

CAPÍTULO 6

Manejo sustentable de films plásticos en la agricultura: lineamientos técnicos y recomendaciones para el diseño de una política pública

FLAVIA MALDINI
Investigadora externa

PILAR M. GIL
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal UC

CÉSAR SÁEZ
Escuela de Ingeniería UC

Manejo sustentable de films plásticos en la agricultura: lineamientos técnicos y recomendaciones para el diseño de una política pública

INVESTIGADORES

FLAVIA MALDINI

Investigadora externa

PILAR M. GIL

Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal UC

CÉSAR SÁEZ

Escuela de Ingeniería UC

Resumen¹

La utilización de films plásticos en la agricultura se ha convertido en una importante herramienta de producción. Su uso se incrementa año a año y seguirá siendo así, especialmente debido al cambio climático y la sequía. Expuestos a la intemperie y a presiones mecánicas, estos films tienen una vida útil limitada, lo que lleva a reemplazarlos constantemente, generando anualmente importantes volúmenes de desechos plásticos. Geográficamente dispersos, alejados de los centros urbanos, delgados y voluminosos, sucios con tierra y materia orgánica, muchas veces estos residuos son de bajo valor comercial y no son reciclados, por lo que actualmente se queman, entierran o son abandonados en áreas públicas. La disposición de los desechos genera que el plástico se fragmente y disperse contaminando suelos y aguas. La contaminación con micro y nanoplástico reduce la productividad de los suelos, contamina los alimentos y empobrece el entorno rural. Luego de un análisis de la experiencia extranjera y realizando un primer diagnóstico de la situación nacional a través de entrevistas a empresas productoras o importadoras de films, agricultores, acopiadores, recicladores, compostadores, autoridades del sector agrícola y académicos, de gran parte del territorio agrícola chileno, se identificaron los elementos sobre los cuales es necesario actuar para esta-

¹ Esta propuesta fue presentada por sus autores en un seminario organizado por el Centro de Políticas Públicas UC, realizado el 24 de noviembre de 2022, en el cual participaron como panelistas Daniela Acuña, jefa del Departamento de Sustentabilidad y Cambio Climático de Odepa; Magdalena Balcells, gerente general de Asipla, y Cristián Muñoz, presidente de Hortach.

blecer una política pública que permita un manejo adecuado de estos films. Se analizó la interacción de estos elementos, estableciéndose un diagrama conceptual y una hoja de ruta para su implementación gradual (considerando aspectos sociales, económicos y ambientales), de tal manera de crear las condiciones adecuadas para permitir un manejo sustentable de esta importante herramienta de producción, antes de forzar a un cumplimiento cuyo efecto podría limitar su uso y complicar aún más la situación de los agricultores.

1. Introducción

A lo largo de los años la agricultura chilena ha recurrido a los films plásticos para crear condiciones más adecuadas para la producción, facilitando el control de variables como temperatura, humedad y luz. De esta manera, los films plásticos han sido un aliado para aumentar la eficiencia de los recursos, especialmente el hídrico, y para reducir el uso de agroquímicos (mayormente herbicidas). Las ventajas de su uso están siendo reconocidas por los agricultores, expandiéndose rápidamente a un mayor número de rubros, incluso con nuevos propósitos (mejorar el color de la fruta, evitar daño por lluvia y control de insectos, entre otros). Además, ha permitido aumentar los rendimientos, incrementar la calidad de los productos y extender temporalmente la oferta.

Los films plásticos que se utilizan en la agricultura son fabricados con distintos polímeros y aditivos, según el uso que se les dará. Sin embargo, las condiciones ambientales a las que están expuestos en los campos, como temperatura, radiación ultravioleta y acciones mecánicas propias de las labores agrícolas, limitan su vida útil, su reutilización y su nivel de biodegradación. Dependiendo de la materialidad del film y el uso que se le dé, puede tener una vida útil de un año (por ejemplo, la mayoría de los *mulchs* o acolchados), tres o cuatro años (en el caso de los films para invernadero con aditivos UV), y un poco más si se trata de algunas mallas (sombreadoras y antiinsectos). Por lo tanto, los agricultores necesitan renovar sus films con periodicidad y al mismo ritmo, se van generando volúmenes desechados. Actualmente, la mayor parte de los agricultores se deshacen de los films que han cumplido su vida útil mediante quema, su entierro o abandono a orillas de sus campos, caminos públicos o riberas, siendo muy pocos los que participan de un proceso de recolección y disposición final adecuada². Incluso, muchos de ellos una vez recolectados terminan de igual forma en vertederos.

La exposición al ambiente y las presiones mecánicas convierten los films desechados en pequeños trozos que, transportados por el viento, afectan

2 A pesar de que existen algunas iniciativas locales de reciclaje de los films (recolección, pretratamiento, distribución y comercialización) en zonas de agricultura intensiva que facilitan una mejor gestión, la mayor parte de los agricultores, ante la ausencia de apoyo para el manejo de estos residuos, los quema, los entierra o los deja en el campo, y solo una pequeña fracción es enviada a disposición final adecuada (Mendoza, 2017).

cuerpos de agua, a la fauna por ingestión (desde lombrices hasta rumiantes mayores, incluso peces y organismos acuáticos) y a los cultivos (contaminando los alimentos con compuestos orgánicos adsorbidos y absorbidos). Distintos estudios indican que la presencia de microplásticos afecta la productividad de los suelos y el crecimiento de los cultivos. Otros más biodegradables pueden cambiar la composición microbiótica del suelo y algunos aditivos pueden ser disruptores endocrinos. No obstante, los efectos a largo plazo de esta contaminación siguen siendo inciertos, como se explicará más adelante.

A pesar de que en el país existen leyes y normas para el manejo de desechos plásticos, los films de uso agrícola tienen características especiales que los diferencian en su manejo de los otros desechos plásticos urbanos o industriales. Son voluminosos, de bajo peso, están muy dispersos geográficamente y lejanos a los centros urbanos, donde se encuentra la mayoría de las plantas de reciclaje; esto implica una logística propia. Muchos se encuentran sucios con suelo y materia orgánica, por lo que no siempre son aceptados o deben ser lavados previamente, incluyendo una labor adicional al agricultor o reciclador. Además, su valor comercial es bajo y no siempre financia el costo de la recogida, transporte y reciclaje. Una parte importante de ellos no puede retirarse íntegramente de los campos, fragmentándose y quedando en los suelos, incorporándose en el perfil de estos, o se diseminan a otros sectores con las mencionadas consecuencias ambientales³.

Las cualidades únicas del plástico (resistencia al agua, transparencia y bajo precio, entre otras) lo hacen muy difícil de reemplazar con las actuales prácticas agrícolas, rendimientos obtenidos y costos de producción (EIP-AGRI, 2021). La recolección y almacenamiento de films en desuso es un trabajo adicional para los agricultores, que se traduce en un problema económico. Sin embargo, esto puede mejorar si se les apoya con programas adecuados que permitan operar con economías de escala; de otra manera, estas alternativas escapan a las posibilidades individuales de los agricultores. Actualmente, el país carece de la información necesaria que permita dimensionar el problema y diseñar sistemas de gestión adecuados. En definitiva, se requiere una política que impulse y coordine al sector público y privado en una serie de acciones de distinta índole, necesarias para alcanzar un manejo sustentable, evitando así tanto la contaminación mencionada como el empobrecimiento del paisaje rural, además del desprestigio del sector.

El objetivo general del presente estudio fue identificar los principales problemas que limitan un manejo sustentable de los films agrícolas, de tal forma de poder establecer los lineamientos y recomendaciones, con criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, que actuando coordinadamente a

3 En ocasiones, el agricultor les pasa una rastra para deliberadamente incorporarlos al suelo.

través de una política pública permitan el manejo sustentable de estos films en agricultura y disminuyan sus efectos adversos.

Un primer objetivo específico fue analizar los antecedentes generales para la caracterización del problema a nivel mundial: se describe el uso y beneficios de los films, su materialidad, vida útil y los efectos ambientales de estos residuos en el suelo, los cuerpos de agua y en los alimentos. Con mayor énfasis, se describe la experiencia extranjera: las herramientas utilizadas, los niveles de éxito alcanzados, las barreras existentes, así como también los aprendizajes y recomendaciones realizadas por los estudios del tema. Con este fin se hizo una revisión bibliográfica y se asistió al Congreso Internacional de Plasticultura Cidapa 2022.

El segundo objetivo específico fue caracterizar la situación nacional. Para ello, se entrevistó a agricultores, acopiadores, recicladores, empresas productoras y distribuidoras de films plásticos, asociaciones gremiales, asesores, autoridades y académicos del sector agrícola de distintas regiones del país, quienes entregan sus opiniones sobre el tema en estudio, sus experiencias de uso y postuso de films, experiencia de programas pilotos y otro tipo de iniciativas y sus recomendaciones para avanzar hacia un manejo sostenible de los plásticos de uso agropecuario. Para estimar los volúmenes de films desechados anualmente, la información anterior se complementó con una serie de breves encuestas a agricultores y asesores agrícolas y fichas técnicas existentes, así como estimaciones de importaciones y uso aparente, realizadas por otros autores⁴. Además, se analizaron las normas chilenas vinculadas a este tema, para lo cual se realizó una revisión bibliográfica (Instituto Nacional de Normalización, INN).

El tercer objetivo específico fue establecer una propuesta de política pública para avanzar hacia un manejo sustentable de los films agrícolas. Para ello, se analizó la información anteriormente recopilada, con el fin de conocer las fortalezas y debilidades existentes, identificar brechas, establecer un diagrama conceptual y, finalmente, una hoja de ruta con acciones concretas que permita alcanzar una política coherente y efectiva para el manejo sustentable de los films de uso agropecuario.

4 Se realizaron 31 entrevistas (agricultores, proveedores plásticos y asociaciones gremiales, académicos del agro y asesores agropecuarios, profesionales del sector público relacionados, acopiadores y recicladores presentes en las regiones I, IV, V, RM, VI, VII, VIII y X) y 33 encuestas (20 a asesores y 13 agricultores). La estimación de volúmenes descartados anualmente se basó en la superficie nacional de los rubros que utilizan algún tipo de film, una estimación del porcentaje de la superficie que utilizan distintos tipos de films, la cantidad de cada tipo de film utilizado (m²/ha) y los años de vida útil en cada caso.

2. Antecedentes

2.1 Beneficios y daños por el uso de los films plásticos en la agricultura

Existe una gran cantidad de productos e insumos plásticos que participan en la producción agropecuaria (envase de insumos y tuberías de riego, bandejas de germinación, macetas, amarras, etiquetas ganaderas, bolsas protectoras, *mulchs* o acolchados, invernaderos, túneles, mallas sombreadoras, entre muchos otros). En 2019, la cadena de producción agropecuaria a nivel mundial utilizó 12,5 millones de toneladas de productos plásticos (sin considerar embalajes de comercialización y almacenamiento), siendo los films la categoría más relevante con 7,4 millones de toneladas (61%). Esta categoría está creciendo en forma muy importante a nivel mundial y también en Chile. De hecho, las empresas productoras de films plásticos proyectan un crecimiento de la demanda a nivel mundial del 50% entre 2018 y 2030. La evidencia indica que un porcentaje muy menor de estos films son recolectados y reciclados en los países desarrollados. El resto se entierra, quema o termina en vertederos; sin embargo, no existen registros de aquello (FAO, 2021).

Cabe mencionar que el presente estudio se centra exclusivamente en los films y mallas plásticas debido a que estos tienen características diferentes a los otros insumos mencionados, lo que dificulta su disposición final y los excluye de los programas existentes como, por ejemplo, el programa para los envases. Básicamente estos son residuos muy voluminosos, delgados, sucios y han estado expuesto a la intemperie por un largo tiempo, lo que hace difícil su retiro de los campos, limpieza, acopio y transporte.

Los films plásticos son utilizados en la agricultura para una serie de diferentes propósitos. En la Tabla 1 se presentan los films más utilizados, su uso, el beneficio que aporta, la vida útil y el polímero principal.

TABLA 1. **Tipos de films, usos, beneficios, longevidad y materialidad**

Tipo de film	Usos y beneficios	Vida útil (años)*	Materialidad
Mulch	<p>En hortalizas, frutales, semilleros y viveros:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementa la eficiencia en el uso del agua por reducción de la evapotranspiración del cultivo (ETc); ahorra entre 15-20% consumo de agua por el cultivo, hasta un 60% en zonas cálidas (Zenner y Peña, 2013). - Controla la temperatura del suelo, adelanta las cosechas. - Reduce la pérdida de nutrientes en el suelo (y la erosión en zonas lluviosas). - Controla el crecimiento de las malezas y reduce el uso de herbicidas. 	1-2	PE, PP LDPE

Mallas antimalezas	En viveros, hortalizas y frutales: - Controla crecimiento de maleza.	5-10	PP
Invernaderos, túneles y “techos” corredizos	En viveros, hortalizas y frutales: - Prolonga la temporada de producción y cosecha. - Prolonga el crecimiento de las plantas. - Controla el ambiente de crecimiento. - Protege a los frutos pronto a ser cosechados de lluvias tardías, granizo y sus efectos (partidura y hongos). - Disminuye consumo de agua por reducir la Etc.	1-4	LDPE
Mallas protectoras de clima (sombreadoras y antigranizo)	En frutales, hortalizas, flores y viveros: - Extiende el periodo de crecimiento de la planta. - Protege las plantas de las variaciones térmicas (heladas o quema por sol). - Mejora la eficiencia hídrica por reducción de la Etc. - Protege de daño físico por pájaros, granizo y viento.	6-10	HDPE
Mallas protectoras de insectos	En frutales y semilleros: - Evita la polinización no deseada. - Evita pestes (algunas cuarentenarias) y reduce el uso de plaguicidas. - Reduce el riesgo de enfermedades por vectores (insectos).	5-8	HDPE
Film reflectante	En frutales: - Mejora y homogeniza la madurez de los frutos.	1	PE
Films para ensilaje	En ganadería: - Protege el heno y permite la producción del ensilaje. - Permite almacenar granos.	1	PE

*La duración dependerá de los aditivos, protectores de luz UV, el ambiente y el manejo que se les dé, entre otros factores.
PE: polietileno. PP: polipropileno. LDPE: polietileno de baja densidad. HDPE: polietileno de alta densidad.
Fuente: elaboración propia.

La permanencia de estos films en los campos va generando contaminación con fragmentos, micro y nanopartículas de plástico, que se diseminan con el viento, la escorrentía provocada por lluvias, los cursos de agua y a través del perfil de suelo, incluso alcanzando las aguas subterráneas y así afectando áreas más extensas que la explotación agrícola en la que se utilizaron. Los principales daños reportados por la comunidad científica son: disminución de la producción agrícola (baja en rendimiento de los cultivos); contaminación de alimentos y agua, poniendo en riesgo la salud humana y

de la fauna por ingestión⁵; y, en el caso de algunas resinas plásticas, aditivos tóxicos que son disruptores endocrinos y pueden ser vectores de patógenos. Por otra parte, la quema de plásticos a la intemperie emite gases tóxicos (como dioxinas, furanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos, productos de pirólisis y combustión incompleta), además de gases de efecto invernadero, cuando estos son de origen fósil, como lo son la mayor parte de los films utilizados (FAO, 2021).

En el estudio realizado en Chile por Urbina et al. (2020), los resultados demostraron que las partículas de plástico acumuladas en la rizósfera perjudican la absorción de agua y nutrientes en plantas de maíz. Una investigación similar realizada en trigo por Qi et al. (2018; citado por Carrasco et al., 2021) mostró que las plantas sometidas a contaminación de macro y microplástico presentaron estrés radicular y vegetativo; además, que las plantas sometidas a plásticos biodegradables sufrieron un estrés mayor⁶. Sin embargo, esto no es conclusivo respecto de que todos los films biodegradables tienen igual efecto. En China se ha evidenciado que niveles de acumulación en los primeros 20 cm de suelos mayores a 250 kg/ha tienen un significativo impacto en el rendimiento de los cultivos (FAO, 2021). Otro estudio menciona un retraso en la germinación de semillas en ambientes contaminados (Ng et al., 2018). Por su parte, el análisis realizado en Italia por Conti et al. (2020) determinó presencia de microplástico en manzanas, peras, lechugas, brócolis y zanahorias, en muestras tomadas en los mercados finales.

Muchos investigadores coinciden que hasta la fecha se desconocen los efectos acumulativos de los micro y nanoplásticos en el ambiente y en los seres vivos, así como el alcance de su movilidad en el ambiente. En esta línea, la extensa revisión bibliográfica efectuada por Carrasco et al. (2021) sobre los efectos de los microplásticos en la seguridad alimentaria y el estrés en las plantas señala que la contaminación de la industria hortícola con micro y nanoplásticos es un hecho mundial, debido a un mal manejo de este tipo de desechos. Así, se vuelve esencial investigar y establecer políticas públicas para su correcto uso y disposición final.

La pirámide de la gestión integral de residuos sólidos establece que las primeras etapas deben incluir la prevención de la generación de estos materiales residuales. Esto implica incrementar su vida útil o reusarlos dentro del agro. Como dicha opción puede ser compleja, las siguientes etapas consideran el reciclaje de los materiales en desuso por fin de vida útil, daños o pérdidas de

5 Los daños dependen del nivel de exposición y las concentraciones. Cabe mencionar que el cuerpo es capaz de eliminar el 90% del micro y nanoplástico ingerido vía fecal. Los efectos en la salud dependerán del tamaño, forma, tipo de polímero y aditivos químicos ingeridos (Smith et al., 2018, citados por Carrasco et al., 2021)

6 Esto puede ser debido a que el plástico biodegradable estaba compuesto por PBT (polibutileno tereftalato) y PET (polietileno tereftalato).

sus características específicas (ej. propiedades mecánicas, impermeabilidad). Finalmente, la última etapa establece la valorización energética (combustión controlada, pirólisis, gasificación, licuefacción y carbonización termoquímica) de estos materiales. Sin embargo, para ello se requiere de más energía que la que se puede obtener de su procesamiento térmico, si bien existen tecnologías disponibles para ello.

Desde el punto de vista del reciclaje de los agroplásticos desechados y considerando los elementos para una economía circular efectiva de estos materiales, los procesos incluyen limpieza, procesamiento mecánico (reducción de tamaño), fundición, extrusión y peletizado. Otras opciones de reciclaje consideran la fabricación de otros materiales, evitando los procesos de separación y limpieza, con resultados en términos de sustentabilidad aún no del todo claros⁷.

2.2 Descripción de la experiencia extranjera

A nivel mundial existe una creciente preocupación por la acumulación de estos films y su mala disposición final. A pesar de esto, son pocos los países que llevan un registro de los volúmenes de films vendidos y ninguno lleva registro de la cantidad que se descarta anualmente (FAO, 2021). En términos generales, se ha estimado que aquellos países “sin acciones” reciclan tan solo el 5% de los agroplásticos; en cambio, aquellos que cuentan con un programa alcanzan en promedio el 70% (Eunomia, 2021). Los casos más exitosos son aquellos que combinan programas de apoyo con normativas claras y efectivas.

Existe una serie de acuerdos internacionales donde las implicancias y los daños causados por los films plásticos a los ecosistemas están contemplados. Dado que nuestra agricultura tiene un foco exportador, es importante considerar este tipo de acuerdos, que podrían ser impuestos a nuestros productos en los mercados de destino.

La experiencia extranjera hace referencia a dos vías para la solución de este problema: a través de programas de recogida y gestión, y avanzar hacia la fabricación de films biodegradables (BD). De hecho, muchos autores mencionan que la elección correcta dependerá del tipo de film y las circunstancias agrícolas. Por lo tanto, los caminos no son excluyentes sino complementarios. Sin embargo, en ambos casos se menciona la necesidad de una normativa que impulse el cumplimiento.

⁷ Los polímeros derivados del petróleo empleados en la agricultura incluyen fundamentalmente termoplásticos de alta resistencia mecánica y a la abrasión, como el polietileno (de alta y baja densidad, además de mezclas con polietilenos lineales y ramificados para diferentes formulaciones) y el polipropileno. En términos de plásticos derivados de biomasa y biodegradables, se han comenzado a evaluar mezclas PLA (poliácido láctico) y PBAT (polibutiratoadipatotereftalato), y otras mezclas de materiales biodegradables con polímeros no biodegradables, con y sin carga de almidones microparticulados para dar volumen y compostabilidad termofílica a estos materiales.

A. Programas de recogida y gestión

Existen diferentes tipos de programas diseñados para mejorar el retiro y reciclaje de los films. Algunos de ellos son iniciativas privadas, otros son impulsados por organizaciones estatales y en algunos casos por asociaciones mixtas público-privadas. También difieren en su alcance, pudiendo ser regionales o nacionales; obligatorios o voluntarios.

Varios de estos programas comenzaron como una organización de productores de plásticos, quienes se unieron para la gestión de un solo tipo de producto (programas piloto); luego, esta organización fue creciendo en el número de asociados e incorporando a su gestión otros materiales plásticos. Es frecuente que contraten una empresa especializada para la operación (recogida y disposición final). Los registros del proceso son un elemento clave para determinar la efectividad del programa, el costo efectividad del proceso, y, en algunos casos, son necesarios para el cálculo de la “tarifa ambiental” cobrada a los usuarios.

Dentro de los programas están los llamados de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Estos buscan internalizar los costos de los productos después de su vida útil con el fin de minimizar las barreras financieras que puedan existir para disposición de basura no deseada. Básicamente se responsabiliza al productor de la recolección y disposición final de su producto después del término de su vida útil, lo que permite asegurar que será recogido y reciclado. Este costo es internalizado en el precio del producto, al igual que el costo ambiental. La razón de ello es que la mayor parte de estos films desechados no tienen un valor positivo para los recicladores: el incentivo económico a recogerlos y separarlos es muy bajo. La principal barrera detectada en los países de la Unión Europea para la recuperación de los films agrícolas es el elevado costo del proceso debido al alto nivel de contaminación; incluso con las mejores prácticas utilizadas, llegan al 30-40% (Eunomia, 2021).

Los programas de REP deben asegurar que las tarifas cobradas a los productores o importadores cubran adecuadamente la recolección y los costos de tratamiento, y que los mercados permanecerán competitivos, evitando los *free riders* (productores que no contribuyen a la ejecución del programa en el caso de los REP voluntarios). En su diseño deben considerar que los pequeños agricultores también puedan participar (deben incluir a la mayor cantidad) y poder reportar su transparencia y contabilidad, sobre todo en programas donde la producción es atomizada o existen vendedores ilegales (FAO, 2021). La experiencia internacional sugiere establecer roles y responsabilidades a todos los *stakeholders* de la cadena (productores, distribuidores, *retailers*, importadores, clientes finales y organizaciones que manejan los desechos). Además, deben velar por investigar y aplicar mejoras al diseño y su eficiencia. También, sugiere la incorporación de los recolectores informales al programa REP, mejorando su condición laboral. Los estudios concluyen que:

- Los programas obligatorios para productores, importadores, distribuidores y clientes tienen mejores resultados que los voluntarios (Eunomia, 2021; FAO, 2021).
- La experiencia extranjera señala que la recolección de los desechos plásticos de los campos debe ser organizada a una escala mayor con la colaboración de todos los *stakeholders* (EIP-AGRI, 2021).
- Deben existir medidas de control; por ejemplo, un sistema de licencias y/o penalidades por incumplimiento y la prohibición de quemar (Eunomia, 2021; FAO 2021).
- Hay que facilitar la participación de los agricultores: mínimo gasto y facilidades para separar, almacenar y depositar (FAO, 2021).
- Debe existir facilidad de acceso y suficiente capacidad de infraestructura (FAO, 2021).
- Se requiere de campañas de comunicación y sensibilizar a los agricultores para aumentar su conciencia de un mejor manejo (Hou, 2022; Eunomia, 2021; FAO, 2021).

A continuación, se presentan algunos ejemplos de diferentes tipos de programas que recuperan films agrícolas, cómo están organizados y algunos detalles de su operatoria.

TABLA 2. **Programas de recuperación de films agrícolas y sus principales características**

Programa	Organización	Características del manejo
Adivalor Francia (voluntario)	Sociedad limitada donde participan asociaciones agrícolas y productoras de plástico (300.000 agricultores, 350 vendedores, 1.300 recolectores) administra 22 flujos de residuos. Cuenta con 22 empleados que se organizan en tres polos: logística y reciclado; rendimiento de recogida; y soporte y servicios.	La recogida es gratis para aquellos que certifican (factura) que compraron a un vendedor asociado, quien ya pagó su contribución ecológica. Mayores cantidades deben pagar la tarifa ecológica. Deben presentarse según instrucciones (limpios y ordenados), de lo contrario se penaliza con el costo del vertedero (Adivalor, 2022).
Svepretur Suecia (voluntario)	Asociación industrial sin fines de lucro para fabricantes, importadores y minoristas de films agrícolas.	La recolección se hace a través de un contratista. El agricultor debe dejar sus desechos limpios y ordenados en uno de los 340 puntos de recogida. La tarifa corresponde a los costos reales (razón por la cual el nivel de limpieza y la elección del contratista resultan cruciales). La tarifa se paga directamente en la compra del film (Svepretur, 2022).
MAPLA España (voluntario)	Organización sin fines de lucro de productores de agroplásticos, cuyo objetivo es facilitar el cumplimiento de las obligaciones de los agricultores en una correcta disposición final de los plásticos, no envases.	Los agricultores que adquieran sus plásticos de empresas adheridas a MAPLA los pueden depositar gratuitamente en los lugares designados. Los fabricantes o importadores adheridos incorporan el costo de la gestión de los residuos al momento de la venta. Esta tarifa financia la recogida, reciclado y valorización de los residuos (Plásticos Agrícolas, 2022).

IFFPG Irlanda (obligatorio)	Organización financiada con cargo a los productores (75%) y a los agricultores (25%) (EIP-AGRI, 2021).	El programa organiza la recogida y reciclado de los plásticos a nivel nacional (237 puntos de recolección). Recolecta aproximadamente 28.000 toneladas y recicla el 74% de lo que es vendido. El 60% del material es entregado a recicladores irlandeses (Farmplastic, 2022).
ERDE Alemania (voluntario)	Sistema de recolección y reciclaje de plásticos agrícolas, donde participan productores, distribuidores y agricultores. El programa es financiado mayormente por ocho productores de films; y es operado por RIGK (Kuzmivic, 2018).	La recolección se realiza en 310 puntos (normalmente locales de distribuidores) y 178 contenedores móviles. Este programa ha logrado que el 95% de lo recolectado sea reciclado (ERDE Recycling, 2022). Los agricultores son incentivados a devolver sus films en los puntos de recogida con un bono que luego pueden utilizar en futuras compras (EIP-AGRI, 2021).
KECO Corea (obligatorio)	Programa estatal, obligatorio, con participación de privados. KECO (la agencia ambiental coreana) subsidia a los agricultores y empresas de tratamiento. Este subsidio es aportado en un 14% por el gobierno comunal, un 76% por el gobierno regional y un 10% por el gobierno central (Chang y Kim, 2018).	Los films agrícolas son considerados basura municipal y es responsabilidad del municipio disponer de ellos (reciclado, incineración o vertedero).
Cleanfarms Canadá (voluntario)	Organización para la administración de la protección ambiental. Participan agencias de gobierno, agricultores y proveedores de insumos agrícolas.	Existen distintos tipos de programas en distintas zonas de Canadá. Ej: Programa exclusivo para "bolsas de granos y amarras de Alberta" donde participan 32 recolectores asociados. Debe entregarse muy limpio, enrollado cuidadosamente con maquinaria (no a mano). Algunos puntos de recolección facilitan enrolladoras y compactadoras (Cleanfarms, 2022).

Fuente: elaboración propia.

B. Uso de films biodegradables versus films convencionales

Respecto del uso de films biodegradables (BD) en comparación a los convencionales, el estudio de Eunomia (2021) concluye que, para el caso de los *mulch*, los films BD demuestran ser una mejor opción debido a que su retiro de los campos es incompleto y difícil. Para los films tipo invernaderos, la alternativa más adecuada es recolectar y reciclar los convencionales. Primero, porque esto es factible de realizar, mientras que la descomposición de los BD en el ambiente abierto no ha sido verificada y es difícil de testear. En estos casos, programas tipo REP serían lo más aconsejable. Para aquellos productos plásticos que pueden ser dejados en el ambiente; existe el argumento que utilizar BD sería de menor impacto para el ambiente, incluso si la degradación alcanzada es incompleta, será mejor que un film convencional. Sin embargo, la falta de estandarización y certificación para estos films BD no permite separar aquellos que tienen evidencias de degradación de aquellos que no. La estandarización es crítica y desarrollar métodos de testeo para ello es necesario. El estudio recomienda:

- Los films BD deben ser incluidos en los programas REP, ya que permite

obtener los datos de dónde y cómo se están usando. Los productores de films BD estarían excluidos de contribuir al financiamiento de los costos de recolección y tratamiento en el programa REP, y solo debieran pagar una tarifa menor por el manejo de la información.

- Solo los films BD certificados bajo una norma estandarizada (ej. ASTM D5338; ISO 20200, AS 5810) pueden eximirse del pago de recolección y tratamiento del programa REP. Es importante que exista la estandarización, de lo contrario, puede incentivar a los productores de films a mal etiquetar sus productos para evitar el costo del programa.
- Para que los BD puedan integrarse al programa REP, debe existir una completa participación de los productores y un manejo exhaustivo de la información.
- La estandarización utilizada debe revisarse de manera que considere las mejores prácticas y también la incertidumbre⁸.
- Establecer un mínimo grosor obligatorio para los *mulch* convencionales. Hasta el momento no existe suficiente evidencia para determinar la relación del grosor y el nivel de plástico que queda en el campo. La norma europea NE 13655 (para films termoplásticos utilizados como *mulch* en agricultura) establece que para el caso de los films negros el grosor mínimo debe ser 20-25 μm .

C. Medidas regulatorias y de gestión

Como se mencionó anteriormente, el éxito de los programas descritos guarda estrecha relación con la existencia y adopción de medidas regulatorias, dentro las cuales están (FAO, 2021):

- **Trazabilidad** de los productos: obliga a los participantes de la cadena a llevar registro de compras de productos plásticos y devoluciones al sistema de reciclaje. Estas medidas ayudan a cumplir la legislación.
- **Prohibición** de productos asociados a altos niveles de contaminación y ausencia de circularidad. Por ejemplo, la Unión Europea prohibió el plástico oxodegradable debido al riesgo de microplástico.
- **Estándares mínimos** para los productos y su uso. El Comité Europeo de Estandarización (CEN) ha desarrollado estándares para plásticos compostables y para *mulch* biodegradables. Las especificaciones de grosor de los *mulch* no biodegradables varían entre regiones dependiendo de: cultivos, clima, suelo, precio y disponibilidad. Por ejemplo, en China el grosor mínimo permitido es de 10 micrones y su riesgo de “excesiva fragmentación” se

⁸ Por ejemplo, si la estandarización utilizada considera que los agricultores deben incorporar al suelo el film BD después de la cosecha, pero esto no siempre ocurre (como en el caso de las viñas). Se recomienda que no existan excepciones: los agricultores deben demostrar que el film ha sido incorporado. En caso de que el *mulch* siga sobre la superficie, otras estandarizaciones deben ser desarrolladas, con sus testeos asociados, para que estos materiales puedan ser eximidos de los costos del programa.

considera alto; en cambio, en Europa y Estados Unidos el grosor mínimo está entre 15 a 20 micrones, y su riesgo es bajo. A pesar de que los films más gruesos significan mayor cantidad de plástico, a la larga son más fáciles de remover del campo, limpiar y reciclar. Expertos señalan que el grosor del film es el factor más crítico para la remoción. Con films de 25 μm la recuperación es de 90%; en cambio con films de 10 μm es de solo de 32% (FAO, 2021)⁹. En el caso de los materiales biodegradables, los criterios utilizados para fijar estándares son más complejos, ya que existen diferencias en las definiciones como: bioplásticos, biodegradable, compostables y degradables; así como también varían las formas de testeos. Incluso algunos productos son referenciados como biodegradables y nunca han sido testeados. Esto confunde a los consumidores y se presta para *greenwashing*.

- **Certificación independiente** de los productos: resulta necesaria para poder etiquetarlos correctamente (existen varias instituciones certificadoras de biodegradabilidad en el mundo).
- **Programas que certifican buenas prácticas** a través de la cadena de valor, fácilmente reconocibles por los consumidores. Estas certificaciones buscan demostrar el compromiso y la responsabilidad social y ambiental de la corporación a sus clientes, y también a sus accionistas. Ejemplo de esto es GlobalGap, que entrega guías a nivel de cada país. Hasta la fecha el manejo de los films plásticos no ha estado presente en ella; no obstante, en las siguientes actualizaciones de los estándares empleados, pretenden incluirlos. Otro ejemplo es Global Reporting Initiative (GRI), una organización internacional independiente, cuyos procesos de estandarización para agricultura, acuicultura y silvicultura están en desarrollo y también esperan incluirlos.
- **Incentivos o desincentivos económicos** como medidas de regulación. Se puede mencionar impuestos a productos más contaminantes, con el fin de dirigir a los consumidores hacia alternativas más amigables al ambiente, haciéndolos más competitivos.
- **Etiquetado de los films.** En 2020, la organización china Medidas para la Gestión de Films Agrícolas estableció una serie de criterios para el etiquetado y la trazabilidad, obligando a los productores de *mulch* y plástico de invernaderos a etiquetar cada rollo y cada metro lineal con un código QR informativo (Hou, 2022). Adicionalmente cada productor y vendedor debe llevar un completo registro para facilitar la trazabilidad.
- **Innovaciones tecnológicas.** Otras medidas necesarias ha sido avanzar en el diseño de maquinaria específica para remover el plástico de los campos y en tecnologías de reciclado¹⁰.

⁹ En 2017 China introdujo un grosor mínimo para los *mulchs* no biodegradables, para mejorar su retiro de los campos, elevando de 8 a 10 μm . Más allá, este plan de acción hizo una convocatoria a mejorar las técnicas de remoción y reciclado a través de una convocatoria promulgado por el Ministerio de Agricultura.

El nivel de plástico reciclado finalmente dependerá de la infraestructura del país, obligaciones legales y programas REP para ciertos plásticos más específicos.

D. Necesidad de mayor información e investigación

No menos importante es el hecho que los distintos estudios internacionales evidencian la necesidad de contar con mayor información y conocimiento para que las políticas resulten eficientes y efectivas. No hay estudios verificables en varias materias, tan solo opinión de expertos, como son: la relación del grosor del film y su comportamiento; los porcentajes de recolección y los niveles de dispersión del microplástico dejado a la intemperie, enterrado, convencional y degradable; conocer el comportamiento de los films BD *in situ*¹¹, para lo cual se recomienda realizar estudios de campo; determinar las mejores prácticas de retiro de los plásticos convencionales para distintos escenarios (cultivo, grosor del film y maquinaria); diseñar productos considerando su factibilidad de reciclaje y/o mayor resistencia según los diferentes usos; generar nuevas aplicaciones para el resultado del material recolectado, impulsando el proceso de reciclaje; innovar en los procesos de fabricación de films BD para mejorar su competitividad; y, contar con estadísticas de los volúmenes vendidos, su uso y su disposición final.

Por último, en el caso de China se evidenció que la falta de conciencia del problema por parte de los agricultores sería el principal factor que limita la recolección de *mulch*, lo que implica la necesidad de educación sobre este problema (Hou, 2022).

2.3 Caracterización de la situación nacional

A. Volumen de films utilizados y descartados anualmente

En primer lugar, cabe mencionar que no existen estadísticas nacionales de los volúmenes utilizados y descartados de films plásticos por parte del sector agropecuario; tampoco hay estudios al respecto, tan solo algunas estimaciones gruesas. Según información entregada por la Asociación Gremial de Industriales de Plástico de Chile (Asipla, 2022), los sectores agropecuario y pesca representan en conjunto el 8% del consumo aparente (esto equivale a 76.220 toneladas en 2020 e incluye todo tipo de plásticos, no teniendo información para separar pesca de agricultura). Por otra parte, estimó que se importaron 9.000 toneladas de plástico en láminas en 2018 para uso agrícola. A este valor se le debe sumar films y mallas de fabricación nacional y el uso de megabolsas y bolos por el sector ganadero.

¹⁰ Existen dos tecnologías comerciales: reciclado mecánico y reciclado químico. Este último resulta controversial.

¹¹ Las evidencias para los films biodegradables europeos vienen mayormente de Italia y no se conoce su comportamiento en otras localidades.

Por su parte, Castellón (2022) estimó que existen aproximadamente 7.585 hectáreas de cultivos hortícolas, frutales y flores protegidos bajo invernadero o túneles y 3.800 hectáreas que utilizan algún tipo de *mulch*. Por otro lado, el sector pecuario está haciendo cada vez más uso de films. Según estimaciones del Consorcio Lechero y Rigk Chile, en el programa AgroCircular se emplean 5.000 toneladas/año en films de bolos, parvasilos y silobolsas (RigkChile, 2022, citado por Castellón, 2022).

Ahora, si se analiza el uso de films (*mulch*, invernaderos, túneles, mallas y otros) de los diferentes rubros agropecuarios (hortícolas, frutales, semilleros, viveros y pecuarios) y se considera la vida útil de estos en cada caso, reportada por los propios usuarios, se puede estimar a grandes rasgos que en el país se desearían entre 22.000 y 27.000 toneladas anualmente¹². Una pequeña parte es reutilizada con otro propósito por los mismos agricultores (según señalaron algunos entrevistados), sin embargo, en su mayoría es quemada, enterrada o abandonada en vertederos ilegales.

B. Normativa existente

Actualmente no existe ninguna norma que regule o condicione el uso y la disposición final de estos films, como tampoco hay una norma secundaria que resguarde a los recursos suelo y agua de la contaminación de micro o nanoplásticos.

Por su parte, la reciente Ley N° 20.920 de Fomento al Reciclaje y Responsabilidad Extendida del Productor (REP) tiene su foco en productos finales que contienen plástico (envases y envoltorios) y no en el plástico como insumo de producción. Sin embargo, esta da líneas para impulsar la creación de un sistema formal de mayor envergadura (nacional o regional) que incluya a todos los actores relevantes (fabricantes, vendedores, agricultores, acopiadores, recicladores y otros).

Respecto de la producción y comercialización de films plásticos, Chile posee un marco normativo reciente para certificar algunos materiales con características biodegradables, tanto en condiciones aeróbicas (compostaje industrial termofílico) como anaeróbicas, en particular materiales plásticos. La norma NCh3398 (ISO17088) establece los requisitos para plásticos diseñados para ser compostados aeróbicamente en plantas de compostaje municipales o industriales. Las normas NCh3508/1 y NCh 3508/2(ISO14855-1) especifican el método para determinar la biodegradabilidad aeróbica final de los plásticos con base en compuestos orgánicos, bajo distintas condiciones de compostaje controlado. La norma NCh3399 (EN 13427; EN 13193; EN 13427; EN14851; ISO 14852; ISO 14855-1) especifica los requisitos y proce-

¹² Estimación propia basada en información obtenida a través de entrevistas y encuestas a asesores agrícolas, académicos y agricultores de los distintos rubros agropecuarios e información de fichas técnicas disponibles.

dimientos para determinar la compostabilidad y tratabilidad anaeróbica de los envases y embalajes y sus materiales, señalando cuatro características: (1) biodegradabilidad, (2) desintegración durante el tratamiento biológico, (3) efecto sobre el proceso de tratamiento biológico, y (4) efecto sobre la calidad del compost obtenido. Por último, la norma NCh 2880 establece los requisitos de calidad y clasificación del compost producido por descomposición aeróbica de materiales orgánicos y establece los requerimientos de la materia prima para la producción del compost. Se aplica al compost de producción nacional e importado.

C. Productores, distribuidores, acopiadores, recicladores, agricultores e iniciativas

En Chile hay aproximadamente 15 empresas que venden films para uso agrícola, la mayoría de ellas asociadas a Asipla. La mayor parte de los films son de origen importado y tan solo una porción se fabrica en el país (especialmente las mallas). Las empresas venden directamente a los agricultores de mayor tamaño o a través de cadenas distribuidoras especializadas en insumos agrícolas¹³. También ocurre que empresas agrícolas de gran tamaño realizan importaciones directas de films.

Si bien entre los industriales de plásticos agrícolas existe conciencia de que la acumulación de estos films nos llevará a un problema ambiental, son pocas las empresas que están jugando un rol activo en su gestión. En opinión de una de las empresas entrevistadas, el proceso resulta complejo por la logística que involucra: se requieren varios elementos para poder armar un sistema de recogida y reciclaje. Dentro de las excepciones, se encuentra una compañía que tiene un programa de recuperación de films para sus grandes clientes: transnacionales o exportadoras que deben cumplir con estándares ambientales del país de destino de sus productos. En el cierre del contrato, se acordó que la empresa vendedora se encargaría de retirar el 100%, para lo cual dotó de compactadoras de plástico a sus compradores, quienes están dispuestos a pagar más porque este servicio esté incluido. Por su parte, una segunda empresa está diseñando un programa de recuperación de los films vendidos en asociación con una importante cadena de distribución de insumos agrícolas, que actuará como centro de acopio y comenzará a operar con dos programas piloto¹⁴. Otro de los entrevistados menciona que tuvieron una planta de recuperación para dar servicio a sus clientes, que hubo que cerrar debido a que la Seremi de Salud los multó porque las aguas de lavado de los films fueron consideradas “desechos peligrosos” (a pesar de que serían exce-

13 En el país hay cinco cadenas distribuidoras importantes con presencia nacional que distribuyen films.

14 La distribuidora se hará cargo de la recolección hasta el centro de acopio, y la empresa de plástico asumirá la gestión desde ese punto hasta el reciclaje. Están afinando los detalles de su programa, que ya han publicitado entre sus clientes. Los agricultores podrán participar solo si han comprado sus films en la cadena de la distribuidora; en cambio, la empresa de plástico gestionará todo lo recogido independiente de la marca del film.

lentes lodos para el agro, en opinión del entrevistado). Por su parte Asipla, consciente del problema ambiental, está liderando un proyecto APL (acuerdo de producción limpia) para impulsar la demanda de resinas plásticas recicladas, lo que permitiría una mayor valorización de los plásticos en todo Chile, aumentando el interés en el reciclaje (domiciliario e industrial).

En Chile existen 55 empresas recicladoras de plástico, concentradas en la zona central, especialmente en la Región Metropolitana (Segal, 2021)¹⁵. En su conjunto, cuentan con capacidad ociosa para peletizar PE y PP (en el año 2020 se estaba utilizando el 70% de la capacidad instalada, quedando una capacidad disponible de 30.000 toneladas). Sin embargo, la lejanía de la mayor parte de las recicladoras de las zonas agrícolas hace del costo de transporte un problema, al que aluden gran parte de los entrevistados. Por otra parte, la mayoría de las empresas recicladoras son reticentes a los plásticos de origen agrícola, principalmente por su alto contenido de suciedad y su bajo espesor. La excepción son las cintas y líneas de riego (por ser hechas de PP tienen mayor valor) y los films de invernadero (más gruesos y limpios). Son pocas las recicladoras que reciben los *mulch* (lo hacen ocasionalmente, dependiendo del nivel de oferta existente en ese momento de material reciclable)¹⁶.

Sin embargo, existen algunas excepciones. Hay un par de plantas recicladoras que reciben el producto tal cual está (en mezclas y sucio). Una de ellas, ubicada en Santiago, hace un material útil para fabricar productos de construcción; y la otra, ubicada en la Región de Valparaíso, realiza un proceso de compostaje donde disminuye el contenido de materia orgánica y posteriormente utiliza el plástico resultante para fabricar “maderas plásticas”, las que pueden ser utilizadas como postes en la misma agricultura. Consultados los recicladores acerca de si en Chile existe suficiente infraestructura para responder a una norma que obligue a reciclar, la respuesta es que, siendo un negocio rentable, no habría problema de infraestructura. En opinión de estos entrevistados, es necesario alcanzar economías de escala. Tampoco sería problema el no estar presente en regiones si existe un sistema de acopio y reducción eficiente. En este sentido, ambos entrevistados coinciden en la importancia de incorporar y revalorizar a los recicladores primarios. Por último, señalan que es necesaria la innovación para mejorar los procesos (ej. limpieza en seco) y dar mayor valorización a los materiales reciclados.

Los acopiadores rurales de films plásticos cumplen una función importante en el proceso de reciclaje en muchos valles agrícolas, ofreciendo una solución especialmente a la mediana y pequeña agricultura. Sin embargo, esta es una actividad informal, con poca infraestructura (camión, enfardadora y,

¹⁵ Son 43 empresas recicladoras las que se encuentran en la zona central (V, RM, VI y VII región), principalmente en la Región Metropolitana, 11 en la zona sur y solo una en la zona norte.

¹⁶ Varias empresas agrícolas y acopiadores mencionaron que para poder entregar o vender los *mulch* a las recicladoras debían además entregar cintas de riego, las cuales son más apreciadas.

eventualmente, un tractor para entrar a los potreros), inestable (dependen del precio pagado por las empresas recicladoras) y no bien comprendida por los agricultores (hay poca colaboración para el retiro y poco cuidado en lo que se entrega). Los distintos films deben ser entregados por los agricultores lo más limpios posible, de lo contrario encarecen toda la operatoria del acopiador; además, se corre el riesgo de ser rechazados en las plantas de reciclaje o de recibir un precio inferior. Estos acopiadores están presentes principalmente en los valles agrícolas donde el uso de los films es intensivo (algunos de ellos son agricultores que adicionalmente realizan esta actividad o han derivado totalmente a ella); en cambio, en muchos otros valles no están presentes, dificultando la situación de los agricultores, especialmente los de menor tamaño, que se quedan sin esta opción de retiro.

Es particularmente grave la situación en los valles de la Región de Arica, donde se utiliza gran cantidad de films plásticos y no existen agentes intermediarios para facilitar su gestión final¹⁷. En opinión de un entrevistado dedicado a esto, a los agricultores hay que venderles todo el servicio, tomar los plásticos sucios en los potreros y hacer toda la gestión. Algunos acopiadores entrevistados destacaron la labor que pueden cumplir las municipalidades en apoyar su tarea, y, al mismo tiempo, darle una solución a la contaminación de su municipio. Ejemplo de esto es la Cooperativa de Reciclaje de la Municipalidad de San Antonio¹⁸. Varios agricultores entrevistados mencionaron que acumulan los films en espera de una solución (no hay acopiador en su zona). De hecho, un viverista de la Región de Araucanía relata que luego de acumular por cuatro años los films, decidieron eliminar su uso. Anteriormente tenía un acuerdo con una planta recicladora a la cual le llevaba sus films, pero luego de varios rechazos a causa de la suciedad no pudo continuar, era muy incierto y perdía el costo de transporte si se producía el rechazo. Algunos entrevistados mencionaron que desconfían de que sus plásticos serán llevados a una disposición final adecuada y piensan que terminarán en un vertedero ilegal.

Existen diferencias entre los agricultores en cuanto al nivel de preocupación y en la disposición a tomar acciones. Las empresas con vocación exportadora y de mayor tamaño parecen tener una mejor disposición a pagar directa o indirectamente por el retiro de los plásticos. Hay algunos que están analizando la opción de los films biodegradables (pero no están satisfechos con su compor-

17 Un entrevistado de la Región de Arica menciona: "Los agricultores de la zona almacenan el film a orillas del río, esperando que con la crecida, este se los lleve. Está prohibida la quema y es fácil de detectar. Tampoco se puede enterrar porque están sobre áreas de cementerios. No hay infraestructura de reciclaje en la zona".

18 La cooperativa de reciclaje de San Antonio ganó un fondo de financiamiento y sus participantes se certificaron en el manejo de los plásticos. La municipalidad les cedió infraestructura para operar. "En este momento no reciben ningún producto agrícola, solo envases y no dan abasto. Les gustaría crecer y darle ese servicio a la comuna, porque en la zona costera de San Antonio no hay ningún agente que recoja plásticos agrícolas, entonces se queman", relató el entrevistado.

tamiento en terreno, ya que se rompen con facilidad o no duran el tiempo necesario). Algunos entrevistados coinciden en que las “semilleras” deberían ser los pilotos de un nuevo sistema de gestión, debido a que están más evolucionadas y responden a normas internacionales. Por su parte, los hortaliceros de menor tamaño parecen ser los más reticentes a desarrollar prácticas sustentables (en muchos casos, desarrollan su actividad en tierras arrendadas).

A pesar de la preocupación existente por la acumulación de films plásticos en los campos por parte de la mayoría de los involucrados, en el país han existido un número limitado de iniciativas para facilitar la correcta gestión de los films agrícolas. Como se mencionó anteriormente, algunas de ellas no se han mantenido en el tiempo, principalmente por problemas de logística, la dificultad del lavado de los films (manejo de las aguas y lodos resultantes) y una baja valorización de estos residuos. Actualmente existen unos pocos programas que buscan avanzar en un manejo sustentable, casi todos ellos en etapas primarias. Dentro de estos destaca el programa Lechería Circular, del Consorcio Lechero con RIGK Chile en el marco de AgroCircular¹⁹, donde participan empresas de la industria láctea, plástica, reciclaje y otras asociaciones gremiales²⁰. Este programa, siguiendo la experiencia alemana de RIGK en programas de Responsabilidad Extendida al Productor (REP), ha comenzado con un levantamiento de información de la gestión de residuos de plásticos en predios lecheros, para luego diseñar y establecer pilotos regionales que posteriormente se espera ampliar al resto de territorio nacional. Están contemplados tres años de programas pilotos²¹ y, luego, la implementación final del sistema de gestión. Cabe mencionar que AgroCircular tiene en carpeta avanzar en otros rubros, como berries, semillas e invernaderos.

También existen otras iniciativas en las líneas de compostaje y uso de films biodegradables. Un operador de la V Región retira de los campos grandes cantidades de restos vegetales de los hortaliceros junto con restos de *mulch* (los que dicen ser compostables o biodegradables) y los trata todos juntos en su planta de compostaje. La empresa cobra al agricultor por el servicio de retiro de ambos y el compost resultante se vende a los mismos agricultores

19 El programa AgroCircular está enfocado en el reciclaje de residuos plásticos de los distintos rubros agrícolas en todo Chile.

20 En la Mesa están participando representantes de los productores de leche como Aproval, SAGO, Aproleche Osorno y Agrollanquihue, junto a gestores de la zona como Greenwalk y Ecogest, empresas revalorizadoras como Plásticos Puelche, Cambiaso/Superior, Virutex/Mamut. Se agrega la participación de la Asociación Gremial de Industriales del Plástico (Asipla), la Asociación Gremial de Distribuidores de Insumos Agrícolas (ADIAC), la Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas (Afipa) y la Asociación de Importadores y Productores de Productos Fitosanitarios para la Agricultura (IMPPA) (Consorcio Lechero, 2021).

21 Esta segunda etapa contempla: definición de requisitos técnicos y estándares; capacitaciones de los participantes; ejecución del piloto del Lechería Circular; desarrollo de una app; recolección y reciclaje; y evaluación de resultados.

y en supermercados. Los restos de material plástico que van quedando producto de la degradación se mezclan con otros plásticos para elaborar lingotes de material plástico útil para ciertos usos. El operador ha ensayado con muchos films biodegradables o compostables y ninguno de ellos resulta ser exactamente lo que declara. “No existe certificación en este sentido”, señala el entrevistado. En principio la idea de este reciclador es asociarse con importadores de film que sean compostables (ya están en conversaciones)²². Cabe mencionar que los *mulch* compostables y biodegradables son tres veces más costosos que los convencionales, por lo cual hay reticencia de los agricultores a cambiarse; sin embargo, los participantes de este programa creen que basta que algunos agricultores líderes de la zona los comiencen a utilizar y el resto de ellos los seguirá. Los entrevistados plantean que en esta zona el 80% de los agricultores quema los plásticos y el 20% los entierra (aunque señalan que no es tan fácil).

Por su parte, los académicos de las facultades de Agronomía de las universidades presentes en distintas regiones indican que no han realizado ensayos de degradación de plásticos de uso agronómico etiquetados como biodegradables en sus zonas, tampoco han estudiado los niveles de contaminación, a pesar del interés que reviste. Dictuc S.A. ha llevado a cabo ensayos de *mulch* etiquetados como biodegradables, mostrando en algunos casos resultados exitosos para compostaje aeróbico termofílico.

Otra iniciativa interesante es la que han tenido profesionales de INDAP de la Región de O’Higgins, que consiste en incluir el manejo de los films plásticos en la pauta de evaluación para la solicitud de crédito del programa de inversión para los agricultores Prodesal. Esto ayudaría a movilizar a los pequeños agricultores hacia un manejo responsable de sus films²³. También han existido programas de índole educativa como el proyecto “Mejoramiento Gestión de Residuos Plásticos en Campos Agrícolas, Zona Rezagada Región del Maule”, financiado por el Gobierno Regional del Maule, a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), para los agricultores de las comunas de Cauquenes, Chanco, Pelluhue y Empedrado (MMA, 2018)²⁴.

La existencia de estos programas da cuenta de que el país se encuentra interesado y preparado para avanzar en un sistema de gestión sustentable de agrofilms, ya que existen agentes dispuestos y en conocimiento para participar en la cadena de gestión. Todos ellos opinaron que falta empujar a los

22 Una de las dificultades que presentan los *mulch* BD es un bajo periodo de almacenamiento. Si este se prolonga, el film no tendrá la resistencia que se espera durante la etapa de cultivo, fragmentándose antes de tiempo.

23 Si no utiliza o gestiona adecuadamente sus plásticos recibe puntos adicionales; de lo contrario, 0 puntos.

24 El proyecto logró recuperar 35 ton de residuos plásticos, donde el 14% pudo enviarse a centros de reciclaje y valorización. Este porcentaje es muy superior al promedio nacional. En tanto, el resto de los residuos fueron dispuestos en recintos autorizados (www.tvmaule.cl).

agricultores y productoras de plástico a participar, y que esto solo se conseguirá con una norma.

El sector agrícola no ha estado ajeno al manejo adecuado de plásticos. Existen diversas normativas que incluyen el manejo de residuos y su correcta disposición para no generar daños colaterales. INDAP instauró en 2014 el Protocolo de Agricultura Sustentable, donde este tema es uno de los ocho puntos considerados. A eso se suman los acuerdos de producción limpia (APL) que han celebrado distintas asociaciones de productores y que también consideran el manejo de residuos. Sin embargo, hasta la fecha, el énfasis de estos programas ha estado puesto en los envases plásticos, que tienen características diferentes, no existiendo una iniciativa para el manejo sustentable de los films. De hecho, los programas de Buenas Prácticas Agrícolas fiscalizan la disposición final de los envases de agroquímicos (en su mayoría plásticos), pero no el manejo de los films.

D. Comentarios de los entrevistados acerca de una política pública para el manejo sustentable de los films plásticos en la agricultura chilena

La totalidad de los entrevistados, tanto particulares como del sector público, de centros académicos y de investigación, reconocen la importancia del tema, pero señalan que hasta la fecha no se han desarrollado acciones concretas al respecto a nivel nacional. La mayoría manifiesta la necesidad de avanzar en este tema y su interés en participar. Varios coinciden en que es necesario comenzar con programas piloto; algunos proponen que esto debiera ser por rubro. Uno de los entrevistados señala: “En los pilotos se han presentado dificultades porque no se visualiza bien el problema. Si se toma el problema como residuo, desde esa perspectiva, el problema es ¿quién paga? Entonces le tocaría al agricultor que quema o esconde. En cambio, esto debe ser visto como un problema compartido, donde toda la cadena debe participar. Los agricultores son muy receptivos cuando ven que existe un sistema. Incluso los agricultores más modestos participan. Ellos saben el daño que están haciéndole a la tierra”.

La mayoría de los entrevistados está de acuerdo con que se necesita una normativa que empuje a los agricultores a gestionar de mejor manera sus plásticos (recoger y llevar a un punto de acopio); esto tendrá mejor resultado que programas voluntarios. En cambio, otros mencionaron que el problema pasa por una campaña educativa que cree conciencia (dentro de educar también se considera desarrollar y aprender prácticas más adecuadas de manejo²⁵). Por último, unos pocos señalaron que los agricultores tienen plena conciencia y lo que producirá un cambio significativo es una mayor valorización del material reciclado (encontrar nuevos usos para este, invirtiendo en innovación).

²⁵ Por ejemplo, no prolongar en exceso la vida útil de los films, para que estos puedan ser retirados de los campos, sin que se fragmenten.

También se sugiere la importancia de tener una línea base robusta y georeferenciada (conocer dónde se generan los volúmenes y dónde los sistemas de recogida son deficientes o no existen). Esto permitiría establecer metas factibles y hacer un seguimiento de los programas, evaluando su desempeño. Hoy no hay información de volúmenes ni de cuánto se importa (las importaciones podrían entrar en la declaración Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, RETC, del Ministerio de Medio Ambiente, en opinión de uno de los entrevistados). Muchos mencionaron la importancia de establecer un sistema de trazabilidad para poder hacer una gestión correcta y evitar a los *free riders*. Uno de los entrevistados propone que las cadenas distribuidoras, que no son muchas, puedan entregar esta información.

Los entrevistados coinciden en la necesidad de otorgar mayor relevancia y formalidad a los acopiadores rurales, incorporándolos a los sistemas de gestión, partiendo por hacer un catastro de ellos en cada región.

Varios industriales del plástico hicieron mención a la importación de materiales muy baratos y de mala calidad: “Estos materiales son muy delgados, se fragmentan, quedan en nuestros campos y la empresa que los vende no se hará cargo”. No existe ningún tipo de regulación sobre los films importados ni tampoco hay certificación: “Contar con un sistema de certificación sería un verdadero aporte”. En esto también se incluyen los materiales biodegradables: no hay verificación de que se degraden en nuestros suelos. “El Estado debe tener una política pública para hacerse cargo de este tema y debe existir un beneficio para las empresas que recuperan el plástico que venden”, sugiere otro entrevistado. También se hace mención al tipo de plástico que se utiliza, ya que, en opinión del entrevistado, el problema se debe al mal diseño de los materiales, debiendo existir una consideración respecto de la zona geográfica en donde se utilizará.

Asimismo, se solicitó investigar y normar las aguas y lodos derivados del lavado de los films como un material que no es tóxico. Es necesario realizar estudios de laboratorio para determinar la peligrosidad –como menciona Vinueza y Ferry (2022), no se debe confundir suciedad con contaminación²⁶.

Por último, se menciona la necesidad de capacitar a los agricultores (especialmente, a la agricultura familiar campesina) en la selección de los plásticos y uso apropiado de estos. Por ejemplo, respecto del uso de invernaderos, cada vez más frecuente, se mencionó que no existe capacitación en el diseño y construcción, utilizando armazones y sostenes de madera (lo que rompe el film) además del uso de plástico de baja calidad, lo que disminuye a la mitad

26 Los plásticos agrícolas después de su uso pueden estar más sucios que otros, pero en ningún caso están contaminados y no pueden ser considerados un residuo peligroso para el ser humano. Confundir suciedad con contaminación podría penalizar gravemente las recogidas de plásticos agrícolas usados y dificultar su reciclaje y reutilización (Vinueza y Ferry, 2022).

su vida útil. Parte del problema es un uso inapropiado de los plásticos por desconocimiento.

3. Propuesta de una política pública para el manejo sustentable de los films agrícolas

Basado en la información presentada anteriormente, se presenta un análisis de las fortalezas y debilidades existentes en nuestro país, para la implementación de una política pública para el manejo sustentable de los films de uso agrícola (ver Tabla 3).

TABLA 3. **Análisis de fortalezas y debilidades presentes para la implementación de una política pública para el manejo sustentable de los films agrícolas**

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> - El interés y preocupación expresado por los distintos <i>stakeholders</i> por mejorar la situación actual. - La existencia de programas pilotos y proyectos innovadores para valorizar plásticos agrícolas confirma el interés por avanzar en sustentabilidad y dan cuenta de un nivel de experiencia. - Políticas de fomento a la economía circular. - Experiencia Ley REP 20.920. - Industria de reciclaje desarrollada y con capacidad disponible. - Sistema de aduanas eficiente. - Presencia de INDAP en todo el territorio nacional y buena llegada con los pequeños agricultores. - SAG respetado por el sector agrícola y homologado por sus pares internacionales, en distintos tipos de certificaciones (podría eventualmente certificar el buen manejo de los films). - El sector agroexportador tiene experiencia en certificar Buenas Prácticas Agrícolas; y ahora suma interés en certificar su huella de plástico. - Capacidad para investigación. - Existen avances metodológicos para normar productos y certificaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Arraigada cultura de realizar quemas en los campos. - Informalidad e inestabilidad de acopiadores rurales. Se desconoce cuántos son y dónde operan. - Alta dispersión geográfica: dificulta la fiscalización y presenta diferencias edafoclimáticas que condicionan el comportamiento de los films. - Diferencias significativas en las condiciones socioeconómicas y tecnológicas en los agricultores que utilizan films. - Concentración de las plantas recicladoras en la zona central implica una logística eficiente para disminuir los costos de transporte. - Ausencia de certificación independiente de los materiales en general y especialmente aquellos que se venden como compostables y biodegradables. - Falta de conocimiento en una serie de materias, las cuales deben ser analizadas <i>in situ</i>. - Falta de información respecto de volúmenes vendidos, estadísticas, información técnica y datos para una correcta trazabilidad.

Fuente: elaboración propia.

De este análisis se desprende que el país tiene las condiciones suficientes (fortalezas) para impulsar una política pública; y a pesar de que existen dificultades (debilidades), gran parte de ellas pueden ser subsanadas en el corto y mediano plazo.

3.1 Factores relevantes y diagrama conceptual de la propuesta

A partir del análisis de la información entregada, se ha identificado una serie

de factores que requieren ser considerados e incorporados en una política pública para avanzar hacia un manejo sustentable de los films agrícolas. Estos factores se presentan en la Tabla 4, donde se mencionan los objetivos de cada uno de ellos (desprendiendo su relevancia) y las brechas que se observan entre la situación actual y lo que se ha considerado como una condición necesaria para la implementación de un sistema de gestión sustentable en el manejo de los films agrícolas. Posteriormente, la Figura 2 presenta cómo los factores interactúan entre sí y los flujos de dependencia, generando un diagrama conceptual de la presente propuesta.

TABLA 4. **Identificación de los factores relevantes y brechas existentes para la implementación de un sistema de gestión para el manejo sustentable de los films agrícolas**

Factor: objetivos	Situación actual	Condición necesaria
<p>Rol del estado:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecer los roles y responsabilidades de las autoridades sectoriales y territoriales (ministerios de Agricultura y de Medio Ambiente, gobiernos regionales y comunales). - Coordinación y coherencia de los distintos elementos de la política. 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay una asignación de responsabilidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Involucramiento de las instituciones públicas. - Asignación de tareas y recursos.
<p>Volúmenes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cuantificar volúmenes de films que ingresan a la actividad agrícola y que son desechados anualmente. - Dimensionar las necesidades de infraestructura (para reciclaje, acopio, energía, etc.). - Tener una línea base para medir eficiencia y establecer metas. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con información anual de volúmenes, georreferenciados, para tomar acciones locales.
<p>Players:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Llevar registro de los vendedores, distribuidores, acopiadores, compostadores, recicladores y asociación de agricultores, facilita la tarea de trazabilidad, asignación de responsabilidades, cumplimiento de metas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se conocen las empresas productoras, importadoras distribuidoras y recicladoras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Catastrar a los acopiadores y a quienes realizan compostaje. - Conocer a las empresas agrícolas que hacen importación directa de films.
<p>Sistema de trazabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hacer balance de masas e identificar niveles de fuga, valorización y disposición. - Conocer los flujos (origen-destino) que permitan identificar los actores de la cadena. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Declaración de cantidad por tipo y destino de film vendido, importado, en uso (vida útil), retirado, reutilizado, reciclado o compostado; identificando la participación de toda la cadena.

<p>Estándares mínimos y normas de calidad para los agrofilms:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vinculado al uso y manejo para evitar la fragmentación y la pérdida de control. - Disminuir la competencia desleal de productos de baja calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actualmente se utilizan normas extranjeras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ajustar normas de calidad a la información resultante de la investigación <i>in situ</i>, sobre el comportamiento de los films (usos permitidos, vida útil, y correcta disposición final).
<p>Certificación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Certificar las características específicas de los materiales. - Con ello, autorizar importación, utilización, forma de gestión de residuos. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen suficientes entidades independientes de certificación. - No hay una metodología oficial en esta materia específica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con una metodología oficial y estándar para certificar films plásticos (fabricados en Chile e importados). - Certificadoras independientes.
<p>Etiquetados:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de etiquetado para todos los films vendidos en el país que sea de fácil interpretación para los agricultores. En los que se indique su uso, vida útil, alternativas de disposición final y su certificación. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con un etiquetado único y conocido por los usuarios que permanezca en el film para ser identificado durante un tiempo razonable.
<p>Investigación, desarrollo e innovación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conocer las condiciones de degradación, compostabilidad, prácticas agrícolas, vida útil de plásticos de distintos tipos y para distintas condiciones edafoclimáticas. - Desarrollar materiales que cumplan con los objetivos del plástico con base en biotecnologías. - Investigar mejores prácticas agrícolas para uso y desinstalación de films plásticos (procesos y equipos). - Otras materias. 	<ul style="list-style-type: none"> - Escasa investigación en varias áreas. - Existen desarrollos de nuevos materiales enfocados en beneficios ambientales y características especiales (mezclas de plásticos biodegradables con y sin cargas de almidón y nanomateriales). 	<ul style="list-style-type: none"> - Líneas de financiamiento y cofinanciamiento público-privado para estos objetivos.
<p>Buenas prácticas agrícolas (BPA) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar al máximo las prácticas agrícolas para disminuir los residuos de films en los campos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen manuales y certificaciones de BPA, pero no incluyen el manejo adecuado de los films. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sujeto a nuevas investigaciones y desarrollo tecnológico, estas buenas prácticas deben ir incorporándose a los protocolos existentes. - Certificar estas BPA.
<p>Valorización de los residuos de films plásticos agrícolas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar y aumentar las alternativas de mercado para productos plásticos que provengan de film agrícola (dadas sus condiciones ya explicadas). - Disminuir la brecha financiera que se puede producir (costo-beneficio) y aumentar el interés por reciclar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Existen algunos agentes innovadores que están ensayando nuevos usos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se requiere una línea de apoyo financiero para investigar, incorporar y adaptar innovaciones en este campo. - Desarrollar una economía circular de los plásticos agrícolas.

<p>Educación y difusión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Difundir a agricultores los alcances del manejo adecuado de films plásticos, desde el punto de vista de la valorización de los terrenos, alcances ambientales y de salud pública. - Capacitar en el uso y disposición final correctos de films en la agricultura. - Dar a conocer las nuevas normas y responsabilidades de los distintos <i>players</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> - Algunas iniciativas puntuales: talleres a productores de rubros específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con una campaña masiva de comunicación que vaya educando y capacitando sobre los distintos avances.
<p>Programas de gestión:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño de programas de recogida y disposición final con el análisis de factibilidad técnico-económico. - Conocer la conveniencia técnica y económica de organizar programas por zona geográfica, por rubro u otro criterio. - Evaluar si el sistema se podrá financiar en el largo plazo a un costo razonable, las implicancias económicas para los participantes; y que tipo de apoyos necesitará de parte del Estado. - Vincular el sistema de trazabilidad a los programas de recogida, compostables u otro tipo de gestión. - Establecer plazos y metas (gradualidad). 	<ul style="list-style-type: none"> - Programas pilotos de unas pocas asociaciones gremiales en films y otros materiales plásticos reciclables. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con estudios de factibilidad técnica y económica para los programas de recogida, reciclaje y compostaje. - Contar con adaptaciones a las particularidades de los distintos rubros y zonas geográficas (proyectando la operatoria a escalas mayores). - Tener un calendario de implementación.
<p>Normativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se necesita una coordinación legislativa y normativa de todos los factores necesarios, para tener un sistema de gestión que resulte costo-eficiente y permisible de evaluar. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existe legislación específica. - Ley REP que podría extenderse a algunos plásticos de uso agrícola. - Tampoco están los agro-films incluidos en la hoja de ruta de economía circular. 	<ul style="list-style-type: none"> - Generar una ley marco que permita impulsar, coordinar, financiar, fiscalizar y penalizar el mal uso de films plásticos en la agricultura.
<p>Indicadores de desempeño:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Es necesario evaluar los resultados anualmente para asegurar un mejoramiento continuo, tanto en sustentabilidad como en eficiencia (plazos y metas) y respaldar la implementación progresiva. 	<ul style="list-style-type: none"> - No existen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contar con una serie de indicadores de desempeño para conocer el nivel de recuperación y la eficiencia general del sistema.

Fuente: elaboración propia.

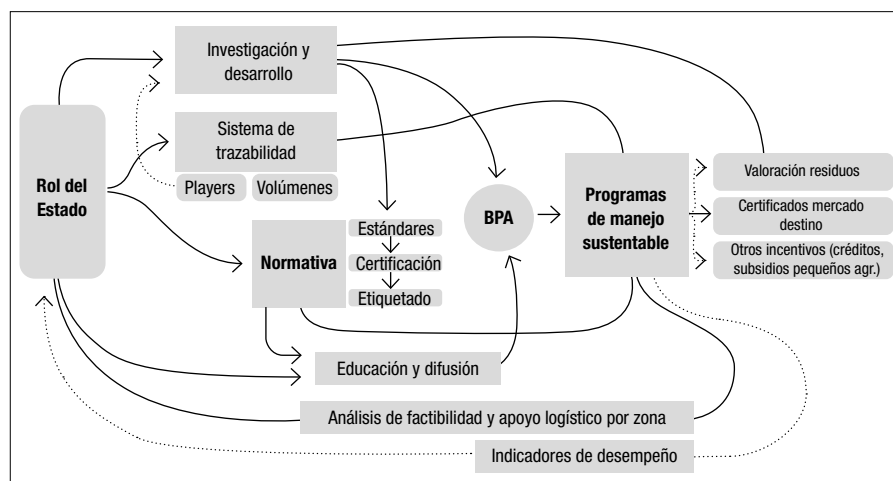
A partir de lo anterior se desprende que el punto de partida en este proceso lo tiene el Estado a través del involucramiento de sus agencias. El Estado debe establecer un sistema de trazabilidad que permita identificar a los participantes de la cadena (evitando los *free riders*), dimensionar los flujos georreferenciados, para el diseño correcto de los programas y posteriormente brindar apoyo donde resulte necesario.

Además, deberá fomentar y cofinanciar la investigación, que es un factor clave, ya que se necesita dar respuesta a varias interrogantes que serán el fundamento técnico y científico que impulse y respalde las normativas que establezcan los estándares mínimos de los films comercializados en el país y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). La investigación también constituirá la base para la correcta certificación y posterior etiquetado de los distintos films que se comercialicen en el país, y orientará la elección y el manejo correcto de estos por parte de los agricultores. De esta manera se espera que los involucrados participen principalmente por convicción de las BPA y programas de gestión, para lo cual el Estado debe difundir campañas de educación de los aprendizajes adquiridos *in situ* y entregar un marco normativo coherente.

También es importante que a través de la I+D+i se logre una mayor valorización de los residuos. Esto incentiva la participación de intermediarios y disminuirá el costo económico que puede implicar el manejo sustentable. Junto con ello, resulta interesante promover “sellos o certificaciones sustentables” relacionados con el correcto uso de los films o condicionar otro tipo de incentivos públicos. Por último, es importante establecer indicadores de desempeño que nos permitan conocer los avances, cumplimiento de metas e ir realizando ajustes a través del tiempo.

A continuación, se muestra el encadenamiento de los elementos descritos, que constituye un diagrama conceptual de una política pública propuesta para el manejo sustentable de los films plásticos en el sector agropecuario nacional (ver Figura 1).

FIGURA 1. Encadenamiento de los elementos de una política pública para el manejo sustentable de los films plásticos en el sector agropecuario nacional



Fuente: elaboración propia.

3.2 Lineamientos de la propuesta

Los lineamientos sobre los que debería desarrollarse una política pública para films plásticos agrícolas son los siguientes:

- **Sustentabilidad:** debe abarcar el ámbito económico, social y ambiental. Desde el punto de vista socioeconómico, debe considerar las diferencias entre diversos productores agrícolas y respetar la condición de racionalidad de modo de que el costo no sea mayor al beneficio. Desde el punto de vista ambiental, el efecto neto de la política debe ser un mejoramiento permanente, sin generar efectos adversos.
- **Tecnología y ciencia:** la legislación, especialmente las normativas relacionadas, deben tener sustento en la evidencia científica. Del mismo modo, debe apoyarse el uso de tecnologías efectivas y eficientes de valorización de materiales, apuntando a su economía circular.
- **Progresividad:** la implementación de normativas debe ser progresiva y retoolimentada junto a todos los *stakeholders*.

3.3 Hoja de ruta de la propuesta

A continuación, se define una hoja de ruta para el desarrollo de esta propuesta. Esta debe entenderse como una herramienta dinámica, que se irá adaptando de acuerdo con los escenarios que se vayan dando en el tiempo. En ella se identifican los principales desafíos y tareas que se deberán llevar a cabo para lograr una agricultura más sustentable y circular.

Etapa I: PREPARACIÓN

a) Definir los roles de las instituciones estatales involucradas e instaurar en sus respectivas agendas las tareas correspondientes y su prioridad

Por las razones aludidas anteriormente, se plantea en principio que esta sea una política sectorial impulsada y coordinada por el Ministerio de Agricultura (Minagri), delegando responsabilidades en sus distintas instituciones, por su mayor cercanía a los agricultores y comprensión del sector rural: la Oficina de Estudio y Políticas Agrarias (Odepa) para la obtención de la información básica, realizar los estudios necesarios y coordinación de la política; el Fondo para Innovación Agrícola (FIA) para abordar temas de investigación, desarrollo e innovación; el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), que tiene como misión resguardar los recursos suelo y agua, puede actuar como agente fiscalizador en el buen manejo de los films y certificar la adopción de BPA; y el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), encargado de la transferencia tecnológica y capacitación de pequeños agricultores, puede llevar las campañas de educación necesarias, entre otras. Sin embargo, se espera que el Minagri actúe desde un principio en forma coordinada con los ministerios de Medio Ambiente y de Economía, Fomento y Turismo, para el financiamiento de la investigación e innovación necesaria (específicamente

CORFO), la coordinación con otros sectores empresariales (industria de plástico y recicladora), evaluación de los avances y metas establecidas.

b) Avanzar en un sistema de trazabilidad

Desde un principio es necesario diseñar e implementar un sistema de trazabilidad que permita la cuantificación (con métodos directos o a través de herramientas de percepción remota) de los flujos máxicos o volumétricos de los films agrícolas (origen-destino) utilizados anualmente en el sector, comprados, acopiados, reciclados, reutilizados, quemados o enterrados mediante la identificación de las empresas proveedoras, distribuidoras, acopiadores y recicladores. De esta manera, se facilita la implementación, gestión y control de la política propuesta.

c) Investigación, desarrollo e innovación

Se requiere identificar, precisar y priorizar los temas de investigación necesarios para implementar la política. Ejemplo de ello es conocer y dimensionar los procesos de fragmentación, degradación, efectos en productividad de los suelos, grado de dispersión, contaminación de agua y alimentos de los diferentes films plásticos, bajo distintos manejos y en las distintas zonas edafoclimáticas (pH del suelo, microbiota, temperaturas, salinidad, etc.). También se debieran determinar los niveles de degradación de los diferentes films vendidos en el país como biodegradables y compostables para distintas zonas edafoclimáticas (ensayos de campo), y estudiar el manejo adecuado de los films (formas de uso, vida útil apropiada, forma correcta de retiro, tipo de maquinaria que debe emplearse, entre otros). Este conocimiento será necesario para posteriormente elaborar normas de calidad mínima, procesos de certificación y etiquetado. Por otra parte, es necesario seguir avanzando en el desarrollo de materiales biodegradables y compostables, apropiados para las condiciones del país, así como promover la investigación e innovación que permita una mayor valorización de estos films post uso.

Cabe destacar que, si bien esta hoja de ruta propone acciones en orden cronológico, los puntos a, b y c pueden ejecutarse en forma paralela y coordinada. Una vez que la primera etapa ha avanzado lo suficiente se debe poner en marcha la segunda etapa; sin que esto signifique que la primera se encuentre acabada (es decir, no resulta prudente esperar que las tareas de la primera etapa finalicen para comenzar con las tareas de la segunda).

Etapa II: IMPLEMENTACIÓN

a) Educación y difusión

El Estado deberá difundir los conocimientos adquiridos de manera de crear conciencia, en todos los agentes de la cadena, sobre los efectos ambientales, productivos y la contaminación de alimentos por un mal manejo de los films plásticos. Asimismo, el Estado a través de sus agencias deberá fomentar la

capacitación en la elección, manejo y disposición final de estos films y entregar los conocimientos técnicos y un protocolo para incorporarlos a las BPA. Posteriormente, se deberá dar a conocer la normativa respecto de las responsabilidades de cada *player*, normas mínimas de calidad de los films, su uso y reglas del etiquetado, una vez que entre en vigencia.

b) Normativas

Se debe generar una normativa para importación, fabricación y uso de films agrícolas y normar el sistema de certificación, especialmente de plásticos compostables y biodegradable e implementar un sistema de etiquetado y seguimiento para todos los films vendidos en el país que sea de fácil interpretación para los agricultores, en los que se indique su uso, vida útil según sus condiciones de producción, su certificación y las principales alternativas de valorización y disposición final. Posteriormente, cuando las condiciones de trazabilidad y los programas de gestión se encuentren avanzados y factibles de cumplir a un costo razonable, establecer una ley REP para los vendedores de films plásticos en Chile y aquellas empresas agropecuarias que realizan importaciones directas.

c) Fomento y apoyo a la creación de programas de gestión

Es necesario fomentar la implementación de iniciativas de reciclaje y valorización de films plásticos agrícolas, y el uso de nuevos materiales alternativos, comenzando con programas piloto. Esto se entiende como un apoyo al sector privado, donde toda o gran parte de la cadena debe participar. El apoyo puede consistir en financiar los estudios previos: que analicen la conveniencia de hacerlos por zona geográfica o por rubro, considerando la costo-efectividad, la competencia leal entre productores y la necesidad de incorporar acopiadores u otros intermediarios. Se deben considerar además diferentes alternativas como productos de compostaje, reutilización, reciclaje e incineración. También el Estado puede apoyar en la coordinación de los involucrados, temas legales y financieros; o incluso puede ser un desarrollo mixto en algunas zonas del país, si las condiciones lo ameritan. Otra manera de apoyar estos programas es a través de la certificación de aquellos productos cuyo proceso tiene un manejo sustentable de los films utilizados. De igual manera, se puede condicionar el acceso a otros beneficios estatales para fomentar la participación de los productores en dichos programas.

d) Indicadores de desempeño

Establecer indicadores de desempeño para un mejoramiento continuo, tanto en sustentabilidad como en eficiencia del uso de materiales plásticos convencionales o biodegradables en las actividades agrícolas del país.

4. Comentarios finales

El uso de films en el agro puede ser en una importante herramienta productiva siempre que su uso y disposición final sea el correcto. El cambio climático hará de los films un importante aliado y se espera que su uso se masifique, dada la necesidad de ahorro de agua y de mantener cultivos protegidos de los cada vez más frecuentes eventos climáticos extremos, situación que enfrentará el inminente avance de la hortofruticultura hacia zonas ubicadas al sur de Chile.

Sin embargo, hoy existe una mala disposición final de estos residuos produciéndose una importante contaminación con micro y nanoplástico. Más allá de los efectos en la productividad agrícola y la contaminación del paisaje rural, los microplásticos atentan contra la salud humana y animal y deben ser tomados con toda seriedad. Esta situación puede ser vista como un tema ambiental, sectorial o de salud pública; sin embargo, en nuestra opinión, es importante establecer una política que recoja las particularidades del sector agrícola y se establezca una normativa factible de ser cumplida por los agricultores y proveedores de plásticos. Para ello, es fundamental crear las condiciones adecuadas antes de forzar un cumplimiento cuyo efecto podría impedir el uso de los films y complicar aún más la situación de los agricultores. Dada la dispersión geográfica de la actividad agrícola, es importante que los agricultores actúen por convicción.

Los efectos son acumulativos y no se debe esperar más tiempo para actuar. Es de esperar que este texto sea útil como insumo para una próxima política pública nacional en torno al manejo de los films plásticos para uso en la actividad agropecuaria, de tal forma de fortalecer la imagen país, el sector agropecuario y proteger nuestro ambiente y recursos naturales.

Referencias

- Adivalor**, 2022. Disponible en: <http://www.adivalor.fr>
- Asipla**, 2022. Desafíos para la incorporación de resinas plásticas recicladas en la agricultura. Abril 2022. Presentación en XVI Congreso Internacional de Plásticos Cidapa Chile 2022.
- Carrasco, G., Galleguillos, F., Hernández, D., Pincheira, G., Peralta, A., Urrestarazu, M., Vergara, V. y Fuentes, F.**, 2021. Microplastics and their effect in horticultural crops: Food safety and plant stress, *Agronomy* 2021, 11, 1528. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081528>
- Castellón, H.**, 2022. La plasticultura en Chile y el desarrollo de frutas para la exportación, la horticultura y la ganadería ante el cambio climático, *Research Gate* 141.4.

- Chang, Y. y Kim, G.**, 2018. Forecasting Waste Agricultural Plastics Generation in the Republic of Korea and its Policy Implications, *Agriculture and Food Sciences Research*, 5(2): pp. 68-72.
- Cleanfarms**, 2022. Disponible en: <http://www.cleanfarms.ca>
- Consortio Lechero**, 2021. Disponible en: <https://www.consorcioblechero.cl/lechERIA-circular-sector-lacteo-avanza-en-reciclaje-de-plasticos/>
- Conti et al.**, 2020. Micro y nano plastic in edible fruit and vegetables. The first risk assessment for general population, *Environmental Research* 2020, 187, 109677.
- EIP-AGRI Focus Group**, 2021. Reducing the plastic footprint of agriculture.
- ERDE Recycling**, 2022. Disponible en: <http://www.erde-recycling.de>
- Eunomia**, 2021. Conventional and biodegradable plastic in agriculture, *EU-Agricultural plastics Final Report*, July 2021.
- Farmplastic**, 2022. Disponible en: <http://www.farmplastic.ie>
- FAO**, 2021. Assessment of agricultural plastics and their sustainability. A call for action.
- Hou, J.**, 2022. GIZ CHINA Pathway towards Plastics Circularity in Rural Areas in China. Presentación en XVI Congreso Internacional de Plasticultura Cidapa Chile 2022.
- Kuzmiec, N.**, 2018. Sistemas de gestión de plásticos agrícolas en Alemania y oportunidades para Chile. Presentado en el Seminario Internacional de plásticos para la agricultura, Concepción 2018.
- Mendoza, S.**, 2017. Tesis Proyecto de gestión integral de residuos plásticos agrícolas provenientes de la Región de Valparaíso.
- MMA**, 2018. Mejoramiento de residuos plásticos beneficiará a agricultores de zona rezagada. Ministerio de Medio Ambiente. Disponible en: <https://mma.gob.cl/proyecto-de-mejoramiento-de-gestion-de-residuos-plasticos-beneficiara-agricultores-de-zona-rezagada>
- Ng, E., Huerta, E., Eldridge, S., Johnston, P., Hu, H., Geissen, V. y Chen, D.**, 2018. An overview of microplastic and nanoplastic pollution in agroecosystems, *Sci. Total Environ.* 2018, 627, pp. 1377-1388.
- Plásticos Agrícolas**, 2022. Disponible en: <http://www.plasticosagricolas.es>
- Svepretur**, 2022. Disponible en: <http://www.svepretur.se>
- Segal, M.**, 2021. Segundo estudio sobre reciclaje de plástico en Chile. Elaborado por Asipla. Presentación 21 diciembre 2021.
- Urbina, M., Correa, F. Aburto, F. y Ferreiro, J.**, 2020. Adsorption of polyethylene microbeads and physiological effects on hydroponic maize. *Sci Total Environ* 2020 Nov 1; 741:140216. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140216. Epub 2020 Jun 15.
- Vinuesa, E. y Ferry, X.**, 2022. Suciedad y contaminación. Una distinción necesaria para los plásticos utilizados en la agricultura, *Plasticulture* N° 141, 2022, pp. 38-40.

Zenner, I. y Peña, F., 2013. Plásticos en la agricultura: beneficio y costo ambiental: una revisión, *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica* June 2013, 16(1): pp. 139-150.

CÓMO CITAR ESTE CAPÍTULO:

Maldini, F., Gil, P., Sáez, C., (2022). Manejo sustentable de films plásticos en la agricultura: lineamientos técnicos y recomendaciones para el diseño de una política pública. En: Centro de Políticas Públicas UC (ed), *Propuestas para Chile. Concurso de Políticas Públicas 2022*. Pontificia Universidad Católica de Chile, pp. 167-199.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE