



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**"ACOLCHADOS PLÁSTICOS : UNA ALTERNATIVA PARA
LA AGRICULTURA ORGÁNICA"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÍCOLA

P R E S E N T A :

NOEL GUADARRAMA CAMACHO

ASESOR: ING. GUILLERMO BASANTE BUTRON

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO DE MÉX.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1997



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR

DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT/N: Ing. Rafael Rodríguez Coballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS:

"Acolchadas Plásticas: una Alternativa para la Agricultura Orgánica".

que presenta el presente: Guadarrama Camacho Isael.

con número de cuenta: 8760447-0 para obtener el TITULO del
Ingeniero Agrícola.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlan Izcalli, Edo. de Mex., a 28 de noviembre de 1996.

PRESIDENTE

Ing. Guillermo Irujo Butrón.

VOCAL

Ing. Francisco Cruz Pizarro.

SECRETARIO

M. en C. César Maycotte Morales

PRIMER SUPLENTE

Ing. Felipe E. Solís Torres.

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. J. Manuel Chávez Bravo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México, en especial a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por haberme brindado la oportunidad de finalizar una carrera dentro de sus aulas

Al Ing. Guillermo Basante B por la asesoría, interés y disposición para el presente trabajo

A los integrantes del jurado

Ing. Francisco Cruz Pizarro.

M.C. C. Cesar Maycotte Morales

Ing. Felipe E. Solís Torres

Ing. J. Manuel Chávez Bravo

Por sus valiosos comentarios y sugerencias para la conclusión de este trabajo.

A los profesores de la carrera de Ingeniero Agrícola, por su paciencia, apoyo y conocimientos vertidos ya que todo ello contribuyó a mi formación profesional.

A todos mis compañeros de la 12va. generación.

DEDICATORIAS

A mi padre: Roberto Guadarrama, por sus desvelos, su confianza y su paciencia, sobre todo por su gran ahinco en el trabajo para poder brindarme esta formación, esta meta también es tuya

A mi madre: M^a. Dolores Camacho, por su gran espíritu, su fortaleza en los momentos difíciles y sobre todo por su gran amor

A mi abuela Isabel (q e.p.d.): Donde quiera que este por su gran amor al campo.

A mi tío: Marcelino Camacho, por sus consejos y por el gran apoyo que siempre me brindo.

A mis hermanos Javier, Jorge, Isela, Miguel y Roberto con el más grande cariño

A mis primos: en especial a Laura, Mario y Rodrigo

A mis sobrinos, Daniela y Edgar como testimonio de que con esfuerzo y trabajo pueden lograr lo que deseen.

Y para no omitir a nadie, a todas aquellas personas que tuvieron que ver con este en esta meta GRACIAS.

CONTENIDO GENERAL

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	i
INTRODUCCION	1
I. DEFINICION Y CARACTERISTICAS DE LA AGRICULTURA ORGANICA	3
1.1. Agricultura Orgánica.....	3
1.2. Antecedentes de la Agricultura Organica.....	10
1.3. Sistemas de Producción Orgánicos Prehispánicos.....	10
1.4. Los Sistemas de Cultivo.....	11
1.4.1. Sistema de roza.....	12
1.4.2. Sistema de barbecho.....	12
1.4.3. Sistema de dos parcelas.....	13
1.4.4. Sistema de regadío.....	13
1.4.4.1. irrigación por inundación.....	13
1.4.4.2. irrigación permanente.....	14
1.4.4.3. cultivo por temporal.....	14
1.5. Chinampas.....	15
1.6. Terrazas, Metepantles y "Presas".....	17
II. GENERALIDADES DE LA PLASTICULTURA	20
2.1. Antecedentes de la Plasticultura.....	20
2.2. Aplicaciones Prácticas de los Plásticos.....	20
2.3. Naturaleza de los Plásticos Utilizados en la Agricultura.....	22
2.3.1. Polietileno.....	22
2.3.2. Policloruro de vinilo (PVC).....	22
2.3.3. Poliesteres estratificados con fibra de vidrio.....	23
2.4. Definición de Acolchamiento.....	24
2.5. Características de los Plásticos.....	27
2.5.1. Estudio teórico.....	27
2.5.1.1. estudio espectrométrico.....	28

2.6. Elección de los Filmes.....	31
2.6.1. Filme incoloro.....	32
2.6.2. Filme negro.....	32
2.6.3. Filme gris-humo.....	33
2.7. Durabilidad de los Plásticos.....	35
2.8. Mecanismos de Degradación.....	36
2.8.1. Estabilizantes.....	37
2.9. Filmes Fotodegradables.....	38
2.10. Causas y Manifestaciones de Envejecimiento.....	39
2.10.1. Filmes opacos.....	40
2.10.2. Filmes transparentes.....	40
III. IMPLEMENTACION DEL ACOLCHADO.....	42
3.1. Preparación del Terreno.....	42
3.2. Mejoradores del Suelo.....	42
3.3. Humedad del Suelo al Momento de Colocar el Plástico.....	43
3.4. Formación de la Cama.....	44
3.5. Fertilización.....	44
3.6. Fumigación.....	46
3.7. Colocación de la Película Plástica.....	46
3.7.1. Colocación manual.....	47
3.7.2. Colocación mecánica.....	48
3.8. Arreglo de Camas.....	49
3.9. Perforación del Plástico.....	50
3.10. Cultivos que se pueden Acolchar.....	53
3.11. Control de Malas Hierbas.....	53
3.12. Riegos.....	54
3.13. Multicosechas.....	55
IV. EFECTOS DEL ACOLCHADO.....	56
4.1. Efectos del Acolchado Plástico sobre parámetros Físico-Químicos del Suelo y Fisiológicos de las plantas.....	56
4.1.1. Parámetros físicos del suelo.....	57
4.1.1.1. textura.....	57
4.1.1.2. estructura.....	57
4.1.1.3. humedad.....	58
4.1.1.4. temperatura.....	60

4.1.1.5. fertilidad del suelo	63
4.1.2. Parámetros químicos del suelo	64
4.1.2.1. intercambio iónico y nutrientes	64
4.1.2.2. la reacción o valor pH del suelo	68
4.1.2.3. salinidad del suelo	69
4.1.2.4. intercambio gaseoso	70
4.1.2.5. actividad microbiana	71
4.1.3. Procesos fisiológicos	71
4.1.3.1. difusión y movimiento del agua en las plantas	72
4.1.3.2. absorción y transporte de nutrientes	73
4.1.3.3. producción de sustancias de crecimiento	73
4.1.3.4. desarrollo del sistema radicular	74
4.2. Control de Malezas	75
4.3. Control de Patógenos	79
4.3.1. Ventajas de la técnica del acolchado con respecto a otros métodos de control	80
4.4. Control de la Erosión	81
4.5. Calidad de Frutos	81
V. CONCLUSIONES	82
BIBLIOGRAFIA	86

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

CUADRO		PAG
1	Utilidades del PVC	23
2	Uso estimado de plastico para acolchado a nivel mundial	25
3	Acolchado con plasticos Panoramica mundial (Has/Pais)	25
4	Ventajas e inconvenientes que presentan los filmes de polietileno empleados en el acolchado de suelos	33
5	Utilizacion de los filmes para acolchado segun sus tonalidades	34
6	Datos de interes sobre los distintos filmes de polietileno empleados en el acolchamiento	35
7	Azufre requerido para bajar el pH de un suelo alcalino	42
8	Cal o carbonato de calcio requerido para subir el pH de un suelo acido	43
9	Principales cultivos de importancia economica que se pueden acolchar	53
10	Temperaturas registradas a cuatro profundidades de suelo cubierto con plastico	62
11	Fuentes naturales de nitrógeno	65
12	Fuentes naturales de fósforo	66
13	Fuentes naturales de potasio	66
14	Fuentes naturales de nutrientes secundarios	67
15	Susceptibilidad de especies de malezas con acolchado plastico	76
16	Respuesta de microorganismos fitopatógenos al acolchado	80
FIGURA		PAG
1	Colocacion mecanica de plasticos	48
2	Esquema de aparato para perforar plastico	50
3	Cilindro utilizado para perforar plastico	51
4	Efecto de las lamina plasticas de acolchamiento sobre la temperatura del suelo	61
5	Colorde del suelo en medio acido	68
6	Colorde del suelo en medio alcalino	69

INTRODUCCIÓN.

La agricultura en cualquier país del planeta, debe ocupar un lugar preponderante en sus política socioeconómicas de desarrollo, enfocados principalmente a satisfacer las necesidades primarias de alimentos, por lo que se debe contar con una serie de políticas y prácticas que disminuyan el deterioro ambiental y la reducción de costos de producción, asimismo sus alimentos deberán ser de la mayor calidad posible.

En México se deberán resolver algunos problemas que se presentan en la agricultura como son el desperdicio de agua, procesos de desertificación, uso indiscriminado de productos químicos (fertilizantes, plaguicidas, insecticidas, etc.), falta de tecnologías adecuadas a la diferentes zonas agrícolas y carencia de planeación agrícola regional y nacional. Actualmente estos problemas han llevado a investigadores y productores a buscar soluciones, una de ellas es el acolchado con películas plásticas, las cuales particularmente propician enfrentar dichos problemas y enfocándolos bajo una idea totalizadora los resuelve parcialmente.

Es así que el acolchamiento de suelos ha sido una técnica empleada desde hace tiempo por los agricultores, y en sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición disponibles en el campo, con el desarrollo de la industria química se provocó una verdadera revolución en el uso de productos químico-minerales, de pesticidas y herbicidas. Posteriormente con el uso de plásticos en la agricultura, el acolchado de suelos volvió a cobrar fuerza por sus efectos sobre el control de temperatura (en el suelo), agua, insectos y semillas plaga en comparación con los antiguamente utilizados.

Los plásticos que se emplean en México para el acolchado son el polietileno (PE) y el polivinilcloruro (PVC), siendo el primero el que con mayor interés se ha utilizado. Es así que el uso de plásticos tendrá que ir en aumento debido a la creciente necesidad de optimizar los recursos agua, suelo, nutrientes, lo cual se consigue mediante el uso de coberturas plásticas en el suelo.

Existen notables superficies y cultivos en nuestro país susceptibles de usar esta tecnología, sin embargo el poco conocimiento de la misma ha limitado su difusión e incremento.

El Centro de Investigaciones de Química Aplicada (CIQA), ha propiciado e inducido el desarrollo de tecnologías de producción donde se han incrementado las mismas sin afectar el recurso suelo y si disminuyendo el consumo de agua y el uso de agroquímicos

La presente revisión busca reunir los aspectos más importantes de la técnica de acolchado, enfocándolos hacia una agricultura hoy denominada Orgánica o Biointensiva (Biológica en Europa), describiendo los fundamentos teóricos del acolchado

I. DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA.

I.1. Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción el cual evita el uso de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, reguladores de crecimiento, aditivos o colorantes en la nutrición de las plantas y el ganado) y se apoya en forma extensa en la rotación de cultivos, residuos de cosechas, estiércol de animales, cultivo de leguminosas, abonos verdes, desechos orgánicos, labores mecánicas de los cultivos, control biológico de plagas, enfermedades y malezas, la cual contribuye a la no degradación del ambiente (FAO, Producción Agrícola Sostenible 1991, citado por Cruz 1994).

La agricultura orgánica considera, en primer lugar, el tipo de insumo, la calidad de la tierra, las prácticas de labranza y conservación que no alteren la calidad del ecosistema.

Este modelo pone énfasis en la rotación y diversificación de los cultivos, recuperación de suelos, así como el control de plagas y enfermedades por medios naturales.

En síntesis, la agricultura orgánica, trata de substituir en la mayor medida posible el uso de suministros externos, principalmente de la química industrial y energía fósil por recursos internos, que puedan obtenerse de las mismas comunidades (Trapaza Yolanda, et al. 1994, citado por Cruz, 1996).

Para la agricultura orgánica es fundamental el equilibrio ecológico en la medida que se basa en el reciclaje de nutrientes, considera asimismo que la salud humana y animal están ligadas a la salud del suelo. Plantas, animales y humanos resultan de un suelo equilibrado y biológicamente activo, una superespecialización como el monocultivo es inestable a nivel ambiental, y la agricultura orgánica contribuye a la independencia personal y de las comunidades por la reducción de la dependencia intrínseca de los sistemas de producción y distribución agrícola.

Los agricultores orgánicos utilizan como principal fuente de nitrógeno a las leguminosas, la excretas animales y la composta que es elaborada con materiales de la propia parcela. Asimismo estos sistemas prescindan del uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas. Sin embargo, la eliminación total de estos compuestos químicos pueden producir

enfermedades e incremento en las malezas, que a su vez son responsables de la reducción de los rendimientos de los cultivos en los primeros años de conversión

La agricultura orgánica debe identificarse como una alternativa importante para el conjunto de los productores, especialmente los ubicados en las zonas con mayor biodiversidad y experiencia en sistemas de producción tradicional. Asimismo, este sistema agrícola no plantea estrictamente, como normalmente se cree, transplantar los sistemas prehispanicos de producción sino recuperar lo mejor de esas experiencias y adaptarlas a un entorno que presente una estructura más compleja, como la escasez y deterioro de los recursos naturales, el mercado, el patrón de consumo fuertemente permeado por la agroindustria, el problema de tenencia de la tierra y la migración campesina, entre otros.

Una forma de practicar una agricultura respetuosa del ambiente, es aquella donde las técnicas de producción se conjugan en forma armónica con las leyes de la naturaleza y considera al suelo como un sistema biológico que forma parte integral del ecosistema el nombre de esta manera de producir la tierra es variado para los europeos es conocida como agricultura biológica, ecológica o natural, para los norteamericanos, como agricultura orgánica, biodinámica, biointensiva, de alternativa, de bajos insumos externos o regenerativa, pero cualquiera que sea el nombre que tome, estaremos hablando de una agricultura capaz de producir los alimentos necesarios para la población, con un menor costo de energía y una menor superficie de tierra, mejor calidad de productos y una saludable restauración de ambiente (Ruiz 1993, citado por Cruz 1994).

La agricultura orgánica se inicia en Europa, a partir de cuatro corrientes principales que contribuyeron al nacimiento de la agricultura biológica, las cuales son:

1) - Un movimiento de tipo esotérico. En 1924 Rudolf Steiner filósofo y educador austriaco pone las bases de la agricultura biodinámica dándole una importancia particular a las fuerzas telúricas y cósmicas, a través de la doctrina que funda, denominada Antroposofía.

Steiner observó en Europa el descenso del valor nutritivo y de los rendimientos de las cosechas, y atribuyó este descenso al uso reciente de fertilizantes y pesticidas químicos.

También notó un aumento en el número de cultivos afectados por las enfermedades y las plagas. Comprendió que los fertilizantes empleados no eran alimentos completos para las plantas, sino simples nutrientes físicos en forma de sales solubles.

Steiner retoma el abonado orgánico como una técnica más benigna, diversa y equilibrada de nutrición vegetal, e intento de esta manera remediar los males acarreados por la fertilización química y sintética (Jeavons, 1991)

Sustento los principios de una agricultura fundada en la utilización de compostas preparadas con ciertas sustancias vegetales susceptibles de jugar un papel biocatalizador y se manifiesta en contra de los excesos de los fertilizantes químicos por que "matan a la tierra y a los microorganismos del suelo"

2) - El Metodo Biodinámico Intensivo Francés. Es una combinación de dos formas distintas de agricultura que se generaron en Europa a finales del siglo pasado y principios del presente. Las técnicas francesas intensivas se desarrollaron alrededor de 1890, en terrenos reducidos. Los cultivos se sembraban en una capa de 45 cm. de profundidad con estiércol de caballo, el más común de los abonos en aquella época. Las plantas crecían muy juntas tocándose sus hojas generando con ello un microclima y un "mulch" viviente que reducían el crecimiento de las malas hierbas y mantenían la humedad del suelo.

En el método biodinámico se ha observado que cierta clase de flores, hierbas, plantas aromáticas y otras plantas minimizan el ataque de los insectos (Jeavons, 1991)

Alan Chakwick entre 1920 y 1960 combinó las técnicas biodinámicas con las intensivas francesas dando lugar al método biodinámico intensivo francés. Este método está siendo ampliamente difundido por Ecology Action en Estados Unidos y México. (Jeavons, 1991)

3) - Movimiento por una agricultura orgánica. Nació en Gran Bretaña después de la segunda guerra mundial, este movimiento da al humus un papel fundamental en el equilibrio biológico y en la fertilidad de la tierra. Este movimiento se basa en las teorías desarrolladas por Sir Albert Howard en su "Testamento Agrícola" escrito en 1940.

En 1840 Justus Von Liebig formuló su teoría sobre la nutrición mineral de los vegetales, estableciéndose una fuerte polémica entre los partidarios y detractores del humus

y la materia orgánica. Liebig sostiene que las sales minerales son los únicos alimentos de las plantas y pueden ser totalmente substituidos los abonos orgánicos.

Howard renuncia al empleo de fertilizantes artificiales principalmente los minerales, viviendo muchos años en la India desarrolló una técnica de composteo y estudio el efecto sobre los rendimientos y la calidad de los productos agrícolas. Señala el papel de la fertilidad del suelo en la resistencia de las plantas al parasitismo (Cruz, 1994).

4).- Movimiento por una Agricultura Organo-Biológica. Inspirado en una corriente que apareció en Suiza en 1970 bajo el impulso de un político. H. Müller. Sus objetivos son económicos y sociopolíticos. Las ideas de este movimiento son desarrolladas por un médico austriaco, Hans Peter Rusch, según el la subsistencia de la población debe estar asegurada evitando el desperdicio, la contaminación y la dilapidación del potencial de producción (Ruiz, 1993, citado por Cruz, 1994).

Además de lo anteriormente mencionado, la agricultura orgánica también ha sido dividida en diferentes métodos, los cuales se clasifican de la siguiente manera:

1) - Método de Lemaire-Boucher. Está muy extendido en Francia. Las bases de este método son:

- Supresión de substancias tóxicas en el cultivo, principalmente abonos químicos y pesticidas de síntesis.
- Conservación de la flora microbiana del suelo, con la adecuada utilización de humus.
- Fertilizar con compuestos debidamente preparados.
- Cubrir el suelo con restos vegetales.
- Asociación y rotación de cultivos.
- Empleo de abonos verdes para mantener la estructura del suelo y como fuente de nitrógeno.
- Supresión de labores o cavas profundas con volteo de la tierra.
- No practicar el monocultivo extensivo y buscar el equilibrio con la justa proporción entre los pastos, bosques, huerta, cereales, etc.

- Desfondes para airear y dar esponjosidad a la tierra
- El empleo, si es posible, de dos clases de productos de propiedades especiales

A) El litotamno, que es una alga marina, utilizada como parte o constituyente de abonado (rica en magnesio y otros elementos fertilizantes) de cultivos que, utilizados como alimento de la ganadería, han demostrado sus propiedades antimicrobianas contra la fiebre aftosa, tuberculosis, etc. Igual podría decirse del empleo de otras algas como elementos de fertilización.

B) La utilización de la aromaterapia, es decir, el empleo de esencias o plantas aromáticas como agentes de desinfección, cicatrización y revitalización.

2) - Método del compuesto de superficie. Este método está relacionado con la vida del suelo, y se le conoce también como el método de Ruch-Müller. Se fundamenta en la formación del compuesto en la superficie del suelo. El suelo debe de estar constantemente cubierto por el abono (generalmente restos vegetales y animales) sin enterrarlo, esto es totalmente necesario para mantener el proceso de formación y conservación del humus. Así el suelo quedará protegido del calor en el verano y del frío en el invierno, del viento, de la erosión y del anclazamiento por las lluvias torrenciales, es una especie de abrigo, ya que el suelo bien puede considerarse un organismo vivo y sensible a los rigores de las estaciones. Esta capa no solo sirve de protección, sino que, siendo de naturaleza orgánica, sirve de nutrición a los organismos vivos de la tierra que están en ambiosis en un proceso de transformación, de destrucción y reconstrucción que no debe interrumpirse.

Los principales organismos que pueden intervenir en este proceso son:

- *Macroorganismos*, los cuales tienen una acción mecánica de transportar y mezclar productos, insectos, arácnidos, miriápodos, etc., que también se alimentan de vegetales y que, después de haberlos digerido, lo restituyen al ciclo natural.
- *Microorganismos* de toda clase, que intervienen en el proceso de transformación, como son nematodos, que son pequeños gusanos, en cantidad de varios millones por metro cúbico de tierra, algas superficiales, hongos, como los actinomicetos, los cuales degradan la materia orgánica, bacterias, las cuales se encuentran en cantidad de varios millones por gramo de tierra. Entre estas bacterias, nos interesan dos tipos que son capaces de fijar el

nitrogeno atmosférico, las bacterias libres *azotobacter*, que acostumbran a vivir en simbiosis con las bacterias *clostridium*, y las bacterias *rizobium*, que viven ligadas a las raíces de las leguminosas y en simbiosis con ellas. Todo este conjunto lleva a la formación del humus y de la materia orgánica original, al final del proceso no queda nada, pues el humus producido es una materia totalmente nueva que fecunda la tierra.

- Entre los macroorganismos, bien merecen un tratamiento aparte *las lombrices de tierra*, animales muy conocidos y fáciles de observar, que con su trabajo contribuyen a la fertilidad del suelo.

Por todo lo mencionado anteriormente se puede decir que la agricultura orgánica se sustenta bajo los siguientes principios:

- Se rechazan los abonos químicos y los pesticidas sintéticos. La fertilización se consigue gracias al abono vegetal, compuesto que se hace con restos vegetales (residuos de cosecha, paja, etc.), con deyecciones (excremento) de animales y con abonos verdes o siderales, a base de cultivos herbáceos cortados y dejados en el suelo, preferentemente con presencia de leguminosas (trébol principalmente).
- Cuidar, conservar y estimular la vida bacteriana del suelo, para ello no se dejara nunca la tierra desnuda, se protege con paja o abono verde, además, la tierra no se voltea, ya que de hacerlo, la microflora bacteriana aerobia del suelo pasa a un estado de anaerobiosis en perjuicio de ella, y a la inversa pasa con la microflora anaerobia que pasa a un estado de aerobiosis. La tierra, pues, se alija en superficie o se alija en el fondo con labores de desfonde, pero nunca se voltea. El volteo de la tierra se hará (en caso necesario) limitando la profundidad (no excesiva) y limitando el tiempo (no excesivamente corto).
- La materia orgánica o vegetal, se incorpora a la capa superficial del suelo, pero no se entierra y, en caso de hacerlo, será con una labor superficial.
- Se evita el monocultivo, que es acotador y predispone a plagas y enfermedades. Se practica el policultivo y la rotación, así como la asociación de los mismos. Los terrenos con cultivos biológicos o naturales son islotes en equilibrio, son reductos ecológicos en

donde el hombre, los animales, la tierra y las plantas, en su compleja variedad, forman un todo armónico

Se respetan los arboles, los bosques, los setos, que constituyen una proteccion y forman un complejo armonico y equilibrado con los cultivos herbaceos

Actualmente la agricultura organica se practica en 50 paises, en EU hay 30,000 cultivadores, la Comunidad Economica Europea tiene de 12,000 a 13 000 productores de los cuales el 50% estan bajo normas de certification, en Francia hay de 4,000 a 5,000, en Alemania 5,000 y en Inglaterra e Italia 1,000 productores (United Nations Development Programme 1992, citado por Cruz 1994)

En México hay 13,000 agricultores que van desde propietarios hasta miembros de las 18 organizaciones campesinas que fundaron la Asociacion Mexicana de Agricultores Ecológicos (AMAE) a la cual pertenecen, durante 1992 se estima que exportaron cerca de 20 millones de dolares en productos organicos a los paises de la Comunidad Economica Europea y a los EU (United Nations Development Programme 1992, citado por Cruz 1994)

1.2. Antecedentes de la Agricultura Orgánica

Lo que hoy llamamos agricultura orgánica se viene practicando desde tiempos remotos, es un método muy antiguo, los chinos la practicaron 6000 a.C. y podían alimentar a 50 personas con una hectárea. En el mismo periodo, en Perú, se realizaba este tipo de agricultura, se llevaba a cabo en camas de 20 m de ancho y 150 m de largo en Europa, durante la Edad Media se usó este tipo de sistema por largo tiempo, y en el último siglo se han implementado prácticas para recuperar los suelos degradados, para ello plantaron árboles que se desarrollaron en el campo, para coleccionar los nutrientes de las partes profundas del suelo y subirlos a la superficie, dejando los nutrientes en el suelo en forma de hojas, después de 80 años quitaban los árboles y el suelo recuperaba su fertilidad (Ruiz 1993, citado por Cruz 1994).

Los mayas practicaron hace 2000 años lo que hoy denominamos agricultura biointensiva, aun cuando había gente que no podían satisfacer necesidades de alimento, en el mismo periodo los griegos tenían también métodos biointensivos descubrieron que las plantas crecían mejor en los derrumbes de tierra, ya que el suelo flojo permitía una adecuada penetración del aire, la humedad, el calor, los nutrientes y las raíces (Deacon, 1991), implementaron también el método "Criket", el cual consiste en hacer una excavación de un metro hacia un lado y luego lo repetan obteniendo así una mayor producción (Ruiz 1993, citado por Cruz 1994).

1.3. Sistemas de Producción Orgánicos Prehispánicos

Cuando examinamos una amplia muestra de culturas, caracterizadas todas por economías productoras de alimentos, podemos ver la sorprendente variedad de sistemas agrícolas, particularmente en lo que se refiere a dimensiones de técnicas y herramientas, repertorio de cultivos, programación de actividades, relación con el medio ambiente y productividad.

La variación de técnicas e instrumentos implica, en realidad, dos clases analíticamente distintas: la primera destinada a asegurar el éxito de un cultivo asociado generalmente con una rutina definida relacionada con las características estacionales de la

zona, la segunda serie de técnicas que está vinculada con la conservación del recurso del capital, en este caso la tierra.

El principal objetivo de la primera clase tecnológica funcional es proporcionar el medio ambiente adecuado para que las plantas cultivadas prosperen, es preparar los suelos y controlar la vegetación que compite con ellas por el mismo terreno.

La segunda clase analítica de técnicas y herramientas —o aquellas utilizadas para mantener el suelo como recurso de capital a largo plazo, incluye tecnologías y comportamientos que mantienen la fertilidad y textura del suelo.

1.4. Los Sistemas de Cultivo

Utilizando los materiales de la arqueología, la etnohistoria y la etnografía pueden proponerse cuatro grandes sistemas agrícolas mesoamericanos:

1. Roza
2. Barbecho
3. Intensivo de secano y
4. Humedad y riego

Cada sistema tenía a su vez subtipos y variantes de importancia (Haller, 1967).

Entre los sistemas citados no hay necesariamente sucesión cronológica, ya que, por ejemplo, ciertos cultivos de humedad parecen tan antiguos como los de roza.

Se trata más bien de adaptaciones a condiciones específicas. Desde este punto de vista, cada sistema tiene su propia historia, hizo sus propios progresos y muestra un grado equivalente de sabiduría en la utilización del suelo, el agua y las plantas tanto domesticadas como silvestres.

Los efectos de cada sistema son profundamente diferentes cuando se les considera en términos de su permanencia sobre el mismo suelo (rotaciones largas y cortas o ausencia de ellas), rendimientos físicos y capacidad de sostener a una determinada población (densidades demográficas y distribución de los habitantes), inversión y producto del trabajo humano y exigencias para su organización, sobre todo en los sistemas que requieren grandes infraestructuras (como las terrazas y los sistemas hidráulicos), conservación o destrucción del medio ecológico, etc.

1.4.1. Sistema de roza (roza, tumba y quema)

Este sistema consiste en talar una seccion del bosque en una epoca propicia para que la vegetacion cortada seque a fin de quemarla. Despues de la quema se siembra por medio de espeque (coa o baston sembrador) y se efectuan escardas periodicas. Tras de un periodo variable se abona el terreno para permitir la regeneracion del suelo y del bosque. Una nueva seccion del bosque es talada a fin de continuar el ciclo agricola.

De esta manera, el sistema agricola de roza funciona siempre y cuando se respete el ciclo y se deje descansar la tierra, dicho de otra manera, el sistema requiere de varias extensiones de terreno, por lo demas, se constituye en un sistema depredador y de desperdicios cuando no se usan correctamente los recursos.

Este sistema solo es recomendable en ultima instancia, cuando hay abundancia de recursos naturales y cuando un pequeno numero de hombres hace uso de una gran extension de terreno.

1.4.2. Sistema de barbecho

Este sistema se inicia asimismo con la tala y quema de la vegetacion existente. La milpa establecida sobre este terreno posee una duracion sensiblemente igual a la milpa de roza, la diferencia mas importante en este sistema es que los periodos de descanso son incomparablemente mas cortos, basta con un numero igual al tiempo que estan en cultivo.

Este sistema de barbecho se ha encontrado principalmente en las tierras templadas y frias de Mexico. Actualmente en muchos lugares se encuentra la milpa llamada de huerta y el "calmil" o milpa de la casa.

Por otro lado, es de afirmarse que este sistema permite una mayor concentracion de poblacion que el sistema de roza.

1.4.3. Sistema de dos parcelas

En este sistema, se cultiva un campo y el otro queda en barbecho durante uno o dos años hasta que vuelve a recuperar su fertilidad, lo que solo puede ser factible donde las condiciones climatológicas no destruyan totalmente el contenido mineral del suelo, después de la labor. Este sistema, asociado con el uso permanente de una huerta, mayor cantidad de personas lograban su sustento con la misma superficie de terreno que se requería para el sistema de roza.

1.4.4. Sistema de regadío

Para este tipo de sistema se requiere necesariamente del control racionalizado del agua, para aprovecharla se utilizaron diques, acequias y canales que además de ser vías de agua, sirvieron para el transporte y la defensa de los poblamientos, asociado al sistema de regadío encontramos el sistema de terrazas y el sistema de chinampas.

1.4.4.1. irrigación por inundación. Este sistema fue practicado principalmente por el pueblo de Teonhuacan el cual era llevado a cabo en todo el valle. Para llevar a cabo este sistema se requiere una mínima capa de tierra de 50-60 cm de profundidad para que tal sistema sea efectivo.

Sanders (1968) nos da algunos ejemplos de la construcción de tales sistemas, presas hechas de piedras sueltas, tierra o masonería que están construidas a lo largo de las barrancas en puntos más profundos. Un considerable flujo de agua corre por las barrancas siguiendo el cauce de las lluvias y este a su vez es bloqueado por las presas. En las presas, el agua es desviada, primero a canales primarios y luego por pequeñas presas hechas de tierra, enseguida es desviada hacia canales secundarios y posteriormente a los campos individuales de cultivo. Las presas individuales son generalmente pequeñas y cada una de ellas suministra suficiente agua para un máximo de 50-100 Has. Las barrancas grandes pueden tener hasta cinco o seis subsistemas de presa-canal y cada presa tiene contrapuestas de madera que pueden ser abiertas y cerradas para controlar la corriente de agua. A la vez que proveen de agua, este subsistema acarrea nuevo abono, el cual beneficia al campo de cultivo. Estos

campos raramente descansan. Una gran variedad de técnicas para preparar la tierra han sido desarrolladas para conservar la humedad: estas incluyen el surcar e inundar los campos en la primavera para que las semillas comiencen a germinar, irrigar los campos en el otoño y así conservar la humedad para el año siguiente. Una gran parte de la humedad durante el periodo de la germinación es adquirida con las lluvias. Posteriormente a la cosecha e inundaciones se realiza el barbecho. También durante el desarrollo de las plantas la tierra se cultiva para facilitar el desagüe, magueves y arboles se plantan alrededor de los campos para evitar la erosión.

1.4.4.2. la irrigación permanente. Acontece en la parte baja del valle y en los lugares donde se encuentre manantiales o ríos, los cuales proveen agua para un sistema de irrigación relativamente simple. El agua es llevada de los manantiales a zanjas de poca profundidad y posteriormente a un canal central. Como las lluvias del verano abastecen la mayor parte de la humedad durante la etapa de crecimiento de las plantas, la cantidad de agua obtenida de los manantiales es usada para humedecer los campos antes de la siembra. Las técnicas para la preparación de la tierra son similares a las usadas en áreas de irrigación por inundación, además incluyen los bancos de tierra, rotación del cultivo y abonos.

1.4.4.3. cultivo por temporal. Es aquel que depende de la lluvia y está básicamente extendido y generalmente practicado en áreas donde la profundidad de la tierra fértil es menor de 50 cm: tales como el pie de los montes y llanos aluviales en las partes superiores del valle. Este sistema se lleva a cabo también en aquellos lugares donde el sistema de riego por inundaciones no es usado o es abandonado. Este sistema es particularmente inestable debido a las irregularidades de las lluvias y las heladas. El barbecho y el arado de la tierra (después de la cosecha y antes de la siembra respectivamente, seguido cada uno de ellos por la irrigación de los campos en las zonas donde sea posible), alguna rotación de la semilla, y la frecuente fertilización son características de este tipo de cultivo. Sin embargo aunque la producción es baja muy pocos agricultores se preocupan por las técnicas para conservar la humedad y fertilidad de la tierra, y es así como se incrementa la proporción del deterioro de las áreas que se encuentran bastante erosionadas.

1.5. Chinampas

Dentro de las mesetas de la zona central de México donde en diferentes épocas se desarrollaron importantes poblamientos humanos, la existencia de torrentes de agua permanentes procedentes del deshielo de las sierras y la existencia de lagos condicionó el medio en el que se desarrolló una forma de cultivo particular y que conocemos como chinampas (Palerm, 1990)

Las chinampas, descritas erróneamente como "jardines flotantes", constituyeron seguramente la técnica más especializada y compleja del cultivo en Mesoamérica

El nombre chinampa se deriva de la palabra Nahuatl chinamitl "seto o cerca de cañas, cercado hecho con cañas o varas entretreídas. los españoles las llamaron camellones"

El sistema es en realidad una forma muy refinada de agricultura que se aplica a todos los cultivos incluyendo maíz, frijol, calabaza, chiles y tomates. Junto a este sistema se integran procedimientos prehispánicos como la siembra en el almácigo, el transplante y el "abrigo" para proteger la plantas de las heladas o del excesivo sol. El abrigo se lograba formando cubiertas delgadas hechas de zacate de las serranías cercanas a la zona de lagos.

La chinampa es una pequeña isla artificial construida en lugares poco profundos de un lago o un pantano de agua dulce en forma de un cuadrilátero estrecho y largo, de seis a diez metros de anchura por 100 a 200 m de longitud.

La superficie de los lagos de agua dulce estaba cubierta por espeso manto de vegetación acuática flotante compuesta principalmente de las especies "Tule" (*Myrica* sp) y "linos de agua" (*Sagittaria* sp) formando una capa a manera de colchón flotante. Tomando "cintas" de ese cesped se acumulaban una sobre otra (hasta 4-5) de modo que la tira superior emergía ligeramente sobre el agua. La superficie se cubría con cieno extraído del fondo del lago o con tierra de chinampas viejas. La chinampa nueva flotaba, pero era anclada por estacas de sauce o ahuejote (*Salix*), cada cuatro o cinco metros a lo largo de todo el perímetro, el propósito fundamental es proteger a la chinampa de la erosión. Cuando se ha consolidado el suelo de la chinampa, el proceso de descomposición de las sustancias orgánicas está ya avanzado y los sauces han enraizado, el terreno se considera listo para el cultivo (Palerm, 1990)

Antes de cada siembra se extendía sobre la superficie, suelo nuevo del fondo de los canales, al cabo de 5-6 años la chinampa se asentaba sobre el fondo de la cienega, sus cimientos de material vegetal se habían descompuesto y formaban una base porosa permeable en la cual la humedad se infiltra fácilmente. Para facilitar esa infiltración los islotes construidos son siempre de poca anchura pero en cuanto a longitud no había más límite que el espacio disponible, la adición periódica de suelo (y consecuentemente su compactación) disminuye la infiltración, por lo que se hace necesario "rebajarla" de tiempo en tiempo.

La chinampa no necesita ser regada, estrecha y rodeada de agua, generalmente las filtraciones resultan suficientes para mantener la humedad constante. En caso necesario se riega a brazo con "zoquimañil", con batea o "texpetlatl" (cucharon de madera) o con cubos o vasijas tomando el agua de los canales adyacentes. Sin embargo en la actualidad, es común ver que las chinampas se riegan con pequeñas bombas instaladas en las trajineras o canoas que circulan por los canales.

La chinampa no requiere tampoco fertilizantes. La composición orgánica del suelo, constantemente renovada con nuevas capas de lodo y vegetación acuática, hace prácticamente innecesario todo tipo de abono. En las chinampas se encuentran las formas más desarrolladas de rotación de cultivos y de cultivos mixtos, así como el empleo más intenso de almacigos y semilleros, este tipo de cultivo se halla en producción durante todo el período anual, y de manera continua, seguramente se trata de uno de los cultivos más permanentes, intensivos y productivos del mundo.

La distribución geográfica actual de las chinampas se reduce a algunas zonas de los ya casi desaparecidos lagos del Valle de México, como Xochimilco y Chalco, donde se conservan más como objeto turístico que como las maravillosas fábricas agrícolas sin máquinas que fueron en otro tiempo, que llegó hasta la conquista española. Gracias a un enorme y complejo sistema de control hidráulico de los lagos, ríos y manantiales, las chinampas cubrieron buena parte de la superficie lacustre dulce, e incluso de la salobre, separada esta última por un gigantesco dique (el llamado albarradón de Nezahualcoyotl) y obligada a retirarse parcialmente de las aguas dulces (Palerm, 1990).

1.6 Terrazas, Metepantles y "Presas"

Las terrazas, metepantles y "presas" están ampliamente presentes con sus vestigios o en pleno uso y avance, en un vasto espacio de la antigua Mesoamérica que va de la Sierra Madre Oriental a los Altos de Guatemala.

La agricultura de raza fue solo una de las respuestas que los agricultores mesoamericanos dieron a los terrenos escarpados y en declive. La otra respuesta fue la construcción de terrazas. Con ella intensificaron el uso de terrenos marginales tan frecuentes en el área: lomas, mesetas y cerros pedregosos, con sus hondonadas y barrancas. En ellos invirtieron sus esfuerzos para remodelar los perfiles, creando terrazas y metapantles en las laderas y un tipo de terraza llamada "presa" hecha en el interior y a lo ancho de barrancas y carecavas.

Con estas estructuras acondicionaron el terreno a fin de atenuar los efectos de la erosión y contener el suelo en deslave, aumentar su grosor y el contenido de materia orgánica y, como consecuencia, su capacidad de absorción y de retención de la humedad, así como del agua de lluvia y de riego.

Esta práctica se tradujo en un aumento de la superficie de cultivo, tanto porque la amplio como porque permito acortar los periodos de descanso, es decir, intensificar su uso. En consecuencia, se cree que, a semejanza de lo que ocurre en otros sistemas intensivos, el uso de abonos, la remoción del suelo, los deshierbes cuidadosos y la asociación y rotación de cultivos, fueron los métodos más importantes que hicieron posible el cultivo frecuente en las terrazas, así como el incremento de su productividad para obtener mayores rendimientos, más concentrados y menos fluctuantes (Palerm, 1967).

La estructura de las terrazas presenta ciertas diferencias según el grado de modificación de la pendiente y la consiguiente complejidad de las obras realizadas. Los tipos más comunes han sido tres: las terrazas de ladera, las "presas" construidas en barrancas, carecavas y cauces temporales de agua y, los metepantles, hechos en las pendientes más leves, poco frecuentes han sido las terrazas en el fondo de los valles.

En el caso de los metepantles, bancales, melgas o semiterrazas, la pendiente mas suave de las laderas, en ocasiones fuertemente erosionada o con suelos delgados, esta apenas modificada por el levantamiento de bordos, cuando se ponen plantas en los lomos, o setos vivos, los cuales por lo general en hileras sencillas o dobles de maguey y a veces de nopal o frutales que ademas de amarrar el suelo con sus raíces, agregan "valor" a los terrenos. Con frecuencia se cavan zanjas paralelas a las hileras de magueyes en la parte superior e inferior para recoger el agua de lluvia y frenar su destructora accion durante los aguaceros, o bien por un bordo paralelo para conservar los setos vivos (West, 1970, citado por Cruz, 1994)

En las terrazas de la ladera (cercas, tenamil, bezana-repado), la superficie de cultivo puede ser mas o menos amplia, plana y horizontal, segun sea la pendiente y las obras realizadas, desde simples terrazas de contorno y de temporal, hasta otras a manera de escalones y con irrigacion permanente, es decir, las llamadas "tablones" en la actual Guatemala, "andenes" en el area andina

Lo mas frecuente es que el reten o muro de la terraza sea de piedra, pero tambien las hay de bloques de tepetate o aun de solo tierra que se amarra con una cubierta vegetal de pasto

Dentro de este tipo de terraza se consideran dos variedades. Las primeras son de temporal, llamadas "terrazas de deposicion", con las superficies de cultivo en declive y cuya funcion principal es la captura de aluviones, la reduccion de la erosion y el control y retencion de los escurrimientos pluviales.

En muchos de estos casos estas terrazas se irrigan con las avenidas de arroyos temporales. La segunda variedad es casi siempre irrigada con agua de fuentes perennes. A manera de escalones y con fuertes muros de contencion, presentan superficies horizontales de cultivo para mejor distribuir y absorber el agua de riego

Las terrazas que se han dado en llamar "presas", y que localmente reciben nombres como "trincheras", "atajadizos", "terceras", "lama y bordo", casi siempre se construyen en series o conjuntos en el interior y a lo ancho de barrancas y cañavas, tiene muros de piedra sencillos y hasta triples y estos presentan a veces setos vivos y relleno. Con los muros se atajan y se atrapan sedimentos (lama), se dirigen las escurrantias y se retiene la humedad,

formando gradualmente la terraza (Charlton, 1970, citado por Cruz, 1994). Los muros presentan una abertura (compuerta) en la parte superior del muro exterior para dar salida al agua de lluvia sobrante. Es posible que muchas de estas terrazas se hayan hecho originalmente con la intención de derivar el agua de las corrientes temporales a los terrenos adyacentes y más tarde, convertirse en campos de cultivo.

Las terrazas del fondo de los valles tienen retenes bajos y se construyen en ángulo recto a la corriente de agua, de la cual parten canales que la destruyen por gravedad sobre la nivelada y más amplia superficie de cultivo.

II. GENERALIDADES DE LA PLASTICULTURA

2.1. Antecedentes de la Plasticultura

Los inicios del desarrollo de la plasticultura se llevan a cabo en países como Francia e Italia y se remonta a los primeros años de la década de los 60 s, cuando las aplicaciones prácticas se limitaban al manejo del riego y el drenaje, a invernaderos, túneles, ensilados, etc., y en superficies insignificantes.

Pero a partir de 1965, además de darle otros usos al plástico, se aumentó la superficie que en alguna u otra forma utilizaba este material con fines agrícolas. Se habla o se hablaba de 500 Has acolchadas y más de 1000 Has con túneles para semiferzados de cultivos.

A partir de entonces se desarrolla de una manera cada vez mayor, la investigación para descubrir efectos en los cultivos, y conseguir nuevas aplicaciones (Robledo, 1980).

Son Francia, Italia, Japón, Israel y Estados Unidos en ese orden, los que encabezan la lista de países consumidores de plástico y generadores de nuevas técnicas y aplicaciones.

A nivel nacional son el Centro de Investigaciones de Química Aplicada (CIQA) y la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR) los que se han encargado de generar y difundir las investigaciones para la aplicación de los plásticos en la agricultura.

Actualmente, cerca de 30 países utilizan plásticos en diferentes labores agrícolas, siendo en su mayoría europeos. Sin embargo, en América, la plasticultura ha sido aceptada en varios países, entre los que destacan Brasil, Argentina, Uruguay y Canadá.

2.2. Aplicaciones Prácticas de los Plásticos

Cada vez, los materiales plásticos juegan un papel más importante en la agricultura moderna. Una de las razones es el costo de algunos de estos materiales en comparación con otros productos, otras veces resultan ser mejores que cualquier otro material disponible, o

bien con los plásticos se realizan trabajos que sencillamente no se pueden realizar con cualquier otro material

Los plásticos tienen la cualidad de ser sumamente versátiles, por ejemplo un nylon puede ser tan duro como el metal o tan suave como la seda

Son materiales a los que se les puede dar casi cualquier forma, pueden ser duros o blandos, rígidos o flexibles, transparentes u opacos

En forma líquida pueden utilizarse como adhesivo o aislante, en forma sólida, puede trabajarse para que parezca vidrio, madera, metal, etc

Concretamente en la agricultura, la cobertura de los cultivos es uno de los usos que se han desarrollado con mayor rapidez, se considera un consumo de más de 50 mil toneladas de plástico para cobertura en los Estados Unidos durante 1983 ("El Surco", 1985). La cobertura del cultivo, cuya función es acelerar la maduración del producto, incluye el acolchamiento, túneles o semi-forzado y campanas principalmente, los vidrios de los invernaderos, están siendo reemplazados por láminas transparentes de fibra de vidrio, que también son muy utilizadas para los colectores solares en los edificios, y el almacenamiento, es otro renglón en el que está creciendo en popularidad el uso del plástico, por ejemplo los grandes sacos de 30 m por 3 m de ancho que son utilizados para el ensilaje, un saco de estas dimensiones contiene aproximadamente unas 80 Tons. de ensilaje. También las frutas y legumbres que requieren de cuidados especiales en el proceso de embalaje pueden llegar en perfectas condiciones al mercado gracias a la protección que le brindan los materiales plásticos

Las tuberías, cabezas aspersoras, boquillas y muchas otras piezas empleadas en los sistemas de riego son de plástico

La Universidad de Washington señala que además de un menor costo, al plástico no le afecta mucho los suelos ácidos o alcalinos, ni el agua corrosiva, cuando se trata de tuberías enterradas (Andrade y Martínez, 1985), como ejemplo el aguilón que se usa en el riego por goteo es generalmente de plástico, y la tubería desde 1 2" hasta 12" es del mismo material

En regiones donde suelen presentarse granizadas y se tienen cultivos muy delicados, las mallas antigranizo son la solución al problema

2.3. Naturaleza de los Plásticos Utilizados en la Agricultura

2.3.1. Polietileno

Se obtiene por combinación entre sí y a muy altas presiones de las moléculas de etileno, gas extraído de la hulla o del petróleo, tal operación se denomina polimerización, origen de la formación de casi todos los termoplásticos. El polietileno así obtenido se aglomera en forma de grana, que luego se transforma en hojas o tuberías mediante máquinas llamadas extruidoras, la anchura de la hoja final obtenida por este procedimiento puede ser muy grande llegando hasta 9 m. en Francia y 12 m. en Estados Unidos.

Mediante otro procedimiento, poniendo en juego una presión más pequeña, se puede obtener un polietileno, que sirve, entre otras aplicaciones, para la fabricación de tubos semirrigidos utilizados especialmente en el riego.

2.3.2. Policloruro de Vinilo (PVC)

El PVC, abreviatura corriente del policloruro de vinilo, es fruto igualmente de la polimerización en autoclave del cloruro de vinilo, obtenido a su vez a partir del acetileno y del ácido clorhídrico o más recientemente a partir de etileno, al contrario del polietileno, que en forma de hoja de poco espesor es flexible por naturaleza, el PVC hay que asociarlo con otras sustancias, en particular plastificantes, para obtener hojas tanto más flexibles cuanto mayor cantidad lleven y fabricadas por calandrado y más recientemente por extrusión-soplado.

Existen, pues, una infinidad de fórmulas para hojas flexibles de PVC plastificado.

También la fabricación de tuberías flexibles o rígidas dependen de la utilización de PVC con o sin plastificante.

Es fácil distinguir los dos materiales basta con tomar un trozo de hoja y quemarlo: el polietileno arde fácilmente con una llama viva, desprendiendo un olor semejante al de una vela de cera, el PVC plastificado arde más difícilmente con llama más pálida y produciendo humos de ácido clorhídrico que "pican" al olerlos.

2.3.3. Poliesteres estratificados con fibra de vidrio

Los poliesteres resultan de la asociación de resinas plásticas termoendurecidas con fibra de vidrio, comunicándoles una gran resistencia mecánica. La resina a la que se añade un endurecedor y un acelerante, impregna un "mat" de fibra de vidrio (para las planchas), que comunica al material así obtenido una resistencia mecánica importante, sin por ello perder su buena luminosidad, donde las fibras juegan el papel de difusor de luz.

Cuadro 1: Utilidades del PCV



Fuente: Guía para la aplicación de plásticos en la agricultura. Sociedad de Ingenieros en Plásticos, Méx., 1976.

2.4. Definición de Acolchamiento

El acolchamiento es una técnica ya antigua la cual consiste en disponer sobre el suelo un material que forma una película, para limitar la evaporación del agua de los suelos, proteger la cosecha de la suciedad y, en ciertos cultivos de las heladas, además de lo anterior se consigue una destrucción casi total de las malas hierbas, obteniéndose rendimientos adicionales de 30-200% adelante de la cosecha y control de enfermedades virales y fungosas (Villapudua, 1992)

Los materiales empleados para el acolchado eran la paja larga o cortada, hojas secas, musgos, brezos, etc. además de que estos materiales son difíciles de encontrar y costosos, son voluminosos y se gasta mucho tiempo en el transporte y la colocación, de ahí la idea de sustituirlos por una hoja delgada y flexible de material plástico, que permitiera aumentar los rendimientos, suprimir las labores de cultivo y ranar precocidad (Dubois, 1980)

Mientras que los acolchados naturales como la paja y la composta se han usado por siglos, durante los últimos cincuenta años el advenimiento de los materiales sintéticos alteró los métodos y beneficios de los acolchados. En la actualidad, existen muchos resultados de investigaciones respecto al potencial del acolchado con materiales como polietileno, resinas, lámina de aluminio y papel.

Asimismo el papel atrajo mucho la atención en la década de los 20's pero no fueron adoptados para la producción comercial de hortalizas debido a su corta duración y el costo del material, y la labor involucrada en la colocación, ya que no fue mecanizada.

Durante el final de los años 50's e inicios de los 60's se estimuló el uso comercial y la investigación de los acolchados con formulaciones mejoradas de papel para acolchados, lo cual incluyó combinaciones de papel y polietileno, película de aluminio y ceras. Los acolchados de asfalto y resinas para climas áridos se desarrollaron en la misma época.

Los avances significativos de la mecanización de los acolchados ocurrieron a principios de los años 60's con la invención de las emplasticadoras, sembradores y transplantadoras las cuales operan a través del acolchado, el polietileno fotodegradable reduce o elimina la labor normalmente necesaria para remover el acolchado después de la temporada de cultivo.

En la actualidad se acolchan con plástico millones de hectareas, como se enlistan en el cuadro 2 y 3

CUADRO 2. Uso estimado de plástico para acolchado a nivel mundial (1985-1986).

REGION	SUPERFICIE (ha.)		TONELAJADAS	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Europa occidental	150,000	200,000	40,000	50,000
Europa oriental	8,000	10,000	2,000	2,500
África y Oriente Medio	8,000	10,000	2,000	2,500
América	180,000	200,000	45,000	80,000
Asia y Oceanía	1,800,000	2,500,000	200,000	200,000
Total mundial	2,146,000	2,920,000	289,000	385,000

Fuente: Villapudua, 1992 Tomado de International Committee for Plastics in Agriculture (ICPA), 1987

CUADRO 3. Acolchado con plásticos. Panorámica mundial (Has./País)

Alemania Federal	300	1,800	2,000
Bulgaria		1,000	2,000
China		15,000	1,300,000
España	4,000	26,500	40,000
Francia	30,000	35,000	80,000
Grecia		1,000	1,500
Israel	1,300	2,000	2,000
Italia	5,000	8,500	30,000
Japón	100,000	130,000	200,000
Jordania			1,200
Marruecos		45	300
México			8,000
Noruega	400	1,200	1,500
Estados Unidos	60,000	70,000	150,000

Fuente: Roledo, 1988 Tomado de International Committee for Plastics in Agriculture (ICPA)

Los acolchados se seleccionan para aprovechar sus propiedades, las cuales crearan un ambiente favorable para el desarrollo de las plantas, muchos productores piensan que los acolchados siempre incrementan los rendimientos de los cultivos agrícolas y se decepcionan cuando esto no ocurre

Aunque con el acolchado se obtienen incrementos substanciales en la producción, en algunas circunstancias puede haber reducción de rendimientos dependiendo del cultivo, la época del año, el tipo de suelo, la lluvia y temperatura del aire influyendo en la respuesta de las plantas al acolchado. Cuando con el acolchado mejora el ambiente las plantas se desarrollan y se obtienen más altos rendimientos.

Se menciona también que la obtención de materiales filmógenos de uso agrícola requiere la adición de cargas inertes, plastificantes y estabilizantes, las cuales aumentan o modifican las características naturales de ciertos productos, teniendo entre sus cualidades las siguientes:

- Inalterabilidad química
- Ligereza
- Resistencia mecánica
- Inercia fisiológica
- Características ópticas
- Capacidad de retención del calor

Todas estas ventajas reunidas gracias a los plásticos han transformado la técnica del acolchamiento, utilizado ahora frecuentemente en numerosos cultivos y especialmente en las hortalizas a pleno campo. El plástico se ha implementado así sobre bases nuevas, viniendo en ayuda de cultivos que hasta entonces no hacían uso del acolchamiento.

El plástico utilizado en producción vegetal bajo la técnica de acolchado es en forma de filmes, los cuales pueden ser negros, incoloros o gris humo, se presentan perforados o no,

en forma de rollos de anchura, longitud o espesor variables. Su naturaleza es en la mayoría de los casos a base de polietileno u otras resinas.

Las anchuras estilizadas van desde los 0.50 m. a 2.00 m., lo cual, y reduciendo la parte enterrada 0.10 por 2 m., permite superficies útiles de 0.30 a 1.20 m. La anchura a elegir es la que convenga mejor al cultivo emprendido y a las costumbres de la región.

El espesor de la película varía de 30-50 micras (1 micra = 1/1000 mm.). Respecto a su tendido, en campo y de manera mecanizada puede hacerse a una velocidad de 3 Km. / hr. o con dos hombres, a razón de 250 m. / hr. (Dubois, 1980).

2.5. Características de los Plásticos

2.5.1. Estudio teórico

El filme de acolchamiento plástico debe comportarse como un "filtro" de doble efecto:

- 1) - Durante el día, ha de transmitir al suelo el máximo de calorías y conservarlas.
- 2) - Por la noche, este filme debe dejar salir una buena parte del calor acumulado, que será beneficioso para la planta cultivada, evitando los riesgos de enfriamiento e incluso de helada.

El aumento de la temperatura del suelo es, en efecto, uno de los objetivos del acolchamiento plástico: la parte aérea de la planta, sobre todo al principio de su crecimiento, tiene necesidad durante la noche del socorro de las radiaciones caloríficas del suelo. Privar de ellas a la joven planta por emplear un filtro poco permeable es disminuir el beneficio de una operación de acolchamiento.

2.5.1.1. estudio espectral. En fenómenos diurnos el filme negro u opaco no transmite al suelo las radiaciones visibles comprendidas entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda. Como consecuencia, no se efectúa la fotosíntesis, no crecen las malas hierbas, no germinan las plantas anuales, mientras que las plantas vivaces blanquean y mueren, esto representa una ventaja inmensa para el filme negro. Debido a lo anterior este tipo de plásticos son empleados en algunas regiones templadas para el control de malezas. Asimismo se provocan radiaciones caloríficas donde el filme negro absorbe la energía solar y la transforma con pérdidas inevitables no resituye más que una débil parte de lo que ha recibido. Haciendo esto, no utiliza totalmente esta energía y el trabajo de transformación va acompañado de una elevación de su propia temperatura, que puede presentar ciertos inconvenientes.

1 - Peligro de quemaduras ocasionadas a las plantas tiernas en contacto con el filme, especialmente en el verano.

2 - Riesgos mecánicos. El filme se dilata al calentarse mucho en las horas calurosas del día, luego se somete a contracciones durante la noche. Esto lleva consigo que el filme negro hay que colocarlo bastante flojo, para evitar que se desgarre y pierda su condición de pantalla.

En fenómenos diurnos el filme incoloro provoca la transmisión al suelo de radiaciones visibles superiores al 80%. Esta es la razón por la cual gracias al "efecto invernadero" creado como consecuencia de la excelente transmisión del filme transparente a las radiaciones caloríficas, las malas hierbas crecen mejor que en terreno desnudo, con peligro en ciertos casos de ocasionar molestias a los cultivos acolchados, sin embargo, cuando los terrenos no están demasiados sucios, las malas hierbas no molestan. Con las radiaciones caloríficas el calentamiento de suelo es muy elevado, la absorción de radiaciones por parte de este filme es despreciable, si bien el filme no se calienta apenas, ya que esta menos sometido que el filme negro a los efectos de dilatación y contracción, y por tanto, el peligro de desgarre es menor.

En el caso del filme gris humo solo se transmite una parte de las radiaciones visibles, por lo cual no se inhiben todas las semillas de las plantas anuales ni se destruyen las vivaces. Existe, sin embargo, una acción secundaria de destrucción de todo lo que llega a ponerse en contacto con el filme, en efecto, bajo la acción del sol el filme gris humo se calienta, aunque menos que el negro, quemando las malas hierbas.

Con respecto a las radiaciones caloríficas la transmisión es buena, apenas inferior a la del filme incoloro (35%)

Con los filmes verdes y marrones se transmiten aproximadamente del 60 al 75% de las radiaciones visibles (dependiendo del grado de pigmentación)

Referente a las radiaciones caloríficas, estos materiales absorben una pequeña parte del calor recibido en menor grado que los negros opacos y los gris humo, la absorción de calor esta en función de la mayor o menor pigmentación de la lámina de plástico, cuando la totalidad del plástico es suave y su espesor es pequeño, la absorción del calor es similar a la de los plásticos transparentes.

Los plásticos metalizados no transmiten las radiaciones visibles comprendidas entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda.

En cuanto a las radiaciones caloríficas, las películas metalizadas absorben poca parte del calor que reciben debido a que lo reflejan y el poco calor absorbido lo transmite por radiación hacia el suelo y lo retiene en su totalidad por ser de tonalidad negra en su cara interior.

En lo referente a fenómenos nocturnos el filme negro es relativamente poco permeable a la transmisión de las radiaciones emitidas desde el suelo hacia la atmósfera y comprendidas entre 7 y 35 micras, por tanto la planta apenas dispone de los aportes caloríficos del suelo.

El filme incoloro es mucho mas permeable a esta transmisión, puesto que la elevación de temperatura en jornadas de mucho sol es mas importante que en el caso del filme negro opaco, las posibilidades técnicas que el suelo puede aportar a la planta durante la noche pueden ser muy sustanciales

Con el filme gris humo la transmisión es ligeramente inferior a la del filme incoloro al emplear el filme plástico en acolchamiento puede ocurrir una condensación del agua del suelo sobre la cara inferior del filme, por otro lado, la presencia de una película continua de agua sobre la hoja de polietileno impide practicamente el paso de las radiaciones comprendidas entre 7 y 25 micras

Esta condensación favorece la calidad de los filmes incoloros, en años de mucho sol y calidos, cuando los intervalos de temperatura entre el dia y la noche son importantes. En efecto, con calores fuertes se calienta el suelo y se evapora parte del agua que se condensa luego en la cara inferior de filme, esta condensación tiende a parar parcialmente la radiación nocturna del suelo hacia la atmosfera, de todo ello resulta un mejor balance termico nocturno, que al sumarse con el diurno tiene como consecuencia el aumento de la media general

El filme negro no permite que el suelo se caliente tanto como ocurre con el incoloro, por otro lado, durante la noche resulta opaco a las radiaciones del suelo hacia la atmosfera, como le ocurre parcialmente a los filmes incoloros cuando sobre ellos existen gotas de agua condensada y el balance termico es inferior al obtenido con filmes incoloros, además existe el peligro de helada para la nueva planta al no recibir suficientes radiaciones caloríficas del suelo

El filme gris humo permite un calentamiento del suelo en los días soleados, además en el caso de los filmes transparentes estos dejan salir una buena parte de la radiación calorífica del suelo, contribuyendo a evitar las posibles heladas con filmes negros y en cierto modo, la nueva planta goza de un justo equilibrio en el balance termico tanto en el suelo como por encima del mismo

2.6. Elección de los Filmes

Antes de decidirnos por el acolchado es fundamental elegir el calibre, ancho y color de la película de plástico. El plástico puede ser calibre 150 (1.5 milésimas de pulgada = 37.5 micras de espesor) y de 1.4 a 1.5 m de ancho. El plástico negro y liso es el más comúnmente usado, pero los que tienen diseños en forma de diamantes son los más resistentes a los tirones.

El color del plástico influye notablemente sobre la temperatura del suelo y el microclima del follaje del cultivo, el desarrollo de malas hierbas, la precocidad, rendimiento, calidad de la cosecha y la duración de la película.

El plástico transparente calienta más el suelo que el plástico negro, la película gris-humo tiene propiedades intermedias del plástico negro y del transparente, y, el plástico reflectivo, el blanco y el negro encañado son los que calientan menos el suelo.

El plástico transparente deja pasar la radiación solar, lo cual provoca que se incrementen las temperaturas del suelo más que con las películas pigmentadas, de acuerdo con el clima prevalente en la República Mexicana, de noviembre a febrero, este efecto de mayor calentamiento del suelo se puede aprovechar para adelantar la cosecha y proteger a los cultivos de las temperaturas bajas. De abril a octubre, las temperaturas del suelo pueden alcanzar niveles letales para la mayoría de los patógenos, malas hierbas e insectos (técnica de solarización del suelo). Debido a la acción dañina de la luz ultravioleta (UV) sobre los plásticos transparentes, estos deben ser UV-tratados, especialmente durante los meses de radiación solar intensa, de otra forma estos se fotodegradarán en aproximadamente dos o tres semanas después de colocarlos.

El plástico reflectivo, el blanco y el transparente o negro-encañado son los más adecuados en los meses cálidos (marzo a octubre) ya que bajan la temperatura del suelo permitiendo que se manifiesten las bondades del acolchado.

En los meses fríos (noviembre a febrero), el plástico transparente, el gris-humo y el negro elevan la temperatura del suelo principalmente el primero, lo cual adelanta la germinación y la cosecha en un periodo de 7 a 15 días especialmente en cultivos de plantas cucurbitáceas como el melón, sandía, pepino y calabaza.

En los meses calientes, las plantas de chile, tomate y berenjena pueden sufrir estrangulamiento a nivel de cuello, lo cual puede confundirse con la enfermedad conocida como "secadera o damping-off" causada por hongos del suelo tales como Pythium y/o Rhizoctonia

El plástico plateado y el negro controlan mejor las enfermedades virales transmitidas por insectos vectores tales como los áfidos, mosquitas blancas, chicharritas y trips, los minadores de las hojas también son efectivamente controlados por la reflexión de luz sobre estos plásticos, pero este efecto de control solamente dura mientras que el follaje de las plantas no cubra el plástico

2.6.1. Filme incoloro

Sin perder de vista las indicaciones precedentes, se elegirá el polietileno incoloro para acolchar un terreno limpio, del tipo huerta por ejemplo

Cuando por razones de precocidad se desea utilizar un filme incoloro, pero con miedo de no poder evitar las malas hierbas, es muy recomendable el empleo de un herbicida preemergente, siempre y cuando se disponga de los herbicidas selectivos para los cultivos proyectados

El filme incoloro favorece la germinación de los granos y aumenta más la precocidad de la producción, es recomendable, por tanto, para los cultivos de temporada en los que se busca precisamente esta cualidad

2.6.2. Filme negro

Este filme es aconsejable en grandes cultivos, en terrenos ricos en malas hierbas, al suprimir su crecimiento, este filme se utilizara en cultivos de uno a tres años, o en cultivos que se cubran con un túnel destinado a acelerar la producción, o bien en viveros y nuevas plantaciones (árboles frutales)

2.6.3. Filme gris-humo

Este filme debe utilizarse cuando se desea obtener cualidades intermedias entre las de los filmes negros y las de los incoloros, desde el punto de vista de la precocidad, por el contrario, los rendimientos obtenidos bajo este tipo de filmes son iguales, y a veces ligeramente superiores a los obtenidos bajo filme transparente

CUADRO 4. Ventajas e inconvenientes que presentan los filmes de polietileno empleados en el acolchado de suelos.

Transparente	<ul style="list-style-type: none"> - Aumenta considerablemente la temperatura del suelo durante el día. - Protege los cultivos durante la noche al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. - Da precocidad a los cultivos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Favorece el crecimiento de las malas hierbas, las cuales sustraen del suelo elementos fertilizantes y reservas de agua. Estas malas hierbas levantan los plásticos.
Negro-opaco.	<ul style="list-style-type: none"> - Impide el crecimiento de malas hierbas. - Produce altos rendimientos. - Precocidad de cosechas (menor que con el filme transparente). 	<ul style="list-style-type: none"> - Calienta poco el suelo durante el día. - Durante la noche la planta recibe poco calor del suelo. - En días calurosos puede producir quemaduras en la parte aérea de la planta.
Gris-humo	<ul style="list-style-type: none"> - Calienta el suelo durante el día. - Protege sensiblemente a la planta durante la noche, al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera. - Precocidad de cosecha (menor que con el filme transparente, pero mayor que con el negro). - No produce quemaduras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menor precocidad de cosechas que la lograda con filme transparente.
Verde, marrón	<ul style="list-style-type: none"> - Calienta el suelo durante el día, pero en menor cuantía que el transparente. - Protege los cultivos durante la noche al permitir el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera pero en menor cuantía que el transparente. - Atenúa el crecimiento de malas hierbas. - Precocidad de cosechas similar al conseguido por el filme transparente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Crecimiento de malas hierbas, aunque con menor cuantía que con el transparente.
Metalizado	<ul style="list-style-type: none"> - No deja crecer las malas hierbas - En plantaciones de verano impide el calentamiento excesivo del suelo y secado del sistema radicular de la planta. - Produce gran precocidad y rendimiento de cosechas incluso superior a las logradas con el filme transparente. 	<ul style="list-style-type: none"> - Más costoso que cualquiera de los anteriores filmes señalados. - No protege a la planta durante la noche al impedir la liberación del calor del suelo.

Fuente: Robledo, 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura

CUADRO 5. Utilización de los filmes para acolchado según sus tonalidades.

<p>Debe utilizarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultivos estacionales - Terrenos limpios de malas hierbas o tratados con herbicidas. - Zonas frías con riesgo de heladas. - Cuando se busque más bien la precocidad de cultivos que el aumento de rendimiento. 	<p>Debe utilizarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultivos de uno a tres años. - Terrenos infectados de malas hierbas. - Zonas cálidas sin riesgo de heladas. - Cuando se busque más bien aumento de rendimiento que la precocidad de cultivos. 	<p>Debe utilizarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultivos estacionales. - Cultivos de uno o dos años. - Terrenos no muy infectados de malas hierbas. - Zonas frías y cálidas pero sin riesgo de fuertes heladas. - Cuando se busquen aumentos de rendimiento y precocidad en los cultivos. 	<p>Debe utilizarse en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cultivos herbáceos estacionales. - Cultivos leñosos (frutales). - Terrenos infectados de hierbas. - Zonas cálidas sin riesgo de heladas sobre todo en plantaciones de verano. - Cuando se busque aumento de rendimiento y precocidad en las cosechas.
--	---	--	--

Fuente: Robledo, 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura

CUADRO 6. Datos de interés sobre los distintos filmes de polietileno empleados en el acolchamiento.

Transmisión de radiaciones totales.	80%	Nula	35%	65%	Nula
Crecimiento de malas hierbas.	Muchas	Ninguna	Algunas	Menor que el transparente.	Ninguna
Absorción de calor por la lámina.	Poca	Mucha	Regular	Poca	Regular
Duración del plástico.	Poca	Bastante	Regular	Poca pero mayor que el transparente.	Bastante
Defensa contra bajas temperaturas.	Buena	Mala	Mediana	Regular	Mala
Rendimiento de cosechas.	Menor que el negro	Bueno	Algo mejor que el negro.	Similar al transparente.	Bueno, mejor que el negro.
Precocidad de cosechas.	Buena	Mala	Regular	Buena	Buena

Fuente: Robledo, 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura

2.7. Durabilidad de los Plásticos

El envejecimiento de los plásticos se traduce por una caída de las propiedades mecánicas, que pueden llevar, en el caso de exposición prolongada, hasta la fisuración. Paralelamente, se pueden constatar modificaciones de las propiedades físico-químicas, como pueden ser la pérdida de transparencia y un ligero aumento de la densidad entre otros

Los mecanismos que conducen a este estado de cosas son de diverso orden y están alimentados por ciertos agentes exteriores, principalmente los siguientes

- **Agentes mecánicos:** Debidos a la transformación del material (cizallamiento en la extrusión, hinchado, relajación, tensiones, etc) o al uso que se le da (tensiones en los soportes o en el suelo)
- **Agentes químicos:** Principalmente por la acción del oxígeno, en todos los estados de elaboración del material (polimerización, transformación e incluso utilización), pero también por la acción de todo producto químico que pueda estar en contacto con el filme (metal, madera, agua, productos fitosanitarios, etc)
- **Acción del calor:** A todos los niveles desde la transformación hasta su utilización
- **Acción de la radiación solar (ultravioleta exclusivamente):** La influencia de las radiaciones ultravioleta (U V) es, por otra parte, más sensible en el material que presenta anomalías en su estructura o impurezas introducidas en las etapas anteriores de la elaboración (los compuestos parafínicos son, en principio, totalmente transparentes, cuando son puros, en la zona espectral correspondiente

2.8. Mecanismos de Degradación

1. **Oxidación:** La reacción se provoca por la formación de radicales peróxidos que al combinarse con hidrógenos dan origen a derivados hidroperoxidicos inestables porque se disocian y aseguran así una propagación intramolecular de los radicales peróxidos. Otras reacciones se superponen a estas (formación de grupos hidróxilos, cetonicos o aldehicos). Finalmente, la propagación de las roturas de las cadenas ocasiona reacciones de combinación de radicales libres (reticulación).
2. **Fotodegradación:** Es provocada por las radiaciones U.V. de la luz solar. Esta generalmente admitido que la principal causa de la fotodegradabilidad esta ligada a la disociación de los radicales cetónicos por la luz. Los residuos de esta disociación son la fuente de un proceso asimilable al de oxidación

3. Fatiga mecánica: En el caso de los filmes, el material está sometido a cierto número de tensiones que pueden provocar roturas mecánicas de cadenas o favorecer los dos mecanismos precedentes

- Liberación de tensiones y determinadas deformaciones
- Frotamiento contra el suelo o contra los soportes
- Choques térmicos y variaciones de la tensión de montaje entre otros

2.8.1. Estabilizantes

Son los aditivos que, incorporados al polietileno, permiten inhibir los mecanismos de oxidación y de fotodegradación. Se descomponen en cuatro grandes clases

- **Pigmentos:** Hacen el efecto de pantalla a los U.V., pero igualmente, en lo que respecta al visible, lo cual limita su utilización a los filmes opacos, su eficacia esta en función de su concentración y de su dispersión en el polietileno. El negro de humo y el blanco de titanio son dos pigmentos utilizados corrientemente en la fabricación de filmes
- **Protectores fotofísicos (absorbentes U.V.):** Estos aditivos deben eliminar al máximo las radiaciones U.V., disipando la energía absorbida bajo forma inofensiva para el PE, su eficacia esta limitada a la propia transmisión en el U.V., así como por su facultad de emigrar fuera del polímero, los productos más utilizados son orto-hidroxibenzofenonas, fenil-salicilatos y los derivados de benzotriazoles, son estables durante un tiempo muy superior al de los filmes que están destinados a proteger
- **Protectores fotoquímicos (no absorbentes):** Estas sustancias actúan entrando en reacción con los grupos cetónicos, que contribuyen así a desactivarlos, su combinación con estos grupos impiden al oxígeno entrar en la cadena y se les llama también "quenchers" (retardadores). Los productos utilizados como retardadores son
 - a) - Ciertos complejos de níquel, cuyo mayor defecto es la dificultad de dispersión en el polímero.
 - b) - Ciertas aminas, cuyas propiedades salen del marco de este estudio

- **Antioxidantes:** Son productos susceptibles de saturar los radicales libres y evitar que el oxígeno no pueda reaccionar con ellos. Los principales antioxidantes son los derivados fenólicos y ciertos aditivos, sin ser antioxidantes, actúan de una forma similar captando los grupos peróxidos, se trata de fosfitos y de tioésteres, y es de observar que el negro de humo puede igualmente ser clasificado como un excelente antioxidante.

2.9. Filmes Fotodegradables

Uno de los mayores problemas que origina el acolchamiento de cultivos es la retirada de los restos del filme, una vez concluida la recolección de cosechas, como dichos plásticos están en su mayoría rotos y desperdigados por el suelo en trozos más o menos grandes, su recogida resulta muy costosa, por lo que el agricultor decide dejarlos sobre el terreno para que se degraden poco a poco con el tiempo.

La destrucción total de estos plásticos es lenta, dado que al labrarse las tierras muchos trozos quedan enterrados y no vuelven a salir a la superficie hasta que no se ara nuevamente la tierra, dado que la molécula del polietileno está formada por enlaces de carbono e hidrógeno que se liberan con el tiempo. Es más, puede decirse que beneficia a las tierras, dado que da esponjosidad a las de estructura arcillosa y cohesión a las arenosas. El problema que crean los restos de los plásticos sobre las parcelas de cultivos son de tipo mecánico, dado que dificulta la labranza, puesto que dichos restos de plástico originan atascos en los aperos de labranza.

Para solucionar estos problemas, la industria del plástico ha desarrollado un filme denominado "fotodegradable" que tiene la propiedad de dar el servicio necesario durante el tiempo que ha de ser de utilidad para el cultivo y degradarse en pequeños trocitos una vez transcurrido dicho tiempo.

La duración de estos filmes estará en función del ciclo vegetativo del cultivo, es decir, del tiempo durante el cual el filme de polietileno ha de permanecer sin romperse en el suelo y del clima del lugar de aplicación. Esta última circunstancia es fundamental y muy importante a tomar en cuenta por los productores ya que un filme fotodegradable de

degradara mucho antes en el campo en climas soleados y calurosos que en climas septentrionales y mucho mas frios (Robledo, 1988)

El uso del acolchado con plasticos fotodegradables atenúa el problema de la eliminacion del plastico, estos plasticos empiezan a descomponerse despues que la pelicula ha estado expuesta a la luz. La formulacion de la pelicula determina que tanta luz se requiere para que se inicie la degradacion, cuando la pelicula ha recibido suficiente luz se vuelve quebradiza y se empiezan a desarrollar hendiduras, rasgones y hoyos, y de estos se desprenden pequeñas secciones de plastico, se forman laminillas y desaparecen en el suelo.

Otros factores que influyen en la duracion del plastico fotodegradable son: el habito de crecimiento del cultivo (rastroero o erecto), la epoca del año en que se lleva a cabo el acolchado (invierno o verano), el tiempo entre el acolchado y el planteo o siembra, el vigor del cultivo, el uso de una o dos hileras por surco, el crecimiento de malezas, la eliminacion del cultivo y el tiempo que se deje el acolchado despues de la cosecha. Asimismo los factores ambientales como las altas temperaturas pueden acelerar la velocidad de descomposicion, y el viento puede rapidamente alargar los rasgones y hoyos en la pelicula que esta en proceso de degradacion.

La industria del plastico o los Organismos Oficiales pertinentes deberian estudiar una solucion para que la destruccion o degradacion de estos plasticos no se produjera, dado que es una energia que se pierde y que podia ser aprovechada mediante las modernas tecnicas de recuperacion de plasticos.

2.10. Causas y Manifestaciones de Envejecimiento

Las causas de envejecimiento de los filmes son de distintos ordenes, la exposicion natural (radiación solar, mojado por la lluvia, choques termicos, etc) puede tener consecuencias diferentes según el tipo de filme considerado, influyendo la latitud y la estacion de crecimiento del cultivo al que sean expuestos.

2.10.1. Filmes opacos

Son productos que, a priori, son susceptibles de resistir mejor el envejecimiento

La gran mayoria de los filmes opacos son negros, tienen tendencia a alcanzar temperaturas bastante elevadas bajo los rayos solares, y de ahí el riesgo de activacion del fenomeno de la oxidacion. Hay que hacer constar que este riesgo es reducido, siendo el negro de humo un excelente antioxidante

Por la misma razon, sufre variaciones dimensionales constantes por la diferencia de temperaturas entre el dia y la noche, ocasionando tensiones importantes, llegando incluso hasta la fisuracion del filme

Por otra parte, en el caso del acolchado, los filmes colocados en el mismo suelo pueden estar en contacto con productos tensoactivos tales como pesticidas, fungicidas, abonos, etc., destinados a la proteccion o a la nutricion del cultivo que recubren, y es bien conocido que el polietileno presenta una sensibilidad importante a este tipo de productos (fisuracion)

Por el contrario, estos filmes (y particularmente los negros) son bastantes poco sensibles a la radiacion U V, jugando el pigmento un papel de pantalla. Esta fotosensibilidad varia en sentido inverso a las caracteristicas de opacidad, que son funcion de

- El contenido, la dispersion y la granulometria del pigmento
- El espesor del filme

Es evidente que los filmes menos gruesos son los mas expuestos al daño de los rayos U V

2.10.2. Filmes transparentes

Respecto a estos productos el origen del envejecimiento es en gran parte atribuible a la fotodegradacion, y en efecto, estos filmes deben presentar caracteristicas de transparencia que limitan la utilizacion de coadyuvantes U V y otros aditivos (pigmentos). Asimismo es preciso hacer notar que ciertas partes estan mas expuestas que otras, este es el caso de los puntos de contacto entre los soportes y el filme (arcos, armazones, etc.). En estos puntos la cubierta debe soportar una radiacion reflejada que agrava las condiciones de envejecimiento. Además, los soportes elevan la temperatura del filme y activan así la oxidacion

La exposición a la intemperie lleva consigo igualmente el "lavado" más o menos frecuente por el agua de lluvia, lo que da lugar a que ciertos estabilizantes emigren a la superficie o que sean extraídos, este es el caso de los estabilizantes llamados "absorbentes de U.V." La protección tiene, pues, tendencia a disminuir con el tiempo.

Paralelamente, las reacciones de oxidación provocan una opacidad notoria, visible en los campos del espectro visible y del de los infrarrojos en particular, lo que perjudica con seguridad sus propiedades térmicas.

Por último, estos filmes están igualmente sometidos a ciertas fuerzas o tensiones permanentes (sobre todo tracción) en el momento de su utilización y expuestas a la fisuración.

III. IMPLEMENTACION DEL ACOLCHADO

3.1. Preparación del Terreno

Para llevar a cabo el acolchado del suelo con plástico es necesario hacer una buena preparación del terreno varias semanas antes de la formación de las camas, recomendándose dar dos pasos de arado de subsuelo y un barbecho profundo en terrenos arcillosos así como en suelos de aluvion, posteriormente es conveniente desmenuzar los terrones mediante un rastreo cruzado, por último, el terreno debe nivelarse, antes de terminar la preparación del terreno deben tomarse muestras de suelo para conocer las necesidades de mejoradores de suelos así como de fertilizantes, en resumen se requiere un suelo mullido para que no afecte los filmes

3.2. Mejoradores de Suelo

El pH del suelo debe ajustarse de 6-7 para que las plantas aprovechen mejor los elementos nutricionales y se obtengan mejores rendimientos de cosecha, se recomienda que los mejoradores del suelo se incorporen en forma total durante la preparación del terreno para que reaccionen en este periodo de preformación de las camas (Villapudua, 1992). El azufre requerido para bajar el pH en suelos arcillosos depende del pH original de suelo (Cuadro 7)

CUADRO 7. Azufre requerido para bajar el pH de un suelo alcalino.

8.5	3,000	6.5
8.0	2,000	6.5
7.5	1,000	6.5
7.0	300	6.5

Fuente: Villapudua, 1992. Acolchado con plástico para el desarrollo de hortalizas

En caso de suelos ácidos con un pH inferior a 6.5 es conveniente aplicar mejoradores de reacción alcalina, como cal viva (óxido de calcio) o carbonato de calcio (Cuadro No. 8). Para una unidad de pH abajo de 6.5 debe adicionarse dos toneladas de carbonato de calcio o tres toneladas de cal viva, multiplicar esas cantidades por tres si el pH del suelo está dos unidades abajo, es decir, para llevar el pH del suelo de 4.5 a 6.5 adicionar seis toneladas de carbonato de calcio o nueve toneladas de óxido de calcio (Villapudua, 1992)

CUADRO 8. Cal o carbonato de calcio requerido para subir el pH de un suelo ácido.

5.5	3,000	2,000	6.5
4.5	9,000	6,000	6.5

Fuente: Villapudua, 1992. Acolchado con plástico para el desarrollo de hortalizas

3.3. Humedad del Suelo al Momento de Colocar el Plástico

Al momento de formar las camas y colocar el plástico es muy aconsejable que la humedad del suelo este a capacidad de campo (en forma similar a tierra venida) debido a que es más fácil infiltrar el agua en camas húmedas que en camas secas, si la humedad del suelo es baja antes de la formación de las camas, la fumigación (si es necesaria) será menos efectiva, la reacción de los mejoradores del suelo y los fertilizantes será más tardada y el crecimiento del cultivo será menos uniforme que en una cama adecuadamente humedecida

3.4. Formación de la Cama

El equipo pueden ser vertederos de arado o discos que tiren el suelo hacia el centro de la cama inmediatamente delante de una prensa formadora de cama (acamadora), la firmeza de la cama puede controlarse por la cantidad de suelo que se tire hacia el surco y la forma de la prensa así como la presión que se aplique con el tractor

La prensa puede sustituirse por un rodillo metálico. En el mercado hay implementos que pueden formar tres camas de una sola pasada. El ancho, altura y forma de la cama dependerá del sistema de riego, necesidad de drenaje, tipo de cultivo, problemas de salinidad y equipo de labranza disponible

En riego por gravedad, en la mayoría de los casos, las camas pueden ser de 80 cm de ancho y de 25 a 30 cm de altura si se espera precipitación pluvial alta (primeras etapas de planteo) o de 15 a 20 cm si hay poca lluvia (últimas etapas de planteo o siembra)

En sistemas de riego por aspersión las camas generalmente son más anchas (90 a 120 cms) y más bajas (10 cm de altura), mientras que en un riego por goteo las camas pueden ser más angostas (65 a 75 cms) y de altura moderada (12 a 18 cms)

3.5. Fertilización

En sistemas de riego por gravedad debe aplicarse todo el fertilizante, el fósforo y los micronutrientes deben mezclarse bien en el suelo de la cama por medio de una fresadora (rototiller) y posteriormente se pasa una acamadora o rodillo

El nitrógeno y el potasio se deben mezclar y aplicar en bandas de 10 cm de ancho sobre la cama para establecer un gradiente de difusión de nutrientes hacia las raíces de las plantas y para evitar la lixiviación de estos elementos nutricionales, principalmente en suelos arenosos

En cultivos de doble hilera por cama, el nitrógeno y el potasio deben colocarse en el centro de la cama, mientras que en cultivos de una hilera por cama, estos elementos deben

depositarse en dos bandas, sobre las orillas de la cama debajo del plástico. Los nutrientes suplementarios deben aplicarse al follaje.

En el sistema de acolchado se proporcionan condiciones óptimas de nutrientes, humedad y aire a las raíces durante todo el ciclo de cultivo. El gradiente humedad-aire se proporciona manteniendo el nivel freático constante a una profundidad determinada debajo de la cama acolchada, así pues se mantiene un rango bidimensional de disminución de humedad-incremento de aire desde un nivel de saturación hacia la superficie superior de la cama.

Sobre el gradiente humedad-aire se sobrepone el gradiente de concentración de nutrientes que disminuye a partir de las bandas de fertilizantes de nitrógeno-potasio localizadas en la superficie de la cama, de esta forma, la raíz de la planta puede desarrollarse en aquella porción de la cama donde coinciden los niveles más favorables de nutrientes, humedad y aire.

Los nutrientes y la humedad se van reponiendo por difusión, los nutrientes menos solubles, como el fósforo y los micronutrientes, los cuales están mezclados en la cama de siembra continúan estando disponibles por la acción de equilibrio.

Cuando se usa riego por goteo no necesariamente se debe aplicar todo el fertilizante. La mayor parte debe aplicarse antes de colocar el plástico y los nutrientes suplementarios se dan a través del sistema de riego por goteo por medio de inyector, lo cual ha eliminado problemas de salinidad a los cultivos en estado de planta.

Debido a que la mayoría de los fertilizantes fosforados se precipitan en agua alcalina (pH 7.1 a 8.5), causando el taponamiento de los goteros, todo el fósforo debe aplicarse antes de colocar el plástico, junto con 1/4 a 1/3 del nitrógeno y el potasio y todos los micronutrientes, el resto del nitrógeno y potasio debe dosificarse a través del sistema de riego un mes después del plantío.

3.6. Fumigación

La fumigación es costosa pero generalmente se justifica, los cultivos hortícolas generalmente se plantan en suelos vírgenes o se hacen rotaciones de cultivo para reducir las pérdidas debidas a enfermedades causadas por patógenos del suelo tales como *Verticillium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Phytophthora*.

La aplicación de fumigantes de amplio espectro como el metam-sodio (Vapam) y el bromuro de metilo (BM) bajo el plástico puede eliminar la necesidad crítica por tierras vírgenes o la rotación de tierras, debido a que controlan enfermedades causadas por fitopatógenos del suelo, malas hierbas e insectos.

Si se aplican fumigantes de suelo, la cama debe ser firme y tener la humedad adecuada, se recomienda que los picos aplicadores estén separados a 20 cm sobre la cama e inmediatamente después volver a pasar la prensa antes de colocar el plástico, en este lapso de tiempo se debe aplicar el fertilizante (nitrógeno y potasio) y los herbicidas.

El intervalo entre la fumigación y la colocación del plástico debe ser lo más corto posible, especialmente con los fumigantes que se gasifican rápidamente, en el mercado hay máquinas que fumigan el suelo, entierran las mangueras de riego por goteo y colocan la película de plástico en tres surcos durante una sola operación.

3.7. Colocación de la Película Plástica

La colocación de la película plástica puede llevarse a cabo manual o mecánicamente, es importante que el plástico quede bien estirado sobre la cama y asegurado firmemente en la base, una máquina o implemento acolchador bien diseñado y adecuadamente ajustado mantiene la película bien estirada y firme por medio de rodillo a mediada que las llantas prensoras jalan la película hacia abajo sobre los hombros de la cama, un acolchado flojo se mueve fácilmente con el viento y puede dañar las plantulas, al momento de formar la cama y colocar el plástico, no debe olvidarse que la humedad del suelo este a capacidad de campo.

3.7.1. Colocación manual

Es procedimiento es recomendable para cubrir pequeñas superficies que no permiten el paso del tractor o en aquellos casos en que el suelo presente laderas.

Una vez realizadas las labores preparatorias del suelo (barbecho, rastreo, fertilización, bordeado, etc.) la operación se lleva a cabo bajo los siguientes pasos:

- Preparación del terreno según el marco de plantación deseado
- En ambos lados del surco que se vaya a acolchar se hacen zanjas de 10 cm de profundidad
- En los extremos del surco se hacen zanjas de 20 cm de profundidad, en donde en uno de ellos se coloca un extremo de la película plástica que se tenderá dentro del surco se rellena la zanja con tierra una vez que se ha fijado la película
- Para cargar el rollo de plástico se pasa un palo o barra por el interior de la bobina, para desenrollar, la barra se carga por cada extremo
- Se procede lentamente a estirar la película sobre el surco, mientras que una tercera persona irá tapando con tierra los lados de la película en las zanjas realizadas previamente
- Debe procurarse hacer el tendido en días de poco viento, de otra manera se dificultará la operación
- Una vez puesta la película a lo largo del surco, cortese el extremo con una navaja y entierrese, tal como se hizo al iniciar el tendido
- Finalmente, tapar con tierra todos los bordes, para evitar que el viento levante la película. A continuación se harán los orificios en la película para poder sembrar

3.7.2. Colocación mecánica

Dicha colocación es esencial cuando las áreas que se van a cubrir con plástico son de gran extensión, al igual que con la colocación manual, se realiza la preparación convencional del suelo para enganchar posteriormente a los tres puntos del elevado del tractor un implemento ideal para esta técnica, con el que se consigue a la vez desenrollar el plástico y tapar los bordes por medio de unas pequeñas vertederas, que van abriendo zanjas y posteriormente van tapándolo con tierra (figura 1)

FIGURA 1. Colocación mecánica de plásticos.



Fuente: Naagels, K.S., 1992. Productores de hortalizas.

Actualmente en varios países, existen las plastisembradoras, que son aparatos que van acoplados al tractor por medio de un enganche a tres puntos, que desenrolla, tiende, estira, fija el plástico al suelo, perfora y siembra. Cuando la máquina está en movimiento, el plástico sale de la bobina y las ruedas presionan las orillas del mismo en el surco y finalmente los discos traseros cubren con tierra el plástico para que este no se mueva.

La aplicadora de plástico cubre varias hectareas por día y solamente requiere de dos hombres para ser operada, es posible ajustarla a anchos de plástico que varien de 0.50 a 1.20m

La maquina T-2000 posee tres unidades, que se describen a continuación

Sembradora: Asegura una siembra controlada en cualquier suelo apto para la mecanización, se adapta con facilidad a diferentes tipos de semilla, cambiando el plato de distribución de la misma y la velocidad

Aplicadora de plástico: Ajustable a películas de 80 a 120 cm de ancho

Unidad perforadora de plástico: Perfora bordes nidos con un elemento eléctrico. La energía procede de un generador accionado por un motor eléctrico

La labor para el tendido del plástico es muy variable, de acuerdo con el ancho del plástico y el grado de mecanización involucrado, aunque también depende del cultivo

En los estudios de validación semicomercial se ha advertido que con un tractorista y un asistente se pueden cubrir tres hectareas por día, con acolchadoras que tienden una sola hilera de plástico (Ibarra y Rodríguez, 1991)

3.8. Arreglo de Camas

Un buen arreglo del cultivo puede consistir en trazar 6-7 surcos para acolchado plástico y luego una franja de terreno de dos metros de ancho para sembrar gramíneas como maíz, sorgo, zacate forrajero, centeno o trigo. Esta franja de gramíneas puede funcionar como barrera rompeviento y también como barrera biológica para evitar la incidencia de enfermedades causadas por virus no persistentes (virus de estilete) los cuales se transmiten por áfidos o pulgones

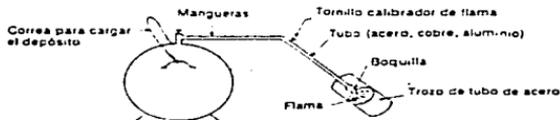
El insecto vector del virus llega a las gramíneas y limpia el estilete antes de pasar al cultivo principal, posteriormente, el cultivo de gramíneas puede eliminarse y el terreno baldío servir como callejuela de aplicación de pesticidas y para levantar la cosecha. La longitud de los surcos dependerá de la pendiente del terreno, tipo de suelo y de si o no se usa el riego por goteo

3.9. Perforación del Plástico

Después de llevar a cabo el acolchado es preciso realizar perforaciones al plástico para efectuar la siembra o el transplante según sea el caso

Las perforaciones deberán hacerse en forma circular. Existen aparatos que hacen posible lo anterior y pueden ser fabricados por los productores agrícolas. Constan de una boquilla de sección circular y de un dispositivo de gas butano. Las perforaciones efectuadas por el calor ofrecen gran resistencia al desgarte (figura 2)

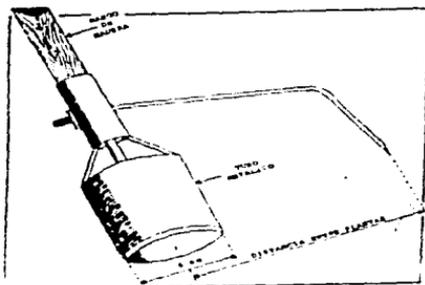
FIGURA 2. Esquema de aparato para perforar plástico.



Fuente: Ibarra y Rodríguez, 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas

También pueden fabricarse cilindros de hierro de 8 a 10 cm. de diámetro y 30 cm. de alto que se insertan en un bambú o en algún otro material disponible en la región (figura 3). Con el peso del cilindro y del material utilizado es posible la perforación del plástico.

FIGURA 3. Cilindro utilizado para perfora plástico.



Fuente: Ramirez, V. J. Acolchado con plásticos para cultivos hortícolas

Los quemadores permiten hacer las perforaciones aunque el terreno este mojado, despues de haber regado o de lluvias fuertes, mientras que con los cilindros solamente se puede trabajar sobre suelo seco o ligeramente humedo

Los orificios del acolchado tambien pueden hacerse manualmente mediante un corte en forma de cruz con ayuda de una navaja. Las partes sobrantes de la pelicula se doblan hacia adentro y se tapan con tierra para fijarlas. Sin embargo, lo anterior no es muy recomendable ya que los extremos del corte de la pelicula se debilitan y pueden rasgarse, este riesgo disminuye si se tapa con tierra, aun asi, es poco aconsejable dicha practica

Para la perforación tambien se pueden construir "sacabocados" mediante un pedazo de tubo de 3-4 pulgadas de diametro y de 15-20 cm de largo, se solda a un tubo mas delgado, el largo de este ultimo lo determinara la persona que hara los orificios (50-70 cm son suficientes) La parte ancha del tubo se calienta (generalmente en una fogata)

Al poner el tubo caliente sobre el plastico, este se derrite y queda un agujero perfecto

Con el sistema en cuestion se tiene la ventaja de formar un borde mas grueso en el orificio, éste protege al plastico contra desgarraduras. Calentar los tubos continuamente es engorroso, para facilitar la tarea, se puede colocar una lamina o cedazo cerca del extremo inferior del sacabocados, la lamina se puede utilizar para sostener brazos dentro del tubo, de esta manera se pueden hacer varios orificios en menos tiempo sin tener que calentar tan seguido.

Los orificios del acolchado deben hacerse sujetandose a lo siguiente

- A) - Orificios al centro del plastico. Cuando existe riego por aspersión, riego por goteo, riego por sifón, y precipitación abundante en cultivos de secano
- B) - Orificios a un costado del plastico. Cuando existe riego por gravedad convencional, suelo con drenaje deficiente y precipitación pluvial escasa en cultivos de secano

Hecho lo anterior, se procede a regar. El riego se realiza de la manera usual y se espera el punto necesario del suelo para poder sembrar, si se va a realizar trasplante, se da un riego de asiento, se espera 2 o 3 días y se realiza la operación, después de esto, se vuelve a regar para poder ofrecer al cultivo un buen establecimiento. El plástico disminuye la evaporación en el suelo, por lo tanto, los riegos subsiguientes deberán ser más espaciados.

En algunas ocasiones los fabricantes de plástico, a pedido, venden la película ya perforada de acuerdo con las necesidades del productor y también hay películas preanuradas las cuales hacen posible el acolchado en cereales, soya, zanahoria, papa, espárrago, rabano, espinaca, etc. (Villapudua, 1992)

3.10. Cultivos que se Pueden Acolchar

Actualmente existen ininidad de evidencias tanto a nivel experimental como comercial, que demuestran la posibilidad de utilizar el acolchado de suelos como un insumo mas en la mayoria de los cultivos. Sin embargo, cabe aclarar que no todos justifican la inversion que significa el plastico, por lo tanto a continuacion se mencionan algunos cultivos donde resulta rentable el recubrimiento de suelos (Cuadro 9).

CUADRO 9. Principales cultivos de importancia económica que se pueden acolchar.

Acelga	Escarola	Manzano	Clavel	Algodon
Apio	Espinaca	Naranja	Crisantemo	Cacao
Berenjena	Fresa	Nogal	Dalia	Cafe
Calabaza	Frijol	Olivo	Rosa	Tabaco
Cebolla	Lechuga	Pera		
Chile	Melón	Platano		
Coliflor	Sandía	Vid		
Chicharo	Tomate			

Fuente: Rodríguez, 1984

3.11. Control de Malas Hierbas

El herbicida debe aplicarse inmediatamente antes de acolchar el suelo con plastico transparente. Despues de realizar la perforacion del plastico y llevar a cabo la siembra, se debe dar un riego para incorporar el herbicida. Para controlar las malas hierbas en el fondo del surco, entre las camas acolchadas, deben usarse herbicidas recomendados para el cultivo.

Estos agroquimicos no deben aplicarse sobre el plastico debido a que pueden escurrir hacia los hoyos y cuadruplicar la dosis o salpicar y provocar daños al follaje del cultivo.

Los herbicidas tales como el paraquat (Gramoxone) y el glifosate (Faena) deben usarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante y pueden servir para eliminar el cultivo viejo y la preparacion del segundo cultivo sobre el plastico.

En cultivos con riegos por goteo, la aplicación de metamsodio (Vapam) a través del sistema de riego puede eliminar fácilmente el cultivo viejo y si se aplica en cantidades suficientes también puede desinfectar al suelo de fitopatógenos

3.12. Riegos

Determinar *¿cómo?*, *¿cuánto?* y *¿cuándo?* regar es fundamental para los cultivos ya que el riego oportuno y adecuado evita el sufrimiento periódico de las plantas por falta o exceso de agua y también la consecuente caída de flores y frutos. El riego por goteo es el más adecuado para el acolchado con plástico, más aun si las camas son altas. Las ventajas utilizadas con este tipo de riego son las siguientes:

- Se utiliza menos agua
- No hay agua sobre el cultivo, excepto de lluvia o neblina y por lo tanto los programas de aspersiones de fungicidas e insecticidas pueden obtener un mejor control de las enfermedades y plagas
- También se tiene la oportunidad de dar nutrientes suplementarios al cultivo y hacer aplicaciones de fertilizantes para un segundo cultivo sobre el mismo acolchado

Las mangueras o cintas se colocan sobre el surco dentro de zanjas poco profundas ó se entierran para evitar daños por ratones o grillos que andan en busca de agua. En riego por gravedad, el primer riego debe de ser lento para que el agua se transporte hasta las partes más altas de las camas. El uso de un tensiometro que nos indique la humedad del suelo es algo muy importante para determinar cada cuando se debe regar

3.13. Multicosechas

Las camas acolchadas con plástico negro para tomate, chile y cucurbitáceas permiten un segundo cultivo. Para optimizar los fertilizantes residuales de un cultivo de tomate y chile se pueden plantar pepinos, melones, calabazas, maíz dulce, okra, etc. En donde se usa el riego por goteo, el agua y los nutrientes suplementarios se dan a través del sistema de riego.

IV. EFECTOS DEL ACOLCHADO.

4.1. Efectos del Acolchado Plástico Sobre Parámetros Físico-Químicos del Suelo y Fisiológicos de las Plantas.

Por su contribución tanto en la calidad como en la cantidad de cosechas, en comparación con la agricultura tradicional la plasticultura ha experimentado un éxito rotundo y los usos actuales son primeramente el acolchado de suelos y en segundo término el uso de túneles e invernaderos (Rodríguez, 1984)

Acolchar en forma parcial o total la superficie del suelo con película plástica, es una técnica moderna con la cual se producen alteraciones al medio ambiente en el que se desarrollan las plantas, influenciando notablemente diversos procesos que tienen lugar en el entorno aéreo y subterráneo, ya que afectan la relación agua-suelo-plantas-clima y por lo tanto repercuten en los procesos fisiológicos de las plantas y los microorganismos del suelo.

El efecto del acolchado plástico sobre el medio ambiente subterráneo está relacionado directamente con parámetros físico-químicos del suelo y agua, mientras que en la parte aérea, el acolchado actúa sobre el microclima y los factores ambientales que tienen relación con el desarrollo de los principales procesos fisiológicos y morfológicos de las plantas y organismos (SARH, INIFAP, 1988)

Los filmes de plástico proporcionan mayores ventajas que las conseguidas con materiales de origen mineral o vegetal utilizados antiguamente en la cobertura de suelos.

Sin embargo, antes de iniciar un proceso de comercialización con acolchado de suelos, deberán efectuarse estudios exploratorios con películas de diferente coloración

4.1.1. Parámetros físicos del suelo

Los parámetros físicos del medio ambiente interno del suelo como son textura y estructura pueden afectar todo el desarrollo de la planta, desde la germinación hasta su madurez fisiológica. Por eso es importante conocer los procesos relacionados con los cambios en este micro-ambiente y la interacción continua entre la planta y su habitat. De ahí que sea conveniente conocer y estudiar el papel que desempeñan el agua, el aire, la temperatura, los nutrimentos, así como la energía solar y el CO₂ de la atmósfera para poder entender más claramente los procesos fisiológicos de las plantas que inciden sobre la producción de los cultivos.

4.1.1.1. textura. La textura del suelo tiene una influencia muy grande en el movimiento del agua, la circulación del aire y la velocidad de las transformaciones químicas, que son de gran importancia para los aspectos fisiológicos de las plantas. El uso de películas plásticas y las prácticas culturales que realizan los productores, no pueden modificar la textura debido a que este parámetro se refiere básicamente al tamaño de las partículas que forman el cuerpo del suelo. El rango de texturas de un suelo, puede ir desde arenas finas, hasta arcillas, teniendo a los limos comprendidos entre las dos categorías anteriores. Se considera que un suelo limoso o franco tiene cantidades similares de partículas de arcilla, limo y arena.

4.1.1.2. estructura. En relación a la estructura del suelo es importante saber que este parámetro se refiere a la cantidad y tamaño de poros que controlan la aireación y movimiento del agua en el suelo. Las condiciones que contribuyen a la formación de la estructura del suelo son la sequía, la humedad, las heladas y aumento de temperatura y las combinaciones de estas.

El suelo acolchado con filmes de plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas, estas se hacen más numerosas, más largas en sentido

horizontal a consecuencia de que la planta, al encontrar la humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, su sistema radicular se desarrolla más lentamente que si tiene que buscarla a mayores profundidades, en cuyo caso su crecimiento sería en sentido vertical

Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succion de agua, sales minerales y demas fertilizantes, que conducen a mayores rendimientos (Robledo, 1988)

Las raices que penetran en el terreno contribuyen a su estructuracion, porque toman parte de agua que ahí se encuentra, lo que provoca su deshidratacion y favorece para una mejor penetracion de agua (Chen y Katan, 1980, citado por S A R H , INIFAP, 1988)

El suelo no solo debe suministrar los nutrientes necesarios para los procesos metabolicos, sino que tambien debe proveer el regimen favorable del aire y agua para el correcto funcionamiento de la planta

Algunos suelos se encostran por el choque de las gotas de agua de la lluvia, reduciendose la infiltracion de agua y en algunas circunstancias impiden la aireacion. El encostramiento de los suelos se controla con el acolchado de los mismos

4.1.1.3. humedad. El contenido de agua en el suelo altera y modifica el desarrollo de los cultivos porque es esencial en cada reaccion biologica de las plantas desde la germinacion hasta la senescencia. Además de que el agua constituye entre el 75 y 95 % del peso total del tejido de las plantas (S A R H , INIFAP, 1988)

La función del agua en los procesos fisiologicos de las plantas interviene en todas las reacciones biologicas, es componente estructural de proteinas y acidos nucleidos en las células vegetales y regula la temperatura interna de las plantas mediante el proceso de transpiracion (Salisbury y Ross, 1978, citado por S A R H , INIFAP, 1988)

Al ser el plástico impermeable al vapor de agua y a los líquidos, impide la evaporacion del agua del suelo, con el efecto consiguiente de que se mantiene a la disposicion de las plantas cultivadas. De esta forma se benefician de una alimentacion constante y regular

El acolchado, por lo tanto, retendra la humedad en la parte mas fértil del suelo, mientras que un suelo sin acolchar se seca desde la superficie, forzando a las raices a

dirigirse a capas mas frías, profundas y menos fértiles (Taluntais, 1974, citado por Rodríguez, 1984)

De igual manera, el plástico negro u obscuro no deja desarrollar vegetación espontánea (malezas) en el terreno debido a que se evita el paso de luz e impide con esto la realización del proceso fotosintético y reduce así la competencia con los cultivos por el agua y nutrimentos del suelo resultando con ello un ahorro en estos insumos que benefician notablemente en la productividad del cultivo (Mahrer, et al., 1984, citado por S.A.R.H., INIFAP, 1988)

En base a lo anterior, la economía del agua con el acolchado es substancial, pues prácticamente todas las reservas existentes son utilizadas por el cultivo y consecuentemente, los nutrimentos que contiene el suelo estarán mas disponibles para la planta.

Las ventajas antes mencionadas se logran al controlar parte de los factores que ocasionan pérdidas de agua en el suelo, específicamente al reducir la evaporación del agua desde la superficie del suelo a la atmósfera. El grado de reducción de la evaporación será función de la permeabilidad del acolchado plástico, de la superficie cubierta, del número y tamaño de las perforaciones, del sellado en la colocación de la película plástica y de las características físicas del suelo que determinan su capacidad de retención de humedad (S.A.R.H., INIFAP, 1988)

Las ligeras pérdidas por evaporación que se producen por las perforaciones, son ligeramente compensadas por la recuperación de las aguas de lluvia a través de las mismas.

El factor mas importante para que la humedad se conserve en el suelo acolchado con plástico y sea utilizada eficientemente por la planta, depende de la capacidad de la misma para extraer el agua del suelo, con tal velocidad que pueda soportar o igualar las pérdidas por transpiración, de acuerdo con su etapa fenológica de desarrollo.

4.1.1.4. temperatura. La temperatura del suelo es uno de los principales factores que se ven modificados por la acción directa del acolchado plástico influyendo directamente en diversas alteraciones del medio ambiente en que se desarrollan los cultivos ya que de la energía almacenada como calor en el suelo dependerán la velocidad de los procesos fisiológicos más importantes para la planta como son absorción del agua, translocación de nutrientes, respiración de la planta y producción de sustancias hormonales de crecimiento y desarrollo (Salisbury y Ross, 1978, citado por S. A. R. H., INIFAP, 1988)

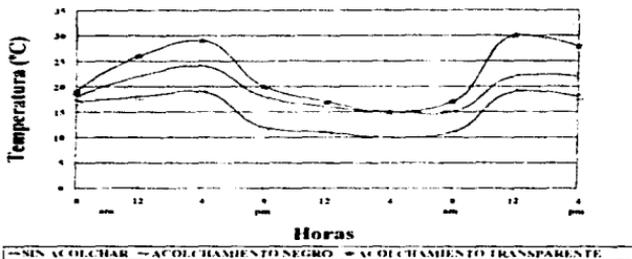
La temperatura en la superficie de un suelo desnudo sigue estrechamente las variaciones de temperatura del aire, pero una cobertura atenúa las variaciones diarias y estacionales del mismo, la cual es cada vez menos variable al aumentar la profundidad, siendo menor la fluctuación en los suelos arcillosos y húmedos que en los arenosos y secos (Teucher y Adler, 1979, citado por Rodríguez, 1984)

La cobertura de suelos con películas plásticas es uno de los medios más efectivos que influyen en el incremento de temperatura del mismo. El aumento de esta, se debe a que permite la entrada de energía calorífica y reduce considerablemente las radiaciones térmicas del suelo hacia la atmósfera (Taluntaris, 1974, citado por Rodríguez, 1984)

Durante el día, el plástico transmite al suelo las calorías recibidas del sol, haciendo el efecto de invernadero, durante la noche, el filme detiene, en cierto grado, el paso de las radiaciones caloríficas del suelo hacia la atmósfera, fenómeno que depende, en mayor o menor cuantía del color de la lámina utilizada (figura 4)

FIGURA 4.

Efecto de las láminas plásticas de acolchamiento sobre temperatura del suelo.



Fuente: Dubois, 1980, citado por Rodriguez, 1984

En general, la temperatura del suelo es superior bajo laminas transparentes durante el día, dependiendo de la estacion del año, tipo de terreno, nivel de iluminación solar y contenido de humedad en el area acolchada

Debido a las características del plástico o polietileno transparente, como es su elevado porcentaje de transmitancia de la radiación solar al efecto de invernadero provocado por la condensación de la humedad en la pared interna de la película de plástico, en la mayoría de estudios se observa consistencia en los incrementos de temperatura del suelo

Con respecto a la película negra, la temperatura del suelo es un poco mayor en comparación con el suelo no cubierto, e incluso en algunas ocasiones puede descender y ser menor (Taluntais, 1974, citado por Rodriguez, 1984).

CUADRO 10. Temperaturas registradas a cuatro profundidades de suelo cubierto con plástico.

PROFUNDIDAD DE SUELO (cm.)	TEMPERATURAS °C		
	TENTIGO	P. NEGRO	P. CLARO
	6:30 a.m. *		
1	24	26	27
2	24	27	27
4	25	27	28
6	25	28	29
	3:30 p.m. *		
1	46	50	56
2	43	48	54
4	41	46	52
6	39	43	49

* HORAS DEL DIA

Fuente: Standifer et al. 1984 citado por Munro, et al, SARH,1993

Respecto a la temperatura, las características del plástico para acolchar son de manera resumida las siguientes:

- El PVC obstaculiza más que el polietileno la salida de radiación, provocando mayor calentamiento y mayor efecto de invernadero en el terreno, lo que adelanta la producción
- El plástico transparente permite el paso de radiación luminosa, que aumenta la temperatura del suelo, lo que favorece el desarrollo de malezas, que deben ser controladas por otros medios
- El plástico negro absorbe la mayor parte de la radiación, impidiendo el desarrollo de malezas pero obstaculizando hasta cierto grado el calentamiento del suelo.

4.1.1.5. fertilidad del suelo. La temperatura y la humedad del suelo en asociación con la naturaleza físico-química de este último, condicionan la actividad de la flora microbiana y la reacción bioquímica y química del terreno, influyendo decididamente, en sentido positivo o negativo, sobre la nitrificación

Cuando el suelo es usado por el hombre para producir cosechas, una gran parte de la materia orgánica se elimina con aquellas y además el monocultivo es causa de que ciertos elementos formen nuevas combinaciones químicas que ya no son de utilidad para las plantas. Esto hace que el suelo se empobrezca cada vez más, la razón principal es que los elementos nutritivos pueden ser utilizados por las plantas en ciertas combinaciones circunstanciales, y que en definitiva, pueden agotarse

Por lo tanto, en los terrenos bajo cultivo, estos elementos deben ser continuamente renovados y su natural formación ha de ser incrementada mediante tratamientos adecuados del propio suelo

La elevación de temperatura y de humedad del suelo, como consecuencia de estar protegido el terreno con un filme de plástico, favorece la nitrificación y, por tanto, la absorción del nitrógeno por la planta. Por otro lado, al estar protegido el terreno por estas láminas impermeables al agua, las lluvias no "lavan" el suelo, los elementos fertilizantes no serán arrastrados por su superficie, ni a capas profundas donde no puedan llegar las raíces de las plantas. Las pérdidas de nitrógeno por "lavado" serán en este caso nulas (Robledo, 1988)

La disponibilidad de los nutrientes en el suelo aumenta al tener este un régimen hídrico adecuado para el desarrollo normal de la planta, puesto que las sales minerales necesitan estar en solución para poder ser absorbidas por las raíces; todo lo anterior se logra cuando el suelo se acolcha con materiales plásticos

Por lo que respecta a la temperatura, su valor límite para retener la nitrificación se encuentra entre 42 y 52° C, con una situación óptima que varía, según el terreno (de muy suelo a muy compacto), entre 25 y 45° C. Además, el terreno desnudo necesita de una saturación hídrica elevada, que varía entre 60 y 80% para que exista una buena nitrificación

Estos límites de temperatura y humedad son fácilmente obtenibles por medio del acolchado, el abono nitrógeno queda a disposición de la planta en gran parte bajo el acolchado y con un suministro de agua de irrigación, la percolación, que es causa de fuertes pérdidas de abonos nitrógenos por lavado, es reducida al mínimo (Ibarra y Rodríguez, 1991)

4.1.2. Parámetros químicos del suelo

En suelos con acolchados plásticos se producen alteraciones en sus propiedades químicas y en su composición, que dependen del grado de materia orgánica que se tenga, es decir, de la disponibilidad de nutrientes para el eficiente aprovechamiento de las plantas lo cual influye directamente en la calidad del producto cosechado. De igual manera se produce una serie de reacciones químicas que modifican la disponibilidad de nutrientes para las plantas y de la velocidad de reacción de los procesos químicos que ahí se desarrollan

4.1.2.1. intercambio iónico y nutrientes. Esta es condicionada por el complejo adsorbente arcillo-húmico. Es una condición fundamental que la relación entre los cationes adsorbidos en la superficie del complejo arcillo-húmico sea equilibrada, ya que el defecto de uno de ellos, condiciona seriamente la fijación y asimilación de otros, aunque estén en abundancia en el suelo. De aquí la necesidad de reemplazar al suelo no solo los macroelementos N/P/K, que es la práctica general del abonado químico, sino los micro u oligoelementos, cosa que se consigue con un buen abonado orgánico por medio de estiércol u otro abono orgánico natural (Bellpart, 1988)

El acolchado plástico generalmente permite que exista el equilibrio adecuado entre los elementos disponibles en el suelo, evitando con ello el exceso de fertilización química, llegando incluso a suprimirla con la utilización de materiales orgánicos

Como fuentes naturales de nitrógeno, además de los estiércoles (en especial la gallinaza por su alto nivel de nitrógeno), cabe citar al abono sideral o en verde, especialmente de leguminosas (trébol, alfalfa, etc.), cultivándolas y, llegado el momento de la floración, se enterrará el cultivo mediante una labor, incorporándolo como fuente de nitrógeno.

Existen además otros productos como fuente natural de nitrógeno que pueden resultar prohibitivos en el momento presente, por encontrar otras utilidades más remuneradas que su uso como abono orgánico (cuadro 11)

CUADRO 11. Fuentes naturales de nitrógeno.

Tortas oleaginosas	5-7
Sangre desecada	9-14
Harina de cuernos y pezuñas	12-15
Harina de residuos carnicos	9-14
Residuos de cuernos	9-10
Residuos de lana	2-10
Residuos de pescado	3-10
Residuos desecados de mercados y mataderos	5-12
Guano (Nitrato de Chile)	14

Fuente: Bellapart, 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química

Como fuentes naturales de fósforo, pueden citarse principalmente tres: la harina de huesos, que se utiliza en la ganadería como materia prima, obteniendo un valor añadido muy superior al de su utilización como fuente natural de fósforo para el abonado

Las otras dos fuentes son:

Las escorias de desfosforización Thomas, que es un subproducto en la fabricación de hierros y aceros, que dan muy buen resultado en los terrenos ácidos

Los fosfatos naturales-bicálcicos (apatito y fosforitas) y fosfato natural tricálcico (Bellapart, 1988)

En el cuadro 12 se indica el contenido de P_2O_5 de estas fuentes naturales de fósforo.

CUADRO 12. Fuentes naturales de fósforo.

Escorias de desfosforación	12-14
Fosfato bicálcico molido	36
Fosfato natural tricálcico	25

Fuente: Bellapart, 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química

Como fuentes naturales de potasio, deben citarse los minerales potásicos, muy extendidos, como son silvina, carnalita, eainita y otros subproductos cuya relación de contenido en K_2O se muestra en el cuadro 13.

CUADRO 13. Fuentes naturales de potasio.

Carnalita, silvinita	9-12
Eainita	14-22
Cenizas de madera	5-25
Polvos de chimenea	3-15
Sales procedentes de bagazos destilados	30-35
Algas marinas desecadas	20-25

Fuente: Bellapart, 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química

Como fuentes naturales de calcio, magnesio, azufre y hierro, pueden recurrirse a diferentes productos, naturales unos y procedentes de procesos industriales químicos los otros, pero que a pesar de ello, su utilización puede considerarse adecuada (Bellapart, 1988).

Se ofrece a continuación (cuadro 14), una relación de posibles fuentes de estos elementos, con su riqueza

CUADRO 14. Fuentes naturales de nutrientes secundarios.

Yeso (Sulfato de cal)	18	Ca
Escorias de desulfuración Thomas	45-48	CaO
Carbonato de cal, molido	32	CO ₂ Ca
Dolomita	21	Ca
Cal viva	55	CaO
Azufre	85-95	S ₂
Residuos de fabricación de gas ciudad (azufre negro)	35-60	S ₂
Dolomita molida	8	Mg
Caparrosa verde (Sulfato de hierro)	15-20	FeO

Fuente: Bellapart, 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química.

Finalmente, están los micro u oligoelementos, y que en una fertilización racional raramente ocasionará carencia de ellos. Los estiércoles y las compostas, acostumbran tenerlos en cantidad suficiente, ya que, tanto unos como otros, son restos de productos naturales que acostumbran a tener en su composición un equilibrio de estos oligoelementos. Los residuos sólidos urbanos domiciliarios también tienen o pueden tener un equilibrio de estos oligoelementos.

Si a los estiércoles y compostas los enriquecemos con cenizas de combustión de productos naturales, tales como cenizas del horno de combustión de residuos sólidos urbanos, probablemente obtendremos en ellos una tasa muy alta, aunque equilibrada, de microelementos, por proceder de productos naturales, cuya puede ser muy constante.

Para los microelementos halogenados (flúor, cloro, bromo, yodo), es recomendable la utilización de algas desecadas y trituradas.

4.1.2.2. la reacción o valor pH del suelo. Condiciona la dinámica de las plantas en sus procesos de nutrición. El rango de este valor pH puede ir desde la acidez a la alcalinidad, y sus defectos pueden corregirse por enmiendas, ya sean alcalinas o ácidas. Las dispersiones de los suelos en su nivel de pH, favorecen desequilibrios fisiológicos y, por tanto, enfermedades carenciales y el desarrollo de algunas criptogámicas.

En un suelo ácido, en el complejo arcillo-húmico hay predominio de cationes hidrógeno (H^+) respecto al catión calcio (Ca^{++}) y otros (figura 5)

FIGURA 5. Coloide del suelo en medio ácido.



Fuente: Bellapart, 1988. Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química.

La acidez de un suelo es generalmente común en regiones donde la pluviosidad es alta, y el agua de lluvia lava la tierra de cationes Ca^{++} y otros, predominando los cationes H^+ . También pueden haber suelos ácidos como consecuencia de la composición de la roca madre de origen, etc.

En un suelo alcalino, en el complejo arcillo-húmico hay predominio de otros cationes respecto al H^+ . Generalmente el predominio es de Ca^{++} , Mg^{++} y Na^+ (calcio, magnesio y sodio) (figura 6)

FIGURA 6. Coloide del suelo en medio alcalino.



Fuente: Bellpart, 1988 Agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química

La alcalinidad o basicidad resulta de una acumulación de sales, especialmente de calcio, magnesio y sodio, y es más frecuente en terrenos poco regados o secos

El pH del suelo es de vital importancia, ya que según se encuentre, los elementos nutritivos calcio, magnesio, fósforo, potasio, hierro, aluminio, manganeso, etc., pueden ser o no asimilables por las raíces de la planta

El acolchado plástico en suelos permite un equilibrio adecuado del pH, ya que como se menciona, la humedad y estructura del suelo evitan el lavado del mismo y con ello el desplazamiento de elementos además de que con los riegos adecuados mantiene la humedad requerida para los cultivos establecidos

4.1.2.3. salinidad del suelo. Es otro de los aspectos importantes a considerar respecto a la dinámica química del suelo. El nivel de salinidad se mide por la conductividad expresada en mhos (milimhos). La salinidad puede proceder de la propia naturaleza del suelo, de un defecto de drenaje, de la existencia de una capa freática salada, o de un abuso de abonado natural químico, sobre todo si no va acompañado de un adecuado abonado orgánico

El riego abundante puede rebajar el nivel salino del suelo. Si la salinidad viene de un abuso del abonado químico, se recomienda hacer un buen abonado orgánico, ayudado por el riego y por labores profundas, en donde como ya se ha mencionado anteriormente el acolchado aporta varias de estas ventajas

4.1.2.4. intercambio gaseoso. La aireación de suelo es un proceso de difusión mediante el cual se realiza un intercambio gaseoso con oxígeno atmosférico y bióxido de carbono proveniente del suelo. Las plantas para un adecuado desarrollo requieren de un buen abastecimiento de oxígeno, el cual tiene que difundirse desde la atmósfera a través de las grietas del suelo, para que de esta manera se pueda realizar el proceso de la respiración aeróbica tanto de las raíces de las plantas como de los microorganismos del suelo que viven en la rizosfera. Los productos de la respiración de las plantas y microorganismos es del CO_2 en forma y energía metabólica (ATP y NADPH) utilizados por las plantas para los procesos de crecimiento y desarrollo.

Cuando el suelo tiene poros abiertos de tamaño grande (suelos arenosos), los gases tienen libertad de movimiento tanto para entrar como para salir, pero cuando la planta se desarrolla en suelos con aireación deficiente no es posible que se lleven a cabo adecuadamente procesos tan importantes para las plantas como son la absorción de agua y nutrientes y la translocación de estos dentro de la planta, resultando que en condiciones anaeróbicas afectan el crecimiento y desarrollo, y consecuentemente el rendimiento de las plantas cultivadas.

La capacidad de aireación en los suelos es prácticamente igual al volumen de los poros no capilares y únicamente los suelos con adecuada estructura y bien granulados tienen suficiente número de poros grandes para una aireación adecuada para el crecimiento de las plantas. Se tienen condiciones con deficiencias de oxígeno en el suelo cuando este se encuentra demasiado húmedo, por lo tanto en la medida que aumenta el contenido de humedad del suelo se establecen condiciones anaeróbicas en la zona radicular con la consecuentemente anoxia de las plantas por la deficiencia de oxígeno.

Por otro lado una aireación excesiva del suelo ocasiona una respiración bastante acelerada de las raíces, provocando oxidaciones innecesarias de los carbohidratos producidos durante la fotosíntesis. Si el suelo presenta un alto contenido de materia orgánica y residuos vegetales se incrementa la actividad microbiana y la producción de CO_2 , si se presenta una capa freática elevada o mucha humedad en el suelo se minimiza la difusión de CO_2 hacia la atmósfera y esta situación provoca decrementos en el desarrollo de las plantas reduciéndose así los rendimientos.

Con la técnica de acolchado se incrementa la respiración de los microorganismos del suelo y la cubierta de plástico evita la difusión del oxígeno hacia el suelo y la del bióxido de carbono hacia la atmósfera. El etileno se produce en la mayoría de los suelos, pero se genera en más altos niveles en suelos húmedos, bajo condiciones anaeróbicas y con materia orgánica fresca (Villapudua y Montoya, 1992)

4.1.2.5. actividad microbiana. La actividad de la microflora del suelo es condicionada por el estado físico, la humedad y la temperatura, factores como se mencionó anteriormente influenciados por el acolchado

La actividad microbiana, sobre todo en el proceso de transformación, favorece la producción de anhídrido carbónico, bajo el polietileno, se ha observado que bajo este último es cuatro veces mayor que en terreno descubierto (Ibarra y Rodríguez, 1991)

4.1.3. Procesos fisiológicos

Los procesos fisiológicos se ven modificados en las plantas cuando una película plástica es colocada sobre la superficie del suelo, algunos de ellos han sido ampliamente estudiados mientras que otros han recibido muy poca atención. El efecto de los plásticos se debe básicamente a sus características de composición, ya que el plástico reduce las pérdidas de calor desde el suelo que son causadas por la evaporación o por la convección de calor (Stapleton, 1985, citado por SARH, INIFAP, 1988)

4.1.3.1. difusión y movimiento del agua en las plantas. La difusión de agua desde el suelo al interior de las raíces es un proceso que se realiza debido a la disponibilidad del agua en el suelo y que está gobernado por las relaciones energéticas que en él se encuentran. Estas a su vez son función del gradiente de difusión generado por la presión del vapor de agua que es dependiente de la demanda evapotranspirativa de la atmósfera, de área foliar de las plantas y de la resistencia que encuentre el agua a su paso a través de la raíz y por el tejido conductivo del xilema. La evaporación del suelo pierde importancia respecto a la transpiración de la planta conforme estas crecen, debido a que el follaje sombrea gran parte del suelo reduciéndose así la evapotranspiración. El incremento del área foliar es el resultado de un mayor desarrollo vegetativo que va asociado con la absorción de nutrientes y con las temperaturas óptimas del suelo. La resistencia al movimiento del agua a través de las raíces y del tallo se aumenta por el cambio de viscosidad del agua a bajas temperaturas o por alteraciones al tejido conductivo del xilema, algunas veces cambios en la permeabilidad de la raíz dado por la suberización de esta puede provocar que en condiciones de alta demanda evapotranspirativa la planta no pueda cubrir sus necesidades hídricas, procediendo así al cierre de los estomas y consecuentemente se tendrá una reducción en la actividad fotosintética.

El acolchado plástico promueve una mayor velocidad de difusión y movimiento del agua en la planta debido a que mantiene condiciones de mayor temperatura en el suelo para que la planta optimice el proceso de absorción y transporte del agua, con la consiguiente repercusión en el crecimiento y desarrollo. Además, el plástico permite incrementar el proceso de transferencia o conducción de calor en el suelo permitiendo así que los procesos antes mencionados coadyuven al desarrollo de la planta (Rawitz y Katan, 1984, citados por SARI, INIFAP, 1988).

4.1.3.2. absorción y transporte de nutrientes. De acuerdo con Marer, 1979

(citado por SARH, INIFAP, 1988), la absorción de radiación solar varía de acuerdo con el color, humedad y textura del suelo, en general el suelo tiene una capacidad térmica relativamente alta y es un pobre conductor del calor, esto resulta de una penetración del calor muy lento, consecuentemente la absorción y transporte de nutrientes estará relacionado con la temperatura del suelo. Estudios realizados por Stapleton y Devay, 1984 determinaron que con películas plásticas usadas como acolchado de suelo, se mantienen temperaturas alrededor de 20°C durante gran parte de año teniendo con esto que el nitrógeno del suelo se encuentra altamente disponible para las plantas incrementando de esta manera la respuesta vegetativa de las plantas que a su vez se traduce en una mayor producción de granos o frutos Pullman et al., (1981) encontró que después de calentarse el suelo por varios meses con un arropado plástico, los nutrientes se encontraban más disponibles para las plantas en comparación con suelos que no se habían cubierto con una película plástica, esto es aún más importante en suelos de zonas semi-desérticas y cálidas en donde el efecto de las altas temperaturas provoca una mayor solubilidad de los elementos permitiendo a las raíces absorberlos más fácilmente que en condiciones de suelos con temperaturas más bajas.

4.1.3.3. producción de sustancias de crecimiento. Algunas

observaciones indican que los decrementos en temperatura del suelo afectan la morfología de las raíces por lo que éstas se vuelven más delgadas y menos ramificadas, esto posiblemente sea explicable por las pocas sustancias de crecimiento (auxinas) que se producen bajo esas condiciones. Son pocos los trabajos reportados en la literatura que indiquen la respuesta de las plantas o microorganismos del suelo sobre la cantidad de hormonas o enzimas que se modifican por el efecto del acolchado plástico. Hankin et al., 1982 (citado por SARH, INIFAP, 1988), realizó un trabajo en el cual se estudió el efecto de diferentes plásticos como arropado del suelo sobre la actividad enzimática y el rendimiento de cultivos vegetales. Sus resultados mostraron incrementos de temperatura muy significativos que modificaron la actividad de enzimas en el suelo, se observó que las enzimas proteasa, fosfatasa, celulosa, ureasa y lipasa sufrieron modificaciones durante los

meses primavera-verano. Estos autores consideraron que la actividad de los enzimas se modificó por el efecto del plástico más que por el efecto de la disponibilidad de nutrientes, pH y contenido de humedad del suelo ya que fue la actividad bacteriana la que produjo una mayor excreción de enzimas promoviendo esto un mayor crecimiento y desarrollo de los cultivos.

4.1.3.4. desarrollo del sistema radicular con acolchado plástico. Un adecuado abastecimiento de humedad para las plantas cultivadas depende principalmente de la profundidad y distribución del sistema radicular, etapa de crecimiento, retención y conducción del agua así como los factores climáticos que afectan la evapotranspiración.

El hecho de que la planta se desarrolle en un suelo acolchado con plástico, en el que por efecto de esa cubierta se encuentre humedad disponible a poca profundidad y haya también buenas condiciones de porosidad en el suelo debidas a la adecuada preparación del terreno se tendrá entonces un ambiente favorable para que ese cultivo desarrolle un sistema de raíces con un adecuado crecimiento lateral y con un mayor porcentaje de pelos absorbentes cuya función principal será la de absorber agua y nutrientes necesarios para sus procesos fisiológicos.

4.2. Control de Malezas

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea que se origina debajo de estas laminas plásticas dependerá considerablemente del color de las mismas, es decir, de su permeabilidad a la luz solar

Se puede evitar totalmente el crecimiento de estas utilizando un filme o lamina negra, aunque en las otras tonalidades (transparente, verde, marrón, gris-humo) aparecen malas hierbas en mayor y menor cuantía respectivamente, a veces no llegan a fructificar, ya que el plástico termina sofocandolas, a consecuencia de las altas temperaturas que se originan bajo el mismo (Robledo, 1988)

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el "coquillo" (*Cyperus rotundus* L.). Este efecto herbicida del plástico negro se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas, asimismo, con esta práctica se evita el uso frecuente de herbicidas comunes, que permiten el crecimiento exuberante de malezas no selectivas a los mismos. (Ibarra y Rodríguez, 1991)

El uso de plástico transparente permite que las malezas se desarrollen, según la especie, con más o menos exuberancia si no se toman las precauciones adecuadas. Esto sucede si se permite la entrada de aire a través de los agujeros de siembra o por los bordes del plástico (faunado a la alta temperatura que se forma bajo este), cuando el mismo no está bien enterrado.

La aplicación correcta del plástico transparente permite que la temperatura y humedad altas bajo el mismo quemen las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo. De este modo, el plástico transparente ofrece su efecto positivo sobre el terreno y sobre la planta (Ibarra y Rodríguez, 1991)

Actualmente existe un considerable número de reportes acerca de la bondad de esta técnica en el control de malezas y la mayoría de los autores coinciden en los siguientes aspectos en cuanto a eficiencia en control

- a) - Controlar la mayoría de plantas parásitas
- b) - Muestra control sobre una gran cantidad de especies anuales
- c) - Se reporta eficiencia en control de ciertas especies perennes

CUADRO 15. Susceptibilidad de especies de malezas con acolchado plástico.

ESPECIES	SUSCEPTIBILIDAD	LUGAR DE ENSAYO
<i>Poa annua</i>	S	California, Maryland, Israel
<i>Echinochloa crus-galli</i>	S	California, Maryland, Israel
<i>Cynodon dactylon</i>	MR	California
<i>Cixalis pycnantha</i>	S	California
<i>Solanum nigrum</i>	S	California
<i>Malva parviflora</i>	S	California
<i>Xanthium spinosum</i>	S	Israel
<i>Stellaria media</i>	S	California, Maryland
<i>Senecio vulgaris</i>	S	California
<i>Orbanche aegyptiaca</i>	S	Israel
<i>Amsinckia daviglasiana</i>	S	California
<i>Convolvulus arvensis</i>	S ¹	California, Maryland
<i>Eleusine indica</i>	MS	Maryland, Louisiana
<i>Solanum sarracoides</i>	S	California
<i>Lamium amplexicaule</i>	S	Israel, California, Maryland
<i>Datura stramonium</i>	S	Maryland
<i>Sorghum ulapense</i>	MR	Israel
<i>Chenopodium album</i>	S	California, Maryland
<i>Digitaria sanguinalis</i>	MS	Maryland, California
<i>Eragrostis sp</i>	MR	Maryland, California
<i>Monarda perfoliata</i>	S	California
<i>Chenopodium murale</i>	S	California, Israel
<i>Lactuca scariola</i>	S	California, Israel
<i>Sida spinosa</i>	S	Mississippi
<i>Portulaca oleracea</i>	MS	California, Maryland, Israel
<i>Calandria ciliata</i>	S	California
<i>Anagallis retroflexus</i>	S	California, Maryland, Israel

Continuación Cuadro 15.

<i>Anagallis sp</i>	S	California, Maryland, Israel
<i>Capsetta bursa-pastoris</i>	S	California, Maryland
<i>Abutilon theophrasti</i>	S	Mississippi, Maryland
<i>Melilotus alba</i>	R	California, Israel
<i>Avena fatua</i>	MS	California
<i>Oxalis stricta</i>	S	Maryland
<i>Cyperus sculentus</i>	MR	California

S= Susceptible, MS= Moderadamente Susceptible, MR= Moderadamente Resistente, R= Resistente.

*= Susceptible en semilla

Fuente: Standifer et al. 1984 citado por Munro, et al. SARH.1993

En forma general los factores de que depende la eficiencia del acolchado en control de malezas se puede resumir en

a).- Irradiación solar: A mayor intensidad de radiación solar se dispondrá de mayor energía para el calentamiento del suelo a niveles letales para la mayoría de especies de malezas en los niveles superiores del suelo. De aquí que es necesario que durante el periodo de acolchado del suelo con plástico transparente se tenga la mayor probabilidad de días despejados.

Temperatura ambiente. Las zonas productoras con mayor posibilidad de uso de la técnica de acolchado son las que muestran elevadas temperaturas durante la estación de crecimiento o bien durante el periodo de cobertura del suelo con el plástico. Esto es necesario sobre todo durante la noche, al establecer un gradiente drástico con bajas temperaturas ambientales.

b).-Tipo de suelo. Las propiedades térmicas de diferentes suelos varían con el calor, contenido de humedad y textura. En general los suelos tienen una alta capacidad térmica y una pobre penetración del calor en el perfil del suelo. De esta manera una onda de cambio de temperatura usualmente se transmite a razón de 2 a 3 cm /hr.

Usualmente, la superficie de la tierra puede recibir energía en forma de radiación $2\text{cal/cm}^2/\text{minuto}$ (constante solar), pero únicamente la mitad de esta llega finalmente al suelo, posteriormente parte de la energía se pierde en forma de radiación de onda a través de

conducción, convección y evaporación de agua. Este último es un factor muy importante en suelos húmedos. El calor que penetra en la superficie del suelo es almacenado en el mismo y durante la noche cuando el gradiente térmico se revierte este se libera.

c).-Especies de malezas. En general las semillas de plantas parasitas y especies anuales de malezas, se muestran más susceptibles a la acción de calor que las malezas perennes o las que se reproducen vegetativamente.

d).-Profundidad de las semillas de malezas en el suelo. Considerando que los suelos en general se muestran como pobres conductores de calor, consecuentemente, se tendrá un deficiente control de las malezas que sean capaces de emerger desde las capas profundas del suelo. Cabe hacer notar que un elevado porcentaje (80%) de las semillas de malezas con posibilidades de germinar se encuentran en los primeros 10 cm de profundidad, donde las condiciones de humedad, temperatura y presión de oxígeno son favorables para su germinación.

e).-Tiempo de cobertura del suelo con plástico transparente. En la mayoría de los estudios que se han realizado existe una alta correlación positiva entre tiempo de acolchado con porcentaje de control de malezas. También se observa una estrecha relación entre tiempo de aplicación del plástico con profundidad del suelo en que se observa control de malezas. De esta manera si se quiere tener un buen control de malezas a profundidades mayores de 10 o 15 cm es necesario periodos de acolchado con plástico de cuatro semanas o más dependiendo de las condiciones climáticas y características del suelo.

f).-Grosor del plástico. Si se considera el estrecho contacto que debe hacer entre la película del plástico y el suelo para evitar el efecto aislante de la capa de aire que se encuentra entre el suelo y el plástico, entre más delgado sea el material empleado, mayor será el incremento de la temperatura del suelo alcanzado. En forma práctica se recomiendan materiales plásticos transparentes entre 80 y 120 micras de grosor para acolchado de suelos.

4.3 Control de Patógenos

En este topico existe una gran cantidad de estudios sobre diferentes cultivos y patógenos, en diferentes condiciones climatico-edaificas y con estudios de apoyo de laboratorio. De esta manera general se reconocen dos efectos principales que son la inactivación Termica directa de microorganismos causantes de enfermedades y los efectos indirectos causados por cambios en poblaciones de microorganismos, favoreciendo el control biologico de determinados patógenos. Tambien se reconoce el efecto de temperaturas sub-letales sobre la tasa de reproduccion de determinados microorganismos, complementando de esta manera otros metodos de control.

Baker, 1970 (citado por Munro, et al. SARH,1993) resume los siguientes principios en el tratamiento del suelo utilizando calor por medio de peliculas plasticas para el control de enfermedades radiculares

- 1 - Los organismos vivos varian ampliamente en su tolerancia a altas temperaturas
- 2 - Los microorganismos parasitos mueren a temperaturas mas bajas que los saprofitos
- 3 - Mientras mas alto sea el contenido de humedad en el suelo, mayor sera la susceptibilidad de material vivo a la destruccion por calor
- 4 - El nivel de dominancia de proagulos de parasitos es directamente relacionado a su tolerancia al calor
- 5 - La alta temperatura requerida para matar un microorganismo esta directamente relacionado con el rango de temperaturas, en el cual el organismo se ha adaptado previamente durante su crecimiento
- 6 - Los efectos dañinos del tratamiento de calor en los microorganismos se establecen desde un rango de retardo en la germinacion hasta crecimiento parcial y muerte eventual o inmediata
- 7 - Los microorganismos parasitos mueren a temperaturas solo ligeramente dañinas para el hospedero

**ESTO TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Stapleton, 1985 (citado por Munro et al. SARTH, 1993) resume los resultados de control de hongos, bacterias y nematodos obtenidos con la técnica de acolchado de suelo (cuadro 16)

CUADRO 16. Respuesta de microorganismos fitopatógenos al acolchado.

HONGOS
<i>Phytophthora cinnamomi</i> , <i>Plasmodiophora brassicae</i> , <i>Phythium ultimum</i> , <i>P. spp.</i> , <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> , <i>P. terrestris</i> , <i>Didymella lycopersici</i> , <i>Verticillium dahliae</i> , <i>Verticillium albo-atrum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , f. sp. vasinfectum, <i>Fusarium oxysporum</i> , f. sp. <i>fragariae</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> , f. sp. <i>lycopersici</i> <i>Fusarium oxysporum</i> , f. sp. <i>pini</i> , <i>Thielaviopsis basicola</i> , <i>Sclerotium oryzae</i> , <i>Sclerotium cepivorum</i> <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotinia minor</i> , <i>Bipolaris sorokiniana</i> , <i>Macrophomina phaseolina</i>
BACTERIAS
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
NEMATODOS
<i>Cricone-mella venopax</i> , <i>Globodera rostochiensis</i> , <i>Helicotylenchus diaonicus</i> , <i>Heterodera schachtii</i> <i>Meloidogyne hapla</i> , <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Meloidogyne incognita</i> , <i>Paratrichodorus porosus</i> <i>Pratylenchus hamatus</i> , <i>Pratylenchus neomablycephalus</i>

Fuente: Stapleton, 1985 citado por Munro et al. SARTH 1993

4.3.1. Ventajas de la técnica de acolchado respecto a otros métodos de control.

- Es de aplicación directa en el campo ya que no se requiere necesariamente de equipo sofisticado
- Tiene menores efectos desfavorables sobre componentes vivos y no vivos del suelo comparado con otros medios de calentamiento del suelo
- Con la utilización de medios de esterilización del suelo se puede tener una rápida reinfestación de patógenos debido a la creación de un vacío biológico en el sustrato
- Con el calentamiento del suelo por medios artificiales, se puede tener toxicidad a los cultivos debido a la liberación de micronutrientes (liberación de Mn)

- Aprovechamiento de la fuente de energía más barata (energía solar)
- Se reduce la aplicación de herbicidas y fungicidas, limitándose al máximo de los problemas de contaminación ambiental

4.4. Control de la Erosión

Actualmente, es deprimente contemplar grandes extensiones de tierra antes productivas, en varios países del mundo, que se han convertido prácticamente en desiertos por causa de la explotación irracional y los métodos erróneos de cultivo

Con la técnica de acolchado de suelos, el control de la erosión causada por el viento y el agua, es quizá el efecto más importante del cultivo con cobertura. La erosión hídrica es controlada por la protección de la superficie del suelo contra la acción dispersiva de las gotas de lluvia y por el aumento de la infiltración. Por otra parte, la erosión se reduce porque la fuerza del viento en la superficie del suelo disminuye de un 5 a un 90% al chocar con la cubierta (Baver, 1980, citado por Rodríguez, 1984)

4.5. Calidad de los Frutos

Los filmes de plástico, al actuar de barrera de separación entre el suelo y la parte foliar de la planta, evita que los frutos estén en contacto directo con la tierra, obteniéndose éstos con una calidad y presentación tal que los hace ser más comerciables

Es muy aconsejable esta técnica para aquellas plantas que produzcan frutos rastreros, tales como: fresa, tomates, melones, pepinos, etc., ya que el plástico evita que se originen putrefacciones, ataques de insectos y, sobre todo, las enfermedades criptogámicas (caso muy frecuente en el cultivo de la fresa por el ataque de *Botrytis*) (Robledo, 1988)

V. CONCLUSIONES

La técnica de acolchado mediante el uso de películas plásticas permite generar las condiciones propicias para el establecimiento de una agricultura orgánica, ya que esta sustenta sus principios básicos en la eliminación o supresión de insumos químicos (fertilizantes y pesticidas), los cuales degradan al suelo y a los microorganismos que en él se encuentran, alteran los diferentes hábitats naturales y generan enfermedades a la población debido a los altos índices de contaminación en las cosechas.

Aunado a lo anterior la agricultura tecnificada ha provocado severos problemas en diferentes zonas productivas del país (Altiplano y Mesa Central) tales como erosión, compactación y degradación de suelos. El acolchado permite la reducción de estos problemas y por lo tanto es susceptible de ser utilizado en beneficio de las mismas.

La utilización de plásticos mediante la técnica de acolchado permite generar ambientes favorables para el desarrollo de las plantas y da lugar a manejar factores importantes que escasean hoy en día en la agricultura: ahorro de agua y mano de obra.

La técnica del acolchado tiene la ventaja de ser implementada en cualquier tipo de terreno con previo estudio del mismo para saber bajo qué condiciones se lleva a cabo y consecuentemente el manejo que debe darsele, puede ser factible de mecanizarse o no dependiendo de la zona y de los medios de producción con que se cuente en la misma, asimismo tiene la desventaja de no conocerse adecuadamente por la falta de difusión en zonas de bajo nivel económico así como por la poca asesoría por parte de técnicos o profesionistas, pero la principal desventaja es la inversión inicial cuando esta técnica se utiliza en cultivos comerciales a gran escala, aunque cuando se lleva a cabo es reductible a mediano plazo, siempre y cuando se le de el manejo adecuado.

En el aspecto de producción se presentan las siguientes ventajas:

1. Producción de cosechas tempranas. Con el uso del plástico se adelanta el desarrollo y madurez de los cultivos, con lo cual pueden ser introducidos al mercado antes que los productos no acolchados, con ello pueden atraer un mejor precio que el usualmente ofrecido por ser producidos antes que la principal estación empiece en el mercado, y en segundo lugar que esto continuamente puede ser considerado de importancia económica.

por los productores, asegurando su contacto con el comprador y la venta de sus productos al mercado.

En resumen, la anticipación a cosecha con el acolchado plástico varía desde 3 hasta 28 días promedio, dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento

- 2 - Producción de altos rendimientos. Cuando el acolchado plástico es usado en plantaciones tempranas, o para acelerar el grado de desarrollo de los cultivos, pueden observarse altos rendimientos, en esos casos el rendimiento extra incurra en costos extras de labores de cosecha, de empaque, de transporte y de acarreo, pero el mercado adicional retorna al productor para amortizar los costos de producción
- 3 - Se incrementan los rendimientos y se mejora la calidad de la cosecha, lo cual se debe al vigor de la planta y a que el polietileno evita el contacto directo de los frutos con el suelo. En algunos cultivos el ciclo vegetativo determina el grado de desenvolvimiento de la planta y, finalmente el rendimiento producido. Cuando el acolchado plástico es usado en plantaciones tempranas, o para acelerar el grado de desarrollo de los cultivos, pueden observarse altos rendimientos, en esos casos el rendimiento extra incurra en costos extras de labores de cosecha, de empaque, de transporte y de acarreo, pero el mercado adicional retorna al productor para amortizar los costos de inversión. El incremento en la producción mediante el acolchado de suelos puede oscilar desde 20 hasta 200% con respecto a los métodos convencionales de cultivo
- 4 - Se adelanta la germinación y la cosecha durante los meses fríos, principalmente en cucurbitáceas, debido a que el plástico transparente y el negro elevan la temperatura del suelo
- 5 - Los riegos son menos frecuentes porque la película de polietileno reduce la evaporación de la humedad del suelo en un 10 a 50 %, lo cual influye en el ahorro de agua y mantiene la humedad óptima para el desarrollo del cultivo
- 6 - Se evita el crecimiento de malas hierbas mediante el uso del plástico negro debido a que no pasa la luz. Si se usa polietileno transparente de noviembre a febrero es necesario limpiar bien el terreno para controlar la germinación de malas hierbas bajo el plástico

- 7.- Se incrementa la eficacia del uso de fertilizantes debido a la abundancia y vigor del sistema radical, el cual se desarrolla horizontalmente bajo el plástico en donde se encuentran los nutrientes
- 8.- No se hacen aporques, lo cual evita el rompimiento de raíces y contribuye a un sistema radical mas sano y eficiente para la absorcion de nutrientes. debido a que se previene el encostramiento, agrietamiento y compactacion del suelo
- 9.- Se reduce la incidencia de enfermedades y plagas insectiles del follaje. Las virosis disminuyen debido a que la reflexion de la luz ahuyenta a los insectos transmisores, por lo menos cuando el follaje de la planta no cubre totalmente le plástico. Tambien las enfermedades foliares fungosas y bacterianas se reducen ya que hay menos humedad relativa en las partes aereas del cultivo
- 10 - Se promueve la actividad de los microorganismos del suelo, incluyendo las bacterias nitrificantes porque la humedad, aireacion y temperatura del suelo son mas adecuadas y uniformes, lo cual resulta en una descomposicion mas rapida de la materia organica en el suelo y liberación de nutrientes para el desarrollo del cultivo
- 11 - Se reduce la fluctuacion de las temperaturas del suelo, dependiendo del color de la pelicula empleada. Durante el dia se transmiten al suelo las calorias recibidas haciendo un efecto de invernadero, lo cual es mas adecuado con el uso de plástico transparente en los meses de frio

Viendo lo anterior se puede decir que los plásticos seran de gran utilidad en la agricultura mexicana, ya que su utilizacion empieza a crecer considerablemente, todo ello propiciaria por lo tanto un cambio tecnologico en el ambito agricola, en donde se tendrá que dar una mejor preparacion a los técnicos e ingenieros para que puedan llevar a los productores los elementos necesarios que propicien la aceptacion del acolchado con filmes plásticos

Por todo lo anteriormente expuesto, se puede llegar a las siguientes conclusiones

- 1.- El uso de peliculas plásticas es factible de llevarse a cabo siempre y cuando se tenga la preparacion, el conocimiento y el manejo adecuado de las mismas

- 2.- Los acolchados plásticos tenderán a disminuir gradualmente el uso de productos químicos y por ende también disminuir el deterioro del medio ambiente, así como propiciar el manejo de productos orgánicos.
- 3.- Procurar llevar a cabo programas de experimentación entre productores, profesionistas, instituciones e industrias que permitan conocer e implementar el uso de plásticos para el acolchado

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Andrade R. F. J., Bernabé M. R. 1985 Efecto de la utilización de películas plásticas bajo la técnica de acolchado, en el cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo* var. Gray Zucchini), en tres densidades de siembra, en la zona de Cuautitlan de R. R., Estado de Mexico. Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan U. N. A. M. Mexico
- 2.- Bellapart V. C. 1988 Agricultura biologica en equilibrio con la agricultura quimica. Primera edicion. Edit. Aedos. Barcelona España
- 3.- Coudert, A. 1979 Envejecimiento de los plásticos en agricultura y la marca de calidad de filmes de polietileno. Revista de plasticos modernos, No. 271. Mexico, D.F.
- 4.- Cruz S. O. 1994 La agricultura organica como una alternativa para la agricultura sustentable. Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan U. N. A. M. Mexico.
- 5.- Cruz V. L. B. 1996. La sustentabilidad en la producción de café organico en la comunidad de Guadalupe de Guevea, Guevea de Humboldt, Oaxaca. Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan U. N. A. M. Mexico
- 6.- Dubois P. 1980. Los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España
- 7.- Garza M. D. 1990. Aspectos prehispánicos en el valle de Oaxaca. Cuadernos de trabajo Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, U. N. A. M. Mexico
- 8.- Hernandez X. E. 1977. Agroecosistemas de México. Contribución a la enseñanza, investigación y divulgación agricola. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- 9.- Ibarra J. L., Rodriguez P. A., 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Edit. Limusa, México, D.F.
- 10.- Ibarra J. L. 1994. Acolchado de suelos (Anexos) Quinto Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura, Saltillo, Coah. Méx.
- 11.- Jeavons J. 1991. Cultivo biointensivo de alimentos. Revision Ecology Action Willits, A. C., U. S. A.

- 12.- Lima A A, Mateos CH B 1988 Efecto de los acolchados en tomate (*Lycopersicon esculentum*) en el Valle del Vizcaino, BCS Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan UNAM Mexico
- 13.- Munro O D et al 1993 Consideraciones sobre el control de malezas y enfermedades del suelo mediante el uso de energia solar en cultivos hortícolas SARH, Centro de Investigaciones del Pacifico Centro Michoacan
- 14.- Palerm A. 1990 Mexico prehispanico Ensayos sobre evolucion y ecologia Consejo Nacional para la Cultura y las Artes Mexico, D F
- 15.- Ramirez V J 1991 Acolchado con plastico para cultivos hortícolas Agronomia en Sinaloa, Año 1, Abril-Junio, No 3
- 16.- Ramirez V J, Estrada R F J 1992 Acolchado con plastico para el desarrollo de hortalizas Folleto No 4259, Culiacán, Sin, Mex
- 17.- Ramirez V J 1992 La solarizacion del suelo, una alternativa para controlar patogenos y malas hierbas Agronomia en Sinaloa, Año 1, Octubre-Diciembre, No 2
- 18.- Mc Gill 1985 Revolucion de plásticos en la agricultura Revista "el surco" Núm 2 Edición mexicana
- 19.- Robledo de P F, Vicente I M 1980 Aplicacion de los Plasticos en la Agricultura Edicion Mundi-Prensa, Madrid, España
- 20.- Robledo de P F 1981 Aplicaciones de los plásticos en la agricultura española Revista plastinoticias Mexico
- 21.- Rodriguez C F 1984 Comportamiento del cultivo del melon (*Cucumis melo* L.) var Top Mark bajo acolchado de suelo con peliculas plasticas en tres diferentes ambientes en Saltillo Coahuila, Mexico Tesis de licenciatura Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan UNAM Mexico
- 22.- Rojas R T, Sanders E W 1985 Historia de la agricultura epoca prehispanica siglo XVI. Colección Biblioteca del INAH, México, D F
- 23.- SARH, INIFAP 1988 Uso de peliculas plasticas como arropado de suelo para la producción agricola Gómez Palacio, Dgo Mex
- 24.- Sociedad de ingenieros en plásticos A C 1976 Guia para la aplicación de los plásticos en la agricultura Industrias Resistol S A Mexico

25.- Wolf E. 1993. Pueblos y culturas de mesoamérica. Edit. Fondo de Cultura Económica. México, D.F.