

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA**



**“COMPARACIÓN ENTRE ACOLCHADO ORGÁNICO  
Y ACOLCHADO PLÁSTICO”**

**CASO DE ESTUDIO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**ESPECIALIZACIÓN EN AGROPLASTICULTURA**

**GASPAR SANTANA CHARLES**



**07 ENE 2005**

**DICIEMBRE DEL 2004.**

**RECIBIDO**

# CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA



Hace constar que el caso de estudio titulado:

## “COMPARACIÓN ENTRE ACOLCHADO ORGÁNICO Y ACOLCHADO PLÁSTICO”

Que presenta:

**GASPAR SANTANA CHARLES**

Como requisito parcial para obtener el grado de:

**ESPECIALIZACIÓN EN QUÍMICA ANALÍTICA  
OPCIÓN TERMINAL EN AGROPLASTICULTURA**

Ha sido dirigida por:

  
DR. LUIS IBARRA JIMÉNEZ

Y evaluada por:

  
M. C. MARÍA DEL ROSARIO QUEZADA MARTÍN

  
M. C. JUANITA FLORES VELÁSQUEZ

SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE DEL 2004.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	5
<i>Definición</i> .....	5
<i>Clasificación</i> .....	5
<i>Acolchado Orgánico</i> .....	6
<i>Materiales utilizados</i> .....	6
<i>Efectos benéficos</i> .....	11
<i>Desventajas</i> .....	16
<i>Resultados de Investigación</i> .....	20
<i>Acolchado Plástico</i> .....	24
<i>Materiales utilizados</i> .....	24
<i>Efectos benéficos</i> .....	27
<i>Desventajas</i> .....	31
<i>Resultados de Investigación</i> .....	32
<i>Comparación: Acolchado Orgánico vs Acolchado Plástico</i> .....	38
<i>Antecedentes</i> .....	38
ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO .....	46
ÁREAS DE OPORTUNIDAD .....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	50
NOMENCLATURA .....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	54

## INTRODUCCIÓN

Los acolchados son tan populares actualmente, pero este concepto no es nuevo. Por mucho tiempo los árboles crecidos en los bosques tenían una cubierta protectora natural, la cual se formaba por la caída de sus hojas y ramas al suelo (Rakow, 2004).

La palabra inglesa "mulch" se deriva probablemente de la palabra alemana "molsch", la cual significa algo blando que comienza a degradarse. Esto también se refería a los primeros productores que usaban la paja, las hojas y tierra suelta dispersadas en el suelo, para proteger las raíces de los cultivos (Rakow, 2004).

El acolchado ha sido una técnica empleada desde hace mucho tiempo por los agricultores. En sus inicios, consistió en la colocación sobre el suelo de residuos orgánicos en descomposición (paja, hojas secas, cañas, hierba, etc.) disponibles en el campo. Con estos materiales se cubría el terreno alrededor de las plantas, especialmente en cultivos hortícolas y florícolas, para obstaculizar el desarrollo de maleza, reducir la evaporación del agua del suelo y principalmente para aumentar la fertilidad (Ibarra y Rodríguez, 2002).

Las cubiertas flotantes, los túneles y los invernaderos son usados mundialmente para proteger los cultivos contra condiciones de cultivo desfavorables, tales como climas severos, insectos o aves. Esta protección incluye al acolchado, el cual ha sido ampliamente utilizado por la innovación de las películas plásticas. El papel, la paja y el vidrio fueron los principales materiales usados antes de los plásticos. El plástico fue utilizado inicialmente para la protección del frío, ahora también es utilizado para la protección contra el viento, insectos y enfermedades. El uso de las técnicas de protección comenzó con el uso del acolchado, después los túneles y los invernaderos, y finalmente las cubiertas flotantes (Tadashi y Fang, 2002).

Muchos acolchados diferentes, naturales y sintéticos, están disponibles actualmente; pero todos ellos cumplen con las 3 funciones básicas: reducir las pérdidas de agua del suelo, suprimir la maleza y proteger contra temperaturas extremas (Rakow, 2004).

Los acolchados protegen contra las gotas de lluvia, reduciendo la erosión de suelo y el encostramiento, e incrementando la penetración del agua al suelo. Además, mejoran la estructura de varias maneras. Cuando los acolchados orgánicos se descomponen, proporcionan materia orgánica que promueve la formación de agregados. Los agregados incrementan la aireación y mejoran las condiciones de humedad del suelo. Estas condiciones, estimulan el desarrollo adicional de raíces y la actividad de los microorganismos (Rakow, 2004).

Las características de un acolchado orgánico ideal son: que sea económico, disponible, fácil de aplicar y de remover, durable, que adicione materia orgánica al suelo y que este libre de maleza nociva, insectos y enfermedades (Rakow, 2004).

Los acolchados plásticos han sido utilizados comercialmente en hortalizas desde principios de 1960 (Lamont, 1996). Los plásticos que mayormente se emplean para el acolchado de suelos son el polietileno y el polivinilcloruro (Ibarra y Rodríguez, 2002).

Para obtener buenos resultados, se necesita integrar los diferentes componentes de un sistema de plasticultura. Estos componentes incluyen: acolchado plástico, riego por goteo, quimigación-fertigación, solarización, mallas rompevientos, tutorado, tecnología para cultivos continuos, manejo de plagas y enfermedades, técnicas de cultivo y mercadeo. Este sistema de plasticultura puede ser usado efectivamente por pequeños o grandes productores. Los principios básicos y el manejo requeridos para desarrollar un sistema de plasticultura exitoso son similares, independientemente del tamaño del área de cultivo (Lamont, 1996).

El acolchado negro calienta el suelo en la primavera, también en el verano, y puede ser a niveles que causen daño a las plantas. La paja, las hojas cortadas, agujas de pino y astillas de madera son efectivas como aislante en el invierno, pero no calientan el suelo para el inicio de la primavera. El acolchado plástico previene efectivamente la evaporación del suelo, pero

también no permite el paso del agua al interior del suelo. Aunque los acolchados minerales o sintéticos no contribuyen al incremento de la materia orgánica del suelo, algunos pueden contribuir a mantener maleza y enfermedades fuera del cultivo (Rakow, 2004).

No existe ningún acolchado perfecto, pero conocer las características de los diferentes tipos de acolchado nos puede ayudar a escoger el acolchado más adecuado para una determinada región (Rakow, 2004).

Una de las consideraciones en la elección del tipo de acolchado es en que estación se va a utilizar, por lo cual comúnmente se les llama acolchados de invierno y acolchados de verano o de cultivo. Los acolchados de invierno son usados principalmente como aislante para plantas leñosas, se colocan a fines del otoño para mantener el suelo uniformemente fresco durante el invierno. La paja, las hojas picadas y las agujas de pino son efectivas para este tipo de acolchado. Los acolchados de verano son normalmente aplicados después de que el suelo comienza a calentarse en la primavera. El papel principal de estos acolchados es calentar el suelo, reducir el crecimiento de la maleza y mantener la humedad (Rakow, 2004).

Otra consideración en la elección del tipo de acolchado es para que lugar se va a utilizar. El acolchado plástico y la paja son comúnmente usados en los campos horticolas y en las huertas de frutales, respectivamente. Las astillas de madera, los pedazos de corteza y las agujas de pino son apropiados para acolchar arbustos y alrededor de los árboles. Los acolchados delgados, tales como gránulos de corteza, virutas de madera y cáscara de coco son usados en plantaciones anuales o perennes. También hay que considerar el costo y la disponibilidad del acolchado (Rakow, 2004), así como el cultivo a acolchar (Dobbs, 2004).

Los acolchados orgánicos fueron un importante método de control de la maleza y de conservación de suelo, antes del desarrollo de los herbicidas. Con los esfuerzos recientes de reducir las aplicaciones de agroquímicos en los cultivos, hubo un incremento interesante en el uso de los acolchados para reducir el uso de los herbicidas. El número de acolchados disponibles se ha incrementado, y existen muchos materiales naturales y sintéticos. Hay películas plásticas de polipropileno de diferentes colores y espesores, que comúnmente son

usadas en la producción de hortalizas y frutales. Los acolchados de biomasa reciclada se componen de virutas de madera y tiras de periódico, los cuales se están volviendo más disponibles y económicos, para evitar tirarlos en los basureros. Los acolchados tradicionales tales como la paja y el forraje continúan siendo populares para los jardineros y productores orgánicos (Merwin *et al.*, 1995).

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### *Definición.*

El acolchado es una técnica que consiste en cubrir el suelo alrededor de las plantas, con una capa de material, para evitar el desarrollo de maleza, reducir la evaporación del suelo y aumentar la fertilidad (Ibarra y Rodríguez, 2002).

### *Clasificación.*

Los acolchados pueden ser clasificados en inorgánicos y orgánicos. Los acolchados inorgánicos incluyen materiales no vegetales como el plástico, piedras, piedra molida, entre otros (McCraw, 2004), que no se descomponen (Hoitink y Burkholder, 2004). Los acolchados orgánicos incluyen residuos animales (Hoitink y Burkholder, 2004) y principalmente cualquier material vegetal, como por ejemplo compostas, paja, aserrín y materiales similares (McCraw, 2004).

De acuerdo al tiempo de aplicación los acolchados se clasifican en: acolchados de verano, acolchados de invierno y acolchados permanentes.

- ***Acolchados de verano.*** Son colocados durante el ciclo de cultivo y son usados principalmente en flores y hortalizas. Su papel es mantener la humedad del suelo, reducir el crecimiento de la maleza y moderar las temperaturas del suelo. También son usados en invierno para reducir la erosión. Para cultivos perennes, pueden ser sustituidos por acolchados de invierno (Relf, 2001). Es frecuentemente aplicado después del trasplante o de la emergencia de las plántulas. El espesor de la capa de acolchado será influenciado por la textura del material. El espesor puede variar de 1 pulgada para el aserrín, peat moss, cáscara de semilla de algodón, compostas o materiales de densidad similar: hasta de 4 a 8



pulgadas para la paja, heno y caña de maíz. El camote no se beneficia con este tipo de acolchado, excepto en suelos muy arenosos y climas muy secos (Dobbs, 2004).

- ***Acolchados de invierno.*** Son usados principalmente para proteger arbustos y flores de las temperaturas severas de invierno y de las heladas. Son utilizados en la segunda mitad del otoño y sirven como protector durante el invierno (Relf, 2001). Son generalmente aplicados alrededor de las plantas, cuando las plantas entran en dormancia, esto generalmente ocurre a fines de diciembre. La cantidad de acolchado aplicado depende de la severidad del invierno, de la intensidad de los vientos secos y de la lluvia en esta estación (Dobbs, 2004).
- ***Acolchados permanentes.*** Son usados para proteger árboles y arbustos durante más tiempo. Si se utilizan acolchados orgánicos, éstos necesitan ser rellenados anualmente (Relf, 2001).

### ***Acolchado Orgánico.***

Las podas del pasto, la paja, las hojas de pino, las hojas de los árboles, las compostas, el peat moss, aserrín y la corteza son ejemplos de acolchados orgánicos. Con el tiempo los acolchados orgánicos se descompondrán y formarán parte del suelo, agregando a este materia orgánica, la cual mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes y ayuda a mantener la humedad. Sin embargo, como los acolchados orgánicos se descomponen, después deben ser reemplazados (Clatterbuck, 2004).

### ***Materiales Utilizados.***

Los acolchados orgánicos pueden descomponerse en un solo ciclo de cultivo o en más de un ciclo. Son usados principalmente alrededor de árboles y arbustos. Al descomponerse

incrementan los niveles de materia orgánica del suelo, mejorando su estructura (Starbuck, 2000).

- ◆ **Virutas de madera o de corteza.** Se utilizan en árboles, arbustos, plantas perennes y plantas de frutos pequeños. Favorecen la actividad de los microorganismos benéficos y las lombrices de tierra. Con el tiempo ayudan a reducir la compactación del suelo. En plantas perennes y arbustos pueden reducir las necesidades hídricas hasta de un 50 %. Este tipo de materiales incorporados al suelo causa deficiencias de nitrógeno (Whiting y Tolan, 2003), debido a que tienen una relación C : N alta, la cual provoca la disminución del nitrógeno disponible (Rakow, 2004). El uso de virutas finas o aserrín pueden atrapar nitrógeno y disminuir los niveles de oxígeno en el suelo. Estas virutas de madera o corteza no son recomendadas para hortalizas o flores anuales. Las virutas de madera se descomponen rápidamente, enriqueciendo el suelo; mientras que las virutas de corteza se descomponen lentamente. El espesor del acolchado para virutas pequeñas es de 1 a 2 pulgadas y para virutas grandes de 3 a 4. La capa debe estar separada del tronco mínimo 6 pulgadas (Whiting y Tolan, 2003). Este material debe ser envejecido o compostado, porque puede dañar a las plantas debido a la formación de ácidos orgánicos durante su descomposición (Relf, 2001). El acolchado en exceso provoca la asfixia de las raíces y cánceres en la base de los troncos de los árboles, por lo cual se debe aplicar cada 2 o 3 años (Rakow, 2004). Tienen un muy bajo contenido de nutrimentos y un control moderado de la maleza (Koenig *et al.*, 1997).
- ◆ **Virutas de cedro.** Son más utilizadas que el aserrín, porque el aserrín es fitotóxico para las raíces (Whiting y Tolan, 2003).
- ◆ **Pasto podado.** Debe aplicarse seco y en capas delgadas, para que permita su secado y descomposición entre aplicaciones. No se debe utilizar pasto fresco, porque afecta la aireación del suelo y la infiltración del agua. Este material se recomienda para hortalizas y flores anuales (Whiting y Tolan, 2003). No se debe utilizar pasto podado que haya sido tratado con pesticidas (Williams, 1997) o infestado de maleza (Jauron, 1997). Tiene un alto contenido de nutrimentos y un control bajo de la maleza (Koenig *et al.*, 1997).

- ◆ **Periódico.** Puede ser usado en combinación con las virutas de madera o de corteza, o con el pasto, para sujetarlo al suelo. Tienen un buen control sobre la maleza porque no dejan pasar casi nada de luz. No se debe usar capas gruesas de periódico, porque su gran contenido de carbono puede afectar al nitrógeno (Whiting y Tolan, 2003).
- ◆ **Corteza.** Hay comercialmente disponibles paquetes de trozos, virutas o pedazos, en los Estados Unidos. Este material es atractivo, libre de maleza y se descompone lentamente. La corteza de cedro y ciprés son los más tardados en descomponerse. Se recomienda para utilizarse alrededor de árboles, arbustos, rosales y en camas permanentes (Jauron, 1997). Algunos tipos de corteza pueden ser tóxicos para plantas jóvenes, principalmente si es fresca, si es de tamaño pequeño, si es espesa y en altas proporciones (Rakow, 2004). Tiene un bajo contenido de nutrimentos y un control moderado de la maleza (Koenig *et al.*, 1997).
- ◆ **Corteza de madera dura.** Esta corteza picada es el material más popular para el acolchado usado en los cultivos orgánicos. Su pH es ligeramente alcalino, pero se puede manejar con azufre elemental (Williams, 1997), y puede causar una leve deficiencia de nitrógeno (Hoitink, 2004).
- ◆ **Corteza de madera suave.** Especies de pinos anchos, abetos y de árboles de secoya son los tipos más comúnmente usadas. La reacción de estos materiales es ácida. Esta corteza se descompone más lentamente que la corteza de madera dura (Williams, 1997). Un espesor de 2 a 3 pulgadas de corteza de pino provee un buen control de la maleza. Este tipo de corteza tiene la desventaja que puede atraer a termitas y a otros insectos (Kluepfel y Polomsky, 2004).
- ◆ **Compostas.** Estos materiales mejoran la estructura del suelo y aumentan los niveles de los nutrimentos del suelo (Williams, 1997). Tiene un alto contenido de nutrimentos y un control alto de la maleza (Koenig *et al.*, 1997).

- ◆ **Forraje de leguminosas.** Es usado ampliamente por los agricultores, desde que se hizo más disponible. No requiere aplicaciones adicionales de nitrógeno (Williams, 1997).
- ◆ **Hojas.** Usadas extensamente en áreas de bosques y donde los árboles son abundantes. Este material es el menos caro y es más efectivo cuando está compostado (Williams, 1997). Se recomiendan para hortalizas, frambuesas, ornamentales, árboles y arbustos. Aún cuando las hojas de roble provocan una reacción ácida, se pueden utilizar en los jardines. Las hojas son un acolchado deficiente de invierno para la frambuesa y cultivos herbáceos perennes (Jauron, 1997). Se recomiendan de 2 a 3 pulgadas de espesor para un buen acolchado (Kluepfel y Polomsky, 2004). Tienen un alto contenido de nutrimentos y un control bajo de la maleza (Koenig *et al.*, 1997). Tienen una moderada fuente de semilla de maleza y de inoculo para las enfermedades (Clatterbuck, 2004).
- ◆ **Peat Moss.** Es uno de los materiales más comúnmente usados para el acolchado orgánico, pero tiene la desventaja que es caro, cuando se utiliza en grandes superficies. El tipo ordinario es el que se utiliza en el acolchado (Williams, 1997). Tiene un bajo contenido de nutrimentos y un control moderado de la maleza (Koenig *et al.*, 1997).
- ◆ **Agujas de pino.** Este material hace al acolchado más ligero y atractivo. Se recomienda el uso de las agujas secas. Como este material provoca una reacción ácida, se recomienda para plantas que requieren un pH ácido (Williams, 1997). Se descomponen lentamente, por lo cual pueden durar varios años, pero se pueden remover fácilmente (Jauron, 1997). Se recomienda una pulgada de espesor del acolchado (Kluepfel y Polomsky, 2004). Tienen la desventaja de que no están disponibles en gran volumen y que tienen que ser aplicadas anualmente (Rakow, 2004). Tiene una moderada fuente de semilla de maleza y de inoculo para las enfermedades (Clatterbuck, 2004).
- ◆ **Aserrín.** Su descomposición causa deficiencias de nitrógeno, por lo cual se hacen aplicaciones de nitrógeno frecuentemente (Williams, 1997). Es fácil de aplicar, libre de maleza y se descompone lentamente. Este material debe dejarse envejecer por un año antes de utilizarse, si se utiliza fresco debe tener un espesor máximo de 1 pulgada (Jauron,

1997). si esta envejecido se recomienda de 3 a 6 pulgadas de espesor para el acolchado (Relf, 2001). Se recomienda para arándano, rododendron y plantas perennes (Rakow, 2004). Tiene un bajo contenido de nutrimentos y un control alto de la maleza (Koenig *et al.* 1997).

- ◆ **Paja.** Usada para la protección contra el invierno y como un acolchado de verano en las hortalizas. Es altamente inflamable y no debe ser usado en áreas de mucho tránsito (Williams, 1997). Es muy adecuada para la fresa, y los tipos de paja más comunes son la de trigo, de avena y la de soya (Jauron, 1997). Tiene algunos problemas como: contenido de granos que pueden germinar, abriga roedores, provoca deficiencias de nitrógeno, debe ser aplicado anualmente y es volátil al viento. Por otro lado, es barata, tiene un buen control de la maleza, mantiene la humedad del suelo y protege de las heladas en el invierno (Rakow, 2004). Tiene un bajo contenido de nutrimentos y un control bajo de la maleza (Koenig *et al.* 1997). Tiene una pobre fuente de semilla de maleza y de inoculo para las enfermedades (Clatterbuck, 2004).
  
- ◆ **Cáscara de cacao.** Es un subproducto de la producción de chocolate. Es ligera, fácil de manejar, tiene un atractivo color café y un aroma especial. Es cara, pero se requieren de 1 a 2 pulgadas para el acolchado. Se recomiendan para cultivos anuales, perennes y rosales (Jauron, 1997). Otra cuestión es que contiene un alto contenido de potasio que puede ser tóxico para algunas plantas (Rakow, 2004) y que se pueden formar mohos en la superficie (Feucht, 2004).
  
- ◆ **Olotes de maíz molidos.** Este material se oscurece gradualmente con el tiempo, es libre de maleza, de peso ligero y fácil de manejar. Se descompone lentamente y es comúnmente usado en árboles y arbustos. Este material es excelente para el acolchado de la frambuesa, pero su inconveniente es la disponibilidad (Jauron, 1997) y que pueden retener demasiada humedad (Feucht, 2004).

- ◆ **Coberturas vegetales.** Muchas especies de plantas tales como la hiedra, la pervinca, la pachysandra, pasto mondo y el liriopé, entre otras: cubren el suelo y después actúan como acolchado (Kluepfel y Polomsky, 2004).

### ***Efectos Benéficos.***

Ya que los acolchados orgánicos se derivan principalmente de material vegetal, al descomponerse provocan efectos dentro de los cuales están:

**Controla la maleza.** Impide que la maleza reciba la luz del sol, que necesita para crecer. La maleza más grande puede tener bastante energía almacenada para empujar a través del acolchado y debe quitarse antes acolchar. Se debe colocar una capa de acolchado a una profundidad de dos a cuatro pulgadas para un buen control de la maleza (Neveln, 2004). Si el material de acolchado está libre de semillas de maleza, si es aplicado correctamente o si la capa de acolchado es espesa, las semillas no germinarán y si germinan no podrán atravesar el acolchado. La maleza anual de hoja ancha y los pastos pueden crecer atravesando la capa de acolchado orgánico (Williams, 1997).

Usando los cultivos de cobertera como un acolchado orgánico, tiene ventajas como competir con la maleza en el establecimiento de sus semillas, no abriga plagas y enfermedades comunes (Little y Rogers, 2004).

Algunas especies de trébol como: *Trifolium hybridum*, *T. michelianum* var. *balansae*, *T. alexandrinum*, *T. incarnatum*, *T. resupinatum*, *T. pratense* y *T. repens*, proporcionan un buen control de la maleza anual *Brassica juncea*, utilizadas como cultivos de cobertera (Ross *et al.*, 2001).

Algunos químicos son liberados de los cultivos de cobertera al suelo, que después son utilizados como acolchado, los cuales pueden inhibir el crecimiento de otras plantas (Little y Rogers, 2004), de algunas plagas como nemátodos e insectos (Caamal *et al.*, 2001); este efecto es llamado alelopatía. Este efecto ocurre principalmente con cultivos del género *Capsicum* y

puede ser evitado dejando un poco de tiempo entre el corte del cultivo de cobertera y el trasplante (Little y Rogers, 2004), como por ejemplo usando algunas leguminosas como las especies de frijol Velvet y Jack, se dejan de 15 a 20 días después de que se han cortado (Caamal *et al.*, 2001).

Otro ejemplo de la alelopatía es el control de algunas malezas como: *Sonchus asper*, *Matricaria inodora*, *Amaranthus hybridus*, *Echinochloa crusgalli*, *Alopecurus myosuroides*, mediante la fuerte supresión de la germinación de sus semillas, por el efecto inhibitorio de los isotiocianatos que son liberados por las especies de nabo *Brassica rapa* y *Brassica napus*, utilizadas como material de acolchado (Petersen *et al.*, 2001).

**Conserva la humedad.** Un galón de agua por yarda cuadrada puede evaporarse del suelo expuesto en un día de verano caliente y soleado. Una capa buena de acolchado ayuda a reducir la pérdida de agua de la superficie del suelo. Esto permite a las plantas tener un suministro de humedad consistentemente adecuado del suelo, cuando estén en riesgo de marchitarse (Neveln, 2004; McGraw, 2004).

A una tensión de humedad en el suelo de 30 KPa, la cantidad total de agua aplicada en el cultivo de ciruelo es menor, cuando se cubre con cubiertas orgánicas como el estiércol bovino seco y paja de maíz, obteniendo ahorros del 20 % con el estiércol y del 13 % con la paja de maíz (Del Angel *et al.*, 2001).

Mediante la labranza de conservación y el uso de coberturas orgánicas, como por ejemplo el estiércol bovino seco, se mantiene la humedad del suelo hasta en un 35.93 %, mediante la aplicación de 40 t ha<sup>-1</sup>, con un 90 % de cobertura del terreno (López *et al.*, 2000).

**Protege el suelo.** Porque los acolchados orgánicos son fibrosos, actúan como aislante y mantienen el suelo varios grados más fresco que el suelo desnudo. Por esta razón, es mejor aplicar el acolchado una vez que el suelo se ha calentado en la primavera. Los suelos más frescos disminuyen el estrés de calor para las raíces. Cuando las raíces se ponen demasiado calientes, respiran más y usan las reservas de nutrientes, lo cual reduce el crecimiento

(Neveln, 2004). Los acolchados orgánicos como las compostas y aserrín mantienen el suelo fresco en el verano (McGraw, 2004).

**Proporciona nutrimentos.** El acolchado orgánico derivado de material vegetal, al descomponerse enriquecerá y mejorará la estructura del suelo (Rose y Smith, 2001), mediante el incremento de la materia orgánica presente en el suelo (Little y Rogers, 2004). Los acolchados descompuestos parcialmente, como las hojas de composta o abonos, proporcionan una buena fuente de nutrimentos y son menos probables a causar una deficiencia de nitrógeno que la corteza, la madera picada, o la paja (Neveln, 2004). Los acolchados orgánicos contienen macro y micronutrimentos, pero no deben considerarse sustitutos de los fertilizantes. De hecho, materiales como la paja, virutas de madera y aserrín tienen altos contenidos de carbono y nitrógeno, aún así una cierta cantidad de nitrógeno debe aplicarse al momento de acolchar (Rose y Smith, 2001). Los acolchados orgánicos mineralizan y liberan nutrimentos que las plantas pueden utilizar, y dejan sustancias húmicas como residuos. Estos beneficios desaparecen si no se continúa aplicando el acolchado (Hoitink, 2004).

Los cultivos de cobertura como leguminosas, utilizados después como acolchado, proveen cantidades significativas de materia orgánica al suelo, principalmente de nitrógeno (Caamal *et al.*, 2001).

Con la incorporación de estiércol de pollos en las huertas de durazno, se incrementan los niveles de nitrógeno y fósforo en el suelo, en un rango similar a la aplicación de los fertilizantes convencionales, con la cual se obtienen rendimientos (tamaño de fruto) similares (Preusch y Tworkosky, 2003).

**Mejora la estructura del suelo.** Cuando se combina con el suelo, el acolchado proporciona materia orgánica que mejora la condición física del suelo. Las partículas de la materia orgánica ayudan a mejorar la capacidad de retención de agua, el drenaje y la aireación del suelo. Esto es realmente cierto para los suelos pesados, tales como suelos sedimentados, arcillas, y las arcillas húmedas (Neveln, 2004; Rose y Smith, 2001).



Los acolchados orgánicos mejoran la estructura del suelo, la cual usualmente incrementa el crecimiento radical. La adición de materiales como hojas, peat moss y corteza picada produce casi un efecto inmediato. Si todavía no se ha descompuesto el acolchado, promoverá la granulación o la adherencia de las partículas del suelo. Durante la descomposición del material orgánico, los microorganismos del suelo secretan una sustancia pegajosa que ayuda a la granulación. Este proceso es particularmente importante en suelos pesados. Realizar las labores de cultivo cuando el suelo está demasiado húmedo, destruye la buena estructura del suelo. Cuando se utiliza el acolchado, el deshierbe es reducido o eliminado (Williams, 1997). Aumentan la capa de humus del suelo (Campbell, 2004).

El uso continuo del acolchado orgánico hace que el suelo sea más suelto, en el cual el movimiento del agua y del aire es mucho más fácil: además de que esta estructura de suelo con el acolchado, es capaz de resistir la erosión durante las lluvias (Little y Rogers, 2004).

Mediante la aplicación de podas de pasto, corteza, abonos animales y cáscaras, a plantaciones de vid, la densidad específica disminuyó ligeramente un poco, las poblaciones de hongos benéficos se incrementó positivamente, las podas utilizadas como acolchado no incrementó el inóculo de *Botrytis* presente en el viñedo, las poblaciones de lombrices no aumentaron. Se detectó un cierto incremento en la actividad de las enzimas de resistencia inducidas. La absorción de los nutrimentos producidos por el acolchado fue más notable en los pecíolos; no hubo un marcado incremento en los niveles de nutrimentos en las hojas, aún cuando los niveles en el suelo fueron altos, lo que sugiere que las hojas regulan la absorción de los nutrimentos. Los acolchados no tuvieron un efecto significativo en los rendimientos. Los grados Brix y la acidez titulable no fueron afectados por el uso de los acolchados, solo hubo un ligero incremento en el pH del jugo de la uva. Los acolchados tuvieron un efecto positivo en el incremento del nitrógeno disponible para la fermentación en el jugo de la uva, también se observó un incremento en los niveles de Potasio. El uso de los acolchados no incrementó la cantidad de pudriciones por *Botrytis*, por el contrario se observó una posible reducción. Los acolchados provocaron un ligero incremento en el crecimiento vegetativo de la vid. Por último, el uso de los acolchados no redujo la temperatura del aire del dosel, por lo cual el riesgo de heladas no se incrementó (McDonald y Wheeler, 2002).

**Mejora la actividad microbiana.** Los acolchados orgánicos sirven como alimento para muchos microorganismos del suelo. Estos organismos son necesarios para mantener y promover la formación de agregados del suelo. Este acolchado también ayuda a mantener la temperatura del suelo constante, para que la actividad de los microorganismos suceda a un ritmo constante (Williams, 1997). Por lo cual la actividad microbiana se ve favorecida con la adición de estos materiales vegetales, y los niveles de los microorganismos de suelo se incrementan grandemente, y pueden ayudar a la protección de las plantas contra la infección de enfermedades causadas por hongos o bacterias (Little y Rogers, 2004). Generalmente, los acolchados orgánicos inhiben a los microorganismos indeseables tales como los patógenos de suelo, que causan enfermedades. Pero también estimulan la actividad de muchos tipos de microorganismos benéficos, tales como las micorrizas (Hoitnik, 2004).

**Incrementa la longitud de la raíz.** Las cubiertas orgánicas, en particular la de pasto, incrementan la longitud y densidad de la raíz de los árboles de manzano, a 30 cm del tronco y en los primeros 30 cm de profundidad (Ibañez *et al.*, 2000).

**Incrementa la productividad.** Del Angel *et al.* (2001) mencionan que la mayor eficiencia en el uso del agua en el cultivo de ciruelo, se obtuvo mediante el riego diario sobre las coberturas orgánicas de estiércol bovino seco y paja de maíz. Mediante la labranza de conservación y el uso de coberturas orgánicas, como por ejemplo el estiércol bovino seco, incrementan los rendimientos en el cultivo de la alfalfa en un 42.39 %, mediante la aplicación de 10 t ha<sup>-1</sup>, y de un 37.85 % con la aplicación de 20 t ha<sup>-1</sup> (López *et al.*, 2000).

La utilización de residuos de cosecha como coberteras, tales como la cañuela de maíz molida, contribuyen a obtener mayores rendimientos de cacahuete y maíz, debido a que propician una mayor conservación de la humedad (Ruiz *et al.*, 2001).

La combinación de aserrín de pino sin compostar y virutas de madera utilizada como acolchado, propicia altos incrementos en los rendimientos (gramos por planta) de las

variedades Blue Ridge, Cape Fear, Giorgiagem y O'neal, de arándano (Clark y Moore, 1991).

**Incrementa el crecimiento vegetal.** El crecimiento foliar se ve favorecido cuando existe una mayor disponibilidad de agua en el suelo, la cual es provocada por los acolchados orgánicos, ejemplo el estiércol bovino seco en ciruelo (Del Angel *et al.*, 2001). Mediante el uso de acolchados orgánicos, tales como hojas de árboles de madera dura, trozos de pino, paja de pino, podas de pasto y ramas picadas, el crecimiento radial del tronco de los árboles de nuez jóvenes se incrementa de un 60 a un 70 % (Foshee *et al.*, 1996).

**Otros efectos.** Cuando se usa alrededor de los árboles, el acolchado protege los troncos del daño de la podadora. En un jardín hortícola, el acolchado puede mantener los productos limpios y secos, reduciendo el riesgo de pudriciones antes de la cosecha (Neveln, 2004). Algunos acolchados orgánicos como la corteza de árboles y el aserrín, incrementan la dispersión de rizomas (De Gomez y Smagula, 1990).

### ***Desventajas.***

Los acolchados orgánicos utilizados apropiadamente pueden cumplir con todos los beneficios de cualquier acolchado plástico, con la excepción de la protección contra el frío. Sin embargo, los materiales naturales para acolchado a menudo no están disponibles en las cantidades adecuadas para la producción comercial, o deben ser transportados al lugar de uso. Los materiales naturales no son fácilmente distribuidos en las áreas de cultivo y requieren de una considerable labor manual. Generalmente los problemas logísticos han restringido el uso de los acolchados orgánicos por los grandes agricultores y su uso se ha limitado a los pequeños agricultores (McGraw y Motes, 2004).

Algunos acolchados orgánicos ricos en celulosa como la madera, pueden promover el crecimiento y desarrollo de masas de esporas que se dispersan en el aire, se depositan en las casas y automóviles, y son difíciles de eliminar. Otros acolchados producen setas que pueden ser tóxicas para los seres humanos, por lo cual deben eliminarse inmediatamente del campo de cultivo (Kluepfel y Polomsky, 2004).

**Modifica el pH.** El uso continuo de un mismo acolchado orgánico puede causar la muerte de las plantas, por el cambio en los niveles de acidez. Acolchados como la corteza de pino puede provocar un pH de 3.5 a 4.5, cuando se usan continuamente. El pH del suelo puede ser cambiado dependiendo del acolchado seleccionado. Por ejemplo, muchas compostas provocarán un pH ligeramente alcalino (mayor a 7.0), el cual es excelente para usarse en suelos ácidos. Mientras que el uso continuo de hojas de roble, agujas de pino, corteza de pino y turba de musgo incrementan la acidez (Rose y Smith, 2001).

**Causas deficiencias de nutrimentos.** El uso continuo de algunos tipos de acolchado orgánico, provoca que el rango óptimo de pH para la asimilación de los nutrimentos sea modificado, ocasionando deficiencias de micronutrimentos, tales como fierro y manganeso. Esto se puede evitar rotando los tipos de acolchado (Maynard, 2004). Materiales orgánicos sin compostar como los recortes de césped, las hojas, y paja pueden causar el agotamiento de nitrógeno en el suelo, como su disminución. Sin embargo, una vez que el acolchado se descompone, el nitrógeno se libera de nuevo en el suelo. Use material bien compostado o complemente con un fertilizante comercial (Neveln, 2004). Los altos contenidos de carbono y nitrógeno de los materiales vegetales utilizados para el acolchado, son fácilmente descompuestos por los microorganismos. Estos microorganismos requieren de nitrógeno para multiplicarse y sobrevivir; por lo cual debe aplicarse nitrógeno adicional, si no habrá una deficiencia de este elemento (Rose y Smith, 2001; Williams, 1997).

**Estimula las enfermedades.** Algunos organismos causantes de enfermedades, como los hongos, necesitan mucha humedad para infectar el tejido de la planta. Cuando se coloca el acolchado demasiado cerca de los tallos de la planta, puede causar enfermedades como las pudriciones y canchales, porque mantiene los tallos constantemente húmedos. Se debe procurar que el acolchado no toque los tallos de la planta, y nunca use acolchados que contengan cualquier clase de tejido enfermo (Neveln, 2004). Organismos indeseables como bacterias, hongos y nemátodos que causan enfermedades, pueden algunas veces desarrollarse en el suelo a través del acolchado orgánico. Los mohos a menudo se desarrollan en los acolchados orgánicos, si se mantienen demasiado húmedos. El revolvimiento de los acolchados

ocasionalmente permitirá que la superficie se seque rápidamente y reduzca el crecimiento de los mohos (Williams, 1997).

Algunos microorganismos como los hongos pueden volverse perjudiciales, cuando se aplican acolchados orgánicos, y pueden causar enfermedades. Este efecto negativo depende del tipo de materia orgánica producida por el material orgánico y del grado de descomposición antes de ser aplicado al suelo. La temperatura, pH y contenido de humedad de éstos materiales justo antes de ser aplicados, también tienen un cierto efecto (Hoitink, 2004).

Acolchados frescos preparados de árboles o plantas enfermas, pueden propiciar el establecimiento de fitopatógenos como *Verticillium dahliae* y *Rhizoctonia solani*, debido que estos patógenos se alimentan de la celulosa proporcionada por la madera. Una capa de acolchado de 4 a 6 pulgadas de astillas de madera frescas, han mostrado que inhiben el desarrollo de micorrizas durante una reforestación. Temperaturas altas producidas por material compostado fresco, los altos contenidos de humedad y un pH ácido favorecen el establecimiento de patógenos causantes de enfermedades (Hoitink, 2004).

**Estimula las plagas.** El acolchado orgánico proporciona una humedad, refugio oscuro para los caracoles y otras plagas de jardín. El acolchado usado para protección en invierno, puede proveer nidos para los ratones y otros roedores pequeños. Algunos insectos también pueden permanecer en residuos de cosecha (Neveln, 2004). Por ejemplo, la cáscara de coco, corteza de pino, corteza de eucalipto y la corteza de Ciprés aumentan las poblaciones de la plaga *Myndus crudus*, que es el vector del amarillamiento letal de cocotero (Howard y Oropeza, 1998).

**Riesgo de un incremento de la maleza.** La paja y los materiales compostados, pueden introducir semillas de maleza, creando más maleza que la que podría haber estado inicialmente presente (Neveln, 2004; Williams, 1997).

**Causa trastornos por la temperatura producida.** La propiedad aislante del acolchado puede trabajar contra él. Si el acolchado es aplicado demasiado temprano en la

primavera, el suelo puede quedar demasiado fresco. Esto puede retardar el brote en los árboles y arbustos o resultar en fechas tardías de siembra en cultivos anuales. En el otoño, el acolchado puede mantener las temperaturas de la tierra demasiado calientes. Esto puede forzar de nuevo, el crecimiento en algunas plantas perennes, haciéndolas más propensas al daño por heladas (Neveln, 2004).

**Toxicidad.** Aunque el acolchado beneficia a las plantas, el uso del acolchado fermentado, proveniente de material compostado puede dañar rápidamente los tejidos vegetales y bajar el pH del suelo causando daño o la muerte de la planta. Las plantas leñosas cultivadas en camas o en surcos bajos son más fácilmente dañadas. Esta fermentación del acolchado es causada por un deficiente manejo y almacenamiento en el proceso de compostaje, provocando condiciones anaerobias. En estas condiciones, los microorganismos (principalmente bacterias) producen sustancias tóxicas, tales como metanol, ácido acético, gas amonio y sulfuro de hidrógeno. La toxicidad de un acolchado se presenta a un pH de 1.8 a 2.5 (Kluepfel y Polomsky, 2004).

**Exceso de los acolchados.** Los excesos en los acolchados orgánicos provocan ciertos efectos en los arboles, los cuales son (Maynard, 2004):

- *Humedad excesiva y pudriciones radiculares.* Las aplicaciones repetidas de los acolchados pueden causar que el suelo y la zona se llene de agua y se sofocuen las raíces, estos efectos se presentan en un tiempo de 3 a 5 años, dependiendo de la especie y del tipo de suelo. Cuando los niveles de oxígeno bajan del 10 %, se presentan estos efectos.
- *Tejido interno de la corteza muerto.* Arriba de la superficie del suelo, el tejido no es capaz de realizar el intercambio gaseoso, esto hace que este tejido muera internamente, y las raíces no puedan recibir la energía producida por las hojas, lo cual por último provoca que la planta muera.
- *Provoca enfermedades.* Como la mayoría de las enfermedades causadas por hongos y bacterias requieren de alta humedad para crecer y reproducirse, la alta humedad provocada favorece su establecimiento, lo cual provoca enfermedades en el tronco como canchales, que debilitan al árbol y finalmente lo matan.

- *Calor excesivo.* Una capa gruesa de acolchado al empezarse a descomponer puede generar un calor excesivo, similar al de una composta, y cuando alcanza de 48, 9 a 60 °C, puede matar a los árboles o evitar el endurecimiento de la corteza en el otoño, proceso que los árboles realizan para soportar el invierno. También puede dañar las raíces, y afectar la producción de los reguladores de crecimiento que los prepara para soportar el invierno.
- *Daño por roedores y bichos.* Algunos bichos y roedores se pueden hospedar en el acolchado, los cuales dañan a la corteza de la base del árbol y provocar el debilitamiento o la muerte del árbol, si el porcentaje de corteza circular dañado es casi el 100 %.

### ***Resultados de Investigación.***

Las prácticas que ayuden a conservar y mantener mayor disponibilidad de agua, tal es el caso de cubiertas, beneficiarán el desarrollo radical y de la planta en general. En manzano, cuando se utilizaron cubiertas como manejo de suelo, se encontraron altas cantidades de raíces fibrosas ramificadas (Coker, 1959; en Ibañez *et al.*, 2000), de igual forma con la cubierta de *Muhlenbergia schreberi* J.F. que propició alta densidad radical superficial en durazno (Parker y Meyer, 1996; en Ibañez *et al.*, 2000). Las cubiertas orgánicas muertas (estiércol, paja, abonos verdes, composta, pastos, hierba cortada, desechos de caña de azúcar, viruta, aserrín, etc.) disminuyen las pérdidas de agua por evaporación, conservan la humedad en el suelo por un mayor período, aumentan el contenido de materia orgánica y mejoran la estructura del suelo (Ibañez *et al.*, 2000).

El uso de cubiertas superficiales de material orgánico en frutales tiene diversos efectos en el desarrollo de los árboles, dependiendo del tipo de cobertura, cantidad y forma de aplicación. Puede incrementarse la tasa de infiltración hasta 11 cm h<sup>-1</sup> (Razeto y Rojas, 1986; en Del Angel *et al.*, 2001), y favorecer la conservación del agua y reducir la erosión (Schertz y Bushnell, 1993; en Del Angel *et al.*, 2001). La adición de materia orgánica en los suelos cumple dos funciones: una está ligada con el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo por los efectos benéficos que se producen sobre los agregados y el espacio poroso, y la otra con el aporte de nutrimentos para las plantas, ya que es fuente de N, P, K y de micronutrimentos (Castellanos, 1984, Vaclav, 1999, López, 2001; en Del Angel *et al.*, 2001).

Los beneficios que aportan los acolchados orgánicos a las plantas varían con el material utilizado, tipo de suelo, clase de planta y labores culturales realizadas, y no deben considerarse como fertilizantes por su bajo aporte nutrimental, en relación con los efectos físicos (Starbuck, 2000).

Las barreras vivas son obstáculos densos al nivel de la superficie del suelo formados con plantas (pastos, arbustos, etc.) con el propósito de modificar y reducir la velocidad y el esfuerzo cortante del escurrimiento en una ladera. Por lo tanto, los principales beneficios de las barreras son: (1) reducir la erosión del suelo (laminar, en canales y en cárcavas) a través de la disminución, tanto de la longitud como del gradiente de la pendiente; (2) retener sedimentos en la parcela donde se originan, evitando la contaminación de cuerpos de agua localizados fuera de la parcela; y (3) aumentar la humedad del suelo y con ello favorecer el buen desarrollo de las plantas (Dabney *et al.*, 1993, Meyer *et al.*, 1995, Van Dijk *et al.*, 1996; en Ruiz *et al.*, 2001). Las barreras vivas se han utilizado con éxito en algunas regiones tropicales de México (Zúñiga *et al.*, 1993; en Ruiz *et al.*, 2001).

Varios cultivos anuales de cobertura han sido evaluados para la producción de hortalizas, simples o en mezclas. El impacto de estas prácticas culturales alternativas ha sido favorable (Abdul-Baki *et al.*, 1996). En tomate los rendimientos y la calidad han sido más altos con esta técnica que con los sistemas convencionales de cultivo (Kelly *et al.*, 1995; en Abdul-Baki *et al.*, 1996).

La planta anual de invierno vicia vellosa (*Vicia villosa* Roth), ha sido utilizada exitosamente como un cultivo de cobertura para la producción de tomate en fresco, en camas elevadas con riego por goteo (Abdul-Baki y Teasdale, 1993; en Teasdale y Abdul-Baki, 1995). Después de ser sembrada en las camas en el otoño, la vicia produce biomasa abundante al tiempo de que el tomate es sembrado en la primavera. El crecimiento denso de la vicia produce un acolchado orgánico en las camas cuando es cortado, después se transplanta el tomate sobre este acolchado (Teasdale y Abdul-Baki, 1995).



En el sur de Florida, el pimiento es comúnmente cultivado en camas elevadas debido a la excesiva lluvia durante el ciclo de cultivo. Cuando los acolchados orgánicos son más usados que los plásticos, los lados verticales de las camas pueden deteriorarse. Los acolchados vivos pueden mitigar la erosión del suelo y mantener su estructura (Grubinger y Minotti, 1990; en Roe *et al.*, 1994).

La variedad Highbush de arándano cultivada en un suelo arcilloso sedimentado en Arkansas, respondió bien a varios materiales de acolchado con altos rendimientos, en suelo enmendado con peat moss y en suelo acolchado con aserrín (Moore, 1979; en Clark y More, 1991).

Ramos *et al.*, (1983) reportaron el uso de varias especies de la familia *Commelinaceae*, para cubrir extensivamente el suelo de las plantaciones de café oscuro en Coatepec, Veracruz. Los productores de café manejan el crecimiento de estas especies, las usan como abonos verdes y para el control de maleza. En los campos de caña de azúcar del estado de Morelos, los agricultores promueven el crecimiento de la especie *Ipomoea tricolor* (Cav.) antes del cultivo de la caña de azúcar. Su potencial alelopático fue descrito por Anaya *et al.*, (1990). Pereda *et al.*, (1993) identificaron la Tricolorina de una mezcla de glicósidos de esta especie, como el principal inhibidor de crecimiento (en Caamal *et al.*, 2001).

En los campos experimentales de la Universidad Autónoma de Yucatán, los trabajos experimentales con hojas de frijol y tamarindo silvestres como acolchado fueron muy buenos y prometedores (Jiménez, 1989; en Caamal *et al.*, 2001).

Especies de la familia *Brassica* son a menudo usadas como acolchados o abonos verdes. La incorporación superficial de acolchados verdes de estas especies causan una supresión temporal de la maleza, lo cual es debido probablemente a metabolitos secundarios de la planta. Las especies de esta familia contienen grandes cantidades de glucosinolatos. Aunque la actividad biológica de estos metabolitos es muy baja, tienen un papel clave en la supresión de la maleza, debido a que son convertidos a sus correspondientes isotiocianatos, por la enzima vegetal myrosinasa. Grandes cantidades de isotiocianatos son liberadas durante

la descomposición del material vegetal muerto, o aún más rápido por la incorporación de material vegetal verde como acolchado (Petersen *et al.*, 2001).

La maleza fue exitosamente controlada con acolchados orgánicos en California, mediante el uso de virutas de madera en árboles jóvenes de nuez y abono de estiércol de pollos en una huerta orgánica de manzano (Swezey *et al.*, 1998; en Preush y Tworkosky, 2003).

Un amplio rango de hortalizas han sido exitosamente cultivadas usando acolchados orgánicos procedentes de cultivos de cobertera, en camas de siembra permanentes. Siembras comerciales grandes de tomate en espaldera, con este sistema, han sido exitosamente establecidas en North Queensland, Australia; así como en áreas pequeñas de melón, calabaza, chiles y tomates de piso (Little y Rogers, 2004).

El sistema que utiliza la vicia como acolchado ha sido utilizado por los agricultores por décadas, como una práctica de la agricultura sustentable. Durante el invierno, los agricultores cultivan la vicia, la cual es un miembro de la familia del frijol, después la cortan en la primavera y transplantan el tomate en la vicia cortada, la cual disminuye la maleza y refuerza los nutrientes del suelo (Milius, 2004).

La temperatura de la superficie del acolchado a partir de caucho fue usualmente más alta que la temperatura de los acolchados de corteza de cedro, de minicorteza y de paletas de madera y que el suelo desnudo. Las temperaturas bajo todos los acolchados fue similar, rara vez excedió los 32.2 °C, a 1.5 pulgadas de profundidad la temperatura del suelo desnudo fue de 38.7 °C, este dato nos indica que estos acolchados en verano disminuyen la temperatura del suelo (Swift, 2003).

La cáscara de coco, corteza de pino, corteza de eucalipto y la corteza de Ciprés aumentan las poblaciones de la plaga *Myndus crudus*, que es el vector del amarillamiento letal de cocotero (Howard y Oropeza, 1998).

Se hizo un análisis de 6 tipos de acolchados orgánicos, los cuales fueron: madera de ciprés especies *Taxodium distichum* y *T. distichum* var. *mutans*; madera de eucalipto especie *Eucalyptus grandis*; madera de *Melaleuca quinquenervia*; corteza de pino de la especie *Pinus elliottii* y *P. taeda*; paja de pino de la especie *Pinus elliottii* y acolchado utilitario de la región de Gainesville (GRUM). Los resultados fueron los siguientes (Duryea *et al.*, 1999):

- ◆ Los niveles totales de carbohidratos fueron: cypres 55 %, eucaliptus 54 %, melaleuca 51 %, GRUM 50 %, corteza de pino 42 % y paja de pino 35 %. Esto nos indica que la corteza y la paja de pino no se degradarán como es debido, por su bajo contenido de carbohidratos, los cuales son alimento de los microorganismos que los degradan.
- ◆ Todos los acolchados bajaron el pH del suelo de 5.0 a 4.7.
- ◆ Extractos acuosos de acolchados frescos de eucalipto, melaleuca y paja de trigo inhibieron la germinación de semillas de lechuga, mostrando un efecto alelopático

### ***Acolchado Plástico.***

En los Estados Unidos, los acolchados plásticos han sido usados comercialmente en la producción de hortalizas desde principios de 1960. Aunque una gran variedad de hortalizas pueden ser exitosamente cultivadas usando acolchado plástico, hay una respuesta muy marcada en melón, tomate, chile verde, pepino, calabaza, berenjena, sandía y okra, los cuales presentan incrementos en precocidad, calidad y rendimiento cuando son cultivados bajo acolchado plástico (Lamont, 1991).

### ***Materiales Utilizados.***

Los materiales plásticos son comercializados en rollos, pueden ser de color transparente o de colores, el más común es el color blanco sobre negro. Estos plásticos vienen en bandas de 90 a 120 cm de ancho (Reiners y Nitzsche, 2004). La mayoría de los plásticos hechos en Estados Unidos son de polietileno lineal o de alta densidad, con espesores de 0.012 a 0.031 mm, de 122 a 152 cm de ancho y de 607 a 1463 m de largo (Lamont, 1996).

**Plástico negro.** Durante el día este plástico permite la absorción de la energía de un 50 % aproximadamente, el mismo valor de energía es reflejada, por lo que el calor en torno a la planta es considerable, provocando un mejor desarrollo de la misma. Con este tipo de plástico se calienta menos el suelo que con el plástico transparente, y aunque impide la condensación nocturna, la pérdida de energía es inevitable. Por la noche, la opacidad relativa (cerca del 50 %) del plástico a la radiación terrestre podría ocasionar que la temperatura a nivel de las plantas, pudiera ser menor que en un suelo no acolchado durante los periodos críticos (descensos de temperatura). La opacidad del plástico negro con respecto a las radiaciones visibles impide la fotosíntesis, lo que ocasiona que la maleza no se desarrolle. La absorción de la temperatura del plástico negro cuando está expuesto al sol intenso, presenta el inconveniente de que puede quemar las plantas (Ibarra y Rodríguez, 2002).

Este plástico es el más usado en la producción de hortalizas. Las temperaturas bajo el acolchado negro durante el día son generalmente 2.8 °C más altas a 5 cm de profundidad, y 1.7 °C más altas a 10 cm de profundidad, comparadas con las temperaturas del suelo desnudo. Mucha de la energía absorbida por el plástico negro es transferida al suelo por conducción, siempre y cuando el suelo esta en contacto total con el plástico (Lamont, 1996).

**Plástico transparente.** Las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche son pronunciadas; en el día el efecto invernadero está a su nivel máximo, siendo transmitido el 80 % de la radiación al suelo. En la noche la permeabilidad a la radiación de longitud de onda infrarroja, significa en una pérdida considerable de energía térmica de la radiación terrestre. Cuando el sol es intenso, causa una sustancial evaporación y condensación en la cara interior del acolchado; por lo que se puede afirmar que la temperatura en torno al follaje es muy poco modificada, debido a que el efecto de radiación solar reflejada del plástico es mínimo. El inconveniente de este plástico es que permite el crecimiento de la maleza (Ibarra y Rodríguez, 2002).

Las temperaturas de suelo bajo el acolchado transparente durante el día son de 4.4 a 7.8 °C más altas a 5 cm de profundidad, y de 3.3 a 5.0 °C más altas a 10 cm de profundidad, comparadas con las del suelo desnudo. Este plástico es utilizado generalmente en las regiones

frías de los Estados Unidos, tales como Nueva Inglaterra. Cuando se utiliza este tipo de plástico se requiere el uso de herbicidas, fumigantes de suelo o de la solarización para el control de la maleza (Lamont, 1996).

**Plástico blanco y blanco sobre negro.** Pueden disminuir un poco la temperatura del suelo, de 1.1 °C a 5 cm de profundidad y de 0.4 °C a 10 cm de profundidad, comparadas con el suelo desnudo; esto debido a que reflejan una buena parte de la radiación solar incidente (Ham *et al.*, 1993; en Lamont, 1996). Los acolchados con este plástico pueden ser usados para el establecimiento de los cultivos cuando las temperaturas de suelo sean altas, y los descensos son favorables al cultivo. Dependiendo del grado de opacidad del plástico blanco, puede requerir el uso de herbicidas para el control de la maleza (Lamont, 1996). Por ejemplo cultivos de otoño establecidos en el verano (McGraw y Motes, 2004). El plástico blanco sobre negro mantiene el suelo fresco y controla la maleza (Lamont, 1999).

Un problema con estos acolchados es que tienden a perder su blancura por el polvo y partículas de suelo, por lo cual se vuelven de un color amarillo, siendo atraentes de las plagas (Summers *et al.*, 1995; en Greer y Dole, 2003).

**Plástico aluminizado y plateado.** Este material repele áfidos vectores de virus, que causan enfermedades en plantas, tales como el virus de moteado de la calabaza. Las desventajas de este material son su costo, la persistencia en el suelo y su limitada disponibilidad (Reiners y Nitzsche, 2004). Este material reduce la temperatura del suelo durante los cálidos meses de verano (Tadashi y Fang, 2002; Dickerson, 2002). Una ventaja es que al reflejar la luz, aumenta la radiación fotosintética activa estimulando el crecimiento y desarrollo de las plantas, dando como resultado un incremento significativo en el rendimiento (Csizinszky *et al.*, 1999).

**Plástico rojo.** Ha demostrado que incrementa los rendimientos y la calidad del cultivo de tomate en algunos trabajos, y también reduce la severidad del tizón temprano en otros. También ha demostrado incrementos en rendimiento de melón y calabacita (Lamont, 1999).

**Plástico fotoselectivo.** Otra familia de acolchados son los fotoselectivos, los cuales transmiten selectivamente la radiación en algunas partes del espectro electromagnético, pero no de la longitud de onda fotosintética (Loy *et al.*, 1989; en Lamont, 1996). Los acolchados infrarrojos ofrecen el control de maleza que proporciona el acolchado negro, y está en un punto intermedio entre el negro y el transparente en cuanto al incremento de la temperatura del suelo. Estos acolchados infrarrojos comúnmente son de color azul-verde y café. Otros colores que están siendo investigados son el rojo, azul, amarillo, gris y naranja. La luz reflejada por éstos afecta al cultivo, pero también a la atracción o repelencia de los insectos. Los acolchados plásticos de color amarillo, rojo y azul incrementan las poblaciones de áfidos (Orzolek y Murphy, 1993; en Lamont, 1996), y en especial el color amarillo, el cual ha sido extensamente usado en los invernaderos para monitorear los insectos. Estos plásticos calientan el suelo como el transparente, pero no permiten el crecimiento de la maleza (Lamont, 1996).

**Plástico perforado.** La ventaja de este material es que permite la infiltración del agua a través del plástico, evitando escurrimientos. La desventaja es que es dos veces más caro que el plástico negro (Reiners y Nitzsche, 2004).

**Plástico fotodegradable.** Este material se descompone lentamente terminado el ciclo de cultivo por la acción de la luz solar, solamente las áreas donde se fija el acolchado necesitan ser removidas (Reiners y Nitzsche, 2004).

### ***Efectos Benéficos.***

**Precocidad.** El más grande beneficio del acolchado plástico es el incremento de la temperatura del suelo, la cual promueve un rápido desarrollo del cultivo que resulta en rendimientos tempranos (Marr, 1993; Clarkson y Frazier, 1957; en Lament, 1993). El acolchado negro o transparente interceptan la radiación del sol que calienta el suelo. El acolchado blanco o aluminio reflejan el calor del sol y mantiene fresco el suelo. El acolchado negro aplicado en la cama antes de la siembra calentará el suelo y promoverá el crecimiento más rápido que generalmente lleva a una cosecha más temprana. La anticipación de cosecha es de 7 a 14 días, dependiendo de las condiciones del clima (McGraw y Motes, 2004; Marr,

1993). Esta anticipación se obtiene en maíz dulce y berenjena (Pollack *et al.*, 1969; en Lament, 1993); tomate (Bhella, 1986; en Lament, 1993); melón (Schales y Sheldrake, 1966; en Lament, 1993); chiles (Stephenson y Bergman, 1963; en Lament, 1993); pepino (Paterson, 1980; en Lament, 1993); calabaza de verano (Bhella y Kwolek, 1984; en Lament, 1993); okra (Brown *et al.*, 1984; en Lament, 1993) y sandía (Bhella, 1978; en Lament, 1993). El acolchado claro calienta la tierra más que el negro y normalmente proporciona una cosecha aun más temprana, cerca de 21 días (Lamont, 1991; Marr, 1993). El acolchado claro, sin embargo, no bloquea que luz por lo cual es necesario un control de la maleza bajo el acolchado (McGraw y Motes, 2004).

**Conservación de la humedad del suelo.** La pérdida del agua en el suelo por evaporación es reducida al mínimo bajo el acolchado plástico. Como resultado, se mantiene una humedad constante en el suelo, por lo cual la frecuencia del riego es reducida. El crecimiento de las plantas en acolchado puede ser el doble que las plantas cultivadas en el suelo desnudo, por lo cual estas plantas requieren más agua y el acolchado no sustituye el riego (Lamont, 1991; Marr, 1993). El acolchado plástico evita la pérdida de agua del suelo por evaporación durante los años secos y elimina el exceso de agua fuera de la zona radical de cosecha durante los períodos de lluvia excesiva. Esto puede reducir la frecuencia y cantidad del riego, y puede ayudar a reducir la incidencia de humedad relacionada con los desórdenes fisiológicos como la pudrición apical en el tomate (McGraw y Motes, 2004).

El uso del riego por goteo junto con el acolchado plástico reduce la evaporación de la humedad del suelo y disminuye los requerimientos hídricos (Hanlon y Hochmut, 1989; en Lament, 1993). Esto ha sido relacionado con el ahorro del 45 % de agua obtenido con este sistema, comparado con el riego aéreo por aspersión (Clough *et al.*, 1987; Jones *et al.*, 1977; en Lament, 1993).

**Control de la maleza.** El tipo de acolchado seleccionado puede ejercer un efecto distinto en el control de la maleza. El plástico intacto controla todas las malezas anuales y algunas malezas perennes como el zacate Johnson. El carrizo no se controla eficazmente por el acolchado plástico. El acolchado claro no impide el crecimiento de la maleza y, de hecho,

puede estimular un crecimiento más vigoroso debido al ambiente provocado bajo el plástico (McGraw y Motes, 2004). El acolchado negro y blanco sobre negro, impiden el paso de la luz a la superficie del suelo, lo cual impide el crecimiento de la mayoría de la maleza (Lamont, 1991). Una excepción es el coquillo (*Cyperus rotundus* L.), debido a que los tubérculos proveen suficiente energía a las plántulas para perforar el acolchado y emerger (Marr, 1993; Lament, 1993). Los herbicidas usados bajo los acolchados plásticos son más efectivos, porque el aumento en la humedad del suelo provoca una mejor distribución de la materia activa (Ibarra y Rodríguez, 2002).

**Efecto sobre la fertilización.** Los excesos de agua no afectan la zona radicular, de manera que se evita la pérdida de fertilizantes por la lixiviación y se optimiza su uso (Lamont, 1991; Marr, 1993; Lament, 1993). Esto sucede mayormente en suelos arenosos. Esto permite al productor poner más fertilizante en los surcos antes de la siembra (McGraw y Motes, 2004). Los rangos de temperatura (25 – 45 °C) y de humedad (60 – 80 %) óptimos para la nitrificación son fácilmente obtenidos mediante el acolchado plástico, y una gran parte de abono nitrógeno que disponible para la planta (Ibarra y Rodríguez, 2002).

**Mejora la calidad.** El acolchado plástico evita el contacto de los frutos con el suelo, esto reduce las pudriciones y ayuda a mantener el producto sano (Marr, 1993; Lament, 1993). El agrietamiento y la pudrición apical en el tomate son reducidos en muchos casos. Las frutas tienden a ser más lisas con menos cicatrices. El plástico propiamente instalado impide las salpicaduras hacia las plantas durante lluvia (McGraw y Motes, 2004).

**Reduce la compactación del suelo.** El suelo bajo el acolchado permanece suelto y desmenuzado. Se mejora la aireación y la actividad microbiana del suelo (McGraw y Motes, 2004; Lamont, 1991; Marr, 1993; Hankin *et al.*, 1982; en Lament, 1993).

**Reduce la poda de las raíces.** La línea del acolchado impide eficazmente a la maquinaria dañar las raíces del cultivo. Las labores de cultivo y el control químico pueden hacerse por los entresureos (McGraw y Motes, 2004; Lamont, 1991; Marr, 1993; Lament, 1993).



**Mejora el crecimiento vegetal.** Una combinación de todos los efectos, y quizás de otros factores, resulta en plantas más vigorosas, más saludables que pueden ser más resistentes al daño por plagas (McGraw y Motes, 2004). El acolchado plástico es casi impermeable al paso del CO<sub>2</sub> liberado por las raíces o por la descomposición de la materia orgánica, por lo cual el CO<sub>2</sub> se acumula bajo el acolchado (Sheldrake, 1963; Baron y Gorske, 1981; en Lament, 1993). Debido a esta impermeabilidad el CO<sub>2</sub> escapa a través de los hoyos creando el “efecto chimenea”, resultando en cantidades elevadas que activan el crecimiento de las hojas (Hopen, 1965; en Lament, 1993; Lamont, 1991; Marr, 1993).

**Mejora la fumigación y la solarización.** Los acolchados plásticos incrementan la efectividad de los químicos aplicados como fumigantes. Debido a la naturaleza impermeable del acolchado plástico, este actúa como una barrera evitando su escape y manteniéndolo en el suelo (Scoville y Leaman, 1965; en Lament, 1993; Lamont, 1991; Marr, 1993). Los acolchados transparentes son usados en la solarización del suelo para controlar las plagas del suelo (Stapleton, 1991; en Lament, 1993).

**Reduce la asfixia de los cultivos.** Los excesos de agua son eliminados de la zona radicular por la forma de la cama, lo cual reduce la asfixia de las raíces por falta de la aireación, así como el estrés (Lamont, 1991; Marr, 1993; Lament, 1993). También al aumentar las raíces la plantas asegura un mejor anclaje, por lo cual no son necesarios los aporques (Ibarra y Rodríguez, 2002).

**Ayuda en el manejo de las plagas.** El uso de los acolchados reflectivos retrasa el ataque de los áfidos vectores de virus (Black, 1980; Lancaster, 1987; Conway *et al.*, 1989; Lamont *et al.*, 1990; en Lamont, 1991).

**Mejora la actividad microbiana.** La actividad microbiana del suelo, sobre todo en el proceso de transformación, favorece la producción de anhídrido carbónico bajo el acolchado plástico; y se ha observado que es cuatro veces mayor al producido en el suelo desnudo (Ibarra y Rodríguez, 2002).

**Capacidad para el doble o triple cultivo.** Una vez que el primer cultivo ha sido cosechado, un segundo cultivo puede ser cultivado en el mismo acolchado (Marr y Lamont, 1992; en Lament, 1993).

**Producción de altos rendimientos.** Cuando el acolchado plástico es usado en producciones tempranas o para acelerar el grado de desarrollo del cultivo, pueden observarse altos rendimientos. El incremento en la producción mediante el acolchado plástico de suelos puede oscilar de un 200 a un 400 %, con respecto a los métodos convencionales de cultivo (Ibarra y Rodríguez, 2002).

#### ***Desventajas.***

**Costo.** El uso del acolchado plástico incrementa los costos de producción de los cultivos, pero estos costos son justificados con los altos rendimientos, las cosechas tempranas y los frutos de mayor calidad (Lamont, 1991; Marr, 1993). Este incremento es debido a la inversión en equipo especializado (Lament, 1993). El acolchado plástico cuesta aproximadamente 275 a 300 dólares por acre, incluyendo la instalación y remoción; además de que se requiere equipo adicional para su instalación (McGraw y Motes, 2004).

**Remoción del acolchado.** El mayor problema de los acolchados plásticos es la remoción del campo de cultivo. Los acolchados plásticos de color negro, no se descomponen y no deben cortarse y dejarse en el suelo. El acolchado transparente se descompone con el tiempo, pero algunos pedazos pueden permanecer por varios años. La investigación está siendo dirigida a solucionar este problema, y varios acolchados fotodegradables y biodegradables han sido desarrollados (Lamont, 1991; Marr, 1993). El plástico no degradable debe ser removido del campo de cultivo. Hay máquinas que levantan el plástico, pero el montón se levanta manualmente. Aproximadamente se requieren 8 horas de trabajo para remover el plástico de un acre (McGraw y Motes, 2004).

**Manejo.** Con el riego por goteo, el manejo del acolchado plástico es más intenso. El taponamiento de una línea de goteo provoca el marchitamiento de las plantas, y el daño de los roedores en las líneas provoca áreas demasiado húmedas. Estos problemas son difíciles de detectar cuando se cubren con el acolchado (Dickerson, 2002).

### ***Resultados de Investigación.***

Uno de los primeros plásticos producidos en escala comercial en 1939 fue el polietileno. El uso extenso del polietileno en la agricultura, y más específicamente como acolchado, es debido a su fácil proceso, excelente resistencia química, alta durabilidad, flexibilidad, libre de olor y toxicidad, comparado con otros polímeros (Wright, 1968, en Lament, 1993). Los acolchados plásticos han sido usados comercialmente en hortalizas desde principios de 1960 (Lamont, 1996).

El polietileno principalmente usado en los acolchados es el polietileno de baja densidad, ya que tiene una excelente resistencia a la tensión, la cual es requerida para la aplicación mecánica como acolchado de suelos y que resiste al rasgado producido por los vientos fuertes y paso de las personas (Lament, 1993).

El uso del acolchado plástico en el mundo para 1999 era de 12.130.000 hectáreas, de las cuales Egipto lo utiliza en 30.000 hectáreas; Israel 26.000; Estados Unidos 75.000; China 9.760.000; Japón 160.000; España 150.000; Francia 100.000 e Italia 75.000 has (Tadashi y Fang, 2002).

Los trabajos en películas biodegradables a base de almidón (Otey y Westoff, 1980; en Lament, 1993) y películas fotodegradables a base de poliolefinas y copolímeros de polietileno (Carnell, 1980, Ennis, 1987; en Lament, 1993), ha sido iniciada desde 1960. Sin embargo, los acolchados resultantes han sido bastante variables en su grado de degradación (Chu y Matthews, 1984, Wien, 1981; en Lament, 1993). La investigación actual todavía está siendo

dirigida a los acolchados fotodegradables y biodegradables, así como a los acolchados que liberan fertilizantes y agroquímicos.

En los cultivos de albahaca, romero y perejil el acolchado plástico negro incrementó los pesos fresco y seco en un 18, 23, 2, 12 y 8 %; y en el peso seco del perejil hubo una disminución de un 9.5 %, en comparación con el suelo desnudo con aplicación de herbicidas. Los rangos de control de la maleza con el acolchado negro a las 3 semanas después del trasplante, fueron del 92, 90 y 78 %, para la albahaca, romero y perejil respectivamente; comparados con un 45, 40 y 18 % de la albahaca, romero y perejil establecidos en suelo desnudo (Ricotta y Masiunas, 1991).

En calabaza de la especie *Cucurbita moschata*, el 10 % del total de cosecha, con el acolchado plástico negro se obtuvo a los 48 días después de la siembra, comparado con el suelo desnudo que se obtuvo a los 52 días, por lo cual se tuvo un adelanto de la cosecha de 4 días. En cuanto al rendimiento se obtuvo un incremento del 18.9 % en promedio (Rulevich *et al.*, 2003).

En la variedad de tomate "Sunny" y "Pik-Rite", evaluando fechas de siembra temprana y óptima, se obtuvieron incrementos en el rendimiento total del 102.8, 78.9, 105.1 y 94.5 % respectivamente, comparadas con el suelo desnudo (Abdul-Baki *et al.*, 1992).

En 1987 con el uso de los acolchados plásticos negro y transparente en la variedad de tomate "Pik-Rite" y sin fertilización de fósforo, se obtuvieron incrementos en el rendimiento total de 25 y 29, 3  $\text{tn ha}^{-1}$ , respectivamente, comparados con los rendimientos en el suelo desnudo (Grubinger *et al.*, 1993).

En un trabajo hecho en 1987 con tomate se hicieron 2 experimentos, en el primero el acolchado plástico transparente aumentó 16 cm la longitud de las raíces a las 3 semanas después del trasplante; e incrementó en un 120, 2 % el peso seco por planta también a las 3 semanas después del trasplante; en el segundo experimento, el acolchado transparente aumentó 14 cm la longitud a las 2 semanas después del trasplante, e incrementó en un

164.6 % el peso seco por planta. El número de ramas por planta a las 4 semanas después del transplante fue de 9.2 tallos, 3 ramas más que el suelo no acolchado, esto para el primer experimento; para el segundo experimento se obtuvieron también 9.2 ramas por planta, 0.8 ramas más que el suelo desnudo. En 1988, con este mismo cultivo y el acolchado transparente, se adelantó la floración en el tallo principal y en las ramas basales 2 y 5 días, respectivamente; el rendimiento comercial y total se incrementó en un 62 y 38.9 %, comparados con el suelo desnudo. Por último, la concentración de nutrientes en los brotes de las plantas de tomate cultivadas bajo el acolchado transparente se incrementaron de un 10 a un 20 % (Wien *et al.*, 1993).

Las temperaturas por encima de los 35 °C presentadas en el acolchado transparente, tienen un efecto negativo en la emergencia del chile pimiento, llegando también a causar la muerte de plántulas (Cavero *et al.*, 1996).

Experimentos hechos en 1989, demuestran que en el ciclo primavera -- verano, con el acolchado plástico de color aluminio se obtuvieron los más altos rendimientos comerciales con 116.8 t ha<sup>-1</sup>, después el acolchado blanco sobre negro, el amarillo, el rojo, el azul y por último el acolchado naranja; en el otoño el acolchado que produjo los más altos rendimientos fue el naranja, después el aluminio, el blanco sobre negro, el rojo, el azul y por último el amarillo. La población de áfidos, trips y ninfas de mosca blanca por trampa fue menor en el acolchado aluminio, la población de moscas blancas fue menor en el acolchado amarillo, la población de adultos de mosca blanca en el follaje de las plantas de tomate fue menor en el acolchado naranja, después en el aluminio, el amarillo, el blanco sobre negro, el rojo y por último el azul.

Lamont *et al.*, (1990), trabajando con calabaza de verano obtuvo los más altos rendimientos con el acolchado plástico gris metálico, seguido por el blanco, el negro con rayas en la orilla de color aluminio, el negro con rayas en el centro de color aluminio, el negro y por último el suelo desnudo. También encontró que el menor porcentaje de frutos afectados por el virus del mosaico de la sandía (WMVII) se presentó en el acolchado negro con rayas en el centro de color aluminio con un 20 %, y en el gris metálico con un 25 %.

En melón bajo acolchado plástico negro, transparente y fotoselectivo se incrementaron los rendimientos totales en un 29.9, 19.7 y 17.5 %, respectivamente en comparación con el suelo desnudo. El acolchado fotoselectivo aumento la temperatura mínima del suelo en 2.2 °C, mientras que el negro la aumento en 1.4 °C y el transparente en 1.6 °C (Taber, 1993).

Los rendimientos totales comerciales de tomate se incrementaron por el uso de los acolchados reflectivos ultravioletas aluminio sobre blanco, aluminio sobre blanco con rayas negras, plata sobre negro, plata sobre negro con rayas blancas y plata sobre blanco: 5.8, 2.9, 3.0, 0.7 y 4.8 toneladas, respectivamente comparados con el suelo desnudo. Por otra parte, el promedio de adultos de mosca blanca por hoja terminal en la primavera fue menor en el acolchado plata sobre negro con rayas blancas y en el acolchado aluminio sobre blanco: en el otoño la población de adultos fue la menor en los acolchados aluminio sobre blanco, aluminio sobre blanco con rayas negras y plata sobre negro.(Csizinszky *et al.*, 1999).

En el cultivo de la sandía en condiciones tropicales mediante el uso de los acolchados transparente, blanco y negro, a los 55 días después del transplante el número de áfidos se redujo 48, 42 y 39 áfidos, respectivamente comparados con el suelo desnudo: el peso de los frutos aumento 2.940, 1.968 y 2.100 kg, respectivamente comparados con el suelo desnudo: y en los rendimientos totales el acolchado transparente presentó los más altos rendimientos, seguido por el negro y al último el blanco (Farias y Orozco, 1997).

La utilización de los acolchados espumados de color negro, rojo y azul en los cultivos de tomate y albahaca dulce, controlaron casi al 100 % las malas hierbas de hoja ancha *Amaranthus retroflexus*, *A. hybridus*, *A. albus*, *A. blitoides*, *Portulaca oleracea* y *Sida spinosa*: excepto las malas hierbas de la familia *Setaria* y la especie *Digitaria sanguinalis*. En cuanto al rendimiento total del tomate, el acolchado azul espumado fue el que produjo los más altos rendimientos, seguido del negro, rojo espumado y negro espumado: y el acolchado negro fue el que produjo la mayor cantidad de biomasa en los brotes del albahaca, seguido del negro espumado, rojo espumado y azul espumado (Masiunas *et al.*, 2003).

El uso del acolchado plástico reflectivo plata metalizado en las huertas de manzana de la variedad "Hardibrite Spur Delicious" y la "Malling Merton 111", proporciona un 37 % de coloración roja oscura en la cáscara del fruto y un índice de azúcares aceptable, es decir maduro: en la variedad Fuji, aumenta la coloración del fruto en un 100 % comparada con el suelo desnudo. Por otro lado, el porcentaje de flujo de fotones fotosintéticos reflejados al árbol, es mucho mayor en el acolchado metálico y en el blanco que en suelo desnudo, con valores de 37.8 y 24.3 %, comparados con un 9.3 % del suelo desnudo (Miller y Greene, 2003).

El acolchado plástico negro en el cultivo de la variedad "Crimson Sweet" de sandía aumenta la tasa de crecimiento relativo (TCR) en un 83 %, la tasa de asimilación neta (TAN) en un 45.6 %, el área foliar específica (AFE) en un 13.5 %, el índice de área foliar (IAF) en un 121 % y la tasa de crecimiento de cultivo (TCC) en un 582.7 %, comparado con el suelo desnudo (Soltani *et al.*, 1995).

En los años 1988, 1989 y 1990 en el cultivo del tomate se obtuvieron los siguientes promedios de número de trips en 5 épocas de floración: con el acolchado plástico de color aluminio 11.6 trips, con el suelo desnudo 14.0, con el acolchado negro 14.1 y con el acolchado blanco 36.3 trips: por lo cual se observa que con el acolchado de color aluminio se tienen menores poblaciones de trips que el suelo desnudo, y con el blanco se tienen mayores poblaciones que en suelo desnudo (Brown y Brown, 1992).

En un trabajo realizado con calabacita y calabaza de verano bajo acolchado negro, blanco y suelo desnudo, la población de áfidos fue mayor en el acolchado blanco que en el acolchado negro, pero no mayores que en suelo desnudo, en el cual la población fue el doble. En cuanto a los rendimientos totales, se obtuvo un incremento del rendimiento comercial del calabacín del 101.0 y 129.6 %, mediante el uso del acolchado negro y blanco respectivamente: el número de frutos afectados por virus, se redujo en un 62.0 y 30.2 % mediante el uso del acolchado negro y blanco respectivamente. En la calabaza de verano, el rendimiento comercial se incremento en un 32.5 y 68.8 %, mediante el uso del acolchado negro y blanco

respectivamente: en cuanto a los frutos afectados por virus, los acolchados tuvieron valores mayores que el suelo desnudo (Walters, 2003).

En el cultivo de fresa el acolchado biodegradable transparente IP40 sobre papel, incrementó los rendimientos de las variedades "Honeoye" y "Jewel" en un 8.9 y 29.3 %, respectivamente. El número de malas hierbas por parcela a las 10 semanas después del trasplante fue reducido en un 83 % por el acolchado biodegradable negro, el papel solo redujo un 75.1 %; mientras en el acolchado biodegradable transparente se presentaron más del doble de maleza, comparado con el testigo. El porcentaje de degradación a las 26 semanas después del trasplante fue del 99.2, 92.5, 73.3 y 60.0%, para el acolchado con papel, el acolchado biodegradable transparente sobre papel, el acolchado con papel sobre plástico biodegradable transparente y para el acolchado biodegradable negro respectivamente (Weber, 2003).

Se realizó un experimento con un acolchado fotodegradable que cambia de color negro a blanco conforme pasa el ciclo de cultivo, dando resultados principalmente en la modificación de la temperatura. El grado del cambio de color está dado por el tipo de acolchado fotodegradable y su formulación. Este sistema puede ser benéfico en el doble o triple cultivo, porque puede ser usado en los cultivos de primavera o de otoño, como por ejemplo, el pimiento trasplantado en la primavera seguido de la calabaza en el verano. Este sistema también puede ser usado en los cultivos tardíos de primavera o de verano (como el tomate), donde el uso del acolchado negro provocaría temperaturas altas del suelo que pueden afectar negativamente la producción (Hatt-Graham *et al.*, 1995).

El acolchado aluminio sobre negro redujo el número de trips (*Frankliniella occidentalis*) en un 68 % en tomates y en un 60 % en pimientos. Los síntomas del virus TSWV se redujeron con el acolchado aluminio sobre negro en un 64 % en los tomates, y en un 78 % en los pimientos (Greenough *et al.*, 1990).

En tomates de invernadero, se obtuvo un incremento en los rendimientos bajo los acolchados azul, aluminio y amarillo; los rendimientos bajo el acolchado rojo fueron 3.5 %



más altos que en el negro. La población más alta de trips se presentó en el acolchado azul: el acolchado amarillo fue el que atrajo la mayor población de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y de áfido (*Macrosiphum euphorbiae*), también atrajo una población considerable de trips. Los acolchados rojo, aluminio y negro presentaron las menores poblaciones de estas plagas (Orzolek, 1999).

### ***Comparación: Acolchado Orgánico vs Acolchado Plástico.***

#### ***Antecedentes.***

En cultivos de tomate criollo, el acolchado orgánico de periódico picado produjo los más altos rendimientos, sin tomar en cuenta el gasto mínimo o máximo de herbicidas: seguido del acolchado de corteza compostada, del acolchado de paja de trigo y por último el acolchado plástico negro. Las especies de maleza que predominaron fueron *Amaranthus* spp., *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea* y *Galinsoga ciliata*. El acolchado de periódico picado suprimió la maleza más que ningún otro acolchado orgánico, pero el acolchado plástico negro fue superior a todos los acolchados en el control de la maleza. Este acolchado tuvo el grado más bajo de descomposición, por lo cual formó una mejor barrera para suprimir la maleza. Aunque el acolchado plástico produjo las temperaturas de suelo más altas, produjo los menores rendimientos comparado con los acolchados orgánicos. En cuanto a las enfermedades, el acolchado de paja tuvo menor incidencia de *Septoria* en las hojas que el acolchado de corteza compostada: el suelo desnudo y el acolchado de periódico mostraron menos síntomas de tizón temprano, que los acolchados de corteza y paja (Grassbaugh *et al.*, 2004).

**Tabla 1.** Algunos materiales de acolchado y sus características (Dobbs. 2004).

Material	A*	B	C	D	E	Observaciones
Peat Moss	2 <sup>**</sup>	2	2	2	4	Puede ser volado por el viento o la lluvia.
Aserrín	2	2	2	2	5	El aserrín de nogal puede ser tóxico para algunas plantas.
Bagazo	2	2	2	2	5	Puede ser volado por el viento.
Cáscara de semilla de algodón	4	2	2	2	2	Usualmente permanece donde se aplica.
Paja	1	2	2	5	3	Puede haber un germinado de las semillas.
Hojas	3	3	2	3	3	Pueden ser voladas por el viento, las hojas de nogal pueden ser tóxicas para algunas plantas.
Rebabas de algodón	2	2	2	2	2	No use material de plantas defoliadas químicamente.
Podas de pasto	5	3	4	5	2	Se usan compostadas no frescas.
Heno de pradera	1	3	2	4	3	Usualmente mejor si es picado.
Heno de leguminosas	2	3	2	3	2	Puede producir mucho calor cuando se descompone.
Composta	1	2	2	1	1	
Astillas de madera	1	3	1	2	5	Acolchado permanente excelente.
Virutas de madera	1	2	1	5	5	

Continuación de la Tabla 1.

<b>Material</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Observaciones</b>
Corteza	1	2	1	2	5	Acolchado permanente excelente. La corteza de nogal puede ser tóxica para algunas plantas.
Láminas de aluminio	5	1	1	1	Nada	Puede ayudar en el control de los insectos.
Polietileno negro	5	1	1	2	Nada	Suprime pastos perennes y maleza.
Paja de trigo	4	2	2	1	4	Picarla antes de aplicarla al suelo.
Tiras de periódico	2	3	3	2	5	Humedecerla para mantenerla en el suelo.
Película fotodegradable	5	1	2	2	Nada	Las partes cubiertas por el suelo, no se degradarán.

Notas:

\* A: encostramiento, condensamiento o sellado del acolchado. B: control de pasto y maleza. C: efectividad mantenida en el ciclo. D: riesgo de incendio y E: nutrimentos presentes disponibles.

\*\* Rango: 1: alto, 2: intermedio, 3: medio, 4: bajo y 5: muy bajo.

En la producción de tomate para mercado en fresco, bajo acolchado orgánico con vicia vellosa (*Vicia villosa* L., Roth), se incrementó el rendimiento en un 36.6 % y con el acolchado plástico negro en un 7 %, comparados con el suelo desnudo. Los costos totales de producción mediante el sistema de acolchado orgánico con la planta vicia vellosa son de 12.825.00 dólares por acre y para el acolchado plástico con polietileno negro son de 11.049.00 dólares por acre; lo cual representa un 16.1 % de incremento en los costos de producción utilizando el acolchado orgánico. Pero el beneficio marginal con el acolchado orgánico es de 9.866.00 dólares por acre, mientras que para el acolchado plástico es de 5.957.00 dólares por acre; lo cual representa un 65.6 % más en el beneficio marginal, usando el acolchado orgánico (Abdul-Baki y Teasdale, 1997).

La vicia vellosa y otros cultivos de invierno de cobertura anuales son más efectivos cuando se usan en hortalizas de verano, las hortalizas tempranas de primavera no funcionan tan bien bajo este sistema. Las hortalizas tardías de verano como el maíz dulce, frijol precoz y calabaza son mejor preparadas para la siembra directamente en los residuos del acolchado. La vicia vellosa suministra mucho del nitrógeno requerido por estos cultivos. Los residuos de los cultivos de cobertura usados como acolchado, pueden mantener los frutos más sanos que en suelo desnudo (Abdul-Baki y Teasdale, 1997).

En el cultivo de tomate, los porcentajes finales de incidencia del virus TYLCV en promedio (cultivo deshierbarado y cultivo no deshierbarado), fueron los menores en el acolchado con polietileno aluminio, seguido del acolchado con polietileno amarillo, después el acolchado con polietileno negro, luego el acolchado con polietileno transparente, después el acolchado orgánico con paja de arroz y el acolchado con pasto natural, y por último el acolchado con polietileno azul; lo cual nos demuestra que los acolchados plásticos presentan menor incidencia del virus que los acolchados orgánicos, con excepción del acolchado plástico azul. Por otro lado, los acolchados plásticos incrementaron más los rendimientos comerciales que los acolchados orgánicos, con excepción del acolchado plástico transparente, que incluso fue menor que el suelo desnudo. Por último, el porcentaje de plantas infectadas con *Sclerotium rolfsii* fue menor en los acolchados plásticos que en los acolchados orgánicos; siendo menores

los porcentajes de los acolchados plásticos que el suelo desnudo, e incluso mayores que el testigo los porcentajes de los acolchados orgánicos (Molla, 2000).

Bajo condiciones de cultivo continuo, el acolchado plástico redujo las poblaciones de lombrices a cero, mientras que en el acolchado orgánico, la cantidad fue de 8.000 lombrices por m<sup>3</sup> de suelo. La materia orgánica del suelo permaneció constante bajo el acolchado orgánico, mientras que los niveles bajo el acolchado plástico disminuyeron de 1 a 1.5 % solo en 2 años. Las hortalizas cultivadas con acolchados orgánicos provenientes de cultivos de cobertera, y en camas de siembra permanentes, producen frutos de excelente tamaño, calidad y rendimiento, comparadas con las hortalizas cultivadas en acolchado plástico (Little y Rogers, 2004).

Los acolchados orgánicos incluyen materiales derivados de plantas, tales como corteza, paja o aserrín. Los acolchados inorgánicos incluyen plásticos y rocas decorativas entre otros. Los acolchados orgánicos tienen la ventaja de agregar nutrientes al suelo, sin embargo, como se descomponen requieren de aplicaciones frecuentes. Los acolchados inorgánicos no proveen nutrientes al suelo, pero duran mucho más (Koenig, *et al.*, 1997).

Las concentraciones de NO<sub>3</sub>, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mn y materia orgánica presentes en el suelo antes de transplantar pimiento fueron superiores a las mostradas por los acolchados orgánicos y acolchados "in situ". Las concentraciones de los mismos nutrimentos en las hojas de pimiento fueron superiores en los acolchados orgánicos e "in situ", comparadas con las obtenidas en el análisis foliar del pimiento bajo el acolchado plástico. Los rendimientos de pimiento y de calabaza de invierno, bajo el acolchado plástico fueron superiores a los obtenidos bajo los acolchados orgánicos y vivos (Roe *et al.*, 1994).

El cultivo de otoño de col de la especie *Brassica oleracea* L. bajo acolchado orgánico con astillas de madera fue el que presentó rendimientos superiores a los obtenidos por el acolchado plástico negro, que incluso fue más bajo que el suelo desnudo; en cambio en la primavera el acolchado plástico fue superior al acolchado orgánico, que incluso fue más bajo que el suelo desnudo (Guertal y Edwards, 1996).

El suelo en el cultivo del tomate establecido bajo acolchado plástico negro presentó temperaturas más altas que el suelo desnudo, mientras que en el acolchado orgánico con vicia vellosa (*Vicia villosa*) fueron más bajas que el suelo desnudo. En cuanto al rendimiento, el acolchado orgánico con vicia vellosa fue superior al acolchado plástico negro en un 47.6 %; incrementando el rendimiento en un 68.5 %, comparado con el suelo desnudo, mientras el acolchado plástico negro lo incrementó solo en un 20.9 % (Teasdale y Abdul-Baki, 1995).

En el cultivo del manzano establecido durante 5 años bajo diferentes acolchados, el diámetro del tronco (cm) bajo el acolchado de papel picado en trizas, fue la más alta seguido por el acolchado de papel picado en trizas con aplicación de biosólidos, después el acolchado orgánico de paja de alfalfa y por último el acolchado plástico negro. La concentración de N, K, Ca y Mn en las hojas de la variedad "Spartan" fue mayor en el acolchado orgánico de paja de alfalfa, que con el acolchado plástico negro; la concentración de Mg, Zn y Cu fue mayor en el acolchado plástico negro, que en el acolchado orgánico de paja de alfalfa; solo la concentración de P fue igual para los dos tipos de acolchado. En cuanto al rendimiento, el acolchado de papel en trizas fue el que produjo los más altos rendimientos, seguido del acolchado de papel en trizas mas biosólidos, después el acolchado plástico negro y por último el acolchado orgánico de paja de alfalfa (Neilsen *et al.*, 2003).

En especies de tomate para procesado, bajo el acolchado orgánico con vicia vellosa (*Vicia villosa*) se redujo la necrosis del follaje, en un 51.6 %; mientras que bajo el acolchado plástico negro se incrementó en un 19.4 %, comparados con el suelo desnudo. En el pH del fruto el acolchado plástico fue relativamente menor y el acolchado orgánico relativamente mayor, comparados con el pH producido por el suelo desnudo. En la concentración de sólidos solubles y porcentaje de sólidos, el acolchado plástico fue relativamente mayor al suelo desnudo, mientras el acolchado orgánico fue relativamente menor. En cuanto al rendimiento, el acolchado orgánico fue mayor que el acolchado plástico negro, incrementando el rendimiento en un 32.2 %, mientras el acolchado plástico con un 0.9 % (Abdul-Baki *et al.*, 1996b).

En la producción de tomate variedad "Sunny" para mercado en fresco, los acolchados orgánicos como trébol "Crimson" (*Trifolium incarnatum*), vicia vellosa (*Vicia villosa* Roth) y centeno + vicia vellosa produjeron mayores rendimientos que el acolchado plástico negro; cabe señalar que los dos tipos de acolchado fueron superiores al suelo desnudo. Para la variedad "Sunbeam", los acolchados de trébol y vicia vellosa fueron superiores al acolchado plástico negro. Por otro lado, las poblaciones de nemátodos de los géneros *Pratylenchus* y *Tylenchurhyncus* fueron mayores en el acolchado plástico que en los acolchados orgánicos; mientras las poblaciones de los géneros *Meloidogyne*, *Helicotylenchus* y *Hoplolaimus* fueron mayores en los acolchados orgánicos que el acolchado plástico negro (Abdul-Baki *et al.*, 1996a).

En la producción de albahaca para mercado en fresco, el acolchado plástico negro suprimió la maleza mejor que los acolchados orgánicos de corteza de madera dura, de corteza de pino, de astillas de madera y de paja de trigo; cabe señalar que estos acolchados orgánicos tuvieron menos maleza que el suelo desnudo. En cuanto al porcentaje de plantas de albahaca dulce con pudrición suave por *Erwinia*, la mayoría de los acolchados orgánicos presentaron menor porcentaje de incidencia de pudrición que el suelo desnudo, excepto la paja de trigo, que al igual que el acolchado plástico presentó mayor porcentaje de pudrición. Por último, el rendimiento en  $\text{g m}^{-1}$ , fue mayor en el acolchado plástico que en los acolchados orgánicos (Davis, 1994).

En el cultivo de pimiento morrón el rendimiento comercial en  $\text{t ha}^{-1}$ , fue mayor en el acolchado orgánico de paja de trigo que con los acolchados plásticos negro y transparente. En cuanto a la temperatura del suelo y temperatura del follaje de la planta, los acolchados plásticos negro y transparente presentaron temperaturas más altas que el suelo desnudo, respectivamente; mientras que el acolchado de paja de trigo presenta una temperatura menor que el suelo desnudo (Roberts y Anderson, 1994).

En la producción de tomate para mercado en fresco, los costos de producción totales bajo el sistema de producción que emplea el acolchado orgánico de vicia vellosa (*Vicia villosa* Roth), son un 17.4 % más altos comparados con los costos en el suelo desnudo: mientras que para el acolchado plástico negro se incrementan los costos en un 16.2 %. Pero los rendimientos en t ha<sup>-1</sup> bajo el acolchado orgánico son mayores que los obtenidos en el acolchado plástico, incrementando los rendimientos en un 87 %: mientras el acolchado plástico los incrementa en un 44.8 %. Además, las ganancias obtenidas mediante la utilización del acolchado orgánico son mayores que las obtenidas mediante el acolchado plástico (Kelly *et al.*, 1995).



## ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO

Una de las tendencias en la investigación actualmente es la utilización de los acolchados orgánicos, como por ejemplo los cultivados *in situ* en camas de siembra permanentes. En este nuevo sistema se forman las camas y el riego es instalado subsuperficial. Se cultiva una especie de "cobertura", luego antes de la siembra del cultivo principal se corta y deja sobre las camas por un corto tiempo, para que los microorganismos del suelo lo degraden.

Las ventajas de este sistema sobre los sistemas convencionales de cultivo, son el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, la reducción de los costos de producción por la eliminación de las labores de preparación de terreno, el acolchado no necesita ser colocado ni removido del campo de cultivo, la tubería del riego es permanente y los deshierbes son mínimos. Dentro de las especies de cultivos de "cobertura" que son utilizados como acolchado se encuentran algunos pastos, algunos cereales y especies de trébol. Una amplia variedad de hortalizas ha sido cultivada exitosamente de forma experimental bajo este sistema, como por ejemplo el tomate, melón, calabaza, chiles y brócoli.

En cuanto a los acolchados plásticos la tendencia en la investigación esta encaminada a los plásticos degradables. El problema principal con los acolchados plásticos es la eliminación del plástico usado. Los agricultores por lo común lo tiran a la basura, lo queman o lo entierran, debido a que no hay lugares disponibles donde se recicle. La solución a este problema es la utilización de plásticos fotodegradables (degradados por la luz) o biodegradables (degradados por microorganismos), pero algunos son inconsistentes en su degradación, debido al manejo y a la calidad del material, aparte de que son de un costo elevado. La investigación está dirigida a darles consistencia y estabilidad a los plásticos degradables. Otra de estas tendencias está dirigida a los acolchados degradables espumados a base de látex, los cuales prometen ser una alternativa para la agricultura sustentable.

El acolchado plástico a menudo es usado en conjunto con el riego por goteo y los túneles, lo cual incrementa los rendimientos en forma considerable. Otro uso común de los acolchados plásticos es para la reducción de las poblaciones de insectos que causan daños a los cultivos y especialmente los que transmiten enfermedades vírales, mediante los acolchados plásticos reflectivos (color aluminio o metálico), los cuales repelen mediante la luz reflejada de su superficie. Estos insectos vectores transmiten virus que ocasionan grandes pérdidas en los cultivos, tanto en rendimiento como en calidad; por lo cual estos acolchados están siendo utilizados, aparte del incremento en el rendimiento, como una herramienta en el manejo integrado de las plagas. Cabe señalar que estos acolchados plásticos reflectivos tienen un costo alto, por lo cual los agricultores utilizan variedades tolerantes a los virus. Otro uso de los acolchados reflectivos es para aumentar la coloración de frutos, como por ejemplo la manzana, además de que provocan incrementos significativos por la cantidad de radiación fotosintética activa que reflejan.

El acolchado negro es el más utilizado y el más barato, al igual que el blanco sobre negro; sin embargo las investigaciones sobre acolchados fotoselectivos demuestran que los acolchados rojo y azul, producen los rendimientos más altos, debido a que tienen un efecto positivo en la floración de las plantas. Los acolchados transparentes son usados comúnmente en las regiones frías y para la solarización de los suelos.

Varios trabajos de investigación han demostrado que los acolchados orgánicos incrementan más los rendimientos que los acolchados plásticos, a pesar de que no son tan efectivos en el control de la maleza, aún cuando han mostrado ciertos efectos alelopáticos. Los costos de producción más altos que los acolchados plásticos, se justifican con las altas ganancias que se obtienen por los altos rendimientos. Por lo cual, una parte de la investigación actual esta siendo encaminada a evaluar diversos tipos de acolchados orgánicos.

## ÁREAS DE OPORTUNIDAD

El acolchado orgánico puede ser utilizado en cualquier tipo de cultivo, ya sean hortalizas, frutales u ornamentales. Pero con las hortalizas se obtienen los mayores beneficios, seguidos de los frutales y al final los cultivos ornamentales.

Los acolchados orgánicos son útiles para evitar la erosión y la compactación del suelo, cuando se utilizan como cultivos de cobertura en el otoño y como acolchado en la primavera, porque se mantiene una buena estructura del suelo. Además se reducen los costos de producción al no transportarlos y distribuirlos en el campo de cultivo.

Otra ventaja de los acolchados orgánicos es que no necesitan ser removidos del campo de cultivo, lo cual los hace oportunos para evitar el problema de que hacer cuando se usa el plástico como acolchado; y comparados con los acolchados plásticos degradables, su degradación es segura y benéfica porque mejora el suelo, lo cual los hace atractivos para utilizarse en la agricultura orgánica.

El mejoramiento de las características del suelo en todos los sentidos, hace atractivos a los acolchados orgánicos para la remediación de los suelos agrícolas y forestales. Lo anterior puede ser como cultivo de cobertura y después como acolchado. En los suelos arenosos y de climas secos donde la disponibilidad de agua sea poca, estos acolchados en conjunto con el riego por goteo serían de gran utilidad porque eficientarían el uso del agua y mejorarían el suelo a largo plazo.

Los altos beneficios económicos obtenidos específicamente en el cultivo del tomate bajo acolchado orgánico con la planta vicia vellosa (*Vicia villosa* Roth), hacen atractivo a este tipo de acolchado para utilizarse quizá en otros cultivos.

Los acolchados plásticos pueden utilizarse tanto en la agricultura orgánica como en la tradicional.

Los plásticos degradables en nuestro país, podrían ser una alternativa en la producción agrícola cuando se utilizan acolchados plásticos, para evitar los problemas que ocasionan los plásticos usados y su acumulación en el campo de cultivo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ El acolchado plástico controla mejor la maleza, conserva más la humedad del suelo y provoca una mayor precocidad que el acolchado orgánico. Con algunos tipos de acolchado orgánico puede haber el riesgo de un incremento en la presencia de las malas hierbas, por la presencia de algunas semillas de maleza que puede contener el acolchado orgánico; mientras con el acolchado plástico no hay ningún riesgo.
- ◆ En general, los dos tipos de acolchado brindan una protección similar al suelo, pero en cuanto a la temperatura se refiere, el acolchado plástico es más efectivo que el acolchado orgánico. Con el acolchado plástico se incrementa la temperatura del suelo, mientras que el acolchado orgánico la disminuye, además de tener un efecto aislante.
- ◆ El acolchado orgánico proporciona nutrimentos al suelo, mientras que el acolchado plástico no los proporciona. Algunos materiales de acolchado orgánico pueden causar deficiencias de algunos nutrimentos, como el N, Fe y Mn; mientras el acolchado plástico no lo hace.
- ◆ El acolchado orgánico mejora la estructura del suelo, incrementa las poblaciones de microorganismos benéficos y potencializa su actividad, mientras que el acolchado plástico lo hace en menor grado.
- ◆ Los dos tipos de acolchado incrementan los rendimientos de los cultivos de manera significativa, investigaciones recientes han mostrado que experimentalmente el acolchado orgánico lo hace en mayor proporción que el acolchado plástico, especialmente en el cultivo del tomate. Los dos tipos de acolchado tienen la capacidad para el doble o triple cultivo.
- ◆ Con los dos tipos de acolchado se obtienen cosechas sanas, pero con el acolchado plástico son superiores.

- ◆ Con el acolchado orgánico se obtienen cosechas de mejor sanidad que con el acolchado plástico.
- ◆ Los acolchados plásticos están más disponibles y son más fáciles de manejar (transporte, aplicación, etc.) que los acolchados orgánicos.
- ◆ Los acolchados orgánicos son utilizados por los pequeños agricultores, y los acolchados plásticos son utilizados por los grandes agricultores.
- ◆ Los acolchados orgánicos pueden producir el crecimiento de hongos tóxicos para los seres humanos y pueden modificar el pH del suelo a un valor, que puede ser afectar el crecimiento y desarrollo del cultivo, en cambio los acolchados plásticos no lo hacen.
- ◆ El acolchado orgánico puede estimular el establecimiento y desarrollo de algunas plagas y enfermedades, mientras el acolchado plástico por el contrario las reduce.
- ◆ Algunos materiales de acolchado orgánico pueden ser tóxicos para las plantas, mientras que el acolchado no tiene este efecto.
- ◆ La pérdida de fertilizantes por lixiviación, es similar en los dos tipos de acolchado.
- ◆ El incremento en la aireación del suelo es mayor con el acolchado orgánico que con el acolchado plástico.
- ◆ Los plaguicidas son más efectivos bajo el acolchado plástico que bajo el acolchado orgánico. El acolchado plástico, mediante algunos colores, repele las plagas de los cultivos, bajando los niveles de enfermedades vírales; mientras el acolchado orgánico no las repele, por consiguiente no ayuda en la reducción de estas enfermedades.

- ◆ Los costos totales de producción de los cultivos bajo acolchado orgánico son mayores que los del acolchado plástico, pero los costos de producción son más altos con los acolchados plásticos.
- ◆ Los acolchados orgánicos no necesitan ser removidos al final de los ciclos de cultivo, mientras que los acolchados plásticos sí lo necesitan, a menos que se utilicen plásticos degradables. Los problemas de taponamiento de goteros, cuando se utiliza el riego por goteo, son más fáciles de detectar cuando se utiliza el acolchado orgánico que cuando se usa el acolchado plástico.

## NOMENCLATURA

C: carbono

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

Ca: calcio

cm: centímetros

Cu: cobre

°C: grados centígrados

gr: gramos

ha: hectárea

K: potasio

KPa: kiloPascal

kg: kilogramo

m: metro

mm: milímetro

m<sup>3</sup>: metro cúbico

Mg: magnesio

Mn: manganeso

N: nitrógeno

NO<sub>3</sub>: nitrato

P: fósforo

pH: potencial de hidrógeno

t: tonelada

Zn: zinc

/: por



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul-Baki, A. A. & Teasdale, J. R. 1997. Sustainable Production of Fresh-Market Tomatoes and other Summer Vegetables with Organic Mulches. Farmers' Bulletin No. 2279. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture.
- Abdul-Baki, A. A., Spence, C. & Hoover, R. 1992. Black polyethylene mulch doubled yield of fresh-market field tomatoes. *HortScience* 27(7): 787-789.
- Abdul-Baki, A. A., Stommel, J. R., Watada, A. E., Teasdale, J. R. & Morse, R. D. 1996b. Hairy vetch mulch favorably impacts yield of processing tomatoes. *HortScience* 31(3): 338-340.
- Abdul-Baki, A. A., Teasdale, J. R., Koreak, R., Chitwood, D. J. & Huettel, R. N. 1996a. Fresh-market tomato production in a low-input alternative system using cover-crop mulch. *HortScience* 31(1): 65-69.
- Brown, S. L. & Brown, J. E. 1992. Effect of plastic mulch color and insecticides on trips populations and damage to tomato. *HortTechnology* 2(2): 208-211.
- Caamal, M. J. A., Jiménez, O. J. J., Torres, B. A. & Anaya, A. L. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agro Journal* 93: 27-36.
- Campbell, S. 2004. *The mulch book: A complete guide for gardeners*. Storey books Publishers.
- Cavero, J., Ortega, R. G. & Zaragoza, C. 1996. Clear plastic mulch improved seedling emergence of direct-seeded pepper. *HortScience* 31(1): 70-73.

- Clark, J. R. & Moore, J. N. 1991. Southern highbush blueberry response to mulch. HortTechnology. Oct/Dec: 52-54.
- Clatterbuck, W. K. 2004. Mulching your trees and landscapes. Fact sheet SP 617. Agricultural Extension Service, University of Tennessee.  
<http://www.utextension.utk.edu/publications/spfiles/SP617.pdf>.
- Csizinzsky, A. A., Schuster, D. J. & Kring, J. H. 1995. Color mulch influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(5): 778-784.
- Csizinzsky, A. A., Schuster, D. J. & Polston, J. E. 1999. Effect of ultraviolet-reflective mulches on tomato yields and on the silverleaf whitefly. HortScience 34(5): 911-914.
- Davis, J. M. 1994. Comparison of mulches for fresh-market basil production. HortScience 29(4): 267-268.
- DeGomez, T. & Smagula, J. 1990. Mulching for improved plant cover. Fact Sheet No. 228. University of Maine. <http://wildblueberries.maine.edu/FactSheets/228.htm>.
- Del Angel, J. J. E., Tijerina, Ch. L., Acosta, H. R. y López, J. A. 2001. Producción de ciruelo con fertirriego en función de contenidos de humedad y coberturas orgánicas. Terra 19(4): 317-326.
- Dickerson, G. W. 2002. Commercial vegetable production with plastic mulches. Guide H-245. Cooperative Extension Service. College of Agricultural and Home Economics, New Mexico State University. <http://www.cahe.nmsu.edu/pubs/h/H-245.pdf>.
- Dobbs, S. H. 2004. Mulching garden soils. Fact Sheet F-6005. Oklahoma Cooperative Extension Service, Oklahoma State University. <http://www.osuextra.com>.

- Duryea, M. L., English, R. J. & Hermansen, L. A. 1999. A comparison of landscape mulches: chemical, allelopathic and decomposition properties. *Journal of Arboriculture* 25(2): 88-97.
- Farias, J. L. & Orozco, M. S. 1997. Effect of polyethylene mulch colour on aphid populations, soil temperature, fruit quality and yield of watermelon under tropical conditions. *New Zealand Jour. of Crop and Horticultural Sci.* 25: 369-374.
- Feucht, J. R. 2004. Mulches for Home Grounds. Quick Fact No. 7.214. Cooperative Extension, Colorado State University. [http://www.ext.colostate.edu/pubs\\_garden/07214.pdf](http://www.ext.colostate.edu/pubs_garden/07214.pdf).
- Foshee, W. G., Goff, W. D., Tlit, K. M., Williams, J. D., Bannon, J. S. & Witt, J. B. 1996. Organic mulches increase growth of young pecan trees. *HortScience* 31(5): 811-812.
- Grassbaugh, E. M., Regnier, E. E., Bennet, M. A. & Riedel, R. M. 2004. Comparison of Organic and Inorganic Mulches for Heirloom Tomato Production. Dept. of Horticulture & Crop Science, Ohio State University. <http://www.ag.ohio-state.edu/~vegnet/library/mlch.htm00.htm>.
- Greer, L. & Dole, J. M. 2003. Aluminium foil, aluminium-painted, plastic and degradable mulches increase yields and decrease insect-vectored viral diseases of vegetables. *HortTechnology* 13(2): 276-284.
- Grubinger, V. P., Minotti, P. L., Wien, H. C. & Turneti, A. D. 1993. Tomato response to starter fertilizer, polyethylene mulch and level of soil phosphorus. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(2): 212-216.
- Guertal, E. A. & Edwards, J. H. 1996. Organic mulch and nitrogen affect spring and fall collard yields. *HortScience* 31(5): 823-826.

- Hatt-Graham, H. A., Decoteau, D. R. & Linvill, D. E. 1995. Development of a polyethylene mulch system that changes color in the field. *HortScience* 30(2): 265-269.
- Hoitink, H. A. J. 2004. Control of nuisance and detrimental molds (Fungi) in mulches and composts. Fact Sheet HYG-3304-98. Ohio State University Extension. <http://ohioline.osu.edu>.
- Hoitink, H. A. J. & Burkholder, K. 2004. Mulches for the Landscape. Fact Sheet HYG – 1084 – 00. Horticulture and Crop Science, Ohio State University. [http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000\\_1084.html](http://ohioline.osu.edu/hyg-fact/1000_1084.html).
- Howard, F. W. & Oropeza, C. 1998. Organic mulch as a factor in the nymphal habitat of *Myndus crudus* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cixiidae). *Florida entomologist* 81(1): 92-97.
- Ibáñez, M. A., Becerril, R. E., Castillo, M. A., Parra, Q. R. y López, C. C. 2000. Efecto de cubiertas, riego y fertilización foliar en el desarrollo radical de manzano. *Terra* 18(3).
- Ibarra, J. L. y Rodríguez, P. A. 2002. Acolchado de suelos con películas plásticas. 1ª. Edición. Editorial LIMUSA. 132p.
- Jauron, R. 1997. Organic mulches for gardens and landscape plantings. Fact Sheet RG 209. Iowa State University Extension. <http://www.extension.iastate.edu/pubs>.
- Kelly, T. C., Lu, Y. C., Abdul-Baki, A. A. & Teasdale, J. R. 1995. Economics of a hairy vetch mulch system for producing fresh-market tomatoes in the Mid-Atlantic region. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5): 854-860.
- Kluepfel, M. & Polomsky, B. 2004. All About Mulch. Fact Sheet of Clemson University. <http://www.savvygardener.com/features/mulch.html>.

- Koenig, R., Farrel-Poe, K. & Miller, B. 1997. Using mulches in Utah landscapes and gradens. Fact Sheet HG/Compost/04. Electronic publishing, Utah State University Extension. [http://extension.usu.edu/files/gardpubs\\_compos04.pdf](http://extension.usu.edu/files/gardpubs_compos04.pdf).
- Lament, W. J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. HortTechnology 3(1): 35-39.
- Lamont Jr., W. J. 1996. What are the components of a plasticulture vegetable system?. HortTechnology 6(3): 150-154.
- Lamont, W. J. 1991. The use of plastic mulches for vegetable production. Fact Sheet of Department of Horticulture, Kansas State University. <http://www.agnet.org/library/article/eb333.html>.
- Lamont, W. J., Sorensen, K. A. & Averre, C. W. 1990. Painting aluminium strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HorthScience 25(10): 1305.
- Little, S. & Rogers, G. 2004. Development of a sustentable integrated permanent bed system for vegetable crop production. Fact Sheet of Applied Horticultural Research, Horticulture Australia Ltd.
- López, M. J. D., Gutiérrez, P. G. y Berúmen, P. S. 2000. Labranza de conservación usando coberturas de abono orgánico en alfalfa. Terra 18(2): 161-171.
- Marr, C. W. 1993. Plastic mulches for vegetables. Fact Sheet MF-1091. Cooperative Extension Service, Kansas State University. <http://www.oznet.ksu.edu/library/hort2/mf1091.pdf>.

- Masiunas, J., Wahle, E., Barmore, L. & Morgan, A. 2003. A foam mulching system to control weeds in tomatoes and sweet basil. *HortTechnology* 13(2): 324-328.
- Maynard, B. 2004. Are you guilty of over-mulching?. Fact Sheet of University of Rhode Island Cooperative Extension. <http://www.uri.edu/ce/factsheets/prints/overmulchprint.html>.
- Mcdonald, A. & Wheeler, M. 2002. Mulch for sustainable production. marlborough District Council of New Zealand. <http://www.marlborough.govt.nz>.
- Megraw, B. D. 2004. Easy Gardening Mulching. Fact Sheet of Extension Horticulturist, Texas Agricultural Extension Service. [http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/easy\\_gardening\\_mulching\\_mulching1.html](http://aggie-horticulture.tamu.edu/extension/easy_gardening_mulching_mulching1.html).
- McGraw, D. & Motes, J. E. 2004. Use of plastic mulch and row covers in vegetable production. Fact Sheet F-6034. OSU Extension Facts, Oklahoma Cooperative Extension Service. <http://pearl.agcomm.okstate.edu/hort/vegetables/f6034.htm>.
- Merwin, I. A., Rosemberger, D. A., Engle, C. A., Rist, D. L. & Fargione, M. 1995. Comparing mulches, herbicides, and cultivation as orchard groundcover management systems. *HortTechnology* 5(2): 151-158.
- Milius, S. 2004. Plastic vs plants: Mulch method changes tomato's gene activity. *Science news* 166(2): 21.
- Miller, S. S. & Greene, G. M. 2003. The use of reflective film and ethephon to improve red skin color of apples in the Mid-Atlantic region of the United States. *HortTechnology* 13(1): 90-99.
- Molla, M. H. 2000. Effect of Mulching and Weed Control on the Incidence of Yellow Leaf Curl Virus. ARC Training Report 2000. Bangladesh.

Neilsen, G. H., Hogue, E. J., Forge, T. & Neilssen, D. 2003. Mulches and biosolids affect vigor, yield and leaf nutrition of fertigated high density apple. HortScience 38(1): 41-45.

Neveln, V. 2004. Organic mulch: Helpful or harmful?. Fact Sheet of Iowa State Extension Service, Iowa State University. [http://www.gardenandearth.com/gardening\\_tips/Organic\\_Mulch.html](http://www.gardenandearth.com/gardening_tips/Organic_Mulch.html).

Petersen, J., Belz, R., Walker, F. & Hurler, K. 2001. Weed suppression by release of isothiocyanates from turnip-rape mulch. Agronomy Journal 93: 37-43.

Preusch, P. L. & Tworkosky, T. J. 2003. Nitrogen and phosphorus availability and weed suppression from composted poultry litter applied as a mulch in a peach orchard. HortScience 38(6): 1108-1111.

Rakow, D. A. 2004. Mulches for landscaping. Fact sheet of Dept. of Horticulture, Cornell University. <http://www.gardening.cornell.edu/factsheets/mulch/mulchland.html>.

Reiners, S. & Nitzsche, P. J. 2004. Mulches for Vegetable Gardens. Fact Sheet FS058. Rutgers Cooperative Extension, State University of New Jersey. <http://www.rce.rutgers.edu>.

Relf, D. 2001. Mulching for a Healthy Landscape. Publication Number 426-724. Environment Horticulture, Virginia Tech. <http://www.ext.vt.edu/pubs/envirohort/426-724/426-724.html>.

Ricotta, J. A. & Masiunas, J. B. 1991. The effects of black plastic mulch and weed control strategies on herb yield. HortScience 26(5): 539-541.

Roberts, B. W. & Anderson, J. A. 1994. Canopy shade and soil mulch affect yield and solar injury of bell pepper. HortScience 29(4): 258-260.

- Roe, N. E., Stoffella, P. J. & Bryan, H. H. 1994. Growth and Yields of Bell Pepper and winter Squash grown with organic and living mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1193-1199.
- Rose, M. A. & Smith, E. 2001. Mulching landscape plants. Fact Sheet of Ohio State University Extension. [http://ohioline.osu.edu/hyg-fact\\_1000\\_1083.html](http://ohioline.osu.edu/hyg-fact_1000_1083.html).
- Ross, S. M., King, J. R., Izaurralde, R. C. & O'Donovan, J. T. 2001. Weed suppression by seven clover species. *Agronomy Journal* 93: 820-827.
- Ruiz, J., Bravo, M. E. y Loaeza, G. R. 2001. Cubiertas vegetales y barreras vivas: tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra* 19(1): 89-95.
- Rulevich, M. T., Mangan, F. X. & Carter, A. K. 2003. Earliness and yield of tropical winter squash improved by transplants, plastic mulch and row cover. *HortScience* 38(2): 203-206.
- Soltani, N., LaMar, J. A. & Hamson, A. R. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(6): 1001-1009.
- Starbuck, C. J. 2004. Mulch Types and Usage. Fact Sheet of Department of Horticulture. University of Missouri-Columbia. <http://honeycreek.us/mulch.htm>.
- Swift, C. E. 2003. A comparison of various mulches: temperature relationships and plant growth. Colorado State University Cooperative Extension. <http://www.stopmulching.com/Temperature%20Studies%20with%20Rubber%20Mulch.htm>.
- Taber, H. G. 1993. Early muskmelon production with wavelength-selective and clear plastic mulches. *HortTechnology* 3(1): 78-80.



- Tadashi, T. & Fang, W. 2002. Climate under cover. Second Edition. Kluwer Academic Publishers.
- Teasdale, J. R. y Abdul-Baki, A. A. 1995. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulch. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5): 848-853.
- Walters, S. A. 2003. Suppression of watermelon mosaic virus in summer squash with plastic mulches and rowcovers. *HortTechnology* 13(2): 352-357.
- Weber, C. A. 2003. Biodegradable mulch films for weed suppression in the establishment year of matted-row strawberries. *HortTechnology* 13(4): 665-668.
- Whiting, D. & Tolan, R. 2003. Mulching with wood/bark chips, grass clippings and rock. Fact Sheet No. 121. Colorado State University Cooperative Extension. <http://www.cmq.colostate.edu>.
- Wien, H. C., Minotti, P. L. & Grubinger, V. P. 1993. Polyethylene mulch stimulates early root growth and nutrient uptake of transplanted tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(2): 207-211.
- Williams, D. J. 1997. Organic mulch. Fact Sheet NRES-19-97. Cooperative Extension Service, University of Illinois. <http://web.aces.uiuc.edu/vista/pdf/pubs/MULCH.pdf>.