

870106

6
3ej.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México



ESCUELA DE BIOLOGIA



TESIS CON
FALSA LEYENDA

EFFECTO DEL ACOLCHADO SOBRE MICOFLORA Y RENDIMIENTO
EN CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) EN EL
MUNICIPIO DE ZAPOPAN, JALISCO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:

MARTIN CANDELARIO ESQUEDA VALLE

GUADALAJARA, JAL., 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Página
I INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS E HIPOTESIS	4
III REVISION BIBLIOGRAFICA	6
IV MATERIALES Y METODOS	22
V RESULTADOS Y DISCUSION	28
VI CONCLUSIONES	40
VII RECOMENDACIONES	42
VIII RESUMEN	44
IX ABSTRACT	46
X BIBLIOGRAFIA	47

I. INTRODUCCION

El sector agrícola cada día se ve más obligado a realizar grandes esfuerzos para encontrar la mejor solución a problemas tan diversos como: producción, rendimiento, precocidad, comercialización, ahorro de mano de obra y de energía, lucha contra las inclemencias del tiempo, escasez de agua, etc.

Cada vez hay menos agricultores que, sin embargo, han de alimentar una población en constante crecimiento. Las prácticas tradicionales no son suficientes para satisfacer una demanda en continuo aumento por lo que los avances científicos y tecnológicos juegan un papel muy importante en el desarrollo de la agricultura.

Estos avances han llevado a la creación de la Plásticultura. Esta ciencia joven, de no más de 30 años, introduce el uso de los plásticos en el agro. La aplicación de estos materiales, en muchos países, está contribuyendo a la resolución de algunos de los problemas que enfrenta el agricultor. Recientemente esta práctica se ha extendido con tal rapidez, que hoy constituye un complemento indispensable en numerosas técnicas de cultivo.

Los plásticos que se utilizan en la agricultura son muy versátiles en sus aplicaciones, son ligeros, flexibles o rígidos,

según los casos, de fácil manipulación. Aunque el precio de los plásticos haya aumentado sensiblemente en los últimos años, estos materiales seguirán representando una inversión válida para la producción de alimentos.

Después de varios ensayos a nivel experimental y a nivel masivo, surge el acolchamiento de los suelos con plástico. Esta técnica, también conocida como empajado o mullido, ha sido practicada desde hace muchos años por los hombres de campo con la finalidad de defender los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, que, entre otros efectos, producen la desecación del suelo, deterioran la calidad de los frutos, enfrían la tierra y la lavan arrastrando los elementos fertilizantes, tan necesarios para el desarrollo de las plantas.

Para paliar estos efectos, algunos agricultores disponían sobre la superficie del terreno una capa protectora formada por materiales de origen vegetal (paja, cañas, hojas secas, etc.) u otros de origen mineral (arena). Esta capa protectora actuaba como barrera de separación entre el suelo y el ambiente (atmósfera), y amortiguaba sensiblemente tales efectos.

Según su naturaleza, estos materiales ofrecían, además, otras ventajas: su opacidad a la luz solar impedía el desarrollo de malas yerbas; la absorción del calor del sol propiciaba un medio de defensa para la planta contra las bajas temperaturas

nocturnas, influyendo considerablemente en el aumento de rendimientos y en una mayor precocidad en la cosecha.

Hace ya algunos años se hicieron ensayos con diversos materiales, como papel alquitranado, láminas de aluminio, etc., pero se han abandonado debido a que son materiales voluminosos, caros y de difícil colocación sobre el terreno. De más reciente aplicación son las películas de plástico (PVC y PE), con resultados excelentes, que han venido a desplazar a los materiales anteriores y que se van implantando poco a poco en todos los países, aun en aquellos más tradicionalistas.

En México, el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIOA) promueve actualmente el acolchamiento de suelos a escala masiva. Se han efectuado investigaciones al respecto, principalmente en los cultivos de maíz, frijol, tomate, melón, sandía, etc. Los primeros ensayos a gran escala se realizaron, en una primera etapa, en los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas con el propósito de difundir la aplicación de estos materiales.

Tozando en cuenta las ventajas que se han expuesto y los resultados obtenidos con el acolchamiento de los suelos en algunos cultivos, se decidió llevar a cabo la presente investigación con los siguientes objetivos e hipótesis.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

Los objetivos de la presente investigación son:

1. Evaluar el comportamiento general y el rendimiento de un cultivo de frijol Bayo Alteño acolchado con polietileno transparente, negro y sin acolchar (para el testigo).
2. Determinar la influencia del acolchamiento sobre el aspecto cuantitativo y cualitativo de la micoflora.
3. Valorar el uso de los plásticos para el control de enfermedades causadas por hongos patógenos del suelo.
4. Analizar si los factores químicos del suelo se alteran por el acolchamiento.

Las hipótesis planteadas son:

1. Si el acolchamiento ayuda a eliminar el daño causado por las condiciones desfavorables del ambiente, manteniendo los parámetros físicos, químicos y biológicos del suelo benéficos, entonces podría influir en una anticipación en el crecimiento y rendimiento del grano.

2. Si el acolchamiento evita la pérdida de calor, capta radiaciones de longitud de onda larga y retiene humedad en el suelo, con lo cual se mejora la conducción del calor y provoca un efecto de invernadero; con esto se podría incrementar la sensibilidad térmica de las estructuras fungales induciendo cambios cualitativos y cuantitativos en la micoflora.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 Acolchamiento y Materiales Usados.

El acolchamiento puede definirse como cualquier material, tal como paja, aserrín, plástico o papel, colocado sobre el suelo para proteger la raíz de las plantas contra el calor, el frío o la sequía o conservar limpios los frutos (40). Específicamente, el acolchado modifica el microclima del ambiente en el que crecen los vegetales. El material para acolchar se selecciona según las ventajas que presentan sus propiedades para crear un medio favorable al desarrollo de los cultivos. Se podría pensar que con la sola aplicación de esta técnica se incrementa el rendimiento, pero no siempre ocurre así. Aunque a menudo se obtienen aumentos importantes en la producción, algunas veces los resultados son equivalentes o inferiores bajo ciertas circunstancias. El tipo de cultivo, la época del año, el suelo, la abundancia de lluvia y la temperatura edáfica y del aire influyen en la forma en que responden las plantas al acolchamiento.

Los materiales para acolchar se pueden agrupar en: naturales y sintéticos. Los materiales naturales u orgánicos más usados son: (a) residuos vegetales como paja, rastrojo, olote molido, cáscara de cacahuete y hojarasca; (b) cenizas vegetales; (c) productos de madera como aserrín y viruta; y (d) estiércol. Por lo general estos materiales no se aplican con maquinaria pero requieren de mucha mano de obra. En su mayoría se adquieren a granel y deben transportarse al lugar donde se han de emplear;

además no se obtienen en cantidades suficientes. Por estas razones, son los pequeños agricultores quienes utilizan estos materiales y los comerciales en menor escala. El acolchamiento natural reintegra materia orgánica y nutrientes vegetales al suelo que lo enriquecen al descomponerse. A su aplicación debe añadirse un fertilizante rico en nitrógeno para evitar su deficiencia en la parcela acolchada (36).

Los materiales sintéticos incluyen papel, polietileno, papel plastificado, papel encerado, hojas de aluminio y acero y riegos con soluciones de asfalto (36). Se han estado aplicando, con diferentes resultados, desde 1914 cuando se encontró que el papel asfaltado favorecía el crecimiento de las plantas. Se prevé que el acolchamiento con estos materiales se convertirá en algo común en la agricultura especializada porque es fácilmente adaptable a la mecanización, se puede diseñar para condiciones particulares y se pueden producir en grandes cantidades a bajo costo. El desarrollo de nuevas técnicas en su fabricación resultará, indudablemente, en mejores materiales y más especializados con recubrimientos para reflejar o absorber luz, combinación en tiras, desintegración controlada y muchas otras características.

3.2 Presentación de Materiales Sintéticos.

Papel de estraza

Combinaciones

Plastificado -- transparente, negro

Encerado -- transparente, negro, aluminio

Hojas de papel aluminio

Poliétileno (transparente, gris humo, negro, blanco, aluminio)

Combinaciones

Blanco con negro

Negro con manchas de varios colores

Hojas (acero, aluminio)

Láminas delgadas de acero plateado

Papel de estraza aluminizado

Papel aluminio con una tira al centro negra de 23 cm.

Película de polietileno. Se aplica en espesores de .001 a .0015" y con un ancho de 1 a 2 m. El polietileno no es muy caro y es fácilmente instalable con máquinas. Se prefiere el negro o gris, aunque con el transparente se obtienen temperaturas más altas cuando la maleza se controla con fumigación o herbicidas selectivos. Se pueden adquirir con la mayoría de abastecedores agrícolas, tlapalerías y proveedores por catálogo. La limitante que presenta el polietileno es que no se degrada en su contacto con el suelo por lo que debe levantarse al final de la temporada. De lo contrario, al quedarse tendido, complica la preparación del terreno para el próximo cultivo e interfiere con la siembra de precisión sin contar el aspecto desagradable que daría por algunos años (8).

Papel. El acolchamiento con papel de estraza resiste el ataque de hongos y la humedad y posee otras propiedades importantes de aplicación en el campo. Con recubrimientos de polietileno o polímero, de .00025" de espesor, o un tratamiento

especial con cera, se combinan las ventajas del plástico con las del papel --descomposición controlada y facilidad para desecharlo (8).

Hojas de papel aluminio o acero. Estos materiales reflejan la energía solar y refrescan el suelo. Esto, probablemente, reducirá su empleo en zonas frías para adelantar la cosecha pero puede ser útil en plantíos a los que beneficia un suelo fresco. Su reflejancia aumenta la cantidad de luz necesaria para el crecimiento de la planta y también repele algunos insectos dañinos. La aplicación de una tira negra bajo el centro de la hoja de papel aluminio parece favorecer el crecimiento de cultivos de estación cálida (8).

Emulsiones de asfalto. En años recientes se han ejecutado muchos estudios sobre el uso de resinas derivadas del petróleo en el acolchamiento. Se rocía directamente sobre el terreno para aumentar la temperatura del suelo y acelerar la germinación de los vegetales. Algunos problemas de formulación, aplicación, control de maleza y su rápida deslavadura por la lluvia han limitado su uso, aunque en regiones áridas han dado buenos resultados (8).

3.3 Principios del Acolchamiento.

El acolchamiento modifica el medio en el que se desarrollan las plantas. Estos cambios influyen más en este desarrollo cuando se cultiva en situaciones inferiores a las ideales. Las

condiciones climáticas perjudiciales más comunes son la lluvia escasa y la baja temperatura del aire y del terreno. El acolchado puede ayudar a corregirlas; también crea una barrera física que controla las malas hierbas. La evaporación del agua, la pérdida de nutrientes por disolución y la compactación del suelo (40). Aunque los factores ambientales se relacionan entre sí, por lo general, los cambios en la humedad del suelo y su temperatura son los que determinan la reacción del cultivo al acolchamiento.

Humedad. El acolchado reduce, en un rango del 10 al 50% o más, la evaporación del agua en el suelo. Los materiales orgánicos incrementan su capacidad de absorción. La técnica también ahorra agua para las plantas del cultivo al reducir la competencia que la maleza representa. Este es un aspecto vital durante la época de sequía (12).

Temperatura del suelo. El acolchado modifica la temperatura del suelo. Los materiales orgánicos, los plásticos de colores suaves y los reflejantes la reducen mientras que los de colores negro, gris y transparente la aumentan.

La baja temperatura del suelo durante primavera puede frenar el desarrollo de las plantas y retardar la cosecha. Sin embargo, a mediados del verano, los suelos frescos por el acolchamiento pueden ser más productivos.

La elevación de la temperatura causada por las películas de polietileno negro y transparente y el papel de estraza negro aceleran el desarrollo vegetativo, especialmente cuando la temperatura del suelo es inferior a la ideal para ello.

La eficacia de los materiales a menudo depende de las necesidades de temperatura de cada cultivo. Esta es una razón de por qué las cucurbitáceas, como el melón y el pepino, de estación cálida, responden tan bien al acolchado en climas templados (15).

Control de maleza. La aplicación adecuada del acolchamiento no permite el crecimiento de malas hierbas y su competencia por la luz, agua y nutrientes. Los materiales orgánicos molidos y aplicados en forma compacta, a una profundidad de 5 cm. o mayor, alrededor de las plantas, impiden el crecimiento de maleza; los porosos y flojos son menos eficaces y generalmente no dan buen resultado en el control de estas hierbas.

Los materiales sintéticos para acolchar se encuentran en presentaciones opaca y transparente. Los opacos bloquean el paso de la luz necesaria para el crecimiento de maleza. Si se emplea el transparente, será necesario aplicar un herbicida selectivo para eliminar las malas hierbas que pudieran germinar debajo del acolchado (17).

Ha sido posible controlar eficazmente la mayoría de las malezas anuales y muchas perennes con el acolchado plástico, incluyendo especies de los siguientes géneros: *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Eleusine*, *Fumaria*, *Lactuca*, *Mercurialis*, *Montia*, *Notobasis*, *Phalaris*, *Poa*, *Portulaca*, *Sisymbrium*, *Solanum*, *Stellaria*, y *Xanthium*. Muchas gramíneas son muy sensibles a este tratamiento, mientras que no afecta a otras malezas como *Melilotus*.

Estructura del suelo. El acolchamiento ayuda a conservar la buena estructura del suelo evitando su resequeidad y compactación. Un suelo acolchado permanece suelto y granuloso, lo que permite la adecuada ventilación de las raíces. La materia orgánica aplicada como acolchado enriquece el suelo al descomponerse (15).

Desarrollo y daños de la raíz. El acolchamiento permite que las raíces se desarrollen en extensión, especialmente en los primeros 5 cm de profundidad, donde la resequeidad del suelo no acolchado y las labores limitan su crecimiento. El acolchamiento forma una barrera física que evita daños a la raíz cuando se trabaja la tierra. Contribuye a la buena salud del sistema radicular y al mejor aprovechamiento de los nutrientes (8).

Aspectos biológicos. La actividad biológica de los microorganismos del suelo se aumenta debido a la soltura, aireación, humedad y temperatura más alta y uniforme del suelo. Esto resulta en la rápida descomposición de la materia orgánica y la liberación de nutrientes para el cultivo (15).

Control de la erosión. El acolchamiento ayuda a reducir la erosión del suelo por la acción del viento y del agua. También mantiene condiciones que favorecen la filtración del agua y reducen su escurrimiento (37).

Fumigación. La aplicación de los materiales sintéticos crean condiciones ideales para fumigar el suelo debajo del acolchado

por medio de un tubo plástico flexible. Esto controla la maleza y los parásitos e incrementa el rendimiento (8).

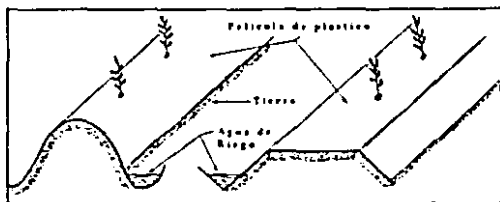


Figura 1. Acolchado de surcos y camas pequeñas (15).

3.4 Desinfestación del Suelo.

Los procesos microbianos en el suelo tienen un impacto pronunciado en todas las etapas del ciclo de vida de los patógenos. Lo que significa que tales procesos influyen en la sobrevivencia de esos organismos y la incidencia de enfermedades en el cultivo. La desinfestación afecta la actividad microbiana del suelo y puede, finalmente, conducir a un efecto positivo o negativo sobre la población patogénica dependiendo del cambio que se provoque en el número de antagonistas presentes (9).

El polietileno tendido sobre el suelo captura la energía solar. Este hecho provoca lo que se denomina Solarización (pasteurización, calentamiento). El concepto combina el calor como agente exterminador con el acolchado del suelo para elevar su temperatura. El plástico evita la pérdida de calor causada por la evaporación y la convección y, también, conserva las ondas largas creando un efecto de invernadero (25).

El calentamiento del suelo acolchado da como resultado un balance de energía; una parte de la energía solar se transmite al suelo mientras la restante es absorbida por el plástico o reflejada a la atmósfera. Consecuentemente, el tratamiento actúa incrementando la temperatura del suelo a niveles por encima del necesario para eliminar organismos patógenos. Los factores involucrados en el proceso abarcan la intensidad de la radiación, la temperatura del aire, la humedad, las propiedades del polietileno y las del suelo y el flujo de calor en el mismo.

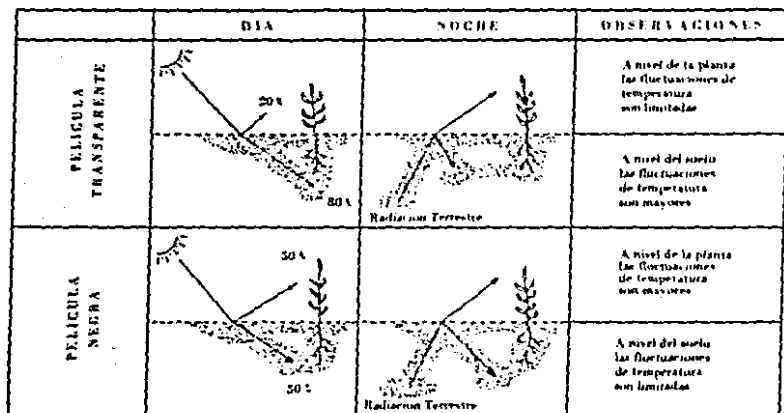


Figura 2. Efecto de la pigmentación en el acolchado con plástico en la temperatura del suelo y la temperatura del aire (15).

Se puede lograr un control efectivo de organismos patógenos, siempre y cuando las condiciones climáticas sean propicias, cumpliendo los siguientes pasos : (a) El acolchamiento debe instalarse durante la estación de altas temperaturas e intensa

radiación solar. (b) El suelo debe mantenerse húmedo para incrementar la sensibilidad térmica de las estructuras que ahí se alojan y mejorar la conductividad del calor. (c) Se recomienda utilizar películas del menor calibre posible (25-30 mm) pues resultan más económicas y algo más eficaces. (d) Ya que las capas superiores del terreno se calientan con mayor rapidez e intensidad que las inferiores, el periodo de pasteurización debe durar lo suficiente, por lo general cuatro semanas o más, para poder eliminar las plagas en las profundidades que se desea. Mientras más se prolongue dicho periodo, más alto será el índice de exterminio y mayor su eficacia (22, 19, 33).

El tratamiento es eficaz no sólo por la temperatura que excede los puntos de tolerancia térmica de los patógenos sino también por los efectos subletales de la fluctuación del calor en el suelo (14, 34). A ciertas profundidades se reducen los propágulos fungales viables aunque no se rebasen los puntos de tolerancia térmica. Se cree que este fenómeno está asociado con el debilitamiento de las paredes de las estructuras patógenas por las condiciones ambientales en variación continua (38) o por los cambios en la población microbiana en favor de los antagonistas (19). Una evidencia que confirma estos hechos es que en zonas con temperatura subletal se han encontrado restos no viables de esclerocios; así como también niveles más altos de bacterias spp., *Fusarium* spp., y *Penicillium* spp., los que están reportados como asociados en la colonización y degradación de esclerocios (27).

Los mecanismos de control biológico que se pueden crear o estimular con la solarización incluyen efectos sobre la capacidad de inóculo existente o introducida en el suelo después del tratamiento (21). Existen, cuando menos, tres formas en las que opera el control biológico por el acolchamiento:

(a) La fungistasis, etapa en la que los propágulos fungales mantienen una resistencia pasiva, se nulifica parcialmente a los 45 - 50°C. De este modo, se los expone a la acción de microorganismos líticos y otros factores detrimentes que se encuentran en el suelo (28).

(b) Las temperaturas subletales pueden debilitar las estructuras latentes, volviéndolas más vulnerables a la micoflora antagonista (4).

(c) La creación de cambios en la población microbiana en favor de saprofitas resistentes al calor (4, 3, 7). Se supone que la nueva micoflora contribuye a evitar la reinfestación del suelo acolchado aunque sería necesario llevar a cabo investigaciones más a fondo para comprobar esta teoría.

Un efecto a largo plazo, por más de una temporada después de la desinfestación del suelo, es un fenómeno muy deseable que reduce los costos de cultivo e indica que el tratamiento no crea un vacío biológico. Bien podría ser combinando la solarización con otros métodos de control que no sólo aumentarían su eficacia sino que la prolongarían. Se puede lograr tal efecto duradero con la reducción drástica de la capacidad de inóculo o con un cambio en favor de los antagonistas en el equilibrio biológico del suelo retardando así su reinfestación y el acumulamiento de la población patógena.

La aplicación adecuada de esta técnica brinda, entre otros resultados, un mayor rendimiento del cultivo que, en algunos casos, puede considerarse de gran importancia económica.

La solarización de suelos infestados aumentó los rendimientos en grados variables, por ejemplo: en suelos infestados por *Verticillium dahliae* y *Pratylenchus thornei*, incrementó el rendimiento de un cultivo de papa en un 35% (14); en suelos infestados por *Sclerotium rolfsii*, incrementó el rendimiento de un cultivo de cacahuate en un 123% (13); en suelos infestados por *Verticillium dahliae*, incrementó el rendimiento de un cultivo de berenjena en un 215% (19); y en suelos infestados por *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*, incrementó el rendimiento de un cultivo de algodón en un 105% (22).

Ventajas y Limitaciones. La solarización del suelo no debe verse como un método universal para el control de enfermedades sino, más bien, como una forma adicional que, de emplearse correctamente, presenta muchas ventajas. El método es seguro, no requiere químicos, no produce residuos fitotóxicos, es relativamente económico y fácil de utilizar. Puede aplicarse en parcelas grandes con maquinaria o pequeñas en forma manual. Su empleo, sin embargo, se limita a regiones cuyo clima lo permita y donde el terreno pueda conservarse sin sembrar por, aproximadamente, un mes antes de instalar el acolchado (20).

3.4 Acolchamiento con Fines Comerciales.

Para justificar el acolchamiento en cultivos comerciales, se debe tener una referencia económica, ya sea el incremento del rendimiento o el ahorro en los costos de operación. Algunos vegetales responden al acolchado adelantando la cosecha, creciendo más o dando mayores rendimientos. Las plantas en acolchado, generalmente, crecen y maduran con más uniformidad. Su respuesta depende del tipo de cultivo, estación del año, condiciones del suelo y cambios en el ambiente durante la etapa de desarrollo.

El acolchamiento con materiales sintéticos tiene un potencial económico importante en plantaciones de maíz, frijol, sorgo, tomate, berenjena, coliflor, melón, sandía, calabacita, pepino, zanahua, uva, tabaco, algodón, rosa, dalia, etc. (15).

3.5 Situación de la Plasticultura en México.

El proyecto de Plásticos en la Agricultura se inició, en el CICA, en 1979 con el apoyo de la Organización de las Naciones Unidas con tres objetivos básicos: (a) Establecer un laboratorio de polímeros capaz de desarrollar agroplásticos y de recomendar su producción y control de calidad; (b) Desarrollar o adecuar técnicas agrícolas para aumentar la productividad del campo en las regiones áridas del país; y (c) Determinar las estrategias de transferencia de resultados a la industria de transformación de plásticos y a los agricultores (15).

Como primer paso, se estudiaron las posibilidades de adecuación de técnicas aplicadas en otros países, principalmente, con características climáticas similares a las del nuestro. Se experimentó, durante dos años y medio, el uso de los plásticos en la agricultura mexicana para definir los procesos de su fabricación.

En 1981, se elaboraron procedimientos para la composición química y la formulación de películas especiales, fabricadas comercialmente. En forma paralela, se analizaron y adecuaron mecanismos para controlar la calidad de estos materiales que se siguen donde la plasticultura es una actividad destacada.

Se practicaron técnicas agrícolas de otros países de climatología similar para adaptarlas a las variedades que normalmente se emplean en nuestra agricultura. Así, por ejemplo, se estudiaron diferentes variedades de maíz, con irrigación, para encontrar aquellas que respondieran al tratamiento. Después de dos años, se han identificado dos de ellas que incrementan su rendimiento del 15 al 48%.

Se probaron cuatro variedades de frijol utilizando películas plásticas; si bien se observó una gran precocidad en la cosecha así como plantas muy vigorosas, los rendimientos no fueron mucho mayores que los de los testigos.

Ya que el costo adicional por la utilización del plástico se puede pagar fácilmente con el cultivo de hortalizas y frutas, se

intentó acolchar chile pimiento, tomate y otras especies. Durante dos años de estudio se obtuvo un incremento promedio del 70% en el rendimiento del tomate y del 87% para el chile pimiento (15). De los resultados se desprende que es posible, en algunos casos, duplicar la producción por hectárea y obtener los primeros cortes con tres o cuatro semanas de precocidad, aprovechando un mejor precio de mercado.

Sin embargo, estos resultados pueden considerarse experimentales; lo que no significa que las técnicas sean desconocidas. Las experiencias nacionales indican que en México, en condiciones similares, se pueden lograr los mismos rendimientos o mejores que en otros países.

Siendo el frijol el tercer cultivo en importancia en la región occidental de nuestro territorio y la leguminosa más importante de México, por la superficie que ocupa y la actividad económica que genera, para alcanzar la finalidad de esta investigación se escogió trabajar con la variedad Bayo Alteño. Esta es producto de selección individual en material segregante proveniente de la cruce Veracruz 79 x Guatemala 97 con genealogía II-227-M-M-4-1-1-1-2-1-M. Después de la cruce y las primeras selecciones se envió a la región de Los Altos, en Jalisco, donde se hizo la selección final como línea pura y su evaluación en ensayos de rendimiento (24).

La planta es de hábito de crecimiento indeterminado, guía corta y postrado (tipo semiguía); sus flores son blancas y

abundantes y aparecen a los 48 días después de la siembra, con un periodo de floración de 25 días. alcanza la madurez fisiológica a los 99 días, por lo que se puede considerar como tardía. Muestra resistencia al ataque de roya o chahuixtle, antracnosis y tizones bacteriales y es susceptible en grado menor al ataque de mancha angular. La semilla es de color bayo con tendencia al café, de forma alargada, cilíndrica y algo arrinonada, de tamaño medio (24.3 gramos en 100 semillas) y permanece entera después de cocerse (24).

En los 35 experimentos que sirvieron para evaluar esta variedad, de 1975 a 1983 en diversas localidades de Los Altos de Jalisco, se registró un rendimiento medio de 2,300 Kg/ha con una producción mínima de 1,492 Kg/ha y una máxima de 3,639 Kg/ha. Los datos muestran que es un material de alto potencial de rendimiento y que supera en 63% a la variedad regional Texaco utilizada como testigo. De acuerdo con el rendimiento experimental y considerando un decremento del 40% en siembras comerciales, la línea puede producir en temporal alrededor de 1,400 Kg/ha (24).

La variedad Bayo Altoño se puede sembrar en las regiones de Los Altos y centro del estado de Jalisco; también produce en forma aceptable en el Valle de México y, en general, en toda la zona templada húmeda. En los análisis estadísticos, por parámetros de estabilidad, este material está clasificado como de alto rendimiento, consistente y con una tendencia de respuesta a mejores ambientes (24).

IV. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Zapopan perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en el ciclo primavera-verano de 1987.

Este campo se ubica en el Km. 6.5 de la carretera Guadalajara-Morelia, Municipio de Zapopan, Jalisco a una altura de 1,590 m S.N.M., a los 20°43', latitud Norte, y los 103°23', longitud Oeste (2).

De acuerdo con la clasificación de climas de Köpen, modificado por Enriqueta García, tiene clima semicálido y régimen de lluvias en verano [Awo(W)(e)g]. La temperatura promedio, en 19 años, es de 22.9°C. La precipitación promedio durante 13 años ha sido de 886.5 mm (11).

La semilla utilizada fue de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), variedad Bayo Alteño, seleccionada por ser una variedad mejorada con buena adaptación al ciclo de temporal en la Zona Centro de Jalisco y con muy altos rendimientos.

Los tratamientos aplicados fueron acolchado con plástico transparente, acolchado con plástico negro y suelo no acolchado (para el testigo) con una distribución en bloques al azar con seis repeticiones.

La unidad experimental estuvo constituida por ocho surcos de 76 cm de ancho por 6 m de largo; los cuatro surcos centrales se utilizaron para análisis del rendimiento. los surcos 2, 4, 5 y 7 para análisis micológico y químico del suelo y dos de bordo.

Antes de la siembra, se preparó el terreno con maquinaria y se aplicó fertilizante fórmula 40-40-00. Los plásticos fueron colocados los días 13 y 14 de Julio, abriendo en los extremos de los surcos una zanja transversal de 20 cm de profundidad, en la cual se sujetó el plástico para facilitar su tendido. Al tiempo de aplicar los plásticos, se hicieron zanjas de 10 cm a ambos lados del mismo, en las que se introdujo cada lado del ancho del plástico (15).

La siembra se hizo con el terreno húmedo, debido a las lluvias, el día 15 de Julio, con el instrumento agrícola llamado "cuervo", el cual simultáneamente perfora los plásticos y deposita la semilla; los testigos se sembraron en forma manual. Se colocaron tres semillas por golpe a una profundidad de 3 cm y con una distancia de 15 cm entre semillas, tendiendo así 120 plantas por surco (30).

Durante el ciclo de cultivo se hicieron varias escardas con azadón (3 y 20 de Agosto y 14 de Septiembre) con la finalidad de mantener el experimento libre de malezas y evitar competencia al cultivo. El desyerbe fue completo en los testigos y únicamente entre surcos en las parcelas acolchadas. También se aplicó, el 19 de Agosto, una bomba de 10 litros de agua con 30 gramos de

insecticida Sevin 80% pH para controlar algunas plagas del follaje, entre ellas la mosquita blanca.

La cosecha se levantó el 19 de Septiembre, cuando las plantas se encontraban en la etapa de madurez fisiológica, dejando el frijol cortado sobre el terreno para después trillarlo. El rendimiento se determinó con el grano producido por las plantas de la parcela útil, cuatro surcos centrales de 5 m de largo, con un contenido de humedad aproximado del 14 al 12%. Los granos fueron pesados y los datos se extrapolaron a kilogramos por hectárea.

Tomando en cuenta que el desarrollo de las estructuras vegetativas se presenta en su nivel máximo en la floración, se cuantificó la materia seca, en esa etapa, muestreando 10 plantas al azar con competencia completa por parcela útil. El peso promedio de las 10 plantas se tomó cuando su humedad llegó a un equilibrio con la del medio ambiente (23).

Durante el ciclo biológico del cultivo se registraron cuatro etapas fenológicas con base a la propuesta hecha por el CIAT (10): (a) Emergencia (V_1), cuando los cotiledones aparecen sobre el nivel del suelo; (b) Floración (R_6), cuando aparecen las primeras flores; (c) Formación de vainas (R_7), cuando la planta presenta la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida; (d) Madurez fisiológica (R_9), cuando las vainas empiezan a secarse y las semillas desarrollan el color típico de la variedad.

Se considera que cada una de las etapas señaladas se inicia cuando el 50% + 1 de las plantas muestran la condición que la describe.

Las muestras del suelo para el análisis químico y biológico de la rizosfera se tomaron con una barrena a dos profundidades, 0-15 y 15-30 cm. El muestreo inicial se realizó el 15 de Agosto, tomando 100 muestras al azar, cada una de 100 ml para cada profundidad a través de los 764 m² de área total. El muestreo final se llevó a cabo el 20 de Octubre analizando los surcos 2, 4, 5 y 7 de cada unidad experimental. Se eliminó un metro en cada uno de los extremos del surco muestreado para evitar el efecto de borde quedando 4 m de los cuales se tomaron cinco muestras de profundidad, en los espacios interplantares y a una distancia, entre punto y punto, de un metro. Se juntaron todas las muestras de un mismo tratamiento y profundidad.

El análisis químico del suelo se efectuó al principio y al final del ciclo de cultivo y, como en las pruebas preliminares no se encontró mucha diferencia entre las muestras de cada profundidad, se decidió unir las. Los análisis realizados fueron: (a) pH, con un potenciómetro usando una relación de suelo y agua destilada de 1:1; (b) Materia Orgánica, por el método de combustión interna de Walkley-Black; (c) Capacidad de intercambio catiónico, por el método del Versenato; (d) Nutrientes, por el método de Morgan.

Al principio del ciclo de cultivo se hizo un análisis micológico de la rizosfera y otro al final. En cada muestra se prepararon diluciones decimales colocando 25 g de suelo (peso seco) en una probeta graduada y agua hasta aforar a 250 ml. La suspensión acuosa del suelo fue agitada, vertida en un matraz Erlenmeyer de 1 litro y agitada en un agitador mecánico durante 30 minutos y luego se procedió a hacer las diluciones siguientes hasta 10^{-5} ; se inocularon por superficie placas de Papa Dextrosa Agar (PDA) con rosa de bengala y ácido láctico solidificadas, que habían sido preparadas 2 ó 3 días antes (39); éstas se inocularon con las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} con tres repeticiones (32). Se analizaron tres muestras por cada tratamiento y profundidad.

Al final del ciclo se hizo el análisis micológico del rizoplaneo. Se muestrearon un total de 60 plantas por tratamiento, tomando cinco plantas al azar (no incluyendo los 2 m de bordo) por surco, de los dos centrales de cada unidad experimental. Primeramente, se sacudieron las raíces para eliminar las partículas de suelo más grandes; posteriormente, se lavaron y cortaron en longitudes de 1 cm con un escalpelo flameado y enfriado. Luego fueron inoculadas en placas de PDA con rosa de bengala y ácido láctico (16). Se hicieron nueve repeticiones por tratamiento, cada repetición con siete pedazos de raíz (primarias, secundarias y terciarias).

Se incubaron las muestras de rizosfera y rizoplaneo a 24 - 30°C durante siete días, al cabo de los cuales se realizó el conteo de colonias y el aislamiento de hongos (39).

Los resultados de materia seca y de micoflora en la rizosfera y el rizoplano se sometieron a un análisis de varianza. para comparar los promedios se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa dando un margen de error experimental del 1 al 5%. A los resultados de rendimiento se les aplicó un análisis de covarianza debido a que el número de plantas fue diferente por tratamiento y repetición. Para la comparación de promedios ajustados se hizo la prueba de t (35).

V. RESULTADOS Y DISCUSION

La emergencia de las plantas de frijol en el suelo acolchado, tanto con polietileno negro como transparente, fue más uniforme y ocurrió tres días antes que aquellas de las parcelas testigo. A pesar del buen porcentaje de germinación en los surcos acolchados con plástico transparente, el desarrollo de las plántulas se vió seriamente afectado al grado que, en dos de las repeticiones, se perdió más del 50%. Esto posiblemente se debió a la excesiva salinidad en la capa superior del suelo debido a que el plástico transparente permite el paso de la radiación (más del 80%), por lo que, durante el día, al calentarse el suelo, hay una evaporación constante y se provoca un ritmo rápido de circulación de agua en el suelo acolchado y, en cada flujo, se depositan en su superficie al condensarse el vapor en la parte interna del plástico (15).

En las parcelas acolchadas se adelantó la madurez fisiológica en dos días comparadas con las testigo (Cuadro 1). Si se toma en cuenta que la variedad Bayo Altoño tarda 99 días en alcanzar esta etapa (24), el hecho de que haya madurado a los 83 y 85 días, respectivamente, puede tener su importancia. Dicho periodo pudo haberse acortado debido a la intensa sequía que se presentó desde la floración hasta el final del ciclo de cultivo; por otra parte, el acolchado retuvo la humedad en el suelo lo que contribuyó a evitar que las vainas abortaran, como era de esperarse en esas condiciones.

Cuadro 1. Análisis fenológico del cultivo de frijol variedad Bayo Altoño

Tipo de Película Plástica	Días a Germinación	Días a Floración	Días a Formación de Vainas	Días a Madurez Fisiológica
Testigo	9	43	47	85
Transparente	6	40	44	83
Negro Brillante	6	40	44	83

La producción de materia seca fue significativamente superior en las parcelas acolchadas ($F_{2,10} = 5.9$, $P < 0.01$). Al comparar el promedio de forraje producido por cada tratamiento y calcular la Diferencia Mínima Significativa (DMS), se observa que no hubo diferencia entre las parcelas acolchadas, pero sí entre éstas y las testigo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparaciones ortogonales del rendimiento de forraje seco

$\bar{x}_3 - \bar{x}_2 = 173.5 - 161.5 = 12^{ns}$	$<$	$DMS_{05}(24) = 34.12$
$\bar{x}_3 - \bar{x}_1 = 173.5 - 123.2 = 50.3^{**}$	$>$	$DMS_{01}(24) = 48.52$
$\bar{x}_2 - \bar{x}_1 = 161.5 - 123.2 = 38.3^{**}$	$>$	$DMS_{01}(24) = 48.52$
$\bar{x}_1 =$ Testigo		
$\bar{x}_2 =$ Acolchado con PE negro		
$\bar{x}_3 =$ Acolchado con PE blanco		

En el suelo acolchado se observó el desarrollo de un extensivo sistema radicular, especialmente en las dos pulgadas superiores mostrando que el plástico constituye una barrera

física que evita la salida y daño a las raíces. Este factor, aunado al contenido de humedad más abundante y uniforme en el suelo (18), permitieron un mejor aprovechamiento de los nutrientes que dió como resultado un aumento del desarrollo vegetativo y del rendimiento.

El incremento en el desarrollo vegetativo representa un punto importante en la integración de nutrientes al suelo pues, ya que las leguminosas poseen una relación estrecha carbono/nitrógeno, aproximadamente 20:1 (29), permiten la rápida propagación de organismos que intervienen en la descomposición de los residuos de la cosecha anterior que se dejan tendidos sobre el terreno y proporcionan una cantidad relativamente grande de humus y nitratos.

El rendimiento del grano fue significativamente superior en las parcelas acolchadas, $F = 10.16 > F_{01} (2.11) = 7.21$. Se aplicó un análisis de covarianza para corregir la diferencia de densidad de plantas entre parcelas que hubiera arrojado un resultado irreal. Se ajustaron los rendimientos promedios por tratamiento y, posteriormente, se les hizo la prueba de t. La comparación entre rendimientos promedios ajustados (Cuadro 3) no indicó diferencia entre las parcelas acolchadas pero sí entre ellas y las del grupo control.

Aun cuando el rendimiento aumentó notablemente en los surcos acolchados, con plástico negro un 118% y con el transparente un 101%, su uso no fue redituable (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de Rendimiento Promedio Ajustado en Kg/parcela útil

$\bar{f}_3 - \bar{f}_2 = 3.27 - 3.01 = 0.26$	$t = 0.52^{ns}$	$<$	$t_{05}(9) = 0.602$
$\bar{f}_3 - \bar{f}_1 = 3.27 - 1.5 = 1.77$	$t = 4.19^{**}$	$>$	$t_{01}(9) = 0.735$
$\bar{f}_2 - \bar{f}_1 = 3.01 - 1.5 = 1.51$	$t = 2.06^{**}$	$>$	$t_{01}(9) = 0.735$

\bar{f}_1 = Testigo
 \bar{f}_2 = Acolchado con PE transparente
 \bar{f}_3 = Acolchado con PE negro

En general, el rendimiento del frijol fue bajo debido a la intensa sequía que hubo desde la floración hasta el final del ciclo de cultivo. Con producciones de más de 3 ton/ha, si se recuperaría la inversión, lo cual se ve muy factible bajo un temporal normal en la zona de estudio o en siembras bajo riego. Otra alternativa sería utilizar el polietileno durante dos o tres temporadas dejándolo tendido sobre el terreno o levantándolo y colocándolo en otro sitio. Aunque el polietileno transparente se desintegra en un periodo de cuatro semanas después de haberlo instalado (31), en la mayoría de los casos, se podría utilizar plástico de mayor calibre, menos eficaz para calentar el suelo, o uno que contenga resinas inhibidoras de los rayos ultravioleta lo cual pudiera resultar más costoso.

Cuadro 4. Análisis económico del acolchado en frijol Bayo Altoño

Tipo de Película	Rend. en Kg/Ha	% de Incremento del Rendimiento	Beneficio Bruto de Campo (\$/Ha a \$750/Kg)	Costo de Producción (\$/Ha)	Beneficio Neto (\$/Ha)
Testigo	956		740,100	770,000	-29,900
Transparente	1,980	101	1,485,000	2,266,063	-781,063
Negro Brillante	2,151	118	1,613,250	2,305,433	-692,183

En este desglose económico, los Costos de Producción incluyen los gastos fijos --mano de obra, fertilizantes, insecticidas, etc.-- y los variables --los plásticos.

En el análisis químico del suelo (Cuadro 5) se encontró un incremento en los minerales solubles como el nitrógeno, fósforo y potasio. La diferencia entre tratamientos fue pequeña, siendo el potasio el único elemento que varió significativamente. Esto pudo deberse a que los suelos que se humedecen y secan alternadamente fijan grandes cantidades de potasio pero en los suelos que se conservan húmedos con mayor uniformidad, tal como sucede con los acolchados, se puede reducir su fijación (29).

Cuadro 5. Análisis químico del suelo de 0-30 cm de profundidad

	p.H.	M.O.	N		P		K		Ca		Mg		CIC
	1:1	%	N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N	p.p.m. N		
Muestreo Inicial	5.4	1.68 B	92	A	12	B	150	B	325	B	50	N	4.68
Testigo*	5.7	1.21 B	110	A	6.92	B	156	B	350	B	55	N	4.71
PE Transparente*	5.6	1.11 B	130	A	16.15	B	168	M	300	B	60	N	6.13
PE Negro*	5.5	1.05 B	120	A	13.64	B	204	M	275	B	40	M	6.53

N = Nivel

A = Alto

M = Medio

B = Bajo

* Muestreo Final

La diferencia en el nivel de nutrientes pudo deberse a que el aumento de temperatura en el suelo acolchado eleva el índice de descomposición de la materia orgánica haciendo los nutrientes aprovechables para la planta a través del proceso de

mineralización (6). Otro factor que pudo influir fue la reducción en la pérdida de nutrientes por lixiviación (18) a causa de la protección del plástico. También la capacidad de intercambio catiónico presentó un incremento en las parcelas acolchadas. Esta condición favorece el desarrollo de las plantas porque los cationes intercambiables son una fuente importante de nutrientes ya que los cationes en contacto con los pelos radicales pueden penetrar en ellos sin pasar primero a forma disuelta en el líquido del suelo, intercambiándose con los existentes en la estructura vegetal (29).

El contenido de humedad tuvo un descenso notable en todos los tratamientos debido a la intensa sequía que se presentó al final del cultivo. Sin embargo, este descenso fue menos pronunciado en los surcos acolchados (Figs. 3 y 4). Esto se debió a la disminución de la pérdida de agua por evaporación y al ahorro de agua para uso de las plantas al reducirse la competencia por malezas (40).

En la rizosfera, a una profundidad de 0 a 15 cm. se observó una disminución altamente significativa en el número de colonias de hongos en las parcelas testigo con respecto al muestreo inicial. En las parcelas acolchadas la diferencia no fue muy relevante (Cuadro 6). Este decremento pudo haberse debido a la carencia de humedad y a la acción germicida de la luz solar (1). En cambio, en el suelo acolchado, hay mayor contenido de humedad y se conserva más fresco durante el verano (40).

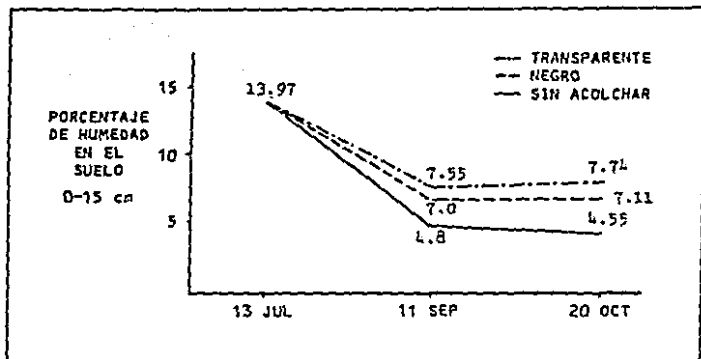


Figura 3. Variación del contenido de humedad en el suelo a través del ciclo de cultivo

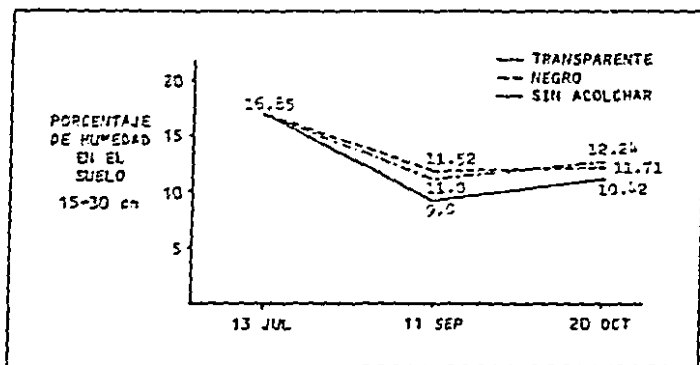


Figura 4. Variación del contenido de humedad en el suelo a través del ciclo de cultivo

Cuadro 6. Comparación del promedio de hongos en la rizosfera, 0-15 cm

$\bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 15,900 - 6,916.7 = 8,983.3^{**}$	V	DMS ₀₁ (20) = 3,933.2
$\bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 15,900 - 13,056.7 = 2,843.3^{ns}$	A	DMS ₀₅ (20) = 2,883.9
$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 15,900 - 15,133.3 = 766.7^{ns}$	A	DMS ₀₅ (20) = 2,883.9
$\bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 15,133.3 - 6,916.7 = 8,216.6^{**}$	V	DMS ₀₁ (20) = 3,933.2
$\bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 15,133.3 - 13,056.7 = 2,076.6^{ns}$	A	DMS ₀₅ (20) = 2,883.9
$\bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 13,056.7 - 6,916.7 = 6,140^{**}$	V	DMS ₀₁ (20) = 3,933.2

\bar{x}_1 = Muestreo Inicial
 \bar{x}_2 = Acolchado con PE negro
 \bar{x}_3 = Acolchado con PE transparente
 \bar{x}_4 = Testigo

En el muestreo final de la profundidad de 15 a 30 cm, el número de colonias se redujo significativamente en los tres tratamientos, no habiendo diferencia considerable entre ellos (Cuadro 7). Aun cuando la humedad disminuyó en menor grado en esta zona, comparada con la capa superficial, la reducción de colonias pudo deberse a la mayor sensibilidad de la población fungal a las fluctuaciones de humedad y temperatura.

Cuadro 7. Comparación del promedio de hongos en la rizosfera, 15-30 cm

$\bar{x}_1 - \bar{x}_4 = 8,487.5 - 4000 = 4,487.5^{**}$	V	DMS ₀₁ (28) = 2,254.1
$\bar{x}_1 - \bar{x}_3 = 8,487.5 - 4100 = 4,387.5^{**}$	V	DMS ₀₁ (28) = 2,254.1
$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 = 8,487.5 - 5325 = 3,162.5^{**}$	V	DMS ₀₁ (28) = 2,254.1
$\bar{x}_2 - \bar{x}_4 = 5,325 - 4000 = 1,325.0^{ns}$	A	DMS ₀₅ (28) = 1,670.8
$\bar{x}_2 - \bar{x}_3 = 5,325 - 4100 = 1,225.0^{ns}$	A	DMS ₀₅ (28) = 1,670.8
$\bar{x}_3 - \bar{x}_4 = 4,100 - 4000 = 100.0^{ns}$	A	DMS ₀₅ (28) = 1,670.8

\bar{x}_1 = Muestreo Inicial
 \bar{x}_2 = Acolchado con PE transparente
 \bar{x}_3 = Acolchado con PE negro
 \bar{x}_4 = Testigo

El análisis cuantitativo del rizopiano arrojó un promedio de 1.06 colonias por raíz en las plantas testigo. En el sistema radicular de las plantas que recibieron el tratamiento se determinó un promedio, por unidad, de 0.65 en las acolchadas con polietileno transparente y de 0.44 en las que se acolchó con plástico negro. Esta reducción pudo deberse a las altas temperaturas que se logran con el plástico en la capa superior del suelo donde se desarrollan preferentemente las raíces de las plantas tratadas (15).

El número de colonias de *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii*, fitopatógenos, aumentó en los testigos aparentemente por la capacidad que tiene el frijol como hospedero. La ausencia de estas especies en el estrato superior de las parcelas acolchadas se debe, probablemente, a la proliferación de *Trichoderma* y *Gliocladium* que favorece las condiciones creadas por el plástico (Cuadro 8). Este incremento es importante pues se ha determinado que estos organismos son antagonistas de ciertos hongos fitopatógenos como *Verticillium dahliae*, *Fusarium oxysporum*, *Sclerotinia minor*, además de los mencionados con anterioridad (5).

El número de colonias de *Fusarium* spp. sufrió una reducción considerable, tanto en los testigos como en las parcelas que recibieron el tratamiento. Aquí sería necesario analizar las especies de este género pues se ha reportado (26, 27) que los efectos del acolchado disminuyen la población de estos patógenos y las especies saprobitas se incrementan.

Los hongos predominantes en el muestreo inicial de la capa de 0 a 15 cm mostraron una mayor reducción en los testigos. Sin embargo, las colonias menos numerosas --Oidiodendron, Neocosmospora, y Alternaria-- alcanzaron niveles más altos al final del ciclo con lo que se comprueba que no se creó un vacío biológico. En cambio, en las parcelas acolchadas, los hongos patógenos se vieron sustituidos por colonias no patógenas con un ligero descenso en el nivel de población.

Cuadro 8
Efecto del acolchado sobre la micoflora de la rizosfera de 0-15 cm de profundidad

Hongo	Muestreo Inicial	Número de colonias por gramo de suelo		
		Testigo	PE Transparente	PE Negro
<u>Acrospira</u>	89	100	0	0
<u>Alternaria</u>	33	167	33	167
<u>Aspergillus</u>	1,556	467	498	934
<u>Cladosporium</u>	333	100	33	500
<u>Fusarium</u>	1,156	370	127	301
<u>Gliocladium</u>	600	267	1,200	1,200
<u>Neocosmospora</u>	33	100	47	0
<u>Oidiodendron</u>	99	267	0	200
<u>Penicillium</u>	1,733	1,700	866	1,040
<u>Rhizoctonia solani</u>	89	233	0	0
<u>Rhizopus</u>	633	178	85	532
<u>Sclerotium rolfsii</u>	89	140	0	0
<u>Trichoderma</u>	7,644	867	10,625	9,326

En la profundidad de 15 a 30 cm, casi todas las colonias sufrieron reducciones (Cuadro 9) que variaron según el tratamiento. El único género que aumentó en los tres tratamientos fue Acremonium lo que se hizo más notorio en las parcelas

acolchadas. Esta condición es importante ya que se ha asociado a este organismo con la descomposición de los residuos vegetales (41).

Cuadro 9

Efecto del acolchado sobre la micoflora de la rizosfera de 15-30 cm de profundidad

Hongo	Número de colonias por gramo de suelo			
	Muestreo Inicial	Muestreo Final		
		Testigo	PE Transparente	PE Negro
<u>Acremonium</u>	89	250	429	1,154
<u>Alternaria</u>	44	33	0	31
<u>Aspergillus</u>	587	373	496	488
<u>Claosporium</u>	227	34	25	34
<u>Fusarium</u>	667	223	0	153
<u>Gliocladium</u>	489	156	357	709
<u>Neocosmospora</u>	33	33	0	0
<u>Penicillium</u>	1,289	867	799	831
<u>Rhizopus</u>	89	67	69	157
<u>Trichoderma</u>	3,400	900	1,874	1,560

El análisis cualitativo del rizoplano mostró una disminución de todas las especies en las parcelas acolchadas (Cuadro 10). La reducción de *Rhizoctonia solani* fue total en ambas cubiertas plásticas y, en el acolchado con polietileno negro, se eliminó a *Sclerotium rolfsii*.

Aunque en este estudio no se da consideración alguna sobre el efecto del acolchado en las enfermedades, los resultados anteriores indican que el tratamiento con plásticos puede tener potencial para controlar las enfermedades radiculares.

Cuadro 10
Efecto del acolchado sobre la micoflora del rizoplano

Hongo	Número promedio de colonias		
	Testigo	Acolchado con PE Transparente	Acolchado con PE Negro
<u>Alternaria</u>	0.05	0.01	0.03
<u>Aspergillus</u>	0.38	0.21	0.13
<u>Fusarium</u>	0.29	0.24	0.19
<u>Rhizoctonia solani</u>	0.05	0.00	0.00
<u>Sclerotinia</u>	0.05	0.05	0.02
<u>Sclerotium rolfsii</u>	0.21	0.06	0.00

VI. CONCLUSIONES

Después de haber acolchado el suelo con polietileno negro y transparente, de 200 micras de espesor, en un cultivo de frijol variedad Bayo Altoño durante el ciclo de temporal 1987, se concluye que:

1. El acolchamiento plástico adelantó la madurez fisiológica del cultivo, aumentó la producción de materia seca y, aun cuando incrementó el rendimiento del grano en más del 100%, su uso no fue redituable.
2. El acolchamiento mantuvo el número de colonias fungales en la profundidad de 0 - 15 cm, mientras que en la de 15 - 30 cm hubo una reducción en todos los tratamientos. Sin embargo, se observaron cambios cuantitativos en las diversas especies de hongos que infestaban el suelo a la profundidad de 0 - 15 cm. En el rizoplano, hubo una reducción y nulificación de hongos en las parcelas acolchadas.
3. Con el tratamiento se exterminaron las poblaciones de hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii* tanto a nivel de rizosfera como de rizoplano; aunque *Sclerotium rolfsii* se nulificó sólo parcialmente en el rizoplano, con el acolchado de PE transparente, demostrando así que la técnica puede tener potencial para controlar enfermedades radiculares.

4. Con la aplicación del acolchado se incrementó la cantidad de minerales solubles (nitrógeno, fósforo y potasio), la capacidad de intercambio catiónico y la descomposición de la materia orgánica.

VII. RECOMENDACIONES

El efecto del Acolchamiento sobre los rendimientos de la cosecha debe observarse por más de una estación, especialmente en cultivos de poco valor comercial como el frijol.

Se deben evaluar prácticas culturales como fecha de siembra, densidad de siembra, normas de fertilización, etc. para aceptarlas y obtener un óptimo crecimiento de las plantas y rendimiento en suelos acolchados.

El método debe probarse contra plagas del suelo de importancia adicional como bacterias, hongos, nemátodos, insectos y virus.

Se debe explorar la posibilidad de controlar las enfermedades combinando el Acolchamiento con otras técnicas de biocontrol.

Deben efectuarse experimentos de campo a largo plazo con una variedad de cultivos para detectar posibles efectos negativos y examinar la probabilidad de desarrollo de patógenos tolerantes al calor.

Al emplear el polietileno transparente para acolchar, la siembra debe realizarse a un lado de la cima del surco, sobretudo si se trabaja en suelos salinos.

Es mejor acolchar con polietileno angosto que, aunque es menos eficaz para calentar el suelo que el más ancho, conserva los efectos de la desinfestación por mayor tiempo y reduce los cambios por reinfestación.

El desarrollo de la técnica debe proceder por etapas, comenzando con parcelas pequeñas para después estandarizar los experimentos en campo con cultivos semicomerciales y, finalmente, a escala comercial.

VIII. RESUMEN

Durante el ciclo primavera-verano de 1987, en el Municipio de Zapopan, Jalisco, bajo condiciones de temporal, se evaluó el efecto del acolchado con polietileno sobre el comportamiento general y rendimiento de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Bayo Altoño; así como su efecto sobre la micoflora y los factores químicos del suelo.

Los tratamientos aplicados fueron acolchado con plástico transparente, acolchado con plástico negro y suelo no acolchado con una distribución en bloques al azar con seis repeticiones. La unidad experimental se constituyó por ocho surcos de 76 cm de ancho por 6 m de largo; los cuatro surcos centrales se utilizaron para analizar el rendimiento, los surcos 2, 4, 5 y 7 para análisis micológico y químico del suelo y dos de bordo.

Las etapas fenológicas registradas fueron emergencia, floración, formación de vainas y madurez fisiológica. En la floración se cuantificó la materia seca muestreando 10 plantas al azar por parcela útil. El rendimiento se determinó con el grano producido por las plantas de la parcela útil, cuatro surcos centrales de 5 m de largo, con un contenido de humedad del 14 al 12%.

Las muestras de suelo para el análisis químico y micológico de la rizosfera se tomaron con una barrena a dos profundidades, 0-15 y 15-30 cm. Ambos análisis se realizaron al principio y al

final del ciclo de cultivo. Las pruebas químicas efectuadas fueron pH, Materia Orgánica, Capacidad de Intercambio Catiónico y Nutrientes. Para el análisis micológico de la rizosfera se inocularon, con las diluciones 10^{-4} y 10^{-5} , placas de Papa Dextrosa Agar con rosa de bengala y ácido láctico solidificados. Este mismo medio se utilizó para el análisis micológico del rizoplano, el cual se realizó al final del ciclo de cultivo inoculando fragmentos de raíz.

El acolchamiento adelantó la madurez fisiológica, aumentó el desarrollo de las plantas, el rendimiento en más del 100%, la concentración de nutrientes, la descomposición de materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico.

Aunque el acolchamiento plástico mantuvo el número de colonias fungales en el estrato de 0-15 cm, nulificó las de hongos fitopatógenos. En la profundidad de 15-20 cm hubo una reducción de colonias en todos los tratamientos. En el rizoplano, el acolchamiento disminuyó el número de colonias. Estos resultados mostraron que el acolchamiento puede tener potencial para controlar enfermedades radiculares.

IX. ABSTRACT

The results of previous studies with a mulch in place during fallow and the growing seasons of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) suggested that having the mulch in place during the growing season improved pest and disease control and increased yield. The objective of this study was to evaluate the contribution of a growing season polyethylene mulch to growth and yield of bean cultivar Bayo Altoño, pest control (mainly soilborne plant pathogens) and soil chemical structure changes during the cycle spring-summer 1987 in the Municipality of Zapopan, Jalisco. The 6 surveyed plots included rows treated with black and transparent polyethylene and no-mulch control rows. Seeds were planted in the soil moisturized by rain; there was no additional watering. Even though soil water contents decreased relatively much, bean with mulching grew a larger canopy and yielded more, 118% and 101%, over the no-mulch treatment. Pathogens were better controlled at 0-15 cm soil depth with no biological vacuum created due to non-pathogenic population substitutions. In spite of these positive results, the application of this technique was not profit-producing but results suggest that it would more convenient, from an economic stand point, for bean crops where estimated yield is larger than 3 ton/ha. When a mulch is present during the growing season, a major benefic effect with respect to water conservation, crops production and soilborne pests control can be expected.

X. BIBLIOGRAFIA

1. Alexander Martín. (1980). *Introducción a la microbiología del suelo.* 2^a Ed. ed. AGT Editor, S. A., México, D.F. 491 pp.
2. Anónimo. (1978). *Información Básica para la planeación agropecuaria y forestal a nivel municipal.* Municipio de Zapopan, Jal. SARH. Jalisco, México. 66 pp.
3. Baker K.F. (1962). Principles of heat treatment of soil and planting material. *J. Aust. Inst. Agric. Sci.* 28: 118-126.
4. Baker K.F. and R.J. Cook. (1974). *Biological control of plant pathogens.* 1^a Ed. ed. W.H. Freeman, San Francisco. 433 pp.
5. Baker R. (1985). Biological control of plant pathogens: Definitions. In: Hoy M.A. and D.C. Herzog, (Eds.), *Biological Control in Agricultural IPM Systems.* Academic Press, New York. 25-39.
6. Blask A.I. and B.W. Grab. (1962). Nitrate Accumulation in soils covered with plastic mulch. *Agron. J.* 54: 366.
7. Broadbent P., K.F. Baker and Y. Waterworth. (1971). Bacteria and actinomycetes antagonistic to fungal root pathogens in Australian soils. *Aust. J. Biol. Sci.* 24: 925-944.
8. Courter J.W. and N.T. Cebker. (1964). Comparisons of paper and polyethylene mulching on yields of certain vegetable crops. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85: 526-531.
9. Dawson J.R., R.A. Johnson, F. Adams and F.T. Last. (1965). Influence of steam/air mixtures, when used for heating soil, on biological and chemical properties that affect seedling growth. *Ann. Appl. Biol.* 56: 243-251.
10. Fernández F., P. Gepts y M. López. (1982). *Etapas de desarrollo de la planta de frijol común.* Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
11. García E. (1970). *Modificación al sistema de clasificación climática de Köpen.* 1^a Ed. ed. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. 252 pp.
12. Griffin R.H., E.J. Ott and J.F. Stone. (1966). Effect of water management and surface applied barriers on yields and moisture utilization of grain sorghum in the Southern Great Plains. *Agron. J.* 58: 449-452.

13. Grinstein A., J. Katan, A. Abdul-Razik, O. Zeydan and Y. Elad. (1979). Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of the soil. *Plant Dis. Rep.* 63: 1056-1059.
14. Grinstein A., D. Orion, A. Greenberger and J. Katan (1979). Solar heating of the soil for the control of *Verticillium dahliae* and *Pratylenchus thornei* in potatoes. In: Schippers B. and W. Gams. (Eds.), *Soil-borne Plant Pathogens*, Academic Press, London. 431-438.
15. Ibarra L. y A. Rodriguez. (1983). *Manual de Agroplásticos 1*. C.I.O.A. 1-9.
16. Jackson R. and F. Rav. (1981). *La vida en el suelo*. 2^a Ed. ed. Omega, S.A., Barcelona, España. 69 pp.
17. Jacobsohn R., A. Greenberger, J. Katan, M. Levi and H. Alon. (1980). Control of Egyptian broomrape (*Orobancha aegyptiaca*) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. *Weed Sci.* 28: 312-316.
18. Jones T.L., U.S. Jones and D.O. Ezell. (1977). Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of troup loamy sand and on yield of "water" tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 3: 273-275.
19. Katan J., A. Greenberger, H. Alon and A. Grinstein. (1976). Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*. 66: 683-688.
20. Katan J. (1980). Solar pasteurization of soils for disease control: status and prospects. *Plant Dis.* 64: 450-454.
21. Katan J. (1981). Solar Heating (Solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Review of Phytopathology*. 19: 211-236.
22. Katan J., G. Fishler and A. Grinstein. (1983). Short and long-term effects of soil solarization and crop sequence on *Fusarium* wilt and yield of cotton in Israel. *Phytopathology*, 73: 1215-1219.
23. Lépiz I.R. (1981). Sistema de evaluación uniforme para el desarrollo de germoplasma de frijol. Documento interno del Programa de Frijol. INIA, Jalisco, México.
24. Lépiz I.R., V. Alemán y A. Campos. (1984). Bayonex, alubia chico, bayo zacatecas y bayo alteño. Nuevas variedades de frijol para Los Altos de Jalisco. SARH, INIA, CIAB y CAEAJAL. Tepatitlán, Jalisco, México. 8-9.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

25. Mahrer Y. and J. Katan. (1981). Spatial soil temperature regime under transparent polyethylene mulch: numerical and experimental studies. *Soil Science*. 131: 82-87.
26. Martyn R.D. and T.K. Hartz. (1986). Use of soil solarization to control Fusarium wilt of watermelon. *Plant Disease*. 70: 762-766.
27. Merriman P.R. (1976). Survival of *Sclerotinia sclerotiorum* *Soil Biology and Biochemistry*. 8: 385-389.
28. Nash S.M., T. Christou and W.C. Snyder. (1961). Existence of *Fusarium solani* f. *phaseoli* as chlamydozoospores in soil. *Phytopathology*. 51: 164-166.
29. Ortiz Villanueva B. y C.A. Ortiz Solorio. (1984). *Edafología* 4th Ed. ed. Univ. Autónoma de Chapingo, Méx. 374 pp.
30. Parsons D. (1981). Frijol y Chicharo. 1st Ed. ed. Trillas, S.A. de C.V., México, D.F. 58 pp.
31. Porter I.J. and P.R. Merriman. (1985). Evaluation of soil solarization for control of root diseases of row crops in Victoria. *Plant Pathology*. 34: 108-118.
32. Posada Campos S. y R. Ferrera-Cerrato. (1984). Efecto de las cenizas volcánicas del Chichonal sobre micoflora del suelo. *Rev. Lat-amér. Microbiol.* 26: 349-352.
33. Pullman G.S., J.E. DeVay and R.H. Garber. (1981). Soil solarization: Effects on *Verticillium* wilt of cotton and soilborne populations of *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology*. 71: 954-959.
34. Pullman G.S., J.E. DeVay and R.H. Garber. (1981). Soil solarization and thermal death: A logarithmic relationship between time and temperature for four soil-borne plant pathogens. *Phytopathology*. 71: 959-964
35. Reyes Castañeda P. (1980). Diseño de experimentos aplicados. 2nd Ed. ed. Trillas, S.A. de C.V., México, D.F. 348 pp.
36. Robledo de Pedro F. y L. Vicente. (1980). Aplicación de los plásticos en la agricultura. 1st Ed. ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 553 pp.
37. Shin J.S. and Y.H. Shin. (1980). The effect of erosion control practices factor value on soil loss. The Research Reports of the office of Rural Development of Suweon, Korea. 22: 36-40.
38. Smith A.M. (1972). Nutrient leakage promotes biological control of dried sclerotia of *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Soil Biology and Chemistry*. 4:125-129.

39. Ulloa M. y R. Hanlin. (1978). Atlas de Micología Básica. 1^a Ed. ed. Concepto, S.A.. México, D.F. 158 pp.
40. Waggoner P., P.M. Miller and H.C. DeRoo. (1960). Plastic mulching, principles and benefits. Conn. Agric. Exp. Stn. Bull. 623-644.
41. Warcup J.H. (1971). Hongos en el suelo. In: Burges A. and F. Rav. (Eds.), Biología del Suelo. ed. Omega, S.A., Barcelona, España. 69-141.