

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Identificación de impactos ambientales y recomendaciones de
manejo en el uso de acolchados plásticos en el cultivo de melón
(Cucumis melo), en el valle del río Motagua, Zacapa.**

Luís Eduardo Cordón Aguilar

**Guatemala
2004**

Identificación de impactos ambientales y recomendaciones de manejo en el uso de acolchados plásticos en el cultivo de melón (Cucumis melo), en el valle del río Motagua, Zacapa.

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE
GUATEMALA**

Facultad de Ciencias y Humanidades

**Identificación de impactos ambientales y recomendaciones de
manejo en el uso de acolchados plásticos en el cultivo de melón
(Cucumis melo), en el valle del río Motagua, Zacapa.**

**Trabajo Profesional para optar al Título de
Maestría en Estudios Ambientales**

LUIS EDUARDO CORDÓN AGUILAR

**Guatemala
2004**

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
III. MARCO CONCEPTUAL.....	4
A. Descripción del área de estudio (valle del Motagua)	4
1. Uso actual y potencial de suelos del valle del Motagua.....	4
B. Evaluación ambiental.....	6
1. ¿Qué es la evaluación de impacto ambiental?	6
2. Legislación ambiental relacionada con el uso de suelos	7
C. Metodología del sondeo.....	9
D. Agroplasticultura	9
1. Agroplasticultura en Guatemala.	11
IV. PROBLEMA.....	14
V. OBJETIVOS	15
A. General	15
B. Específicos	15
VI. METODOLOGIA.....	16
A. Trabajos iniciales de gabinete.....	16
1. Localización y delimitación del área.....	16
2. Determinación de áreas de muestreo.....	17
B. Trabajos de campo.....	17
1. Encuesta a agro exportadoras.	18
2. Lista de chequeo.....	18
C. Análisis de datos.....	18

VII. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN	20
A. Manejo del acolchado plástico en el cultivo del melón.....	20
B. Impactos que ocasiona la utilización del acolchado plástico en el cultivo del melón	21
1. Identificación y valorización de impactos positivos.	21
2. Identificación y valorización de impactos negativos.....	22
C. Recomendaciones de medidas de mitigación y de manejo ambiental de los desechos de acolchado plásticos en cultivo del melón.	24
1. Medidas de mitigación.	24
2. Medidas de contingencia y de seguridad humana.	26
3. Medidas de manejo de acolchado plástico desechado.....	27
 VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	 36
 IX. BIBLIOGRAFÍA.....	 38
 ANEXOS	 40
A. Anexo 1 Boleta guía de campo para plantas agroexportadoras	41
B. Anexo 2 Lista de chequeo de impactos generados.....	42
C. Anexo 3 Matriz específica para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.....	43
D. Anexo 4 Matriz específica resuelta para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Características generales de los plásticos utilizados en el valle del Motagua.	20
Cuadro No. 2	Cuadro comparativo entre alternativas reciclado e incineración por recuperación energética	34
Cuadro No. 3	Boleta guía de campo para plantas agroexportadoras.....	41
Cuadro No. 4	Lista de chequeo de impactos generados.....	42
Cuadro No. 5	Matriz específica para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.....	43
Cuadro No. 6	Matriz específica resuelta para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1	Estructura general del polietileno	10
Figura No. 2	Estructura simplificada del polietileno	10
Figura No. 3	Desechos plásticos a orillas de camino en campos de cultivo.	14
Figura No. 4	Mapa de la república de Guatemala, marcando los departamentos incluidos en la zona semiárida del nororiente de Guatemala.....	17

RESUMEN

Este estudio proporciona recomendaciones sobre el manejo de residuos plásticos de acolchado de melón en el valle del río Motagua en el departamento de Zacapa, Guatemala. En el mismo se identifica y valoriza la contaminación generada por el uso del acolchado plástico del cultivo del melón identificando que el componente visual del paisaje y la disposición de los residuos plásticos generados son las principales causas de deterioro ambiental por los efectos de la técnica en estudio.

Se presentan recomendaciones específicas para cada impacto identificando dónde se resaltan las medidas de mitigación, medidas de contingencia y de seguridad humana y medidas específicas de manejo de acolchado plástico desechado. Dentro de éstas últimas se identifican diferentes alternativas existentes para los componentes de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos plásticos generados.

En cuanto a la reducción de residuos plásticos generados desde la fuente se recomienda realizar ensayos de cultivos tutorados en forma vertical, lo cual podría incrementar las producciones por área de cultivo y potencialmente reducir la utilización del acolchado plástico. Para la reutilización se presenta el caso de la incineración por recuperación energética donde se valorizan las características caloríficas del material plástico siendo una importante fuente de combustible para la generación de vapor de agua, combustión de procesos o generación de energía; además se recomienda la medida del reciclaje como una alternativa acorde a las características del tipo de material desechado en el acolchado, siendo su principal potencial para la producción de la denominada madera plástica.

Finalmente se evalúa la incineración y el reciclaje, que dentro de los límites de este estudio y las empresas consultadas, se obtuvo que los costos de valorización por recuperación energética podrían ser no menores a los quince dólares (US\$.15.00), mientras que los costos de valorización por reciclaje podrían ser no mayores a los ocho dólares con veinte centavos (US\$.8.20). Sin embargo, por la recuperación energética no se tendría una utilidad económica como tal para las agroexportadoras, mientras que por la valorización por reciclaje si se podría obtener una utilidad no menor a los once dólares con ochenta centavos (US\$.11.80) por tonelada lo cual se podría convertir en siete mil ochenta dólares (US\$.7, 080.00) por año.

I. INTRODUCCIÓN

El deterioro del medio ambiente es uno de los grandes temas que preocupan a la humanidad en el comienzo del tercer milenio. El siglo XX se conoció como la era del plástico y sin duda que esos materiales han contribuido al desarrollo y al avance de la ciencia y la tecnología, así como al confort y comodidad de las personas de la sociedad moderna. La presencia de los materiales plásticos es importante en diversos sectores de la vida actual como: empaques, embalajes, industria, hogar, construcción, electrodomésticos, telecomunicaciones, medicina y por supuesto también en la agricultura. Sólo en el año 2000 se utilizaron más de 5 millones de toneladas de materiales plásticos para uso agrícola en todo la Tierra.

El término agro plásticos hace referencia a las aplicaciones de plásticos en la agricultura, siendo los principales usos las fundas protectoras para frutas, geomembranas para recubrimiento de lagunas y canales, películas para conservación de pastos y forrajes, comederos para aves y animales, techos para vaqueras y galpones avícolas, trampas para monitoreo de plagas, mallas para diversas aplicaciones y, principalmente, como film del suelo (acolchados).

El uso de agro plásticos como film para acolchado, film para invernadero, mallas anti-insectos, cubiertas flotantes y cintas de riego, ha permitido el uso racional de los agroquímicos y de los fertilizantes en las dosis mínimas necesarias.

Estos agro plásticos han impedido la deforestación y la tala de árboles al propiciar la agricultura intensiva en espacios menores y sustituyendo artículos fabricados con madera, como las cajas de madera por cestas plásticas. Además, desempeñan un papel primordial en la moderna gestión de agua de riego por medio de los sistemas de riego controlado (goteo) y por los sistemas para conservación de agua.

Por otra parte estos agro plásticos producen, entre otros aún no identificados, algunos impactos negativos en el momento en que son dejados de utilizar, resaltando principalmente el deterioro del paisaje y la contaminación de suelos en cuanto a proporciones acumuladas de estos desechos plásticos.

En Guatemala el film utilizado para acolchado del suelo en el cultivo del melón es una de las principales causas de impactos al ambiente en cuanto a desechos plásticos se refiere, se pretende con esta investigación describir la situación actual de la utilización de acolchado plástico en el cultivo de melón en el Valle del Motagua, Zacapa, y el manejo posterior del mismo, con el

propósito de identificar los impactos al ambiente y con estos insumos realizar recomendaciones de manejo acordes a la problemática que se presente y a las características específicas de los productos plásticos que se identifiquen. Para esto se utilizó una metodología en la que se llevaron a cabo visitas de campo para recopilar toda la información necesaria y luego seguir procedimientos previamente establecidos para la identificación y determinación de impactos.

II. ANTECEDENTES

La práctica de acolchado es muy antigua y consiste en cubrir el suelo (en la línea del cultivo) con materiales inertes de origen orgánico o mineral: paja, hojas secas o arena entre otros, quienes actúan como una barrera para el crecimiento de malezas; también mantienen la humedad del suelo y limita el ascenso de sales a los niveles superiores del suelo. Además, protegen de la acción desecante erosiva del viento y la lluvia y evitan la pérdida de radiación de onda larga proveniente del suelo durante la noche. Este procedimiento permite cosechas precoces y abundantes.

La producción en áreas cubiertas con acolchados en Guatemala tuvo un fuerte crecimiento del año 1996 a 1998. En el año 1996 se reportaban alrededor de 1,900 hectáreas y en 1998 se registraban 3,500 hectáreas. Para 1999 el área estimada de cultivos sobre acolchado ascendió a 4,630 hectáreas y para el 2002, oscilaba entre 5,000 a 5,500 hectáreas. El cultivo de melón (Cucumis melo) ha ocupado la mayor extensión para acolchado encontrándose la mayor producción de dicho cultivo en el valle del Motagua, Zacapa.

Las regiones productoras del Oriente del país, conformada por las aldeas San Jorge y La Fragua del municipio de Zacapa y otras aldeas de los municipios de Estanzuela y Teculután, todos en el valle del río Motagua en el Departamento de Zacapa, comprenden el 90% del área cultivada con acolchados. Esta región se caracteriza por tener poca precipitación pluvial anual, entre 400 a 600 mm, temperatura media anual entre 24 a 27 grados Celsius y elevaciones de 180 a 400 metros sobre el nivel del mar. El resto se localiza al sur del país y en el altiplano central.

Predominantemente para melón se utilizan películas de polietileno de baja y alta densidad, con espesores que varían de 25 a 32 micras (1.00 a 1.25 milésimas de pulgada), anchos entre 1.32 a 1.42 metros (52 a 56 pulgadas), con duración de 9 meses para obtener 2 ciclos de cultivo.

III. MARCO CONCEPTUAL

A. Descripción del área de estudio (valle del Motagua)

En Guatemala, la zona de producción de melón se ubica hacia el nororiente del país, en el valle del Río Motagua, entre las coordenadas 14° 46´ y 15° 05´ de latitud norte; 89° 24´ y 90° 17´ longitud oeste. El valle posee características de zona de vida del Monte Espinoso. (Castañeda 1997). Según De La Cruz (1982) las condiciones climáticas de esta zona de vida están representadas por días claros en la mayor parte del año y una escasa precipitación anual, que generalmente se presenta durante los meses de agosto a octubre y es de 400 a 600 milímetros por año, con una bio-temperatura que oscila entre los 24 y 26 grados centígrados y una evapotranspiración potencial que puede estimarse en promedio de 130% mayor que la cantidad de lluvia total por año. La topografía va de plano a levemente accidentado en los márgenes del río Motagua; la elevación varía entre 180 y 400 msnm y, para las áreas cultivables del Valle del Motagua se tiene una altura media de 210 metros sobre el nivel del mar (Guatemala 1992).

1. Uso actual y potencial de suelos del valle del Motagua.

Según Valle (1999) esta zona de vida cubre un área de 928 Km², esto es el 0.85% de la extensión total del país, abarcando un 24% del departamento de El Progreso, 23% de Zacapa y 2% de Chiquimula. El valle posee un largo de poco más de 100 kilómetros y un ancho máximo de 35 kilómetros. Hacia el norte se encuentra la sierra de las Minas (hasta 3300 msnm) mientras que hacia el sur está la Sierra del Merendón (hasta 2500 msnm) ambas impiden principalmente la penetración de los vientos alisios del nororiente lo que produce un efecto de sombra de lluvia, generando a su vez condiciones de aridez en una zona que por su posición latitudinal debería recibir más precipitación.

Según Castañeda (1997), aproximadamente el 69% de la superficie total del valle del Motagua, es constituido por ecosistemas naturales controlados, el 28% por sistemas agrícolas y el 3% por sistemas urbanos. Para 1997, casi el 80% de los sistemas naturales controlados estaban en la etapa arbustiva lo cuál aunado a una baja precipitación podría indicarse que el área ha sido sometida a algún tipo de perturbación, el área no posee sistemas naturales maduros y toda la zona se encuentra sometida a una transformación en diferentes grados.

La mayor parte de la superficie se dedica a sistemas naturales controlados y estos se realizan con limitaciones debido a la baja precipitación anual, lo cual impide que en los valles pueda producirse agricultura de invierno sin riego; lo cual es determinante desde el punto de

vista de manejo humano y económico, pero no así, en la relación a la alta biodiversidad en el área.

Por lo cual se producen únicamente cultivos con riego y es por ello que los sistemas de producción agrícola se pueden clasificar acorde al tipo de sistema de riego que posee para la producción, clasificando estos como a) bajo riego estatal, b) bajo riego no estatal para cultivos anuales y c) bajo riego no estatal para plantas perennes o regadíos.

Los sistemas agrícolas de monocultivo anual ocupan el 24% de la superficie, muestran la menor biodiversidad y tienen influencia significativa en la disminución de la diversidad animal de otros sistemas; no hay deliberada rotación de cultivos a excepción de grandes áreas cultivadas de melón para exportación, que se hace de acuerdo a la demanda y a las condiciones de riesgo del agricultor. Los regadíos, representan aproximadamente el 3% de superficie, son los que tienen la mayor diversidad de los sistemas agrícolas, sin embargo en los últimos 30 años, en la mayoría de propiedades agrícolas que cuentan con regadíos de ríos como Hato, Teculután, San Pablo, Riachuelo y Jones, han sido cambiados a sistemas de monocultivo. (Paiz, 1994).

El valle se caracteriza por producir cultivos de exportación y para el mercado local. Entre ellos resaltan: melón, tabaco, ockra, chile pimiento, tomate, pepino, sandía, berenjena, entre otros. Todos ellos han provocado el avance de la frontera agrícola, lo que ha eliminado la cobertura vegetal natural del lugar, y con ello eliminado especies nativas de importancia. Algunas de estas especies nativas han sobrevivido por su importancia en el consumo por parte de los habitantes de la zona, quienes mantienen germoplasmas naturales en terrenos, patios de casas ó cualquier lugar donde se encuentre disponible al momento de utilizarlo (Cordón, *et al.* 2002).

La dependencia de la población con respecto a la actividad agrícola como generadora de ingreso y alimento ha incidido en la reducción de la biodiversidad. Bajo las condiciones económicas actuales de la población, existe una relación inversa entre la riqueza de biodiversidad natural y la generación de ganancias de los sistemas de producción practicados. La sustitución de sistemas tradicionales de producción por los monocultivos hortícolas intensivos y de exportación ha reducido la biodiversidad. Los cambios de sistemas de producción en los últimos cuarenta años, como el desarrollo de distritos de riego, han generado la implementación de una agricultura con utilización de elementos tecnológicos modernos en forma intensiva y no favorable a la preservación de la biodiversidad (Castañeda, 1997).

B. Evaluación ambiental

En virtud que este estudio pretende identificar los impactos ambientales y realizar recomendaciones de manejo en el uso de acolchados plásticos en el cultivo de melón en el valle del río Motagua, Zacapa, se hace necesario ampliar información en cuanto a qué es la evaluación de impacto ambiental y cómo se diferencia de un estudio de evaluación de impacto ambiental. Por otra parte, también es necesario el conocimiento de las diferentes leyes relacionadas con el manejo del ambiente principalmente el relacionado al manejo de los suelos para uso agrícola.

1. ¿Qué es la evaluación de impacto ambiental? En el tema ambiental existe diversidad de conceptos; para este estudio pretendemos diferenciar los siguientes dos:

- ü Evaluación de impacto ambiental.
- ü Estudio de impacto ambiental.

Según Aguilar (2002), al referirse a las evaluaciones de impacto ambiental "EIA", indica que:

« Es un procedimiento jurídico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá en caso de ser ejecutado, así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de la administración pública competente.»

El mismo autor menciona que el Consejo de Administración del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente ha definido a las evaluaciones de impacto ambiental como:

« El examen, análisis y evaluación de unas actividades planeadas, con miras a lograr un desarrollo que desde el punto de vista del medio ambiente sea adecuado y sostenible.»

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de planificación legalmente constituido, mediante el cual se determinan los impactos y riesgos ambientales potenciales de cualquier actividad que se quiera realizar, siendo la misma de carácter público o privada (Rodríguez, 2001).

Según UICN (1996), la "EIA" se define como:

« Un procedimiento, una herramienta que pretende determinar las condiciones ambientales y sociales de una acción o proyecto de desarrollo. Provee una oportunidad para colocar los intereses ambientales en la agenda pública.»

Se dice que existe un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable en el medio o en alguno de los componentes del medio. Para este estudio, la evaluación de impacto ambiental es un instrumento de conocimiento al servicio de la decisión y no un instrumento de decisión en sí mismo; el EIA será un procedimiento jurídico-administrativo para la aprobación, modificación o rechazo de un proyecto o actividad por parte de la autoridad competente.

A diferencia del concepto anterior, el estudio de impacto ambiental, según Aguilar (2002), indica que:

« Es la principal herramienta para la evaluación de los efectos ambientales de todo proceso de toma de decisión dentro del procedimiento jurídico-administrativo.»

El estudio de impacto ambiental es un documento elaborado por un grupo interdisciplinario, para analizar objetivamente la acción o proyecto propuesto y sus responsabilidades. Este se realiza cuando el proyecto está a nivel de prefactibilidad, factibilidad y/o diseño. (Rodríguez, 2001).

Se puede decir que el estudio de impacto ambiental difiere de la evaluación de impacto ambiental en que éste es una herramienta que evalúa los efectos ambientales de un proyecto antes de su ejecución. La evaluación de impacto ambiental será el procedimiento que la autoridad competente utilizará en el proceso de la toma de decisión con respecto a aceptar, modificar o rechazar un proyecto o actividad a ser ejecutado en el futuro.

2. Legislación ambiental relacionada con el uso de suelos. Es

una realidad nacional que no existe una concientización de la conservación de los recursos naturales del país; a pesar de ello en la Constitución Política de la República de Guatemala, como el máximo documento en cuanto a jerarquía de la ley, se estipulan los lineamientos ambientales que rigen todo el país. En la Constitución se deja en claro, en el artículo 64, que es de interés nacional la conservación, protección y mejoramiento del patrimonio Natural

de la Nación y se obliga a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico (Guatemala, 1985).

Cabe resaltar que el Monte Espinoso posee una gran diversidad en riqueza como Patrimonio Natural de la Nación el cual necesita un manejo especial para promover la búsqueda de su conservación, protección y mejoramiento para evitar la contaminación y el mantenimiento del equilibrio ecológico.

Seguidamente, del artículo 64 de la Constitución, se deriva el decreto 68-86, Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, en el que se especifica lo relacionado con la prevención de la contaminación ambiental y se estipula que:

« Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente...» (Guatemala, 1986).

Por la reorganización institucional en el año 2,000 se emite el Decreto 90-2000, Ley de Creación del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el cual establece que:

« Cualquier disposición legal y administrativa que se refiere a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), o a la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARN), debe entenderse que se refiere al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, como consecuencia de ello, la aprobación de los Estudios de Impacto Ambiente corresponde ahora a este Ministerio...» (Guatemala, 2000).

Finalmente se deben considerar los Acuerdos de Paz, principalmente el acuerdo sobre aspectos socioeconómicos y situación agraria y donde se establece que:

«... en este sentido, y en congruencia con los principios de la Alianza Centroamericana para el desarrollo sostenible, el gobierno reitera los siguientes compromisos: a) Adecuar los contenidos educativos y los programas de capacitación y asistencia técnica a las exigencias de la sostenibilidad ambiental; b) Dar prioridad al saneamiento ambiental en la política de salud; c) Articular las políticas de ordenamiento territorial, y en particular la planificación urbana, con la protección ambiental; d) Promover programas de manejo sostenible de los recursos naturales, generadores de empleo.»

C. Metodología del sondeo

Para este estudio se utiliza esta técnica la cual, según Ruano (1989) es un proceso de investigación y desarrollo de sistemas de producción agropecuario. Es una herramienta para caracterizar dichos sistemas y para analizar sus interacciones, sus problemas y factores limitantes y su racionalidad. En otras palabras, es una forma de realizar investigación con fines de diagnóstico, utilizando el método etnográfico adaptado para entender los aspectos agrosocio-económicos relacionado con los sistemas de producción desde el punto de vista de los actores mismos. Propone determinar por qué y cómo utilizan los agroproductores sus recursos, cómo conocen sus restricciones, cómo enfrentan sus problemas y cómo toman sus decisiones previo, durante y posteriormente a la producción de los artículos agropecuarios.

De igual forma se puede utilizar para identificar y definir dominios de recomendación en áreas específicas dadas siempre con el fin de desarrollar y difundir tecnología mejorada que maximice la eficiencia de esos sistemas, como una vía para elevar el nivel de vida de familias rurales. El enfoque de sistemas de producción agropecuarios, bautizado con muchos otros nombres, ha desarrollado etapas metodologías (normalmente secuenciales e interactivas), muy bien definidas. Sin discusión, la primera de ellas es la caracterización. Aquí, se persigue conocer la realidad sobre el ambiente en donde un equipo de investigadores y extensionistas van a trabajar o está trabajando. Esta etapa también recibe otros nombres, tales como inventario y análisis o diagnóstico. La misma es de crucial importancia, puesto que es la base para el resto del proceso.

“Un mal diagnóstico, conducirá a un tratamiento errado y, como consecuencia, la enfermedad permanecerá, o aun peor, se podrá agravar”. La palabra “diagnóstico” se ha prestado de las ciencias medicas, etimológicamente significa “Parte de la medicina que se ocupa en la determinación de las enfermedades, por los síntomas de las mismas”. Finalmente el autor menciona que la palabra caracterización significa: “Determinar con precisión”, “Identificar aquellos atributos que le dan carácter a algo, o que lo definen, o que lo identifican”. Independientemente de cual es la más acertada, para efectos del trabajo con el enfoque sistémico o si una contiene a la otra, lo más importante es la claridad del concepto y su utilidad.

D. Agroplasticultura

El desarrollo de este estudio se basa en el uso de acolchados plásticos por lo que se hace necesario proporcionar información en cuanto al término agroplasticultura o plasticultura.

El término “agroplasticultura” se utiliza a nivel de toda iberoamérica para hacer referencia

al uso de materiales plásticos en las actividades agrícolas, estos materiales plásticos según Sánchez, (citado por Meléndez, 2003) son utilizados en grandes cantidades y generalmente son de bajo costo. Los más utilizados a nivel mundial son los siguientes:

- Polietileno (PE)
- Polipropileno (PP)
- Poli estireno (PS)
- Poli- cloruro de vinilo (PVC)
- Poli- tereftalato de etileno (PET)

Los materiales plásticos están formados por moléculas gigantes. Por esa razón también se les conoce con el nombre de polímeros o macromoléculas, ya que cuando se habla de polímeros se está refiriéndose a moléculas con pesos moleculares de cientos de miles, o aún millones. Para darnos una idea, la molécula de agua (H₂O) tiene un peso molecular de 18, mientras que un polietileno (PE) para la fabricación de filmes agrícolas puede tener un peso molecular de 200,000.

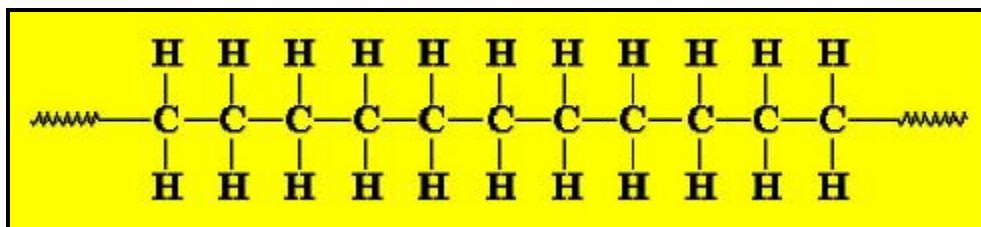


Figura No. 1 Estructura general del polietileno

Con el fin de simplificar la fórmula, por lo general, sólo se representa una unidad de la estructura repetitiva. Entonces para el PE se puede representarlo como:

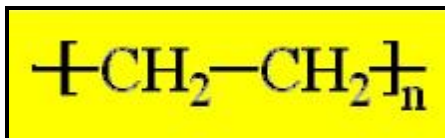


Figura No. 2 Estructura simplificada del polietileno

Los materiales plásticos en su gran mayoría se obtienen del petróleo, por medio de reacciones químicas. Existen muchas de estas reacciones y son de distintas clases; pero todas tienen un detalle en común: comienzan con moléculas pequeñas que luego se van uniendo entre sí para formar moléculas gigantes. Se llama monómero a esas moléculas pequeñas; se puede imaginar un collar de perlas donde cada perla sería una molécula de monómero y el collar sería una molécula de polímero. De tal manera que los monómeros se enlazan entre sí como las perlas de un collar. A esta reacción se le conoce con el nombre de polimerización.

El polietileno utilizado en la agricultura es un polímero lineal, de etileno (C₂H₄), siendo una pequeña molécula orgánica que reacciona con otras iguales a ella dando lugar a largas

cadenas de etileno unidas entre sí. La variedad de tipos de polietileno utilizados en plasticultura se dividen en alta y baja densidad; esta densidad es dependiente de los grupos de cadenas de polímero unidas en una posición fija cuando más denso es, entonces, más grupos se forman y más rígido es el material (Barquero, 2003).

Por las características de flexibilidad y capacidad térmica son preferibles los polietilenos de baja densidad a su uso como materiales de recubrimiento tipo film. Estos materiales plásticos delgados también conocidos como film, deben poseer propiedades físicas y químicas que garanticen su duración.

1. Agroplasticultura en Guatemala. Según Bran, (citado por Gálvez, 2003) en Guatemala en la década de 1980 se dio un proceso de transformación productiva con miras a la diversificación agrícola. Durante esta época se da inicio a prácticas agrícolas con cultivos no tradicionales de exportación que hoy en día ocupan el segundo grupo de mayor importancia en exportaciones y generación de divisas.

Guatemala posee un área total de 10.8 millones de hectáreas, de las cuales 2.8 millones son áreas con vocación agrícola y se han desarrollado la mitad, por lo que aún falta desarrollar 1.4 millones de hectáreas; el resto del territorio nacional es de vocación forestal, agua y zonas protegidas. Dentro de los cultivos no tradicionales con potencial para su exportación se encuentran rosas, clavel, semilla de ajonjolí, arveja china, brócoli, melones, mangos, berries, hule, plantas ornamentales, entre otros. Las áreas con utilización de acolchado de suelos se empezaron a incrementar en el año 1996 con 1,900 hectáreas, debido al aumento de la exportación del cultivo del melón se hizo necesario el uso de esta técnica para optimizar los campos de cultivo. Para el año 2001 se estimaron 4,800 hectáreas con acolchados, siendo los principales cultivos que utilizan esta técnica el melón (90%) y la fresa (7%). La región productora de acolchado predomina en el valle del río Motagua, en el departamento de Zacapa, en el oriente del país (Gálvez, 2003).

La práctica del acolchado o también llamado mulching es muy antigua que se basa en cubrir el suelo, preferiblemente en la línea de cultivo con paja seca, hojas secas, arena u otros materiales con el propósito de dar protección al cultivo en especial en cuanto a la retención de humedad del suelo y evitar el crecimiento de malezas (plantas no deseables). Este procedimiento permite cosechas precoces y abundantes, a través de los tiempos su uso se abandonó debido a

lo difícil de su manejo y al volumen de materiales que se necesitaba. Hoy en día, con la aparición de la película de polietileno ha tenido un nuevo uso en la agricultura (Barquero, 2003).

Dentro de las ventajas que ofrece esta técnica se encuentran los siguientes:

- ü Proteger los cultivos y el suelo: los agentes atmosféricos, reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes incrementando los costos.
- ü Control de malezas: la opacidad a la luz solar impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes.
- ü Reflexión de luz: los plásticos plata y blanco reflejan la luz solar proporcionando a las hojas luz en anverso y reverso, con lo cual se estimula la fotosíntesis. Polietilenos con caras plata o blanco hacia el sol consiguen el efecto reflexión de luz; esto tiene influencia contra la presencia de mosca blanca y otros áfidos.
- ü La absorción de calor durante el día y su posterior restitución durante la noche, es un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas y se contribuye a la aceleración del proceso fotosintético que redundará en precocidad e incremento de los rendimientos.
- ü Reducción de costos: Este beneficio por sí solo puede justificar económicamente la inversión del uso del acolchado plástico ya que derivado de esta técnica se reducen las aplicaciones de plaguicidas al suelo y se obtienen frutos de mejor calidad. Además, el evitar la evaporación reduce los costos de agua y disminuye la consiguiente pérdida simultánea de fertilizantes (Tecnología para la Productividad Agrícola, 2004).

Son notables las ventajas que la técnica de acolchados plásticos proporcionan a la producción agrícola, que para nuestro caso bajo las condiciones del valle del río Motagua, se hace indispensable su uso para la producción de melón. La extensa lista de beneficios técnicos y económicos que esta técnica proporciona según los mismos productores de la zona es muy amplia; sin embargo, presenta desventajas que son suficientes para considerar una evaluación de la misma. Dentro de las desventajas del uso de acolchados plásticos se pueden considerar las siguientes:

- X Se hace necesario perforar la película de plástico para permitir el paso del agua; de ocurrir estancamiento se causarán pudriciones de las plántulas jóvenes. Por eso es necesario hacer 40 perforaciones por m² para plantas grandes y 100 perforaciones por m² para plántulas menos robustas. Además estas perforaciones permiten el intercambio de gases.

- X Es importante saber cuándo eliminar la cubierta pues, si esto se hace muy temprano la oportunidad para el crecimiento de avance se pierde y, si es muy tarde el crecimiento, se reduce. En general, es más prudente eliminar la película de plástico más temprano que tarde (Acolchados, Beneficios y Desventajas, 2004).

Ambientalmente se pueden identificar las siguientes desventajas;

- X La diversidad biológica, de las áreas donde se cosecha con la técnica de acolchados plásticos, se reduce a su mínima expresión puesto que al cubrir los suelos se generan condiciones adversas a un medio natural.
- X Los materiales de acolchados resultantes de malos manejos pueden presentar ciertos problemas ya que al momento de desgarrarse, éstos se parten por mitad y vuelan por el aire y/o las orillas quedan enterradas en el suelo evitando así la degradación de los mismos. También ocasionan problemas en el futuro uso de dichos suelos.
- X La escorrentía por causa de las lluvias se eleva debido a que la infiltración se reduce con el uso de acolchados. Se ocasionan grandes escorrentías de agua hacia puntos, donde con anterioridad, no se contaba con dicha carga hídrica, lo cuál puede derivarse en inundaciones.
- X El mayor problema posiblemente se da en el momento en que se desechan los plásticos, considerando que no son de fácil degradación y que, además, por estar en contacto directo con el suelo en cantidades relativamente grandes dificulta su manejo y posterior desecho. El hecho de que posean partículas de suelo dificulta su posterior comercialización para reciclado.

IV. PROBLEMA

El uso de plásticos en la agricultura es una técnica que se utiliza a nivel internacional para aumentar la rentabilidad de los cultivos. En el caso de Guatemala se utilizan especialmente los acolchados que, según la Asociación del Gremio Químico Agrícola (AGREQUIMA), para el año 1999 se reportaron más de 500 toneladas de plásticos para este uso específico.

En Guatemala, el 90% de los acolchados plásticos se usa en la región del valle del Motagua, Zacapa en el cultivo del melón y es utilizado por las ventajas que proporciona al cultivo de esta película de polietileno. Sin embargo, también tiene desventajas, como son: que los productores no hacen un manejo adecuado del material plástico después de la utilización en el ciclo de cultivo. Entonces se convierte en un desecho al que no se le da un buen tratamiento y el mismo se acumula en los campos; a la fecha no se han evaluado los daños que produce al ambiente, que es uno de los objetivos de este trabajo.



Figura No. 3 Desechos plásticos a orillas de camino en campos de cultivo.

V. OBJETIVOS

A. General

- Identificar impactos ambientales y recomendar medidas de manejo en el uso de acolchados plásticos en el cultivo de melón (Cucumis melo) en el valle del río Motagua, Zacapa.

B. Específicos

- Describir el manejo del acolchado plástico en el cultivo del melón.
- Identificar y determinar los impactos que ocasiona la utilización del acolchado plástico en el cultivo del melón.
- Proponer un manejo ambiental de los desechos de acolchado plásticos en cultivo del melón que incluya medidas de mitigación para una recuperación ambiental.

VI. METODOLOGIA

El estudio comprendió las siguientes fases: a) trabajos iniciales de gabinete, b) trabajos de campo y c) trabajos finales de gabinete.

A. Trabajos iniciales de gabinete

Se realizó la localización y delimitación del área en estudio y la determinación de las áreas de influencia del cultivo de melón con utilización de acolchado plástico.

1. Localización y delimitación del área. La referencia del área se consideró en una primera visita de campo en la que se ubicaron las parcelas que cuentan actualmente con cultivo de acolchado plástico. Los municipios muestreados se consideraron dentro del área de influencia de la zona de vida de monte espinoso, para lo cual previamente se estableció que esta zona de vida cubre un área de 928 Km² (0.85% de la extensión total del país) y abarcando un 24% del departamento de El Progreso, 23% de Zacapa y 2% de Chiquimula, todos en la República de Guatemala.



Figura No. 4 Mapa de la república de Guatemala, marcando los departamentos incluidos en la zona semiárida del nororiente de Guatemala.

2. Determinación de áreas de muestreo. Para esto se aplicó un muestreo preferencial que consistió en escoger aquellas áreas donde, por información de los pobladores locales, existen oficinas o plantas agroexportadoras de melón. Adicional a esto y considerando que las plantaciones de melón cuentan con personal trabajando en ellas, se procedió a consultarles a qué planta procesadora se dirigía el producto o más bien en dónde se ubican las oficinas de dicha empresa agrícola.

B. Trabajos de campo

Para esta etapa se consideraron dos tipos básicos de trabajos de campo:

- ∅ Boleta de encuesta a agroexportadoras de melón.
- ∅ Lista de chequeo para identificación de impactos.

1. Encuesta a agro exportadoras. Luego de determinar las áreas de muestreo, se procedió a visitar las oficinas de empresas agroexportadoras de melón identificadas. En las oficinas de las empresas agrícolas, se procedió a contactar a encargados de planta o personas a nivel de gerencia que pudiera proporcionar datos en cuanto a la técnica de acolchado plástico empleada para cultivo de melón. Al identificar a éstas personas se procedió a entrevistarles.

Las entrevistas realizadas en las plantas procesadoras de melón se llevaron a cabo en forma sencilla y clara, y consistieron en dar una pequeña explicación del objetivo del estudio, y se procedió según lo previamente establecido en la metodología del sondeo, para lo cual se auxilió de la boleta guía de campo para plantas agro exportadoras (ver anexo, cuadro No.1).

Posteriormente, en todas las visitas se anotó en la libreta de campo datos importantes del manejo del acolchado plástico tales como distanciamientos, prácticas culturales, tipo de sistema de riego, presencia de plagas y enfermedades, vigorosidad de las plantaciones y cosecha, entre otros. Esta información fue útil para la determinación del manejo de acolchado plástico durante el ciclo del cultivo.

Para estas visitas se utilizó un Pick-up de doble tracción, un mapa de trabajo previamente elaborado, un aparato de Sistema de Posicionamiento Global o "GPS", boletas de encuestas, libreta de campo y cámara fotográfica.

2. Lista de chequeo. Como herramienta para la identificación de los impactos ambientales (positivos y negativos) generados por la técnica de acolchado plástico se procedió a evaluarlos siguiendo la lista de chequeo (ver anexo, cuadro No.2). Se inspeccionan diferentes lugares al azar, como campos de cultivo de melón, plantas agro exportadoras u oficinas de empresas agrícolas.

C. Análisis de datos

Se compiló y analizó la información recolectada en campo (ver anexos, cuadros No. 1, 2 y 3) según la metodología previamente definida. Se procedió a evaluarla en el marco de las evaluaciones de impacto ambiental utilizando una matriz (ver anexo, cuadro No.3) elaborada específicamente para la evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón. En esta matriz se definieron los parámetros de evaluación de impactos considerando su magnitud e importancia. Posteriormente se realizó un

análisis de cada uno de éstos y se consideraron propuestas iniciales de mitigación de los impactos identificados.

Para la valorización de impactos se utilizó una escala de ponderación de los impactos identificados en la matriz de evaluación. Para cada impacto identificado se calculó en su MAGNITUD: mediante la asignación de un valor numérico entre 1 al 5, donde 5 significa gran magnitud, 1 significa menor magnitud y 3 significa impactos de extensión intermedia.

También la matriz permite evaluar la IMPORTANCIA del impacto. La escala asigna un valor numérico entre 1 al 5, donde 5 significa interacción muy importante, 1 significa interacción de poca importancia y 3 significa interacción de importancia intermedia.

Cabe resaltar que las medidas a recomendar consideran principalmente parámetros viables, con los cuales se pretende presentar a los productores un mejor manejo de los impactos generados y que éstos son viables económicamente.

VII. RESULTADOS Y SU DISCUSIÓN

A. Manejo del acolchado plástico en el cultivo del melón

Del trabajo de campo se identificaron cinco (5) plantas agro exportadoras de melón; que exportan frutos de melón enteros envasados en bolsas plásticas dentro de cajas de cartón las cuales pueden contener varios frutos según el tamaño de los mismos. Éstos se cultivan en un 100% en el valle del Motagua y se exportan hacia el mercado norteamericano durante los meses de noviembre a febrero, que es cuando las regiones más cercanas a dicho mercado no están exportando.

Se contabilizó un total de cuatro mil novecientos veinticinco (4,925) hectáreas utilizadas para el cultivo de melón de las cuales el 100% se encuentra sobre acolchado plástico durante la época de cultivo que es de finales de julio hacia finales de febrero de cada año. Esto permite dos ciclos de cultivo con un mes de descanso de los suelos en el mes de diciembre, que además es utilizado para cortar el ciclo de la plaga “mosca blanca” (*Bemisia tabaci*). Este insecto es considerado por los productores de melón como la principal plaga del área.

El acolchado plástico se utiliza específicamente para cultivo de melón, aunque en algunas ocasiones se establecen parcelas con cultivo de sandía que representa un área mayor al 5% del área total sobre acolchado.

De los materiales plásticos utilizados se identificaron como los principales el PEBD o polietileno de baja densidad y el PEAD o polietileno de alta densidad, los cuales provienen de dos distribuidores diferentes cada uno. Las características generales de estos plásticos se presentan en el cuadro No.4.

Cuadro No. 1 Características generales de los plásticos utilizados en el valle del Motagua.

Tipo	Espesor en micra *	Capas de grosor	Colores del acolchado	Aditivos* *	Duración en el campo	Rollos plásticos /Ha	Kg./Ha	TON/4,925 ha
PEBD	25 – 30	2	Blanco-Negro Plata-Negro	UV, etc.	8 meses	4.3	150	739
PEAD	18	2	Plata – Negro	UV, etc.	9 meses	3.3	115	566

Milésimas de milímetro, Protección contra rayos solares ultra violeta, Fuente: Investigación propia.

Se pudo estimar que en las 4,925 hectáreas del área en estudio se consume cada año un promedio aproximado de 660 toneladas de plástico para acolchado.

En cuanto al manejo de este acolchado, se identificó que en su totalidad el acolchado es aplicado en forma mecánica para un uso no menor de ocho (8) meses, tiempo que permite dos ciclos de cultivo, y que la recolección de dicho acolchado se realiza en forma manual. Por otra parte, se determinó que el 80% de los agros exportadoras almacenan por un tiempo no definido el desecho plástico de acolchado en la misma finca, acomodándolo en pacas a las orillas de caminos; un 10% los traslada a algún botadero municipal y otro 10% no especificó el manejo posterior que le dan al mismo. Ninguno de los consultados indicó que se esté quemando, se esté enviando a reciclaje o se dé un manejo distinto de los indicados al desecho plástico de acolchado.

B. Impactos que ocasiona la utilización del acolchado plástico en el cultivo del melón

Con la ayuda de la lista de chequeo de impactos generados y la matriz elaborada específicamente para el caso de la evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón, se pudieron identificar y valorar los impactos generados.

Como resultado de la metodología aplicada según la matriz, se calcula de un valor global del impacto igual a menos dos (-2); dicho valor negativo indica que se identifica como negativa la actividad de acolchado plástico en el cultivo del melón en el valle del Motagua. En tal virtud será necesario identificar y valorizar los impactos generados para proponer medidas de mitigación para los impactos adversos generados.

1. Identificación y valorización de impactos positivos.

a. En las acciones del proyecto.

* Empleo generado por el comercio del material plástico: Se identifica como un valor positivo medio de escala uno (1); el mismo hace efecto sobre el factor ambiental social y económico. Ello se debe a que en alguna medida el empleo generado ayuda a la economía del sector y por consiguiente al desarrollo social de los involucrados.

* Recolección del plástico: Esta acción presenta un valor positivo medio de escala dos (2) que incide sobre los factores de paisaje y suelo, ello debido a que

al recolectar el plástico y retirarlo de los campos de cultivo se estaría regresando al estado natural del área. Esta acción es la más significativa en términos de impactos positivos conjuntamente con la fuente de empleo.

* Fuente de empleo: Con un valor positivo medio de escala dos (2); este impacto afecta el factor social y económico, el mismo es mayor que el empleo generado por el comercio del material plástico. El empleo generado por la actividad de la producción de melón en general es en sí la mayor, y es una de las actividades que más empleo genera en el área y, por consiguiente, tiene un efecto directo sobre la economía y desarrollo social del valle.

* Transporte del plástico: Esta acción no presentó incidencia sobre los factores ambientales evaluados.

b. En los factores ambientales

* Impactos sociales y económicos: Como se identificó en las acciones del proyecto, este factor es el más afectado positivamente por las acciones de generación de empleo, en general, y por la recolección del plástico, presentando un valor positivo medio de escala tres (3). Esto indica que el factor social y económico se ve afectado positivamente en una forma suficientemente aceptable.

* Impactos al ambiente (viento, lluvia, etc.): En el análisis realizado no se identificaron acciones que pudieran afectar este factor ambiental.

2. Identificación y valorización de impactos negativos

a. En las acciones del proyecto

* Preparación del terreno: Con un valor negativo medio de escala cuatro (-4); esta acción afecta negativamente sobre los factores bióticos, paisaje, suelo y salud y seguridad. Los impactos generados son a causa de la mecanización de los suelos provocando efectos adversos sobre la naturaleza del lugar, compactando los suelos, alterando el paisaje y pudiendo causar peligro a la salud y seguridad del personal empleado que se encuentre trabajando en el campo cercano a esta actividad. Debe indicarse que la preparación del terreno es necesaria en cualquier cultivo y en el caso del melón se realiza antes de la colocación del plástico y es por ello que este aspecto se menciona en dicha investigación.

* Aplicación del plástico: El segundo mayor valor negativo medio lo presenta esta actividad con una escala de cinco (-5) afectando los factores bióticos, paisaje, suelo y salud y seguridad. La aplicación de los plásticos provoca cambios adversos a la superficie de los campos alterando totalmente el paisaje del valle, impidiendo la infiltración

natural de las lluvias. Sumado a ello, la aplicación se realiza mecánicamente con la ayuda de maquinaria agrícola, lo que puede afectar la salud y seguridad de los empleados en el campo poniéndolos en riesgo al encontrarse cerca de dicha maquinaria. Cabe mencionar que actualmente los habitantes del valle del Motagua están familiarizados con lo que ellos llaman “mares de plástico” y no lo valorizan como un impacto de escala muy elevada debido a que al crecer la planta de melón, ésta cubre el plástico. Además, al final de cada ciclo del cultivo el plástico es retirado de los campos de cultivo.

* Manejo del plástico: Con un valor negativo de escala uno (-1), este valor afecta directamente el factor salud y seguridad.

* Disposición final del plástico: El mayor valor negativo medio lo presenta esta actividad con una escala de once (-11) afectando directamente sobre los factores bióticos, paisaje y salud y seguridad, esta acción debe ser sobre la cual actúen las principales medidas de mitigación a proponer puesto que debido a la mala disposición final del plástico se están generando impactos adversos que deterioran el ambiente natural del valle del Motagua.

b. En los factores ambientales.

* Impactos bióticos: Este factor presenta un valor negativo de escala tres (-3) debido a que el entorno natural del valle se ve afectado por la producción de melón en acolchado plástico.

* Impactos al paisaje y al suelo: Ambos factores presentan un valor negativo de cuatro (-4); los mismos se ven influenciados por las acciones de transporte del plástico, preparación del terreno, aplicación del plástico, recolección del plástico y por la disposición final del plástico. Esta última acción es la que presenta los valores más elevados en el análisis, por consiguiente es sobre estas acciones y sobre estos dos factores sobre los cuales deberán ir las medidas de mitigación a recomendar.

* Salud y seguridad: Este factor ambiental se ve afectado negativamente presentando un valor medio de dos (-2). A excepción del empleo por comercio de plástico y el transporte del mismo sobre este factor se presentan acciones negativas casi todas las acciones del proyecto; ello se debe a que la salud y la seguridad humana peligran por la maquinaria agrícola que se emplea en los campos de cultivo.

C. Recomendaciones de medidas de mitigación y de manejo ambiental de los desechos de acolchado plásticos en cultivo del melón.

1. Medidas de mitigación. De acuerdo a las relaciones y alteraciones directas (impactos negativos) que la técnica de acolchado plástico para cultivo del melón en el valle del Motagua tiene con el ambiente, las medidas de mitigación que se proponen para disminuir o reducir los efectos adversos que podrían ocasionar al entorno desde el inicio de la actividad son:

a. Componente biótico. Se refiere al impacto que se podría ocasionar al recurso flora y fauna por la incorporación y acumulación del material plástico desechado, así como todas las actividades relacionadas con el transporte y manejo de este material plástico.

Los materiales plásticos que se generen de las actividades del acolchado no debieran perjudicar la flora y fauna debido a que los mismos se deben manejar acorde a las características de este material. Se propone que se recolecten y manejen directamente a través de cualquiera de las recomendaciones específicas para manejo del plástico planteadas en este estudio. Cabe resaltar que es en esta medida de mitigación sobre la cual se debe prestar especial atención en cuanto a contaminación se refiere.

b. Componente agua. Es el impacto que se podría originar al recurso hídrico ya sea superficial o subterráneo, por la generación de desechos de producto plástico acolchado, y por la infiltración e incorporación de residuos líquidos y sólidos.

No existe en ningún momento contaminación de aguas superficiales y/o profundas relacionadas con el plástico, debido a que por las características del plástico la unión entre las cadenas de polímeros no permite reacción con el agua.

c. Componente salud y seguridad humana. Se orienta a la incomodidad que se ocasionaría alrededores de la planta de proceso, principalmente a las áreas habitadas, por la contaminación que se podría generar al aire (malos olores y ruido), por la utilización de maquinaria y/o por los desechos líquidos y sólidos generados, así como también posibles impactos a la vida humana.

En el proceso de acolchado de suelos que se realiza en los campos de cultivo en las fincas productoras no se utiliza ningún químico como parte del manejo específico del plástico. Entonces, no se contamina el aire por la emanación de gases y, por consiguiente, tampoco hay contaminación por olores. Sin embargo, durante el manejo del cultivo se emplean diferentes productos agroquímicos propios de la actividad agrícola del cultivo del melón; los cuales no se evaluaron en este estudio.

Por otra parte, no se tiene contaminación por sonidos ya que todo el proceso de trabajo se realiza en los campos de cultivo de las agro exportadoras bajo los niveles permisibles de audición en espacios abiertos. La maquinaria que se utiliza sí puede ocasionar problemas de contaminación por ruido durante la colocación del plástico en el campo, para lo cual a pesar de ser una actividad normal para los trabajadores, en el campo se recomienda que los trabajadores que tengan contacto directo con esta maquinaria utilicen tapones y/o audífonos a manera de reducir la molestia y proteger los oídos.

d. Componente suelo y paisaje. Se refiere al impacto que se podría ocasionar al recurso suelo y al paisaje en general por la infiltración o acumulación de los residuos sólidos y líquidos generados durante el proceso o después de este. Los suelos no se contaminan por la disposición de las aguas residuales originadas durante el proceso o por cualquier otro desecho orgánico generado como residuos de basura orgánica, etc. Por otra parte, la mecanización de los suelos si provoca efectos adversos sobre la naturaleza del lugar, compactando los suelos y alterando el paisaje. Sin embargo, como esta actividad es periódica se propone utilizar la mínima labranza en los campos y en la medida de las posibilidades técnicas y económicas considerar el uso de la maquinaria agrícola para más de una actividad cada vez que recorre los campos de cultivo.

La mayor contaminación identificada en este estudio es la causada por la disposición final del material plástico de acolchado, principalmente sobre los componentes suelo y paisaje. Ello se debe principalmente a que si no se da un manejo adecuado a los desechos plásticos generados, los impactos provocados serán altamente significativos alterando drásticamente el paisaje. Además que prácticamente se inhabilitan los suelos por la acumulación de materiales plásticos; para este caso se proponen en este estudio recomendaciones específicas para manejo del plástico.

2. Medidas de contingencia y de seguridad humana. Como

medidas de contingencia ante cualquier situación emergente producida durante las operaciones de manejo de acolchado plástico o por efecto de fenómenos ambientales, las empresas agro exportadoras de melón del valle del Motagua deben elaborar un programa con las acciones a ejecutarse inmediatamente al ocurrir cualquiera de las mismas. Así mismo se recomienda que al inicio de la temporada de cultivo, cada año, se capacite a todos los trabajadores, cada uno en su campo de acción. Sumado a ello se propone lo siguiente:

- Ø En la oficina administrativa localizada en la misma área de la planta de procesamiento y en la medida de lo posible en un lugar más cercano a los campos de cultivo, se deberá contar con un botiquín de primeros auxilios equipado para auxiliar al personal ante cualquier accidente que se presente; así como posibles causas de intoxicación por plaguicidas durante el desarrollo del cultivo. Se sugieren los medicamentos siguientes:
 - ü Gasa esterilizada (2 rollos de 10 mts)
 - ü Analgésico tipo aspirina, acetaminofen o ibuprofen (200 Unid)
 - ü Vendas (4 unidades)
 - ü Antidiarreico tipo Peptobismol (500 ml)
 - ü Antiácido tipo Sal Andrews (50 unidades)
 - ü Tijeras, jabón antibacterial, isopos etc.
 - ü Alcohol medicinal (800 mililitros)
 - ü Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada, 800 ml)
 - ü Mercurio cromo, metafen, yodo o mertiolato (200 ml)
 - ü Algodón medicinal (250 gramos)
 - ü Agua pura, para lavado (Un galón)
 - ü Sulfato de atropina (antídoto en caso de intoxicación)
- Ø Ante la posibilidad que ocurra cualquier fenómeno natural, se capacitará al personal en cuanto a las medidas a tomar y el procedimiento a seguir.
- Ø Como la mejor medida para evitar cualquier accidente o intoxicación es la prevención, se debe garantizar que en los campos de cultivo, el personal siga las normas de seguridad establecidas. Estas como mínimo, podrían ser:
 - ü Obedecer las guías de seguridad, las Buenas Prácticas de Manufactura y sistemas de saneamiento.
 - ü No fumar ni consumir bebidas durante los tiempos de trabajo.
 - ü Establecer un programa permanente de vigilancia medica para el personal.

- ü Mantener un programa de capacitación para que el personal este actualizado en técnicas utilizadas.
- ü Verificar que los planes de mantenimiento de equipo se llevan a cabo en las fechas preestablecidas.
- ü Tener clara la línea de mando de los gerentes y la lista de sus números telefónicos. La lista deberá estar actualizada en caso de cualquier contratiempo.

Para el personal que laborará en los campos de cultivo, se propone que se contemplen las siguientes medidas para su seguridad:

- ü Capacitar al personal en general acorde cada uno a su campo de acción.
- ü El personal que tenga contacto directo con maquinaria agrícola deberá utilizar equipo de protección para todo el cuerpo, siempre considerando que técnicamente sea posible y que la utilización de dicho equipo le ponga en menos riesgo que el no utilizarlo.
- ü La empresa deberá tener a todo su personal inscrito y afiliado en el seguro social u otro similar, con el propósito de garantizar su salud y seguridad.
- ü Verificar los programas de saneamiento e higiene y que se cumplan a cabalidad respondiendo adecuadamente a las condiciones de infraestructura.
- ü La seguridad del trabajador queda garantizada a través de los mecanismos de seguridad de los equipos y buenas prácticas de manufactura. La seguridad, es responsabilidad de todas las personas que participan en los procesos, pero la prevención de lesiones personales es responsabilidad de cada persona; sólo se pueden evitar siguiendo los procedimientos seguros de trabajo.

3. Medidas de manejo de acolchado plástico desechado. Para el desecho del material plástico utilizado en el acolchado de melón en el valle del Motagua se presentan en este estudio diferentes opciones en cuanto a la disposición final del producto. Para efectos de este estudio se llama "gerenciar" a la disposición del desecho plástico.

Antes de seleccionar el tipo de manejo que se pretende dar al desecho plástico generado del acolchado de suelos, se debe considerar que el material de acolchado plástico tiene entre otras las siguientes características;

- ü Alto valor calórico, ventaja para los centros de recuperación energética (incineración limpia).

- ü No parece presentar problemas ambientales en los rellenos sanitarios o en los centros de recuperación energética
- ü Se puede reciclar en circunstancias donde se generan grandes cantidades de material con bajos niveles de contaminación y donde hay mercados disponibles.

El método o la combinación de métodos que se elijan para gerenciar los residuos plásticos depende de las capacidades individuales (como la disponibilidad de centros de reciclado, centros de recuperación energética y espacio para relleno sanitario), preferencias y prioridades locales (como leyes u ordenanzas que prescriben prácticas y jerarquías de gerenciamiento de residuos) y economías por empresa. De esta forma, no existe una manera correcta o ideal de gerenciar los residuos plásticos, mas bien, cada empresa agroexportadora podría optar por el proceso que mejor considere.

La elección funcional y ambiental del manejo de los materiales plásticos hoy en día es motivo de inquietud, principalmente bajo el concepto de hacer lo correcto por el ambiente. Las viejas ideas convencionales sobre los variados materiales plásticos se ponen en tela de juicio a la luz de los nuevos estudios. De tal forma que, hoy en día, para el manejo de desechos plásticos es importante considerar las alternativas de las tres erres "3-R" que son Reducir, Reutilizar y Reciclar.

a. Reducción. Quizás la mejor forma de manejar cualquier tipo de residuo es no crearlo en primer lugar o en otras palabras, minimizar los residuos reduciéndolos en la fuente. De allí que para este estudio se propone reducir en la fuente mediante cualquier actividad que baje la cantidad de materia y energía utilizada durante la producción, distribución y disposición final de acolchado plástico utilizado en el cultivo de melón en el valle del Motagua.

Al lograr reducción en la fuente se podrían obtener las ventajas siguientes:

- ü En primer lugar, disminuye la cantidad de residuos; es mucho mejor no producir residuos que resolver qué hacer con ellos.
- ü Ayuda a que los rellenos sanitarios no se saturen rápidamente.
- ü Ahorramos recursos naturales, energía, materia prima y recursos financieros.
- ü La reducción en la fuente aminora la contaminación, además que requiere menos energía transportar menor cantidad de materiales; menos energía significa menos combustible quemado, lo que implica a su vez menor daño al ambiente y más economía.

Esta recomendación se puede alcanzar con la optimización de las áreas en cultivo logrando elevar la producción en los campos de cultivo, de tal manera que en menor área a la actual se pueda obtener la misma producción. Para ello, se hace necesario buscar materiales genéticos más rendidores o haciendo variaciones en el sistema de cultivo como bien lo podrían ser la ayuda de tutorado vertical para obtener mayor rendimiento por unidad de área. Otra técnica que ayuda a esta recomendación es la que se emplea actualmente y que consisten en utilizar por dos ciclos de cultivo el material plástico. Para esto convendría realizar un análisis económico si agregando un aditivo extra al plástico para obtener una duración mayor a la actual se podría lograr una mejor rentabilidad.

b. Reutilización. En cuanto a la reutilización de los materiales plásticos de acolchado, se debe considerar la valorización del material mismo, principalmente si se considera que el material plástico es demasiado valioso como para que termine su vida en un relleno sanitario. Por ello la tendencia es tratar de reaprovecharlo conociendo sus características específicas.

Los plásticos son derivados del petróleo o del gas natural y una escasa fracción del gas o del petróleo se destina a la producción de polímeros. De allí que los plásticos son una de las pocas aplicaciones del petróleo o gas que no se queman instantáneamente en el transporte, en la calefacción o en la cocción de alimentos.

Si consideramos que el material de acolchado plástico se trata de hidrocarburos, o bien un recurso no renovable como el petróleo y que el mismo tiene un alto valor calórico; entonces, nos encontraríamos con una ventaja para utilizar este material en los centros de recuperación energética. La incineración limpia con recuperación energética representa ya la principal forma de valorización de los residuos plásticos en Europa, los Estados Unidos y Japón. Además recientemente se tiene la experiencia del sector bananero de Guatemala, que para poder certificarse con ISO 14,001, tuvieron que optar por la incineración limpia del plástico utilizado para la protección de la fruta de banano durante el cultivo.

De lo anterior, se deriva la siguiente propuesta de manejo del acolchado plástico desechado en el cultivo del melón en el valle del Motagua. Dicha recomendación se podría basar en la incineración limpia del material plástico para diferentes propósitos, bien podrían ser cualquiera de los siguientes.

- ü Agua caliente para la industria, hogares, etcétera.
- ü Electricidad domiciliaria y para la industria y sistema interconectado nacional.

- ü Vapor para la industria.
- ü Combustible para cementeras y/o similares, para reemplazar combustibles tradicionales.

Estas aplicaciones dependerán de los combustibles plásticos, del tipo de residuo de que se disponga; del flujo diario de residuos; del tipo de incinerador con que se cuente y de la aplicación final que se busque.

En esta aplicación, lo importante es destacar que no sólo se recupera energía y calor sino que las emisiones al aire debido a la combustión a una alta temperatura constante se mantienen por debajo de las más exigentes normativas (europeas). También las cenizas resultantes pueden ser enterradas en rellenos especiales o mezcladas con cemento para la industria de la construcción. Se considera que mientras más altas proporciones de plásticos se tenga en un proceso de incineración, menor serán las emisiones de monóxido y dióxido de carbono y por lo tanto se reducirá la concentración de dióxido de sulfuro y no habrá incremento en la producción de dioxinas, debido al alto poder calórico de los plásticos.

c. **Reciclar.** En cuanto a reciclar materiales plásticos de acolchado, se debe considerar la valorización del material mismo, principalmente si se considera que el material plástico es muy valioso como para que termine su vida en un relleno sanitario. Por ello la tendencia es tratar de reaprovecharlo conociendo sus características específicas.

La valorización de los desechos domésticos e industriales consiste en una serie de evaluaciones que permiten que los materiales sean reaprovechados como materia prima para otros productos. Es una actividad moderna que une la conciencia ambiental con el desarrollo económico y tecnológico. La valorización de materiales de desecho comprende básicamente las siguientes etapas:

- § Recolección y separación,
- § Valorización y
- § Transformación.

1. Recolección y separación: Recolección de todos los residuos generados en el campo de cultivo, posterior a ello se procede a la selección por tipos de materiales (papel, metal, plásticos, maderas, etc.).

2. Valorización: Es una etapa intermedia que prepara los materiales separados para ser transformados en nuevos productos. Para las condiciones de nuestro país, la industria engloba bajo el concepto de valorización las siguientes posibilidades;

- § Reciclado mecánico o
- § Incineración con recuperación

Para este estudio, se considera la incineración con recuperación energética como una alternativa de reutilización; mientras que el reciclado mecánico se refiere al proceso físico mediante el cual el plástico post-consumo o industrial es recuperado, permitiendo su posterior utilización. Por lo general en este proceso se dan los siguientes pasos:

- * **Recolección**: Se considera que todo sistema de recolección diferenciada que se implemente descansa en un principio fundamental, que es la separación. Entonces en las plantas agro exportadoras se debe tener el debido cuidado de separar los residuos en residuos orgánicos por un lado e inorgánicos por otro.
- * **Clasificación**: Se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color, en la mayoría de los casos esto puede hacerse manualmente. Este proceso se verá facilitado si existe una entrega diferenciada de este material, lo cual podría hacerse con una clasificación previa en el momento que el desecho plástico es retirado de los campos de cultivo.
- * **Molido**: Los plásticos separados se muelen y se tamizan; es importante verificar que los plásticos que sean sometidos a este proceso no se encuentren contaminados con objetos metálicos, ya que esto dañaría las cuchillas del molino.
- * **Separación por densidad**: Aprovechando que los distintos plásticos presentan diferentes pesos moleculares, y que por lo tanto tienen distintas densidades, este paso permite separar los distintos tipos de plásticos y así obtener una mayor purificación en cuanto a los tipos de productos plásticos a procesar. Aquí se separan las trazas remanentes de otros plásticos, pequeños objetos metálicos u otras partículas que puedan perjudicar el proceso en etapas posteriores; básicamente este proceso consiste en una decantación con agua y sus productos.
- * **Lavado y secado**: El lavado se efectúa con agua y detergentes de baja espuma, mientras que el secado se realiza para eliminar los restos de humedad.
- * **Mezcla**: En este proceso el material es aditivado con distintas sustancias químicas para mejorar sus características específicas en su reutilización; también puede ser coloreado con pigmentos.
- * **Extrusión - enfriado y granulación**: Se realiza para uniformar el material, para lo cual el mismo se alimenta al tornillo extrusor, se funde por calor (proporcional a la

densidad del plástico), se lo fuerza por una matriz, luego es enfriado por agua y finalmente cortado en forma de pequeños cilindros denominados pellets.

* **Embolsado y almacenado:** Luego de embolsado y almacenado, el material reciclado esta listo para ser retornado para su reutilización.

* **Transformación:** Es el procesamiento de los materiales para la creación de nuevos productos a partir de los materiales revalorizados.

d. Evaluación entre incinerar y reciclar. En esta recomendación se pretende realizar una evaluación entre el método de valorización económica del residuo plástico del acolchado por recuperación energética versus el reciclado. Para ambos casos se pretende vender el residuo a clientes potenciales y no así asumir el proceso como parte de una extensión de las empresas agrícolas, factor que también podría ser considerado. Para poder garantizar la viabilidad económica de la valorización hay que tener en cuenta las siguientes variables:

Costo de la separación, recolección, transporte, almacenamiento y preparación del residuo antes del procesamiento:

El cálculo de este valor debe ser determinado en forma individual por cada agro exportadora de melón. Sin embargo, cabe recalcar que la separación, recolección, transporte y almacenamiento hasta el destino final del residuo de acolchado plástico son actividades que se realizan como parte de las labores de manejo de los campos de cultivo. Las mismas son necesarias para preparar los campos para el ciclo de producción del próximo año, de tal forma que este etapa se realiza año con año con la única variable que puede variar es el transporte hasta el lugar final donde se desea entregar el producto plástico. Sumado a ello se deberá considerar el costo de la preparación del residuo antes del procesamiento. Para los dos casos de valorización del residuo plástico que se proponen en este análisis (recuperación energética y reciclado), los potenciales compradores no exigen que el producto se encuentre separado por tipo de producto; a excepción, claro que la empresa de reciclado pedirá que todo el producto sea plástico y sin partículas de metales que pudieran ocasionar problemas en el molino.

Cantidad de material disponible y condiciones de limpieza:

Se estiman que no menos de 660 toneladas de plástico consumidas para acolchado de suelos en el cultivo del melón por año. Se podría ofertar un potencial no menor a las 600 toneladas de residuos de acolchado plástico disponibles para la revalorización de las mismas. Esta cantidad es inferior a la comprada debido a que el producto plástico sufre una degradación en el momento que es expuesto a los rayos del sol, aun cuando tiene aditivos de protección contra los rayos ultra violeta "UV". En cuanto a las condiciones de limpieza del residuo, es lógico pensar que por estar en contacto directo con el suelo y con el sistema de riego del cultivo, el residuo de acolchado plástico contiene partículas de

suelo que reducen su pureza físicamente. Sin embargo, de los clientes consultados para este estudio, ninguno indicó problemas por aspectos ligados al contenido normal de residuos de suelo (polvo, tierra) en el material plástico.

Proximidad de la fuente productora al lugar en que será valorizado el material: Las cinco agro exportadoras se encuentran en el valle del río Motagua, en el departamento de Zacapa, a una distancia no mayor a los 150 kilómetros de Ciudad de Guatemala. Si se considera que existen compañías que ofertan alternativas de valorización del material entonces tendríamos para efectos de este estudio, una planta de reciclaje de productos plásticos ubicada en la Zona 12 de Ciudad de Guatemala a unos 160 kilómetros de distancia y por la otra parte se tendría un horno de incineración para recuperación energética ubicado a 120 kilómetros del valle del Motagua siempre rumbo a Ciudad de Guatemala. De tal forma que considerando un costo de transporte de un dólar con treinta centavos (US\$.1.30) por kilómetro recorrido en trailer con capacidad de 40 toneladas, se tendría un valor de cinco dólares con veinte centavos (US\$.5.20) por tonelada transportada hasta la planta de reciclaje ubicada a 160 kilómetros de distancia y un costo de tres dólares con ochenta centavos (US\$.3.80) por tonelada transportada hasta la planta de incineración para recuperación energética ubicada a 120 kilómetros.

Costo del procesamiento del producto: Las etapas de separación, recolección, transporte, almacenamiento y preparación del residuo de acolchado plástico tienen un costo fijo para cualquiera de los dos tipos de valorización que se desee emplear, estos costos se podrían estimar en no mayores a los tres dólares (US\$.3.00), por tonelada, mientras que los costos variables de la valorización del residuo plástico dependerían principalmente de; A) el transporte hasta el lugar donde el producto será valorizado y B) el costo de procesamiento del producto. En cuanto a este último costo, se determinó que la planta de incineración para recuperación energética cobra por prestar los servicios de incineración del acolchado plástico, aun así cuando la recuperación energética obtenida por el residuo incinerado es para beneficio directo de su propio proceso de producción, este costo se puede estimar en no menos de US\$.10.00 por tonelada.

Sin embargo, al consultar a la empresa de reciclaje ubicada en zona doce de ciudad de Guatemala, esta ofrece que si se establece un contrato en cuanto a una cantidad razonable de residuo plástico (la recicladora tiene capacidad para el 100% del residuo producido en el valle del Motagua), entonces la empresa recicladora podría pagar a la agro exportadora un monto no menor a los veinte dólares (US\$.20.00) por tonelada de residuo plástico colocada en la planta de reciclaje en ciudad de Guatemala. De este análisis tendríamos que para llevar el producto a incinerar se tendrían los costos fijos de separación, recolección, transporte, almacenamiento y

preparación del residuo, más los costos variables de transporte a la planta de incineración y el pago por el servicio de incineración, monto que se podría estimar en no menos de quince dólares (US\$.15.00), por tonelada. Si se considera valorizar el producto para su reciclaje se tendrían los costos fijos de separación, recolección, transporte, almacenamiento y preparación del residuo, más los costos variables de transporte a la planta de reciclado, monto que se podía estimar en no mayor a los ocho dólares con veinte centavos (US\$.8.20) por tonelada puesta en planta de reciclaje.

Cuadro No. 2 Cuadro comparativo entre alternativas reciclado e incineración por recuperación energética

ALTERNATIVA	I. Reciclado	II. Incinerar para recuperación energética
PARA UNA PODUCCIÓN ESTIMADA DE 600 TONELADAS.		
Separación, Transporte interno, almacenamiento y preparación de	US\$.1,800.00	US\$.1,800.00
COSTOS residuo antes de proceso.		
Transporte a lugar de valorización del material.	US\$.3,120.00	US\$.2,340.00
Costos de procesamiento del producto.	No tiene costo.	US\$.6,000.00
Costo Total.	US\$.4,920.00	US\$.10,140.00
Ingreso por venta	US\$.12,000.00	No hay ingreso.
Utilidad final	US\$.7,080.00	(-) US\$.10,140.00

Ambos tipos de valorización muestran que una buena alternativa podría ser el vender el producto para su valorización por reciclaje, de tal forma que invirtiendo ocho dólares con veinte centavos (US\$.8.20), por tonelada se tendría una utilidad por la venta del residuo no menor a los once dólares con ochenta centavos (US\$.11.80), por tonelada. Si se consideran las más de seis cientos (600) toneladas de residuo plástico que se generan en el valle del Motagua, entonces se podría obtener una utilidad superior a los siete mil ochenta dólares (US\$.7.080.00), por año.

Características y aplicación del producto resultante: La cantidad de residuos de suelo que el material del acolchado plástico del cultivo del melón puede contener, indica que el tipo de reciclado que se debe dar a este producto es por medio de una tecnología de extrusión por moldeo de una mezcla de plásticos sin separar (plásticos mixtos), esta forma es recomendable para reciclar piezas difíciles de lavar (el acolchado del cultivo del melón por ejemplo), se le utiliza para la fabricación de la denominada "madera plástica", con la que se obtienen artículos de larga duración, tales como postes para uso rural, tarimas para carga, perfiles, entre muchos otros, en cuanto a la valorización energética se tiene que la aplicación es básicamente para recuperación energética por la combustión del residuo plástico.

Demanda del mercado para el material valorizado: La valorización del residuo plástico es un factor que empieza a presentar niveles de demanda interesantes. Sin embargo para el caso de la incineración por recuperación energética el caso parece ser que no es muy atractivo; posiblemente por los costos de funcionamiento del horno que se utiliza y los estándares de calidad en cuanto a las mínimas o casi nulas emanaciones de partículas liberadas al ambiente por este tipo de procesos, por otra parte la valorización por el reciclado si empieza a cobrar importancia puesto que en el país existe más de una empresa de estas interesadas en comprar el residuo plástico del cultivo del melón.

Otra alternativa planteada por una de las empresas recicladoras visitadas por efectos de este estudio consiste en establecer una negociación con una o varias de las compañías agro exportadoras para ubicar la planta de reciclaje lo más cercano a las áreas de cultivo del melón. De esta forma se reducen los costos de transporte y se ofrecen productos principalmente del tipo de madera plástica acordes a las demandas de las agro exportadoras, dentro de los productos que podrían interesar se encuentran las tarimas plásticas para las áreas de empaque y lavado de la fruta, postes para cercas, perfiles para cualquier uso y madera plástica en general.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ◆ Este estudio puede ser considerado como un manual de recomendaciones de manejo de residuos plásticos de acolchado de melón y se informa de manera general, siempre con fundamentos técnicos-científicos, sobre las diferentes medidas de manejo de los residuos de acolchado plástico.
- ◆ Se identifica la contaminación visual del paisaje y la disposición de los residuos plásticos generados como las principales causas de deterioro ambiental en el valle del Motagua debido al uso del acolchado plástico del cultivo del melón.
- ◆ El estudio presenta recomendaciones específicas para los impactos y se identifican medidas de mitigación, medidas de contingencia y de seguridad humana y, medidas de manejo de acolchado plástico desechado.
- ◆ Dentro de las medidas específicas de manejo de acolchado plástico desechado, se presentan diferentes alternativas para los componentes de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos plásticos generados, resaltando las opciones de recuperación energética por incineración o la venta del residuo plástico para ser utilizado como materia prima para las plantas recicladoras.
- ◆ Respecto de la reducción se puede concluir que una muy buena alternativa sería realizar ensayos de cultivos tutorados en forma vertical, lo cuál podría incrementar las producciones por área de cultivo y potencialmente reducir la utilización del acolchado plástico ocasionando una reducción en la fuente.
- ◆ En cuanto a la reutilización, se presenta el caso de la incineración por recuperación energética donde se valorizan las características caloríficas del material plástico siendo una importante fuente de combustible para la generación de vapor de agua, fuerza motriz de o de energía.
- ◆ El reciclaje es un factor evaluado en este estudio, por lo que según se pudo determinar, es una muy buena alternativa acorde a las características del tipo de material desechado en el acolchado. Su principal potencial es la producción de la denominada madera plástica.

- ◆ Al comparar la incineración y el reciclaje en las empresas consultadas se obtuvo que los costos de valorización por recuperación energética podrían ser no menores a los quince dólares (US\$.15.00), mientras que los costos de valorización por reciclaje podrían ser no mayores a los ocho dólares con veinte centavos (US\$.8.20), sin embargo por la recuperación energética no se tendría una utilidad económica como tal para las agroexportadoras, mientras que por la valorización por reciclaje si se podría obtener una utilidad no menor a los once dólares con ochenta centavos (US\$.11.80) por tonelada que se podrían convertir en siete mil ochenta dólares (US\$.7,080.00) por año.

IX. BIBLIOGRAFÍA

Acolchados Beneficios y Desventajas, México 2004. Disponible en: <http://www.gro.itesm.mx> Consultado octubre del 2004.

Aguilar, Grethel. 2002. «*La evaluación de impacto ambiental en Centroamérica – estado de la cuestión-*». *Evaluación de Impacto Ambiental para Centroamérica*, Tomo 1; Estado del arte. [Costa Rica]. Págs. 8-20.

Agrequima. Memoria de labores 2002. Guatemala. Asociación del Gremio Químico Agrícola. 6p.

Barquero, Guido. 2003. *Principios para la producción agrícola en invernadero*. Experiencias en Costa Rica. San José, Costa Rica. Mundo Gráfico. 134 págs.

Castañeda, Cesar. 1997. *Impacto de diferentes sistemas de producción en la biodiversidad de las Zonas semiáridas de Guatemala*. Guatemala. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala. 72 págs.

Congreso de la república de Guatemala. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala. Tipografía Nacional.

Congreso de la República de Guatemala. 2000. *Ley de creación del Ministerio de Ambiente y recursos naturales*, Decreto 90-2000. Guatemala. Tipografía Nacional.

Congreso de la República de Guatemala. *Ley de Protección y Mejoramiento del Ambiente, Decreto 68-86*. Guatemala. Tipografía Nacional.

Cordón, Luís. 2004. Notas de campo, *investigación desechos plásticos en el cultivo del melón*. Zacapa. Guatemala.

De La Cruz, Jorge Rene. 1982. *Clasificación de zonas de vida de Guatemala* a nivel de reconocimiento. Guatemala, Guatemala. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. 42 págs.

Frutas tradicionales (melón); España 2004. Disponible en <http://canales.laverdad.es>; consultado noviembre del 2004.

Gálvez, José, et al. 2003. *Situación, fundamentos y técnicas de agroplasticultura en Iberoamérica* (Reunión de coordinación). Almería, España. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. 331 págs.

Instituto Geográfico Nacional. Hoja cartográfica 2260I Zacapa, Guatemala escala 1:50,000. Guatemala. IGN.

Meléndez, G. 2003. *Memoria al congreso alianza tecnológica para la Agricultura con calidad*. San José, Costa Rica. Asociación de profesionales en enfermedades de plantas, comité iberoamericano de desarrollo y adaptación de plástico para la agricultura y asociación costarricense de la ciencia de suelo. 178 págs.

Paíz, Carlos, 1994. *Caracterización de las áreas irrigadas en la cuenca del río Hato San Agustín Acasaguastlán*, El Progreso. Guatemala. Revista Tikalia de la Facultad de Agronomía. USAC. 12 (2).

Perfil socio ambiental de la región semiárida del nororiente de Guatemala (documento para discusión). Zacapa, Guatemala; 2002. Red nacional de formación ambiental. 44págs.

Rodríguez, José Joaquín. 2001. *Lineamientos para desarrollo de estudios de impacto ambiental*. Guatemala. PROARCA / COSTAS. 46 págs.

Ruano, Sergio. 1989. *El Sondeo; Actualización de su Metodología para caracterizar Sistemas Agropecuarios de Producción*. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura, 103 págs.

Tecnología para la Productividad Agrícola; Colombia 2004. Disponible en <http://www.tpagro.com>; consultado octubre del 2004.

Unión mundial para la naturaleza. 1996. *Memorias del taller mesoamericano de evaluación de impacto ambiental*. Costa Rica. UICN/HORMA. 148 págs.

Valle, L, et al. 1999. *Áreas prioritarias para la conservación en el sector norte del matorral espinoso del Valle del río Motagua*, Guatemala. Fundación Defensores de la Naturaleza, Programa Ambiental Regional para Centroamérica / Central American Protected Area System, Guatemala. 168 págs.

V. Martínez. et al 2002. *Estudio agronómico de tres especies nativas, en zonas semiáridas de Guatemala*. Guatemala. Dirección General de Investigación, Universidad de San Carlos de Guatemala.

ANEXOS

A. Anexo 1 Boleta guía de campo para plantas agroexportadoras

Cuadro No. 3 Boleta guía de campo para plantas agroexportadoras

Nombre / unidad productiva.

Utiliza acolchados plásticos.

SÍ _____ NO _____

ÁREA SOBRE ACOLCHADO _____ Hectáreas / otra medida.

Porcentaje de área acolchada respecto al resto de la U. Productiva _____ %

Cultivos en acolchado. Melón _____, Otros _____

PLÁSTICOS UTILIZADOS

	Tipo	Espesor	Capas	Color	Aditivos	Duración	Kg./rollo	Rollos/Ha	Kg./Ha	Distribuidor
a.										
b.										
c.										
d.										
e.										

MANEJO DEL PLÁSTICO

(marque con una "X" los espacios que apliquen).

		a.	b.	c.	d.	e.
	Aplicación mecánica					
	Aplicación manual					
	Tiempo de uso (meses)					
	Recolección mecánica					
	Recolección manual					
		a.	b.	c.	d.	e.
	Almacenado en finca					
	Vertedero municipal					
	Venta para reciclaje					
	Quemado en finca					
	Quemado especial					
	Otro destino					

B. Anexo 2 Lista de chequeo de impactos generados.

Cuadro No. 4 Lista de chequeo de impactos generados.

LISTA DE CHEQUEO DE ACCIONES QUE CAUSAN IMPACTO	EL TIPO DE IMPACTO AMBIENTAL GENERADO (Marque con una "x")		MAGNITUD (Indique de 1 a 5)	IMPORTANCIA (Indique de 1 a 5)
	IMPACTO POSITIVO	IMPACTO NEGATIVO		
Empleo generado por comercio de plástico.				
Transporte de plástico al lugar de aplicación.				
Preparación del suelo para aplicación del plástico.				
Manejo del plástico.				
Recolección del plástico al final del ciclo del cultivo.				
Disposición final del plástico.				
Generación de fuente de empleo.				
Otro ID en campo a)				
Otro ID en campo B)				
Otro ID en campo C)				
Otro ID en campo D)				
Otro ID en campo E)				

Referencia; **MAGNITUD:** Es su extensión o escala y se describe mediante la asignación del valor numérico entre 1 al 5, donde; 5 significa gran magnitud, 1 significa menor magnitud y 3 significa impactos de extensión intermedia. **IMPORTANCIA:** Está relacionada con el impacto previsto. La escala se le asigna un valor numérico entre 1 al 5. Donde; 5 significa interacción muy importante, 1 significa interacción de poca importancia y 3 significa interacción de importancia intermedia.

D. Anexo 4 Matriz específica resuelta para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.

Cuadro No. 6 Matriz específica resuelta para evaluación de impactos generados por el uso de la técnica de acolchados plásticos en el cultivo del melón.

ESCALA M / I: (-)1 2 3 4 5(+)	Empleo por comercio de plástico	Transporte de plástico	Preparación del terreno	Aplicación del plástico.	Manejo del plástico.	Recolección del plástico.	Disposición final del plástico.	Fuente de empleo.	TOTAL (Suma vert.)	TOTAL (Suma horiz.)	Medias (+)	Medias (-)	BALANCE
	Impactos bióticos		-1 1	-2 3	-3 2			-3 3		-22	0	-3	-3
Impactos al paisaje		-1 1	-2 3	-3 3		3 3	-5 5		-32	1	-5	-4	
Impactos al ambiente (viento, lluvia, etc.)									0	0	0	0	
Impactos al suelo		-2 2	-2 2	-4 2		2 2	-4 5		-32	1	-5	-4	
Impactos sociales y económicos	2 2	2 2						4 3	20	3	0	3	
Salud y Seguridad			-2 2	-2 1	-3 2	-1 1	-1 1	-2 2	-18	0	-2	-2	
TOTAL	4	-2	-20	-25	-6	12	-55	8	-84	-84			
											1	-3	-2
Medias (+)	1	1	0	0	0	3	0	2		1			
Medias (-)	0	-1	-4	-5	-1	0	-11	-1			-3		
BALANCE (V.G.I.)	1	0	-4	-5	-1	2	-11	2					-2

Luis E. Cordón

Referencia; MAGNITUD: Es su extensión o escala y se describe mediante la asignación del valor numérico entre 1 al 5, donde; 5 significa gran magnitud, 1 significa menor magnitud y 3 significa impactos de extensión intermedia.
IMPORTANCIA: Está relacionada con el impacto previsto. La escala se le asigna un valor numérico entre 1 al 5, donde; 5 significa interacción muy importante, 1 significa interacción de poca importancia y 3 significa interacción de importancia intermedia. **V.G.I.:** Valor Global del Impacto.