a una adecuada reposición; esto venía a igualar el grado de calentamiento del suelo desnudo y el cubierto por granza. Se observa que el serrín sí presentó una temperatura me nor que la del testigo, efecto hallado por otros autores (2, 9, 10), lo cual es consecuencia directa del efecto enfriador de la evaporación, incrementada con el serrín. La temperatura del suelo bajo polietileno negro fue inferior a la del testigo, lo cual no fue así para Anador (2); este hecho es debido al efecto del área foliar, que al ser mayor en Tropic, parcela del polietileno negro don

de se tomó su temperatura, permitió un menor calentamiento del suelo bajo el plástico negro y uno mayor en el suelo desnudo, por ser en Floradel donde se midió su temperatura. El hecho de que las temperaturas fueran diferentes a 20 cm de profundidad y a 10 cm no se debe a que a esta profundidad, por ser más superficial, el balance energético es muy rápido o sea que el suelo se calienta y enfría rápidamente.

A 40 cm de profundidad no existieron diferencias significativas entre las temperaturas del suelo, debido a que profundidades de esta magnitud, aunque podrían estar ligeramente influenciadas por el área abarcada por el cobertor, el balance térmico está más afectado por el producto de la conducción energética general del suelo, que es multidireccional.

A 10 cm de profundidad, donde no hubo diferencias entre las temperaturas del suelo bajo los distintos tratamientos, la correlación entre ella y las variables analizadas fue significativa para algunos casos, pero sin que lo haya sido para el peso total; por lo tanto se puede decir que la temperatura a esta profundidad no tuvo efecto sobre la producción.

A 20 cm sí se encontró correlación positiva significativa entre el peso total, además de otras variables; y la temperatura de suelo, aunque solo para la granza y el testigo en los dos cultivares, lo que permite establecer un efecto de la temperatura del suelo sobre el peso total del tomate, para estos dos tratamientos a esta profundidad.

El hecho de que el peso total de los polietilenos negro y azul hayan tenido correlación significativa con la temperatura del suelo, a 40 cm de profundidad, solo para Tropic, coincide con el hecho de que las temperaturas de esos tratamientos, fueron leídas en ese cultivar; debido a que Tropic, presentó una área foliar mayor, sus temperaturas fueron diferentes a las del suelo en Floradel, dando así que las correlaciones de las producciones de los polietilenos negro y azul en Floradel, con las temperaturas leídas en Tropic, no pu

dieron ser significativas. En la figura 3 se pueden observar las producciones de los plásticos negro y azul en Tropic y el promedio de sus temperaturas del suelo medias diarias, notándose un paralelismo entre ellas, excepto en las cosechas 14 y 15. Lo mismo ocurre entre las curvas de la temperatura promedio del suelo bajo serrín, granza y testigo y las de sus pesos totales, en la figura 4. En esta figurano se incluyen las producciones de estos tres tratamientos en Tropic, a pesar de su correlación significativa con la temperatura, debido a que la temperatura del suelo para estos dos cultivares en el serrín, granza y testigo se leyeron en Floradel. Estas dos figuras, permiten deducir un efecto de la temperatura media del suelo a 40 cm de profundidad sobre el peso total del tomate, para todos los tratamientos, excepto el rojo decolorado, en los dos cultivares. La discrepancia entre las curvas de las producciones totales de los tratamientos y sus temperaturas para las cosechas 14 y 15, quizá es consecuencia del debilitamiento del potencial genético del cultivar.

Si la temperatura del suelo no tuvo efecto sobre la producción total a 10 cm de profundidad, a 20 cm solo lo tuvo en tratamientos de baja producción y a 40 cm lo tuvo en todos, excepto el rojo decolorado, es razonable deducir que la diferencia en producción total a favor de los polietilenos no se debe al efecto de la temperatura, sino a que ellos posiblemente influyeron sobre otros factores como un mejor contenido de humedad, encontrado esto por algunos autores (5, 19, 20, 30), una mejor conservación del fertilizante por el polietileno negro, particularmente, según otros (13, 31); control de malezas (3, 12, 15, 26) y una mejor sanidad tanto de las raíces como del fruto (12, 13, 16, 25).

A lo largo del tiempo en que se cosechó el tomate, hubo una correlación del krillo solar con el número de plantas cosechadas y el total de frutos en algunos tratamientos, aunque no con el peso total, como sí notó Arador (2); sin embargo, ella trabajó en condiciones climáticas diferentes, en las cuales

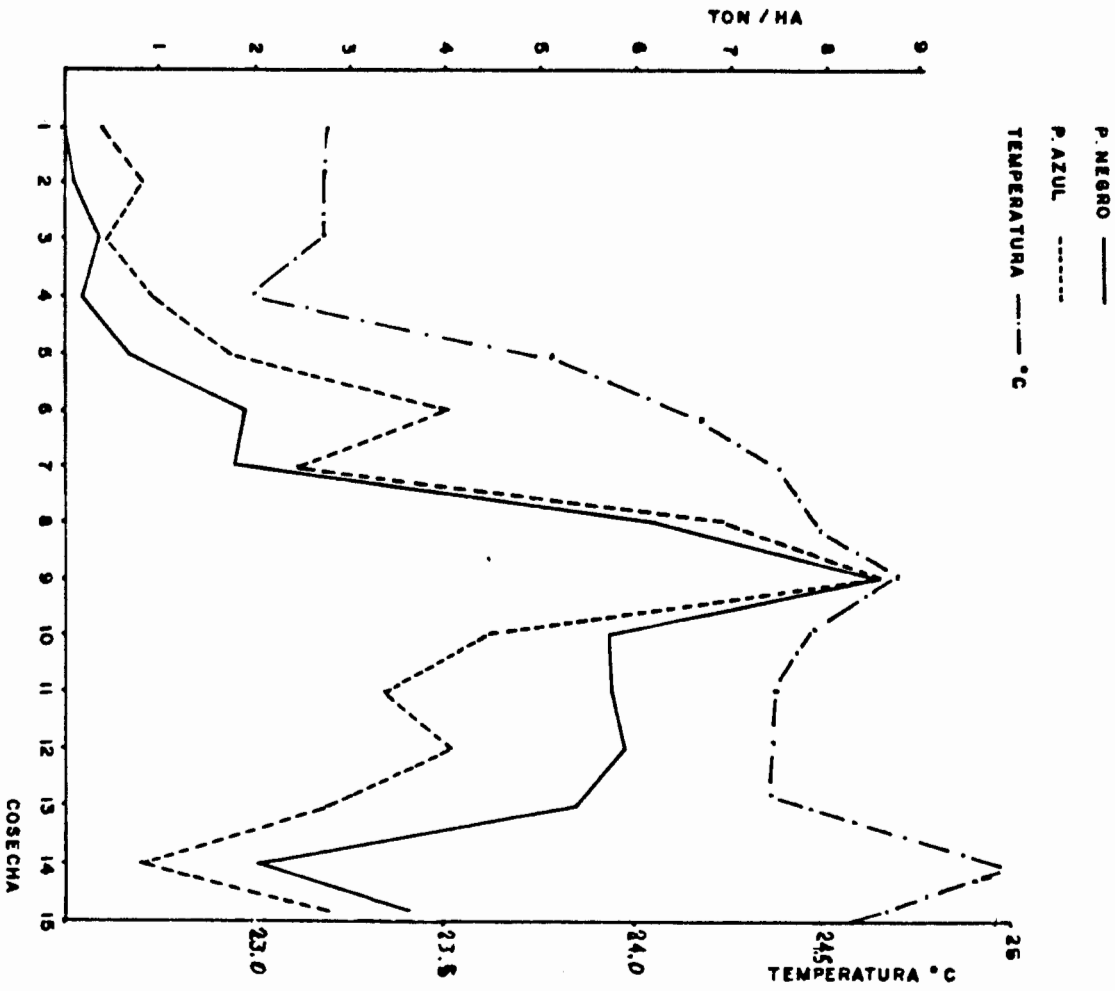


FIG.3. RELACION ENTRE LA PRODUCCION TOTAL DEL TOMATE Y LA TEMPERATURA MEDIA DIARIA DEL SUELO A 40 cm. DE PROFUNDIDAD, PARA LAS COBERTURAS DE POLIETILENO NEGRO Y AZUL EN EL CULTIVAR TROPIC, A TRAVES DE 15 COSECHAS.

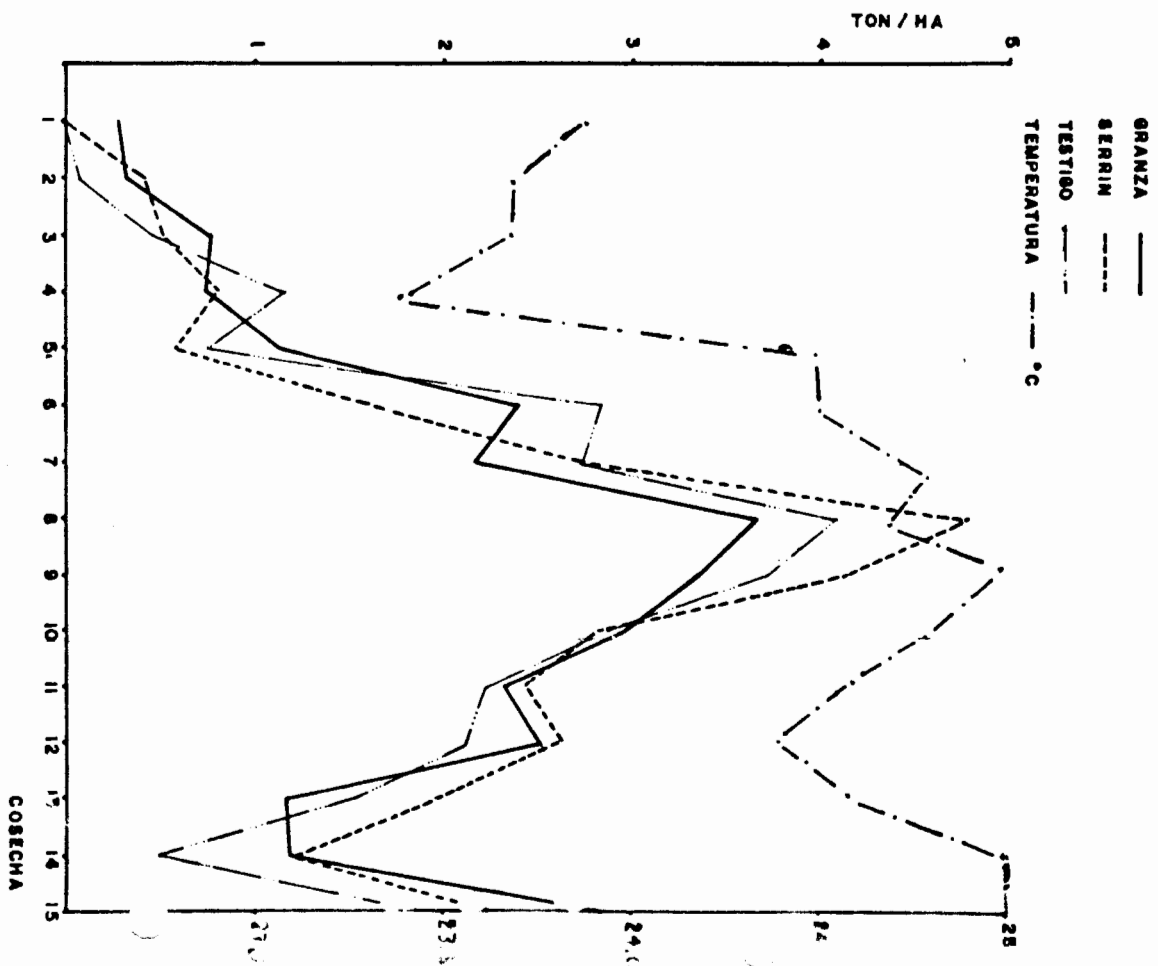


FIG.4. RELACION ENTRE LA PRODUCCION TOTAL DEL TOMATE Y LA TEMPERATURA MEDIA DIARIA DEL SUELO A 40 cm. DE PROFUNDIDAD, PARA LAS COBERTURAS DE SERRIN Y GRANZA Y TESTIGO DEL CULTIVAR FLORADEL, A TRAVES DE LAS 15 COSECHAS.

este factor es limitante, sea en la época lluviosa donde la nubosidad es abundante y en consecuencia logró un paralelismo entre el número de horas ^{de} brillo solar y la producción para cada cosecha, durante todo el período de recolección de este cultivo.

CONCLUSIONES

- 1) Las coberturas de los polietilenos negro, rojo decolorado y azul lograron incrementar la producción y calidad del tomate, no así la granza y el serrín.
- 2) El polietileno negro y rojo decolorado fueron las coberturas con las que se obtuvo el mayor peso y número de tomates de primera calidad; el azul, fue el que obtuvo un mayor peso y número de frutos de segunda calidad.
- 3) Con los tres plásticos se obtuvo mayor cantidad de frutos de tercera calidad, lo que se considera normal en vista de que con esas coberturas se obtuvo también mayor número y peso total de tomates.
- 4) El polietileno negro y el azul fueron las coberturas con las que se obtuvo un mayor peso total; el segundo obtuvo el mayor número total de frutos y esa misma cobertura junto con el rojo decolorado tuvieron más plantas cosechadas.
- 5) Todas las coberturas se comportaron igual con los dos cultivares, Tropic y Floradel, en todas las variables estudiadas, menos en el peso de tercera calidad, donde Tropic dió un menor peso.
- 6) La interacción cobertura por cosecha fue significativa para todas las variables estudiadas, obteniéndose en la novena cosecha el mayor peso y número de tomates de primera, segunda calidad y total, en la decimoquinta cosecha el mayor peso y número de frutos de tercera calidad.
- 7) Las temperaturas del suelo no fueron significativamente diferentes a 10 y 40 cm de profundidad. A 20 cm la granza, el testigo y el polietileno azul tuvieron las más altas, con 23.9, 23.9 y 23.7 C respectivamente; mientras que las más bajas las presentaron serrín, polietileno rojo decolorado y negro, con 22.3, 22.2 y 21.6 C en el mismo orden.

- 8) Se determinó que la variación que puede surgir en la temperatura del suelo no es efecto único de la clase de cobertura, sino también de otros factores físicos como la distribución espacial del follaje del cultivo.
- 9) A 10 cm de profundidad, la temperatura media diaria del suelo no tuvo efecto sobre el peso total de tomates producidos, mientras que a 20 y 40 cm hubo correlación positiva entre ella y todas las variables, en algunos tratamientos y los dos cultivares. Se notó un paralelismo entre la curva de la temperatura del suelo a 20 cm de profundidad y la de la producción obtenida en el tratamiento con granza y testigo, lo mismo que entre la temperatura media del suelo de los polietilenos negro y azul y sus pesos totales en Tropic, a 40 cm; también a esta profundidad entre la temperatura del suelo bajo serrín, granza y testigo y sus pesos totales en Floradel.
- 10) Es probable que la diferencia en la producción total a favor de los polietilenos, tenga relación con un contenido de humedad en el suelo, una mayor conservación del fertilizante, un efectivo combate de malezas y una mejor sanidad de las raíces y frutos.
- 11) Durante el período de recolección del tomate, el brillo solar sólo tuvo correlación negativa en algunos tratamientos, con el número de plantas cosechadas y el total de frutos.

RESUMEN

En la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno se hizo estudio del efecto de la temperatura del suelo y brillo solar sobre la producción y calidad de dos cultivares de tomate, Tropic y Floradel, bajo diferentes coberturas: polietileno negro, azul y rojo, granza de arroz, serrín y suelo desnudo, como testigo.

Se encontró que todos los polietilenos tuvieron un efecto sobre la producción total y la calidad del fruto, tanto en peso como en número, superior a los demás tratamientos. La interacción cultivar por cobertura sólo fue significativa para el peso de tercera calidad, mientras que la cobertura por cosecha lo fue para todas las variables estudiadas.

Las temperaturas del suelo bajo las coberturas y el testigo, fueron significativamente diferentes solo a 20 cm de profundidad, donde las de granza, suelo desnudo y polietileno azul fueron las más altas y las del serrín, polietileno azul y rojo decolorado, las más bajas. Existió correlación positiva entre la temperatura media del suelo y las variables estudiadas, para algunos tratamientos en los dos cultivares, en las tres profundidades, mientras que el brillo solar tuvo pocas correlaciones significativas.

BIBLIOGRAFIA

- 1- ADAMS, J.E. Effecto of soil temperature on grain sorghum growth and yield. *Agronomy Journal*. 54: 257-261. 1962.
- 2- AMADOR, S. Producción del tomate (Lycopersicon esculentum H.) en función de la temperatura del suelo, bajo diferentes coberturas. Tesis Lic., San José, Costa Rica, Universidad, Escuela de Biología, 1978, 49 p.
- 3- ARAYA, R. Control químico y físico de malas hierbas en tomate (Lycopersicon esculentum M.) Tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1976. 60 p.
- 4- BARCENAS, J.M. Valoración F, P, K y E de los suelos de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1960, 141 p.
- 5- BHATTACHARYA, A. y CHAKRABARTY, V.S. Studies on the effects of different mulches on the growth on cultivation of tomato (Lycopersicon esculentum M.). *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science*. 38: 335-42. 1969.
- 6- BOLTON, E.F. y RYUSWORTH, J.W. Use of black polyethylene mulch to reduce flooding effects on tomato yields. *Canadian Journal of Plant Science*. 53 (4): 857-861. 1973.
- 7- CAROLUS, R.L. Micro-climatic influence of polyethylene mulching on the behavior and productivity of warm season vegetables crops. From Summary in Proceedings of the 16th international horticultural congress, Brussels. 1: 137. 1962.
- 8- CARUSO, P. Experiences in the use of plastic materials in market in Sicily. II Congress International of application of materials of plastic in agriculture, Pisa pp. 83-94. 1966, 1967.
- 9- CLIPMAN, E.N. Studies of tomato response to mulching on ridged and flat rows. *Canadian Journal of Plant Science*. 41: 10-15. 1961.
- 10- DAVIES, J.W. Mulching effects on Plant Climate and Yield. World Meteorological Organization. Technical Note N° 136 pp. 1-25. 1975.

- 11- GERARD, C.J., M. DWORSH y CONLLY, W.P. Soil moisture and temperature varies with mulches. *Soils and Crops*. 3 (12): 21. 1960.
- 12- GERALDSON, C.M., OVERMAN, A.J. y JONES, J.P. Combinations of high analysis fertilizers, plastic mulch and fumigation for tomato production on old agricultural land. *Proceedings of the Soil Science Society of Florida*. 25: 18-24. 1965, 1966.
- 13- GERALDSON, C.M. Growing tomatoes and cucumbers with high analysis fertilizer and plastic mulch. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 75: 253-260. 1962, 1963.
- 14- GUERRA, P. y VASQUEZ, A. Informe preliminar de suelos, organización de distritos de riego en la cuenca del Río Itiquis. F.A.O. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo P.N.U.D./F.A.O. Costa Rica. 1973. 83 p.
- 15- HALL, B.J. Polyethylene mulches in tomato and cucumber row covers. *Proceedings of the 7th National Agricultural Plastics Conference, Kentucky* pp. 56-63. 1966, 1967.
- 16- HALSEY, L.H., FLACK, R.C. y BEEMAN, J.F. Influence of plastic mulch on sand and soil rot on tomatoes. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*. 80: 200-203. 1967, 1968.
- 17- HANK, R.J. y BOWERS, S.A. Soil temperature in modified by mulch. *Crops and Soils*. 12 (6): 24. 1960.
- 18- IRIZARRY, H. Evaluation of black polyethylene plastic mulch for tomato production in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 52 (1): 53-63. 1968.
- 19- JACKS, G.V. BRIND, W.D. y SMITH, R. Mulching Technical Communication N°49 of the Carmon Walth Bureau of Soil Science. 1955. 87 p.
- 20- KNAVEL, D.E. y MOHR, H.C. Distribution of roots of four different vegetables under paper and polyethylene mulches. *Proceedings of the American Society of Horticultural Science*. 91: 589-597. 1967.
- 21- LORIA, W. y NETTLES, V.F. The effects of sawdust and black polyethylene mulches on ground tomatoes grown for pink harvesting. *Proceedings of the Tropical Region, American Society for Horticultural Science*. 15: 151-157. 1971.
- 22- LITTLETON, T. LUCMAN, H.O. y BRADY, N.C. The nature and properties of soils. 5ta. Ed. New York, The Macmillan Company, 1952. 591 p.
- 23- MOORE, E.L. y CAMPELL, G.M. Film mulches in vegetable production for processing. In *Proceedings of the 91st. annual meeting, Arkansas State Horticultural Society* pp. 23-27. 1970.
- 24- NYLAND, R.E. NELSON, D.C. y GRIMSEO, N. Plastic mulches for vegetable growing. *Minnesota Farm and Home Science*. 90: 30-31. 1961.
- 25- OVERMAN, A. J. y JONES, J.P. Effect of polyethylene mulch on yields of tomatoes infested with root-knot nematode. *Proceedings of the Soil and Crops Science Society of Florida*. 28: 258-262. 1968, 1969.
- 26- PAFIL, A. V. y HANSOD, A.D. Effect of different mulching treatments on soil properties, growth and yield of tomato (Var. Sioux). *Indian Journal of Horticultur*. 29 (2): 197-205. 1972.

- SLATTER, C.S. y BROACH, R.V. Plastic ground and what they do. *Crops and Soils*. 12 (6): 12-23. 1960.
- SCUDERN, J.A. Soil Covering with white plastic film. From Summary in Proceedings of the 16th. International Horticultural Congress, Brussels. 1: 139. 1962.
- SOTO, A. Control de malezas en cultivos. Curso de control de malezas. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía. 1975. 6 p.
- STEPHANOVA, V.M. Total water consumption and transpiration in vegetable crops. *Trudy po Prikladnoj Botanike, Genetike i Selekcii*. 40 (1) 130-135. 1963.
- WOLFENBAGER, D.O. y MOORE, W.D. Mulch treatments of squash and tomatoes with respect to virus infections and yields. Proceedings of the Florida State Horticultural Society. 80: 217-221. 1967, 1968.