

EFFECTO DE CUBIERTAS PLASTICAS SOBRE LA MICROFLORA DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE PLANTAS DE SANDIA *Citrullus vulgaris* SCHRAD *

Jorge H. RAMIREZ SILVA¹

Alvaro O. GUTIERREZ BAEZA¹

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Campo Experimental Chetumal, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el estado de Quintana Roo, durante el ciclo agrícola otoño-invierno 1989-90. Su objetivo fue evaluar el efecto de diferentes tipos de plásticos sobre la microflora del suelo y el crecimiento de guías de tres variedades de sandía. En la fase de campo se evaluaron plásticos de calibre 300 (90 μ) transparente (PT) y negro (PN) y se compararon con tratamientos sin plásticos, con control (CM) y sin control de maleza (TA). Como fitómetro se emplearon las variedades de sandía V_1 =Jubilee, V_2 =Charleston Gray y V_3 =Improved Peacock. En la fase de laboratorio se midió la tasa de producción de CO_2 (mg/100 g de suelo) en muestras provenientes del campo, tomadas a 0-10 y 10-20 cm de profundidad para determinar los efectos de los plásticos en la actividad microbiana del suelo. Se cuantificó además el porcentaje de plantas muertas por hongos del suelo y la longitud (cm) de las guías de sandía. Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias (Tukey 0.05), y en cada tratamiento se midieron las variaciones de humedad gravimétrica (%). Se observaron porcentajes más bajos de plantas muertas por hongos del suelo en los tratamientos con plásticos (45.2%, 51.2%) que en los tratamientos sin plástico (63.4% y 64%). La variedad Jubilee fue la más afectada, con 64% de plantas de sandía muertas, y en menor proporción la Improved Peacock con 59% y Charleston Gray con 45%. Las cubiertas plásticas disminuyeron significativamente la actividad microbiana a las profundidades estudiadas. La actividad a 0-10 y 10-20 cm al usar plásticos resultó ser semejante estadísticamente, no así para el tiempo de incubación, en el que las diferencias fueron altamente significativas. Respecto al desarrollo de las plantas de sandía, la longitud de guías fue de 110 cm y 117 cm para PT y PN, respectivamente, mientras que sin plásticos las guías no rebasaron los 26 cm. Se encontraron diferencias estadísticas significativas para el factor plásticos, pero no para el factor variedades. El uso de plásticos también mostró ser más eficiente al retener 17.35% más humedad que los testigos, los cuales alcanzaron valores abajo de los rangos de humedad aprovechable del suelo.

* Artículo enviado al Comité Editorial Agrícola del INIFAP el 22 de marzo de 1996.

¹ M.C. Investigadores del Campo Experimental Chetumal, CIR-SURESTE, INIFAP.

SUMMARY

This research was carried out at the Chetumal Experimental Station, which belongs to the National Institute of Agriculture, Livestock and Forestry Research (INIFAP), in Quintana Roo, México, during the Fall-Winter crop season 1989-90. The objective was to evaluate the effect of different plastics on the soil microbial activity and on the growth of three watermelon cultivars. Transparent (TP) and black plastics (BP) (90 μ), were evaluated under field conditions and compared to treatments with no plastics, with and without weed control. The watermelon varieties: V_1 =Jubilee, V_2 =Charleston Gray and V_3 =Improved Peacock were used in the Test under laboratory conditions. The effect of plastics on the microbial activity was determined measuring the rate of CO_2 production (mg/100 g) from samples taken on the field treatments at 0-10 cm and 10-20 cm depth. The plastics effects were measured by quantifying percentage of plants affected by different root fungi, length of stems (cm) and rate of microbial CO_2 (mg/100 g). Data were subjected to analysis of variance and comparison of means (Tukey 0.05); moreover, variations (%) of the soil gravimetric water content were measured. Lower percentages of plants affected by root fungi were observed in all treatments with plastics: (45.2% and 51.2%), than in the treatments without plastics (63.4% and 64%). Jubilee variety was the most affected (64%) followed down by Improved Peacock and Charleston Gray, with 59% and 45%, respectively. There was a significant detrimental effect of plastics on the soil a microbial activity in both depths. However, the activities at 0-10 cm and 10-20 cm with plastics were statistically similar but for time of incubation the differences were highly significant. The length of stems were 110 cm and 117 cm for TP and BP, respectively, while without plastics this length was only 26 cm. Significant differences were found for plastics but not for varieties. Treatments with plastics showed more efficiency to keep soil moisture, than those with no plastics. The former held 17.35% more water than the later; with no plastics, soil contents reached values below the available water ranges.

INTRODUCCION

Las hortalizas cobran cada día mayor importancia en México y la superficie destinada a su cultivo es de más de 1.5 millones de hectáreas. La generación de fuentes de empleo y divisas destacan la significación de esta actividad en el país. En Quintana Roo la sandía es el cultivo hortícola de mayor importancia durante el ciclo agrícola otoño-invierno. Si bien más 300 productores se benefician hoy día al vender el producto en el mercado nacional e internacional, es preocupante la incidencia cada vez mayor de enfermedades fungosas del suelo que amenazan seriamente la actividad hortícola en la entidad.

El uso de cubiertas plásticas en la agricultura ha sido reportada como una alternativa que puede contrarrestar el daño causado por enfermedades del suelo, además de tener la ventaja colateral de conservar humedad, controlar la maleza y modificar ventajosamente la fenología, establecimiento, crecimiento y calidad de varias hortalizas. En México el uso de estas cubiertas en la agricultura es relativamente nuevo. La solarización del suelo

utiliza el calor como base fundamental en contra de microorganismos no deseables (hongos, bacterias, etc.) que afectan con frecuencia el desarrollo óptimo de un cultivo. De esta manera se controlan maleza y diversos patógenos que ocasionan graves daños a los cultivos hortícolas, como lo indicaron Egley (3), en 1985 y Arias (1), en (1992). Investigaciones sobre este tema han demostrado que la fenología, el establecimiento y la calidad de varias hortalizas son modificadas con el uso de plásticos.

Fariás y Orozco (4), mencionaron en 1994 que el uso del acolchado modifica la temperatura y los niveles de humedad del suelo, controla maleza y repele la incidencia de algunos insectos. En algunas regiones el uso de los plásticos ha permitido adelantar los períodos de siembra y obtener producciones tempranas. Debido a las ventajas mostradas por los plásticos en la agricultura, su uso como acolchados y coberturas del suelo se han difundido en forma comercial en varias zonas del país, principalmente en las templadas y semiáridas. Los efectos positivos de los plásticos para conservar humedad también han sido documentados por varios autores tales como Ibarra y Rodríguez (7), en 1991 y Quezada *et al.* (17), en 1995. El impedimento casi total de la evaporación por el uso de plásticos ha permitido ahorrar y aumentar la eficiencia del agua de riego arriba del 50%.

Jasso y Ramiro (8), indicaron en 1992 que al acolchar el suelo con películas de polietileno transparente calibre 400 y negro calibre 300, la compactación del mismo es menor que cuando permanece descubierto, mientras que la temperatura tiende a incrementarse. Por su parte Flores *et al.* (5), consignaron en 1992 que el acolchado de los suelos con plástico negro y transparente calibre 150 incrementa la temperatura y aumentan la nitrificación y la disponibilidad de nutrimentos para los cultivos. Asimismo, Quezada *et al.* (16), concluyeron en 1992 que al utilizar películas plásticas como acolchado del suelo modifica el comportamiento de los nutrimentos.

Estudios realizados por Gutiérrez (6), demostraron en 1992 el efecto del acolchado negro y transparente calibre 300 sobre la microflora del suelo, y encontraron una menor actividad microbiana en el suelo en comparación con tratamientos sin plásticos. Arias (1), en un trabajo sobre solarización y acolchado observó en 1992 que en los cultivos bajo estudio se lograron reducir los daños por maleza, plagas y enfermedades con el uso de polietileno transparente. El uso de energía solar mediante esta modalidad también fue reportada en 1985 por Munro y Tucuch (13), al controlar maleza en el cultivo de melón. Por su parte Moreno (12), reportó en 1985 que con el plástico negro se controlaron en forma eficiente hierbas anuales y maleza de hoja

ancha en algodón. Linares *et al.* (9), mencionaron en 1992 que el uso de películas plásticas incrementa los rendimientos de cultivos hortícolas en forma substancial. En un estudio sobre tomate, Quero (15) reportó en 1989 rendimientos de 200 ton/ha al usar cubiertas plásticas, lo que significa un incremento de más del 100% sin el uso de estas cubiertas. Farías y Orozco (4), comprobaron en 1994 que los plásticos blanco, negro y transparente estimularon la precocidad en pepino y los rendimientos fueron dos veces más altos que el testigo. Esto se relaciona en forma directa con la mayor humedad del suelo encontrada en los tratamientos con plásticos. Ibarra y Rodríguez (7), reportaron en 1991 que al utilizar polietileno transparente y negro opaco obtuvieron mayor crecimiento radical, diámetro de tallos y altura de planta en chile pimiento. Por otro lado Martínez (11), en 1991 al cultivar maíz con plástico negro calibre 300 encontró mayor área foliar, más materia seca y mejores componentes de rendimiento.

La falta de información sobre el uso de cubiertas plásticas en agricultura tropical estimuló la realización del presente trabajo en el Campo Experimental Chetumal, cuyo objetivo fue medir el efecto que ejercen diferentes tipos de plásticos sobre la microflora del suelo y sobre el desarrollo de tres variedades de sandía, y verificar la ventaja comparativa de los plásticos sobre la forma tradicional de cultivar sandía en la zona.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó de enero a mayo de 1990 en el Campo Experimental Chetumal del INIFAP, ubicado en la localidad de Xul-ha, municipio de Othón P. Blanco Quintana Roo, donde la temperatura y precipitación media anual de la zona es de 26°C y 1,200 mm, respectivamente. El experimento se estableció en un suelo Vertisol típico con más de 40% de arcilla y una alta capacidad de retención de humedad, capaz de asegurar que las variedades de sandía y las bondades de los plásticos se sometían a una fuerte presión de selección a la presencia de hongos del suelo.

El estudio consistió en una fase de campo donde se evaluó el desarrollo de las guías de tres variedades de sandía, y otra de laboratorio donde se midió la actividad microbiana del suelo. A continuación se describen detalladamente las actividades desarrolladas en las dos fases en que consistió el experimento:

A) Plásticos y variedades de sandía (fase de campo)

En este estudio se utilizaron plástico negro (PN) y plástico transparente (PT) calibre 300 colocados en el terreno al iniciar el mes de enero. El 30 de enero se sembraron tres variedades de sandía bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo en parcelas divididas y seis repeticiones. La unidad experimental fue de 28 m² con ocho plantas cada una. Se sembró en camas de 4 m de ancho, con una distancia entre plantas de 2 m y entre hileras de 3.20 m. Después de un primer riego de establecimiento (enero), se dieron tres riegos adicionales (finales de febrero, mediados y finales de marzo). Los tratamientos evaluados en este estudio fueron el producto de la combinación factorial A x B, en donde el factor A (parcela grande) se caracterizó por incluir, además de los plásticos, un control manual de maleza y un testigo absoluto sin control de maleza. La parcela grande (A) se identificó de la siguiente manera: A₁= Plástico transparente (PT), A₂= Plástico negro (PN), A₃= Control manual de malezas (CM) y A₄= Testigo absoluto (TA). El factor B (parcela chica) consistió en las variedades de sandía que se siembran en la región; V₁= Jubilee, V₂= Charleston Gray y V₃= Improved Peacock. La combinación de A x B dio como resultado 12 tratamientos (Cuadro 1). Colateralmente a los tratamientos con plásticos, se incluyó el control manual de maleza por representar la forma tradicional de cultivar sandía en la región. Esto permitirá verificar la ventaja comparativa de usar en el futuro plásticos en la agricultura regional. En este tratamiento (CM) el cultivo se mantuvo siempre libre de maleza.

CUADRO 1. TRATAMIENTOS CON PLASTICOS Y TRES VARIEDADES DE SANDIA. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIRCULO SURESTE, INIFAP, 1990.

Tratamientos	Plásticos (A)	Variedades de sandía (B)
T1	Plástico transparente (PT)	Jubilee
T2	" "	Charleston Gray
T3	" "	Improved Peacock
T4	Plástico negro (PN)	Jubilee
T5	" "	Charleston Gray
T6	" "	Improved Peacock
T7	Control manual (CM)	Jubilee
T8	" "	Charleston Gray
T9	" "	Improved Peacock
T10	Testigo absoluto (TA)	Jubilee
T11	" "	Charleston Gray
T12	" "	Improved Peacock

Para evaluar el crecimiento de las plantas de sandía, en todos los tratamientos se cuantificaron a edad temprana y tardía del cultivo los porcentajes de plantas muertas por hongos del suelo tales como *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Verticillium* y *Phytophthora*, para conocer el efecto de plásticos sobre el grado de esterilización del suelo, y al final del ciclo de cultivo se midió la longitud de guías (cm). Otro parámetro cuantificado fue el porcentaje de la humedad gravimétrica del suelo a 0-20 cm de profundidad, el cual se midió semanalmente del 16 de febrero al 5 abril. En el mes de mayo, antes del temporal después de haber cosechado y suspendido los riegos, se determinó nuevamente el porcentaje de humedad del suelo con el fin de observar, bajo condiciones más drásticas de sequía, la bondad de los plásticos para conservar humedad.

Los datos sobre muerte de plantas por hongos del suelo y longitud de guías se sometieron a análisis de varianza para determinar si existían diferencias significativas entre tratamientos.

B) Actividad microbiana (fase de laboratorio)

La actividad microbiana se determinó a 0-10 y 10-20 cm de profundidad del suelo después de cuatro meses de permanecer los plásticos en el campo. Se evaluó la tasa de CO₂ liberado por los microorganismos con la técnica reportada por Stotzky (18), en 1965, después de que el suelo fue secado al aire y tamizado con poro de 1 mm de diámetro. Se tomaron 30 submuestras para completar un total de 180 muestras por tratamiento. Estas fueron homogeneizadas para hacer una muestra compuesta en donde se pesaron 100 g de suelo y se colocaron en recipientes de boca ancha de 500 g. En estos frascos se colocaron vasos Erlenmeyer de 50 ml con 10 ml de una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N, a los cuales se les colocó una pequeña tira de papel filtro con el objeto de captar el CO₂ de la atmósfera del frasco, se sellaron herméticamente e incubaron a temperatura ambiente y se realizaron observaciones a los 7, 14 y 21 días de incubación. Durante este período el suelo se mantuvo a capacidad de campo y temperatura ambiente. En esta fase del experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3x2x3 (A, B y C) con cuatro repeticiones. El factor A fueron los plásticos transparente (PT), y negro (PN) y el testigo (TA); el B la profundidad (0-10 y 10-20 cm) y el C el tiempo de incubación (7, 14 y 21 días), para completar 18 tratamientos. Los resultados de cada tratamiento se compararon con una prueba en blanco, y la actividad se reportó en mg de CO₂/100 g de suelo; los valores fueron sometidos a un

análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey al 0.05 de significancia.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Plásticos - hongos del suelo y variedades

El análisis de varianza (Cuadro 2) no mostró diferencia estadística entre los tratamientos con y sin plástico (Factor A). Sin embargo, se encontró que el promedio más bajo de porcentaje de plantas muertas por hongos del suelo se obtuvieron de los tratamientos T_1 a T_6 , que fueron en los que se utilizaron cubiertas plásticas (Cuadro 3). El mayor porcentaje de plantas muertas coincidió con los tratamientos T_7 a T_{12} , que son los que tuvieron control manual de maleza y el testigo absoluto.

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA DEL PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS POR HONGOS DEL SUELO. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

FV	GL ¹	SC ²	CM ³	F	P>F	
Repeticiones	5	8499.578125	1699.915649	2.9379	0.048	*
Plásticos	3	4596.593750	1532.197876	2.6480	0.086	NS
Error A	15	8679.343750	578.622925			
Variedades	2	4500.453125	2250.226563	5.3998	0.008	**
Interacción	6	3199.062500	533.177063	1.2794	0.288	NS
Error	40	16669.109375	416.727722			
Total	71	46144.140625				

1= Grados de Libertad 2= Suma de Cuadrados 3= Cuadrado Medio

* Valores con la misma letra son iguales entre sí (Tukey 0.05)

CUADRO 3. PROMEDIO DEL PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS POR HONGOS DEL SUELO EN TRES VARIEDADES DE SANDIA CON Y SIN PLASTICO EN UN SUELO VERTISOL. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

Tratamientos	(%)	\bar{X}
V1 (T ₁)	70.1	
PT V2 (T ₂)	36.8	51.2
V3 (T ₃)	46.7	
V1 (T ₄)	44.3	
PN V2 (T ₅)	31.2	45.2
V3 (T ₆)	60.1	
V1 (T ₇)	75.0	
CM V2 (T ₈)	58.8	64.5
V3 (T ₉)	59.8	
V1 (T ₁₀)	67.2	
TA V2 (T ₁₁)	53.5	63.3
V3 (T ₁₂)	69.4	

PT= Plástico transparente , PN= Plástico negro, CM=Control manual, TA= Testigo absoluto, V1= Jubilee, V2= Charleston Gray, V3= Improved Peacock, \bar{X} = 6 repeticiones

En la Figura 1 se aprecia que al utilizar el acolchado con plástico transparente se observó un 51% de plantas muertas por Damping off, contra 45% al utilizar plástico negro. Por su parte, en el tratamiento con control manual de maleza se observó un 64% de plantas muertas y en el testigo absoluto un 63%. Aun cuando los plásticos no lograron detener al 100% el efecto nocivo de los hongos del suelo en términos reales, se puede decir que mostraron un efecto positivo al proteger de enfermedades radiculares aproximadamente el 15% de plantas de sandía, resultado obtenido de la diferencia entre el promedio del porcentaje de plantas muertas en los tratamientos con plástico (48.1%) y el promedio en los tratamientos sin plástico (63.5%). Al no encontrar significancia estadística entre el uso y no uso de plásticos se

concluye que en este tipo de suelos siempre habrá mortalidad de plantas; sin embargo, es evidente que el uso de plásticos resulta más benéfico en comparación con el uso de la tecnología convencional representada por los tratamientos sin plástico.

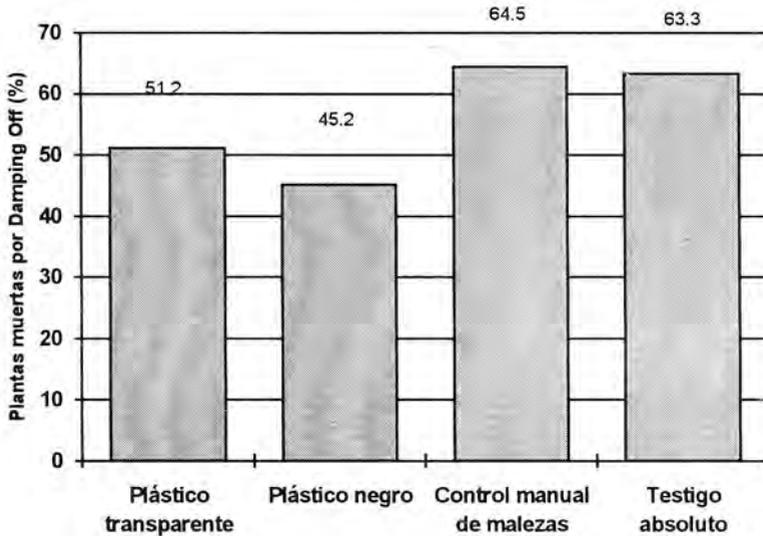


Figura 1. Porcentaje de plantas de sandía muertas por hongos del suelo con y sin plásticos. Campo Experimental Chetumal, CIR-SURESTE, INIFAP, 1990.

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre el comportamiento de variedades en relación con su tolerancia a los hongos del suelo. En el Cuadro 4 se aprecia que en la variedad Jubilee se encontró el mayor porcentaje de plantas muertas con 64%; seguida por la variedad Improved Peacock con 59%, y finalmente Charleston Gray con 45%. Estos porcentajes son elevados; sin embargo, es necesario considerar que la presión de selección fue alta al ubicar el experimento en un suelo arcilloso.

CUADRO 4. PORCENTAJE DE PLANTAS MUERTAS POR HONGOS DEL SUELO EN TRES VARIEDADES DE SANDÍA. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIR-SURESTE, INIFAP, 1990.

Factor B (variedades de sandía)	%
V1 (Jubilee)	64.1
V2 (Charleston Gray)	45.1
V3 (Improved Peacock)	59.0

Los resultados del Cuadro 4 demuestran que la variedad Charleston Gray es más tolerante a hongos del suelo que las otras variedades, lo cual ya ha sido comprobado en el campo por los productores de la región.

B. Actividad microbiana

En relación con la actividad metabólica microbiana del suelo, el análisis de varianza de los tratamientos (Cuadro 5) mostró diferencias altamente significativas para el factor A, esto es, con y sin el uso de plásticos. La comparación de medias sobre producción de CO₂ (mg/100 g de suelo) refleja que el uso de plásticos disminuye en forma significativa la producción metabólica de CO₂, tanto a la profundidad de 0-10 cm como a la de 10-20 cm.

CUADRO 5. ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS DE LA TASA DE PRODUCCION DE CO₂ MICROBIANO (mg/100 g de suelo). CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIRSURESTE, INIFAP. 1990.

FV	GL ¹	SC ²	CM ³	F	P>F		
Plásticos	2	2296.333158	1148.1665	846.03	0.0001	**	
Profundidad	1	235.372672	235.3726	173.44	0.0001	**	
Plásticos por profundidad	2	5.461119	2.730	2.01	0.1436	NS	
Tiempo	2	18138.5266	9069.2633	6682.65	0.0001	**	
Plásticos por tiempo	4	3427.9064	856.9760	631.47	0.0001	**	
Profundidad por tiempo	2	107.609	53.8045	39.65	0.0001	**	
Plást. por prof. por tiempo	4	8.8381	2.2095	1.63	0.1805	NS	
Factores							
A (Plásticos)			B (Profundidad) cm		C (Tiempo)		
T	PT	PN	0-10	10-20	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS
32.13	21.36	19.23	26.05	22.43	46.53	15.38	10.81
a	b	c	a	b	a	b	c

1= Grados de Libertad 2= Suma de Cuadrados 3= Cuadrado Medio

* Valores con la misma letra son iguales entre si (Tukey 0.05)

La actividad microbiana es más alta cuando no se utilizan plásticos (Figuras 2 y 3), ya que existe mayor número de microorganismos y por lo tanto el ataque de patógenos del suelo a las plantas es mayor (Cuadro 3). Por otra parte, el mismo análisis muestra diferencias altamente significativas en el factor B (profundidad), es decir, la actividad microbiana a 0-10 y 10-20 cm es diferente, pero la combinación profundidad y plásticos resultó ser semejante estadísticamente.

Para el tiempo de incubación (factor C), se observaron diferencias altamente significativas. La prueba de Tukey reportó al tiempo de incubación de siete días como el tiempo de mayor producción de CO_2 . Para 14 y 21 días no se encontraron diferencias en la tasa de producción de CO_2 microbiano, lo que indica que la mayor producción de CO_2 se realiza durante los primeros días de incubación (más del 50% del total de CO_2). La comparación de medias indicó que el tratamiento a una semana de incubación sin plástico (testigo) resultó tener significativamente la más alta producción de CO_2 microbiano a las dos profundidades estudiadas (Figuras 2 y 3). Lo anterior sugiere que el uso de cubiertas plásticas en el suelo reduce en forma significativa, hasta en un 50%, la actividad metabólica microbiana del suelo.

Aun cuando en este trabajo no se midió la temperatura, el efecto detrimental de los plásticos en la actividad microbiana podría estar relacionado con el aumento sustancial de las temperaturas en el suelo, tal como fue consignado por López y Jiménez (10), en 1995, quienes observaron en el cultivo de melón que la temperatura del suelo al utilizar un plástico translúcido calibre 150 fue de 12.4°C mayor que la del suelo sin plásticos (50.4°C vs. 38°C). Resultados semejantes fueron encontrados por Farías y Orozco (4), en 1994, quienes encontraron que la temperatura del suelo con plástico transparente fue 7.8°C superior al testigo en siembras de pepino en el estado de Colima.

Al comparar los resultados de CO_2 microbiano a una semana de incubación y 0-10 cm de profundidad del suelo (Figura 1) con el porcentaje de plantas afectadas por hongos del suelo (Cuadro 3), se observó que a mayor cantidad de CO_2 microbiano mayor porcentaje de plantas afectadas por hongos. Considerando los valores con y sin plásticos se tiene que a medida que la producción de CO_2 fue en aumento, con 36.1, 42.2 y 71.12 mg CO_2 /100 g para PN, PT y TA, también el porcentaje de plantas afectadas por patógenos se incrementó con 45.2, 51.2 y 63.9% respectivamente, aun cuando estos últimos mostraron una tendencia no significativa estadísticamente.

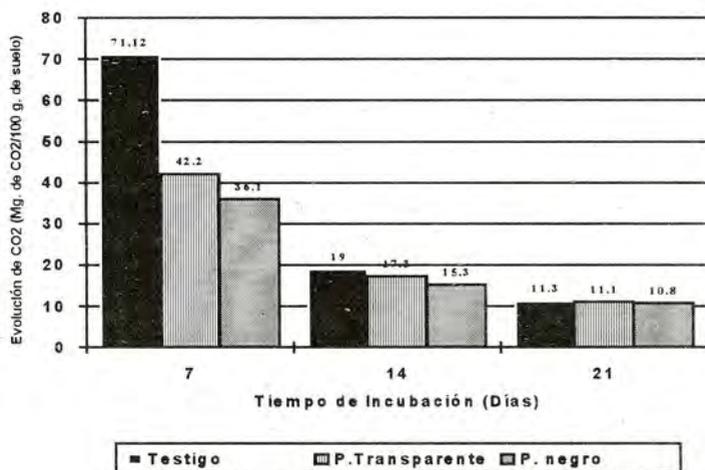


Figura 2. Efecto de la actividad metabólica microbiana en un suelo vertisol con y sin plástico a 0-10 cm de profundidad. Campo Experimental Chetumal, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

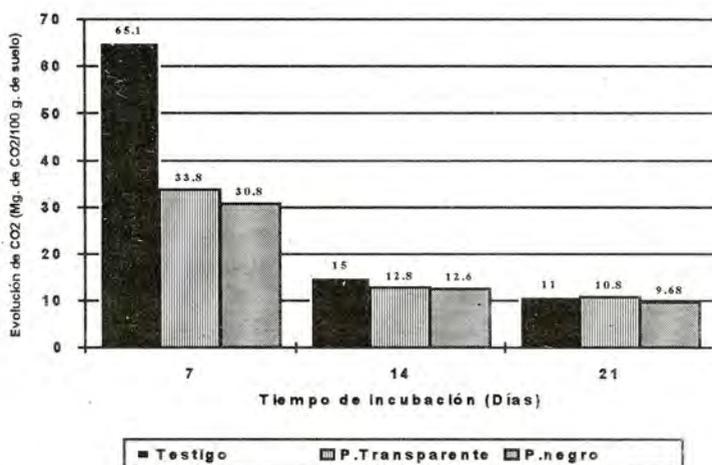


Figura 3. Efecto de la actividad metabólica microbiana en un suelo vertisol con y sin plástico a 10-20 cm de profundidad. Campo Experimental Chetumal, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

C. Plásticos-humedad gravimétrica y longitud de guías

En relación con la humedad gravimétrica del suelo se determinó que los porcentajes más altos de humedad se relacionan con el uso de cubiertas plásticas (Figura 4). Aun cuando todos los tratamientos recibieron igual número de riegos de auxilio, los tratamientos con plásticos mostraron mayores contenidos de humedad gravimétrica que el testigo. Considerando los porcentajes de humedad de los meses de febrero y mayo (Cuadro 6), los cuales representan los meses de inicio (primeros riegos) y finales del experimento (riegos suspendidos), se encontró que en febrero los plásticos retienen en promedio 11.47% más humedad gravimétrica que el testigo.

En la época de sequía extrema, representada por el mes de mayo, la diferencia entre el uso de plásticos y testigos fue del 17.35% de humedad gravimétrica. Aunque todos los tratamientos ya sin riego mostraron disminución en la humedad gravimétrica durante el mes de mayo, solamente el testigo estuvo abajo de los rangos de humedad aprovechable (50%-28%), según valores reportados por Nava (14), en 1986 .

El efecto de los plásticos en la humedad del suelo ha sido reportada por varios autores, los cuales coinciden con los resultados obtenidos en el presente experimento. Farias y Orozco (4), con el cultivo de pepino encontraron en 1994 que el suelo con plástico negro presentó mayor nivel de humedad, superando al plástico blanco y al transparente, no obstante que en todos los tratamientos con plástico se obtuvieron rendimientos de pepino superiores a 100% en comparación con un testigo sin plástico.

Otros efectos positivos sobre conservación de humedad los reportaron Ibarra y Rodríguez (7), en 1991, quienes comentan que la conservación del agua se debe principalmente al impedimento casi total de la evaporación. Quezada *et al.* (17), en 1995 reportaron que los tratamientos con acolchados plásticos mostraron un ahorro del 50% de agua en comparación con el testigo, y la eficiencia del uso del agua fue de 56% a 67% más que en los suelos sin plástico.

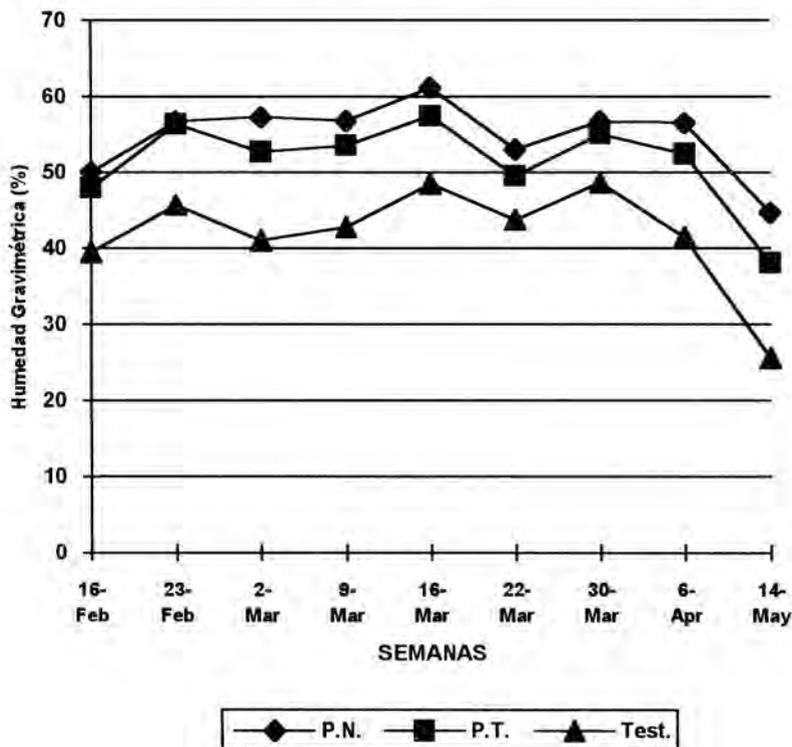


Figura 4. Porcentaje de humedad gravimétrica del suelo a 0-20 cm de profundidad del suelo con cubierta plástica. Campo Experimental Chetumal, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

D. Crecimiento de las plantas de sandía

El análisis de varianza y comparación de medias (Cuadro 7) muestra diferencias altamente significativas para el factor A (plásticos) no así para el factor B (variedades), las cuales no mostraron diferencias estadísticas significativas.

CUADRO 6. PORCENTAJE DE HUMEDAD GRAVIMETRICA EN EL SUELO EN RELACION CON EL USO PLASTICOS. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

Tratamientos	Humedad gravimétrica (%)	
	Febrero	Mayo
Plástico transparente	52.69	41.3
Plástico negro	53.25	44.6
Testigo	41.50	25.6

CUADRO 7. ANALISIS DE VARIANZA Y COMPARACION DE MEDIAS. LONGITUD DE GUIAS DE SANDIA (cm). CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIR-SURESTE, INIFAP. 1990.

FV	GL ¹	SC ²	CM ³	F	P>F	
Repeticiones	5	26396.437500	5279.287598	5.9382	0.004	**
Plasticos	3	145327.343750	48442.449219	54.4883	0.000	**
Error A	15	13335.656250	889.043762			
Variedades	2	2197.031250	1098.515652	2.2605	0.116	NS
Interacción	6	3257.593750	542.932312	1.1173	0.370	NS
Error	40	19438.062500	485.951569			
Total	71	209952.125000				

Tratamientos						
Factor A (plásticos)				Factor B (variedades) cm		
TA	CM	PN	PT	V1	V2	V3
25.06	23.62	117.87	110.18	66.53	76.87	54.15
b	b	a	a	a	a	a

1= Grados de Libertad 2= Suma de Cuadrados 3= Cuadrado Medio

* Valores con la misma letra son iguales entre sí (Tukey 0.05)

El crecimiento de las plantas de sandía se midió a través de la longitud de guías en cada tratamiento. Las mayores longitudes se observaron en los tratamientos con plásticos transparente y negro, en un rango de 101.8 cm a 117 cm respectivamente, mientras que en el tratamiento con control manual de maleza y testigo absoluto la longitud de guías no rebasó los 26 cm (Cuadro 8).

Estos resultados coinciden con los reportados por Ibarra y Rodríguez (7), quienes mencionaron en 1991 que al cultivar sandía variedad Improved Peacock bajo cubiertas plásticas, las guías superaron en 114.24 cm la longitud alcanzada por el testigo (17.55 cm). Los autores relacionan estas diferencias con las variaciones en la lámina de agua consumida.

El plástico negro fue el tratamiento que demostró mayor lámina de agua consumida. Al respecto, y en coincidencia con estos resultados, Bravo (2), reportó en 1992 que el polietileno negro fue el que proporcionó las mejores condiciones de humedad en el suelo y por lo tanto fue el tratamiento con el que se obtuvieron los más altos rendimientos en el cultivo de la vid en el estado de Zacatecas.

La variedad Charleston Gray, independientemente del factor A (con y sin plásticos), mostró mayor longitud de guías (76.8 cm) que las variedades Improved Peacock (64.1 cm) y la Jubilee (59 cm). Al considerar la longitud de guías, en el análisis de varianza las diferencias estadísticas fueron solamente para el factor A, siendo los plásticos transparente y negro los que resultaron más altamente significativos que los tratamientos sin plástico.

Aun cuando éste es el primer trabajo en Quintana Roo sobre cubiertas plásticas, es importante enfatizar, basados en las tendencias observadas en los resultados, que el uso del plástico negro y la variedad Charleston Gray representan la mejor combinación de factores para incrementar la productividad en el cultivo de la sandía en la región.

CUADRO 8. LONGITUD (cm) DE GUIAS DE TRES VARIETADES DE SANDIA CON Y SIN PLASTICO EN UN SUELO VERTISOL. CAMPO EXPERIMENTAL CHETUMAL, CIRCURESTE, INIFAP. 1990.

Tratamientos	(cm)	\bar{X} (cm)
V1 (T1)	92.1	
PT V2 (T2)	122.3	101.8
V3 (T3)	111.1	
V1 (T4)	107.4	
PN V2 (T4)	126.9	117.8
V3 (T5)	119.2	
V1 (T7)	28.2	
CM V2 (T8)	30.5	23.6
V3 (T9)	12.1	
V1 (T10)	33.3	
TA V2 (T11)	27.7	25.0
V3 (T12)	14.1	

X= 6 repeticiones

CONCLUSIONES

1. En este estudio se encontró que los dos tipos de plástico fueron eficientes para controlar patógenos del suelo, con ligera ventaja para el plástico negro (51% vs. 45% de plantas muertas).
2. Los porcentajes más altos de plantas muertas por hongos del suelo se encontraron en los tratamientos CM y TA, con 64% y 63%, respectivamente.
3. La variedad Charleston Gray fue la menos afectada por hongos del suelo.

4. Las cubiertas plásticas (PN y PT) reducen hasta en 50% la actividad microbiana del suelo, valor que se relaciona estrechamente con el menor porcentaje de plantas muertas por hongos del suelo.
5. La actividad microbiana del suelo en todos los tratamientos mostró diferencias estadísticas significativas entre 0-10 y 10-20 cm de profundidad del suelo.
6. El desarrollo de guías de sandía fue mayor con el uso de cubiertas plásticas que en el testigo. Con PT y PN la longitud de guías fue de 110.18 cm, y 117.87 cm respectivamente, mientras que los testigos no rebasaron los 26 cm de longitud. La variedad Charleston Gray mostró mayor crecimiento de guías (76.8 cm) que las variedades Improved Peacock (64 cm) y Jubilee (59 cm).
7. El porcentaje de humedad gravimétrica fue mayor en los suelos con plásticos que en el testigo. En el período normal de máximas deficiencias hídricas (mayo) solamente los tratamientos sin plástico (25.6 %) estuvieron abajo de los rangos de humedad aprovechable (50%-28%). Los tratamientos con PT y PN mostraron los contenidos de humedad más altos de ese período, con 41.3% y 44.6%, respectivamente.
8. No obstante que el contenido de humedad en el suelo con plásticos fue mayor, el porcentaje de plantas muertas por hongos del suelo fue menor.
9. Los relativamente bajos porcentajes de plantas muertas en los tratamientos con plástico están relacionadas con efectos de solarización, una vez que no se encontró una relación directamente proporcional entre el contenido de humedad (encontrada en los tratamientos con y sin plásticos) y los porcentajes de plantas muertas por hongos.

LITERATURA CITADA

1. Arias S., J. F. 1992. *Control de organismos dañinos y protección del recurso suelo en la producción de melón y pepino Pickle con solarización y acolchado con polietileno transparente*. In: Tovar S., J. L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 538.
2. Bravo L., A.G. 1992. Estudio para el establecimiento de vid con aguas de escurrimiento y acolchados de suelo. *TERRA*. 10 (1): 43-50.
3. Egley, G. H. 1985. Weed seed and seedling reductions by soil solarization with transparent polyethilen. *Weed Sci.* 31:404-409.
4. Fariás L., J. y Orozco S., M. 1994. *Efecto de diferentes agroplásticos sobre la temperatura y humedad del suelo y su relación con el rendimiento de pepino (Cucumis melo L.)*. XL Reunión Anual. Programa y Memorias de Resúmenes. Interamerican Society for Tropical Horticulture. Campeche, Camp. p. 44.
5. Flores V., J., Quezada M., R., y Linares O., H. 1992. *Efecto del acolchado en la movilización de nutrientes en calabacita bajo invernadero*. In: Tovar S., J. L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 178.
6. Gutiérrez B., A. 1992. *Efecto de la microflora de acolchado a la aplicación de diferentes sustratos*. In: Tovar S., J.L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 240.
7. Ibarra J., L. y Rodríguez P., A. 1991. *Acolchado de suelos con películas plásticas*. México, Limusa. p. 14-79. (Serie: Manuales Agropecuarios LIMUSA).
8. Jasso Ch., C. y Ramiro C., A. 1992. *Producción de chile ancho bajo el sistema de acolchado plástico en el altiplano de San Luis Potosí*. In: Tovar S., J. L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 540.
9. Linares O., H., Quezada M., R., Flores V., J. y Arias G., G. 1992. *Respuesta del cultivo de la sandía (Citrullus lanatus G.) a la aplicación de películas de plástico pigmentadas en acolchado de suelos*. In: Tovar S., J. L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 539.
10. López, J. y Jiménez, J. 1995. *Solarización del suelo y su influencia en la presencia de malezas en el cultivo de melón (Cucumis melo L.)*. Memorias del VI Congreso Nacional de Horticultura. Programa y Memorias. Hermosillo, Son., México. p. 39.

11. Martínez G., M. A. 1991. Respuesta del maíz H-204 al acolchado en un segundo ciclo de cultivo bajo temporal en Aguascalientes. *TERRA*, 9 (2): 145-149.
12. Moreno A., L. 1985. *Control de maleza y desarrollo del cultivo de algodón con arropado de plástico negro*. Memorias del VI Congreso Nacional de la Maleza. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, A.C. Taxco, Guerrero. p. 303-311.
13. Munro O., D. y Tucuch C., F.M. 1985. *Control de malezas en melón (Cucumis melo L.) mediante el uso de energía solar*. Memorias del VI Congreso Nacional de la Maleza. Sociedad Mexicana de la Ciencia de la Maleza, A.C. Taxco, Guerrero. p. 312-333.
14. Nava P., R. 1986. *Drenaje superficial de los suelos Vertisoles gleycos para la producción de maíz (Zea mays L.) en Quintana Roo*. Tesis Profesional. Buena Vista, Saitillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Depto. Riego y Drenaje. p. 25.
15. Quero G., E. 1989. La plasticultura: una propuesta de cambio. *Agromundo*, 3 (4): 8-11.
16. Quezada M., R. Murguía L., J. e Ibarra J., L. 1992. *Efecto del acolchado de suelo en la movilización de nutrientes en el cultivo de pepino*. In: Tovar S., J.L. y Quintero L., R. eds. «La investigación edafológica en México». Memorias del XXV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Acapulco, Gro. p. 179.
17. Quezada M., R. M., Munguía L., y J., y Sánchez V., S. 1995. *Respuesta de melón al uso del acolchado con plásticos fotodegradables*. Memorias del VI Congreso Nacional de Horticultura. Hermosillo, Son., México. p. 61.
18. Stotzky, G. 1965. *Microbial respiration*. In: Black, C.A. ed. «Methods of soil analysis, Part 2». Soc. of Agron. Inc. USA. p. 1550-1571.