

Diagnóstico y Plan de Manejo de Residuos Plásticos Agrícolas Provenientes de las Actividades Productivas en el Municipio de Mascota, Jalisco

M. V. Félix Lerma^{#1}, E. Dolores Salcedo^{*2}, R. Salgado Delgado^{&3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Unidad Académica Mascota, Jalisco, México

^{*}Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, CADER 17, Mascota

[&]Tecnológico Nacional de México, Campus Zacatepec

¹marco.felix@mascota.tecmm.edu.mx, ²ernrike_dolsal@hotmail.com, ³rene.sd@zacatepec.tecnm.mx

Resumen- El presente estudio propone una solución integral al problema ambiental que se presenta por el manejo incorrecto de los residuos plásticos agrícolas en el Valle de Mascota, Jalisco. Se enfoca en los plásticos agrícolas de acolchados, rafias y cintillas utilizados por los productores regionales de chiles y hortalizas. Las situaciones en los espacios de cultivo evidencian un deterioro ambiental tanto de cuerpos de agua como de suelos y del aire, aunado a las dificultades particulares de los productores debido a la acumulación de plásticos desechados en los espacios de trabajo. Las soluciones tecnológicas ofrecidas por el presente proyecto están alineadas a la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, así como a la norma NMX-E-277-NYCE-2018, las cuales establecen la metodología para el manejo y reciclado adecuado de los plásticos agrícolas, envases vacíos de agroquímicos y fertilizantes, así como también establece las actividades de todos los actores involucrados en el proceso. El proyecto busca convertir el problema ambiental identificado en un área de oportunidad tecnológica-económica mediante técnicas avanzadas de reciclaje de plástico agrícola.

Palabras clave— Deterioro ambiental, manejo de residuos, reciclaje.

I. INTRODUCCIÓN

A. La producción de chile en Mascota, Jalisco

El estado de Jalisco se posiciona en el 5° lugar en producción de chile a nivel nacional, con cerca de 100 mil toneladas anuales, lo que representa el 4.3% del total producido en el país y tiene un valor aproximado de 800 millones de pesos, contribuyendo con el 5.3% del valor nacional. Se estima que hay alrededor de 1,434 productores en el estado dedicados a la producción de diferentes variedades de chile, entre las que destacan el serrano, jalapeño, pimiento morrón, poblano, anaheim y caloro. De estas, el chile serrano y jalapeño, cultivados al aire libre, representan el 70% (69,468 toneladas) de la producción total, mientras que el pimiento producido en invernadero contribuye con el 15.5% (15,381 toneladas).

La producción de chile se distribuye en 52 municipios de Jalisco, aunque cinco de ellos son los principales: Mascota,

San Gabriel, Cihuatlán, Etzatlán y Tomatlán, los cuales en conjunto aportan más del 55% (54,695 toneladas) del total producido en el estado. La Secretaría de Desarrollo Rural (SADER) de Jalisco informó que la producción de chile a nivel nacional supera los 800 millones de pesos, con Jalisco aportando el 5.3% de esta cifra y una superficie cultivada de más de 4,300 hectáreas. Según la dependencia, el rendimiento promedio en Jalisco varía entre 85 toneladas por hectárea en cultivos controlados o invernaderos, y 45 toneladas por hectárea en cultivos al aire libre con tecnología avanzada. Se estima que hay aproximadamente 1,400 productores en el estado dedicados a la producción del Sistema-Producto Chile.

México consume aproximadamente 280 mil toneladas de plásticos para la agricultura cada año”. [3]. Al hablar de aplicaciones de plásticos dentro de un área como lo es la agricultura forman una gama de materiales y usos inmensa, haciendo así que la utilización de estos sea completamente ilimitada.

Los residuos agrícolas se han determinado como todo aquel elemento que no se puede incluir como productivo [4]. El sector agrícola es uno de los sectores con mayor producción de residuos plásticos a nivel mundial.

Los productores agrícolas suelen utilizar un tipo específico de plástico que genera un grado de contaminación masiva; este es el Mulch o Acolchado. Siendo este parte del proceso de cultivo, ya que cubre total o parcialmente el terreno que se ha de cosechar con el objetivo de ahorrar agua, aumentar la cosecha y obtener un mejor aspecto en el producto resultante. Ayudando a disminuir o eliminar problemas dentro del proceso del cultivo, como deterioro de los frutos y desecación de los suelos. “Están compuestos de Polietileno de Baja Densidad (PEBD) que otorga alta resistencia a diversas condiciones climáticas y buena elasticidad, pueden ser transparentes, negras o naranjas, su espesor va desde los 25 [cm], con largo y ancho variable” [5].

B. La utilización de plásticos en las tecnologías actuales de la agricultura en México

México ha incorporado nuevas técnicas y tecnologías agrícolas en los riegos y en los cultivos en las últimas décadas. La finalidad de ello es la de aumentar la productividad de las

tierras. Una de estas nuevas tecnologías es la utilización de plásticos en diferentes presentaciones y ha venido observando un crecimiento de hasta más del 20% por año [6]. Actualmente la superficie ocupada en México por la agricultura protegida con agroplásticos es de 125 mil hectáreas [7].

C. Manejo incorrecto e ilegal de los plásticos agrícolas

Dentro de las acciones que se realizan con estos residuos plásticos se encuentran:

- 1) Incineración descontrolada: La incineración produce altas emisiones de gases tóxicos que afectan a la salud humana; además de generar una pasta polimérica que resulta difícil de degradar.
- 2) Vertimiento inadecuado: El vertimiento de los residuos plásticos agrícolas sobre los suelos produce en gran medida una contaminación a las superficies acuíferas, así como basurales.
- 3) Enterramiento de plásticos: el entierro de estos desechos genera un gran impacto respecto a la fertilidad de las tierras de cultivo y de los mantos acuíferos subterráneos. A su vez, compromete la actividad agrícola futura.
- 4) Otro: Genera un impacto visual negativo, ya que se percibe la clara gestión negativa de los residuos plásticos generados dentro de una localidad. [8].

D. Generación de residuos plásticos agrícolas en México

SAGARPA estableció lo siguiente en cuanto al uso de plásticos agrícolas [9]

- 1) El uso de agroplásticos se ha incrementado en México, tanto por problemas de escasez de agua, como por la necesidad de técnicas más intensivas que incrementen la rentabilidad y competitividad agrícola.
- 2) Las ventajas del uso de agroplásticos son: ahorro de agua, incremento en la producción precoz y producción total, protección de contingencias meteorológicas, además de un cierto control de plagas, enfermedades y malezas.

II. MARCO TEÓRICO

A. Las normas vigentes aplicables al reciclaje de plásticos agrícolas

La Norma Mexicana *NMX-E-277-NYCE-2018* [10] establece la metodología para el manejo y reciclado adecuado de los plásticos agrícolas, envases vacíos de agroquímicos y fertilizantes, así como también establece las actividades de todos los actores involucrados en el proceso.

Un plan de manejo es un instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia

ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno.

B. Reciclado Mecánico de los plásticos

Este conjunto de métodos y técnicas se caracteriza por la utilización de diferentes operaciones mecánicas que permiten que los residuos plásticos se puedan recuperar, al modificar su estructura molecular, formando un nuevo ciclo de consumo en el plástico.

Este proceso se encarga principalmente en la formación de nuevos productos como: bolsas, envases, láminas de plásticos, contenedores, entre otros. Las etapas de este método son [11]:

- 1) *Acopio/recolección*: El proceso de acopio consiste en agrupar y transportar los residuos de un punto a otro (desde el punto de generación de mismo al centro de acopio).
- 2) *Clasificación/separación*: En esta etapa se clasifican y separan los materiales antes recolectados, los cuales se deben clasificar de acuerdo al tipo de plástico (PET, PVC, HDPE, LDPE, PP, PS, etcétera). Existen técnicas de clasificación basada en diversos métodos físicos o manuales que permiten separar los residuos [12].
- 3) *Trituración o molienda*: Es importante antes de realizar las acciones de molienda realizar la reducción del tamaño de los elementos plásticos adquiridos, facilitando así el proceso de molienda. Una vez reducido el tamaño, el plástico se transporta mediante un sistema de alimentación compuesto por tolvas y correas transportadoras que abastecen al molino [13].
- 4) *Lavado*: Los plásticos comúnmente vienen con agentes contaminantes que afectan el proceso de molienda y extrusión. En el caso de los plásticos agrícolas como los acolchados, suele haber una gran cantidad de lodos y el lavado se vuelve un factor central en el proceso de reciclaje. Los sistemas de limpieza pueden realizarse previo o posterior a la molienda, dependiendo del porcentaje de agentes contaminantes. Esta etapa tiene como objetivo separar los residuos del plástico, generalmente se utilizan equipos que ocupan agua, soda caustica y detergente como agente disolvente.
- 5) *Secado*: En esta etapa se desea retirar la humedad que contiene el plástico, la humedad considerada para la formación y reciclaje del plástico es de 0,5%. El objetivo de esta etapa, es retirar la humedad que poseen

las hojuelas, se recomienda una humedad final de 0,5%. Existen diversas técnicas de secado, como el secado rotatorio, el escurridor centrífugo o el secado de manera natural (secado al sol).

- 6) *Peletizado*: Es el proceso mediante el cual se obtienen los conocidos “pellets”, los cuales son los subproductos que permitirán la elaboración de una gran variedad de productos logrados de reciclaje mediante procesos finales diversos. En este proceso se funde el polímero y se realiza una agitación con el fin de homogeneizar el material.

III. DISEÑO DE UN PLAN DE MANEJO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS AGRÍCOLAS

Terminada la vida útil del uso de los plásticos agrícolas, el agricultor debe seguir el procedimiento siguiente para lograr la correcta recolección de estos plásticos:

- 1) De acuerdo a su uso, desmontar, desconectar, quitar o liberar el plástico agrícola.
- 2) Eliminar impurezas ya sea madera, metales, tierra, hierba, etc.
- 3) Retirar el plástico del campo y realizar pacas, rollos, madejas, ovillos o paquetes y amarrarlos con tiras del mismo plástico.
- 4) Por medio de un sistema de lavado, lavar los envoltorios para eliminar la mayor cantidad posible de tierra.
- 5) Colocar el plástico en un lugar limpio fuera de contaminantes.
- 6) Finalmente, colocar las pacas, rollos, madejas, ovillos o paquetes en el almacén temporal del agricultor o centro de acopio temporal o puesto de recolección temporal teniendo en cuenta que dicha área no debe estar en campo abierto ya que esto puede ocasionar que se vuelva a ensuciar con lodo y tierra al mojarse.
- 7) En caso de la recolección de envases de agroquímicos se debe realizar el proceso de triple lavado conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.



Fig. 1. Acolchados agrícolas para la producción de chile poblano

IV. RESULTADOS

En la primera fase del proyecto se trabajó directamente en los campos de cultivo con los productores regionales con el fin de obtener información confiable. Se diseñó e implementó una herramienta de diagnóstico la cual arroja los resultados que a continuación se presentan.

A. Componentes del diagnóstico desarrollado

- Encuesta aplicada directamente a los productores en los centros de trabajo.
- Testimonios orales de productores.
- Evidencias fotográficas.
- Referencias bibliográficas.

B. Cantidades totales de plástico por hectárea

Peso por tipo de plástico por hectárea

- Acolchado (52kg) x (4.28) = 222.6kg
- Cintilla (45kg) x (2.7) = 121.5kg
- Rafia 25kg

Suma total por hectárea:

369.1kg redondeado a 370kg

C. Cantidades anuales de plástico generadas por la producción de chiles

TABLA I

VOLÚMENES GENERADOS DE AGRO PLÁSTICOS

Promedio de acolchado(Rollos/Ha)	Promedio de cintilla (Rollos/Ha)	Promedio de Rafia (kg/Ha)
4.283	2.706	25
Peso/Rollo (kg)	Peso/Rollo (kg)	-
52	45	-
<i>Hectáreas Cultivadas en 2021</i>		678
Kg generados por acolchado	Kg generados por cintilla	Kg generados por rafia
151000	82377	16950
Kilogramos totales generados		250327
Toneladas totales generadas		250.3

D. Conclusiones del estudio

Se puede observar una concordancia entre las últimas tres fuentes de información (testimonios orales, fotografías y bibliografía), pero no así con la primera (encuesta). Esta discrepancia puede obedecer a un temor ético-legal por parte de algunos productores, aunque la presente investigación garantiza la secrecía y anonimato.

El resultado global indica la observancia de prácticas incorrectas e ilegales en el manejo de plásticos agrícolas una vez terminadas las actividades de cosecha. Dichas malas prácticas se resumen en vertimiento de los residuos plásticos en espacios al aire libre y en cuerpos de agua, enterramiento de residuos en espacios rurales e incineración descontrolada.

Es necesario también indicar la realización de prácticas correctas por parte de la mayoría de los productores, así como la disposición declarada del 100% de los mismos, a realizar adecuadamente el manejo de sus residuos plásticos.

Un porcentaje importante de productores (83%) declara desconocer el marco legal (leyes y normativas) en cual se inscribe la realidad del manejo de plásticos post cosecha. Este hecho combinado con la disponibilidad de realizar prácticas correctas evidencia la necesidad de implementar campañas de información-concientización sobre el manejo adecuado de los residuos plásticos agrícolas entre los productores de la región del Valle de Mascota.

Por otro lado, resulta evidente el gasto monetario periódico (anual) del productor agrícola por adquisición de estos materiales, lo cual revela un área de oportunidad si se considera la posibilidad de reciclarlos.

Resulta urgente tomar medidas concretas que reviertan la tendencia a contaminar los espacios rurales. Este conjunto de medidas se sintetiza en un plan de manejo integral de residuos, el cual estará alineado con las leyes y normativas aplicables, y que se nutrirá de la ciencia e ingeniería de materiales; en particular, de la tecnología de los plásticos actuales. El cuidado de los recursos naturales no está peleado de ninguna manera con la procuración de una economía saludable. Leyes y tecnologías fusionadas en el objetivo común de preservar un medioambiente sano y próspero con una economía circular de beneficio a toda la comunidad.

REFERENCIAS

- [1] P. Ibarra, Dirección Hortofrutícola, Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), 2014. [En línea]. Disponible en: <https://sader.jalisco.gob.mx/fomento-agricola-hortofruticola-e-inocuidad/598>.
- [2] (2014) NOTIMEX [En línea]. Disponible en: <https://www.20minutos.com.mx/noticia/b215389/jalisco-figura-entre-cinco-estados-lideres-en-produccion-de-chile/>.
- [3] México, P. T. (2021). Una Mirada a los Plásticos en la Agricultura de México. [En línea]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=yL3-CAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=residuo+de+plasticos+agricolas&ots=Ro7CP0cwfF&sig=HTLD1sWW8SntApK7eM0h-EmrVYQ#v=onepage&q&f=false>
- [4] L. J. Xavier Elias, (2012). Los Plásticos Residuales y Sus Posibilidades de Valoración. Diaz de Santos .
- [5] (2020). ANIPAC. [En línea]. Disponible en: <https://anipac.org.mx/los-plasticos/>
- [6] M. Conde, Presente y futuro de la industria del plástico en México. Centro Empresarial del Plástico.
- [7] Ibídem, p.59.
- [8] M. Beltrán Rico, (2012). Tecnología de Polímeros, Proceso y Propiedades. Alicante, España: Universidad de Alicante.
- [9] Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA), Plan de manejo de residuos generados en actividades agrícolas, primera etapa: diagnóstico nacional. Reporte ejecutivo, 2015.
- [10] Norma mexicana NMX-E-277-NYCE-2018
- [11] J. M. Anrandes, (2004). Reciclaje de Residuos Plásticos. [En línea]. Disponible en: <http://files.juventudargentinasolidaria.webnode.com.ar/2000/00182a7dd5a8d64/RECICLADO%20DE%20RESIDUOS%20PL%20C3%81STICOSpdf.pdf>
- [12] A. Vázquez Morillo, R.M. Espinosa Valdemar, M. Beltrán Villavicencio, y M. Velazco Pérez (2014). El Reciclaje de los Plásticos. (Universidad Autónoma Metropolitana). págs. 5-7. [En línea] Disponible en: http://biblioteca.anipac.mx/wpcontent/uploads/2016/10/0047_El_Reciclaje_de_los_Plasticos.pdf
- [13] R- Rivera Tavera. Propuesta de Reciclaje Mecánico de Plástico en la Ciudad de Pirua. Trabajo de grado, Facultad Ingeniería, Universidad de Pirua. [En línea] Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/1180>