



2024

MANUAL METODOLÓGICO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

Manual elaborado por NBC en el marco del PDT "Maule 4.0 agroindustria para el desarrollo circular" código 23PDT-246820

Proyecto apoyado por



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO



BLUE OAK CORP
BUSINESS & CONSULTING PARTNERS



ÍNDICE

Contenido

1 Residuos Agroindustriales	08
1.1 Bioeconomía y residuos agroindustriales	08
1.2 Contexto de residuos agroindustriales en Chile y la región del Maule	09
1.3 Priorización de alternativas de economía circular en agroindustria	12
2 Metodología para implementar economía circular en plantas agroindustriales	14
2.1 Paso 1. Medición de residuos	17
2.2 Paso 2. Caracterización de residuos	19
2.3 Paso 3. Evaluar extracción de subproductos	20
2.4 Paso 4. Evaluar utilización directa	21
2.5 Paso 5. Evaluar obtención de energía	22
2.6 Paso 6. Evaluar disposición con otras empresas	22
2.7 Paso 7. Valorizar reducción de huella de carbono	22
3 Resumen de piloto demostrativo de valorización de residuos en planta agroindustrial surfrut	24
3.1 Propuesta de realización de piloto demostrativo	25
3.2 Avances a la fecha	27
4 Conclusiones	29

RESUMEN

Dentro de las actividades comprometidas en el plan de trabajo del proyecto PDT Maule 4.0: Agroindustria para el Desarrollo Circular, se encuentra la implementación de metodologías para la valorización de residuos. Esto consiste en buscar y adoptar una metodología para la valorización de los residuos aplicable en los distintos escenarios bajo los que desenvuelven que las empresas beneficiarias.

Bajo este contexto, el presente documento consiste en una guía, basada en una serie de pasos a seguir existentes hacia las beneficiarias, transfiriendo a estas conocimientos que les permitan de adoptar prácticas de valorización de sus respectivos residuos. En primera instancia, se hace referencia al concepto de la bioeconomía, entregando una perspectiva general sobre la proveniencia de las ciencias que permiten generar valorización de

residuos, y en consiguiente, disminuir la huella de carbono.

Posteriormente, se describe la situación actual en cuanto a gestión de residuos en Chile y específicamente la Región del Maule, mediante diagnósticos realizados previamente por distintas entidades a nivel de residuos tanto orgánicos como inorgánicos. Esto permite identificar los desafíos y oportunidades existentes en un entorno del que las empresas beneficiarias forman parte.

Establecidos los precedentes, se entrega la metodología de valorización de residuos: una serie de alternativas establecidas de manera prioritaria, a través de un diagrama de procesos que incorpora distintas opciones que aplican de manera transversal para la agroindustria:

Medición de residuos generados

Caracterización de residuos

Evaluar extracción de subproductos

Evaluar utilización directa

Evaluar obtención de energía

Evaluar de disposición con empresas externas

Para ejemplificar, se detallan los procesos productivos propios de referencias de soluciones para valorización de residuos agroindustriales desarrolladas previamente por la entidad coejecutora Núcleo Biotecnología Curauma de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Para finalizar, se entregan detalles sobre la realización del piloto demostrativo que se ejecuta en la empresa Surfrut, indicando el contexto de necesidades de la beneficiaria, y la solución de valorización por parte de la empresa Ecopolímero.



1 | RESIDUOS AGROINDUSTRIALES

1.1 | Bioeconomía y Residuos Agroindustriales

Bajo el contexto en el que se ejecuta la presente iniciativa, en donde se busca desarrollar y transferir conocimientos para distintas empresas agroindustriales de la Región del Maule, con el objetivo de incrementar la eficiencia del proceso productivo y reducir la generación de residuos, adquiere relevancia la identificación del concepto de bioeconomía. Este es entendido (entre otras definiciones) por el Consejo Alemán para la bioeconomía, como “la producción basada en el conocimiento y la utilización de recursos, principios y procesos biológicos, para proveer productos y servicios a todos los sectores del comercio y la industria dentro del contexto de un sistema económico adecuado para el futuro (Bioeconomía en América Latina y el Caribe: contexto global y regional y perspectivas (LC/TS.2017/96), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2017.).

Si bien se trata de una temática más bien conocida, es importante también enlazar la bioeconomía con la economía circular, entendida como un sistema que busca maximizar la utilidad y el valor de los productos, componentes y materias primas en todo momento. Los conceptos de economía circular y bioeconomía, se encuentran relacionados entre sí, que no es otra más que, colaborar de forma eficiente en aportar al mundo un modelo económico y social sostenible, con una menor huella de carbono. Ambos conceptos aún se encuentran en una etapa inicial, más sólidos en el papel que en la práctica, pero tienen un gran potencial (Hernández y Céspedes, Bioeconomía: una estrategia de sostenibilidad en la cuarta revolución industrial, 2020.).

Respecto a los residuos agroindustriales, éstos se generan en las diferentes etapas de los procesos productivos agrícolas, que van desde procedimientos relacionados con el cultivo hasta la obtención de la materia prima o actividades de procesamiento de ésta. Si bien este tipo de residuos son naturales, su mala disposición también puede generar problemas ambientales y sociales, como

altas emisiones de CO_{2e} y partículas por la quema incontrolada, la contaminación de cuerpos de aguas por lixiviados, generación de malos olores o proliferación de ratas e insectos. La producción de este tipo de residuos es muy variable, tanto en tipo como en localización, por lo que es muy difícil tener datos concretos de su generación a nivel mundial. (Romero-Sáez, Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular, TecnoLógicas, vol. 25, núm. 54, e23, 2022).

Entre los diversos sistemas de gestión de residuos agroindustriales orgánicos, por ejemplo el compostaje se considera como un método de tratamiento sostenible para reciclar en subproductos valiosos. Los residuos agroindustriales se componen principalmente de materiales lignocelulósicos complejos como celulosa, hemicelulosa y lignina. A pesar de ser un método adecuado para el tratamiento de residuos agrícolas, uno de los retos más habituales para el compostaje de este tipo de residuos es la dificultad para descomponer compuestos recalcitrantes como la celulosa, la hemicelulosa y la lignina. (Schwartz Melgar et al., Bioeconomía circular y valorización de residuos de la industria procesadora de la manzana, Idea vol.40 no.3 Arica 2022)

Por otro lado, el aumento del costo de la materia prima para la producción de alimento para animales hace que sea necesario buscar alternativas más económicas y que permitan obtener un producto con un buen valor nutricional. Para que un residuo agroindustrial pueda ser utilizado con este fin debe presentar una composición fisicoquímica particular. Son varios los residuos de la agroindustria que cumplen estos requisitos, y se han utilizado en la producción de alimentos para diferentes tipos de animales, como aves, rumiantes o cerdos, entre otras especies. (Romero-Sáez, Los residuos agroindustriales, una oportunidad para la economía circular, TecnoLógicas, vol. 25, núm. 54, e23, 2022).

1.2 | Contexto de Residuos Agroindustriales en Chile y la Región del Maule

En el informe *Valorización de residuos y subproductos de la agroindustria: Experiencia de California, Oportunidades para Chile*, publicado por la UC Davis en el año 2019, se indica que la agricultura es responsable de consumir el 70% de agua a nivel mundial, y generar el 9% de los gases de efecto invernadero.

Se destaca también que 1/3 de los alimentos producidos a nivel mundial se pierden o se desperdician cada año (datos FAO 2011).

Particularmente en Latinoamérica, las etapas del ciclo de vida con mayores pérdidas o desperdicios son la producción y el consumo.

Para que los residuos tengan un destino distinto, se sugieren la recuperación de alimentos, la transformación a alimentación animal, extracción/concentración, producción de energía, compostaje, y mejoradores de suelo entre otras.

Bajo este contexto, las oportunidades detectadas en este estudio son las siguientes:



Para prevención de generación de residuos:

Mejoras en el etiquetado, educación al consumidor, integración de productos de peor apariencia, optimización en plantas de proceso, extensión de la vida útil de los alimentos, y sistemas de inventario.



Para recuperación:

Donaciones e incentivos, extensión del uso de alimentos donados, y sistemas efectivos de transporte.



Para reciclaje:

Compost, alimentación animal, digestión anaeróbica para producción de energía, alimentación, y upcycling.

Por último, en base a su visión, definen los desafíos para el desarrollo de soluciones efectivas para la valorización de residuos y subproductos de la agroindustria:

Identificar principales causantes de PDA

Adoptar un enfoque sistémico e interdisciplinario del desafío

Contar con métricas establecidas para levantamiento de data y construcción de modelos predictivos

Aprovechar tecnologías emergentes para vincular actores

En base al Diagnóstico de uso de residuos y/o subproductos en la agroindustria del Maule, elaborado en el marco del Programa Maule Alimenta; en cuanto a los residuos orgánicos, en su mayoría, las empresas no tienen incorporadas líneas de productos que permitan transformar estos residuos en subproductos o no disponen de alternativas de valorización económicamente atractivas que permitan una integración lateral con otros procesos o cadenas productivas. Los destinos más comunes se presentan en la siguiente imagen, propia de dicho diagnóstico:



Alimentación Animal

Este destino si bien es común, no es constante y en ningún caso se trata de una industria dedicada a la producción de alimento para animales que se encuentre utilizando como materia prima esos residuos orgánicos.

Se trata específicamente de criaderos que compran los residuos agroindustriales para utilizarlos como complemento de las dietas de sus animales, de forma artesanal.



Compostaje

El compostaje y la lombricultura se practica en aquellas agroindustrias que poseen huertos propios. Esta actividad se realiza de manera controlada y representa un destino estable para los residuos.

Si bien se identifica como una práctica de valorización dentro de la misma empresa, el pasar el residuo directamente de producción a compostaje no permite una valorización y aprovechamiento de su máximo potencial.



Industrias de Valorización

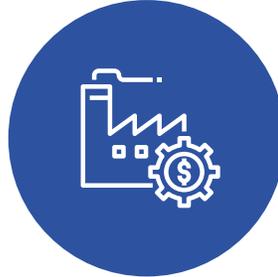
Es un caso particular se da en las vinícolas, las cuales cuentan con una empresa externa que utiliza el desecho para la extracción de compuestos y generación de subproductos.

Figura 1: Destinos de residuos orgánicos Región del Maule (Fuente: Maule Alimenta)

De esta manera, en la Región del Maule se asume que el desafío existente respecto a la materia prima que no es utilizado en el proceso, está ligado a la alternativa de la valorización. Las limitantes identificadas que han impedido la valorización son las siguientes:



Necesidad de I+D para
saber qué se puede hacer
con los residuos

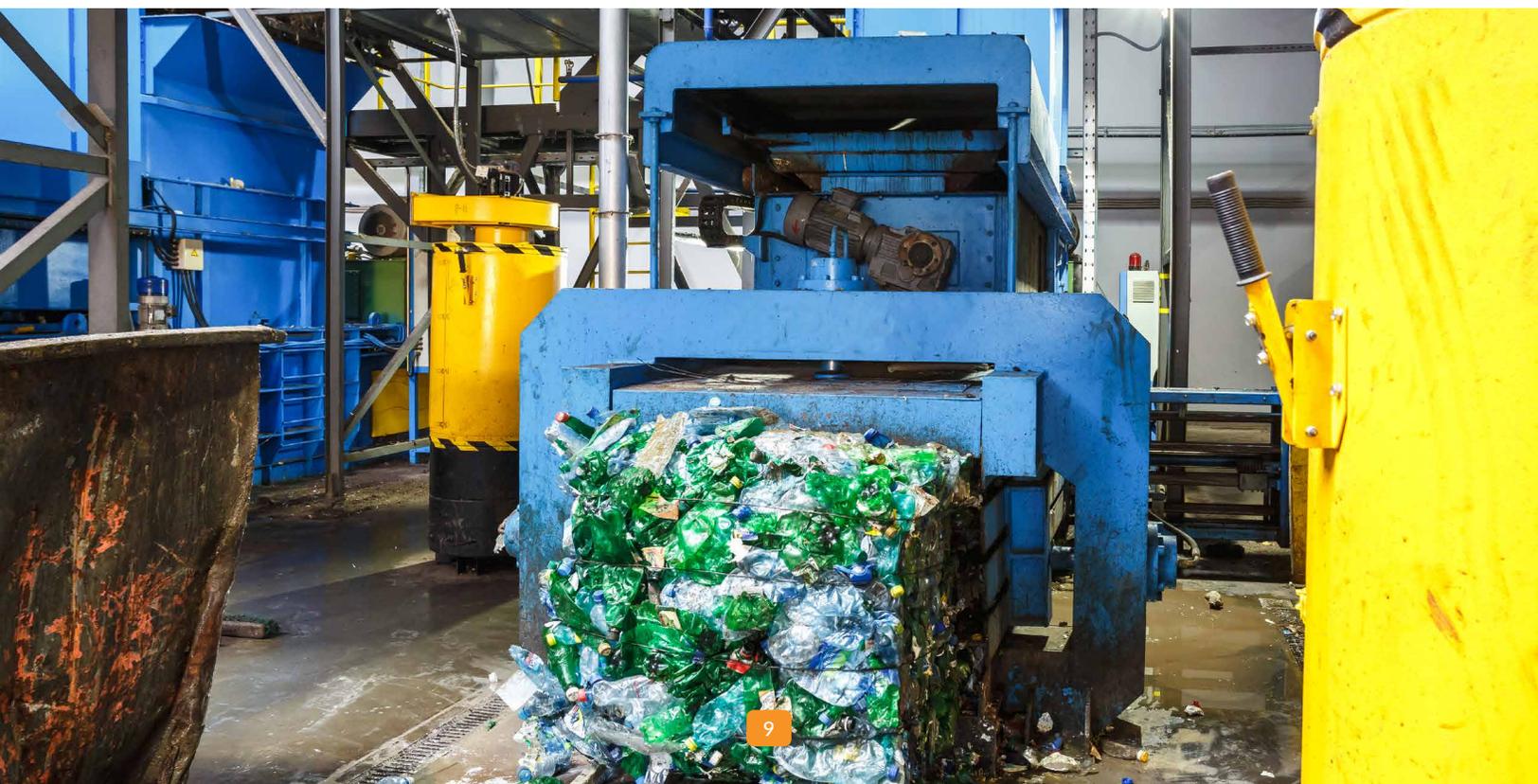


Recursos de dinero y
tiempo para poder generar
alternativas dentro de la
propia empresa



Desconocimiento de las
alternativas disponibles
actualmente

En cuanto a los residuos inorgánicos, en este diagnóstico se identifica la relevancia en la agroindustria regional de los plásticos en general; material de embalaje y empaques, bandejas plásticas, plástico multicapas, restos de pallets, entre otros. En su mayoría, las empresas separan los residuos inorgánicos que son factibles de ser reciclados en la zona, como botellas, cartones, los cuales son retirados o entregados a empresas dedicadas al reciclaje. Sin embargo, el desafío mayor está en el grupo de residuos para los cuales el reciclaje no es alternativa dado que no hay empresas que se hagan cargo, como los plásticos multicapa.



1.3 | Priorización de Alternativas de Economía Circular en Agroindustria

En el Estudio de Impacto de la Agroindustria Chilena, publicado por la Subsecretaría de Relaciones Económicas en el año 2021, se desagrega la agroindustria alimentaria en macrosectores basadas en análisis previos realizadas por la ODEPA; agroindustria hortofrutícola, pecuario, vinos, semillas y productos del mar.

En base al contexto del proyecto Maule 4.0: Agroindustria para el Desarrollo Circular, se considera de alta relevancia a la agroindustria hortofrutícola, dado que más del 80% de las empresas beneficiarias del programa pertenecen a este sector.

La categoría de agroindustria hortofrutícola se compone de los siguientes subsectores:



Aceites vegetales



Congelados de frutas y hortalizas



Conservas, pulpas y pastas de frutas y hortalizas



Deshidratados de frutas y hortalizas



Frutos secos

Existen diversas maneras de aprovechar las oportunidades de generación de valor de los residuos orgánicos. Bajo una perspectiva de economía circular, en base a la jerarquía de priorización de residuos, para la agroindustria en particular la alternativa prioritaria es aprovechar las materias primas descartadas para generar productos de alto valor, cuyo destino sea retomar el ciclo industrial sin generar desperdicio. Otras alternativas menos prioritarias son el compostaje, vermicompostaje, la biodigestión, entomodigestión, entre otras, viables para imitar a la naturaleza y sus procesos, para generar suelo, alimento de animales, fertilizantes, entre otros (Página web Economía Circular, Ministerio de Medio Ambiente).

Una agricultura bajo un sistema circular contempla movimientos de materias primas entre cadenas agroalimentarias, así como flujos de residuos desde diferentes industrias (simbiosis industrial). En este caso, los residuos del sector agrario y de las cadenas alimentarias, se reutilizan

o transforman en nuevos productos. Además, las empresas se esfuerzan por consumir la menor cantidad de energía posible, privilegiando aquella procedente de fuentes renovables. Sin embargo, la literatura recomienda que las acciones estén basadas en la pirámide invertida de priorización, dando mayor importancia a la prevención y reducción de pérdida y desperdicios de alimentos (PDA), seguido por la reutilización y reciclaje y, por último, la incineración (Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario Chileno, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura, 2019).

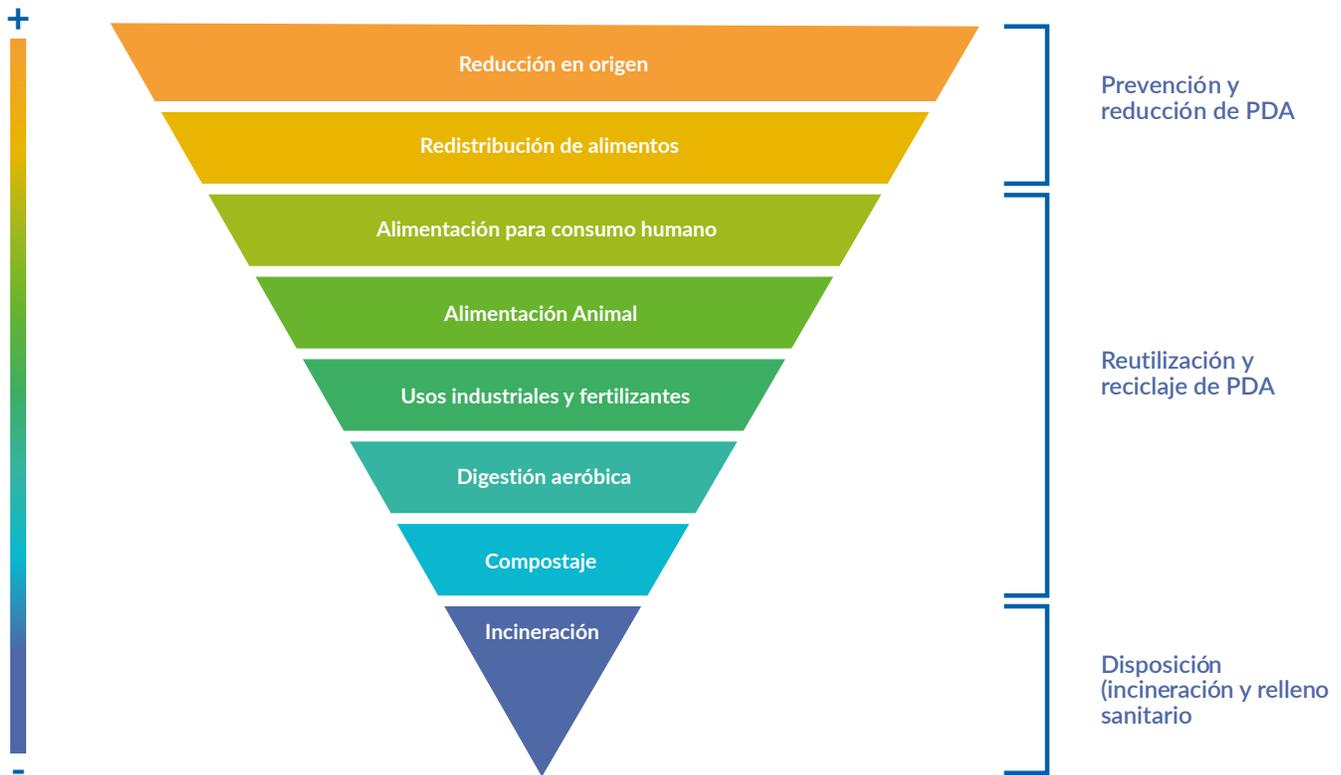


Figura 2: Pirámide de priorización de alternativas de economía circular en agroindustria (Fuente: Elaboración propia, basado en materiales de ODEPA Minagri y CCA.)

Cuando se busca mitigar la PDA, el énfasis debe ponerse en la prevención (o la reducción en la fuente). Aunque algunos destinos para la disposición final de los alimentos perdidos o desperdiciados conllevan menores efectos negativos que otros —por ejemplo, es preferible que algunos desechos alimentarios se destinen a la producción de pienso (productos para consumo animal) y no que terminen en un relleno sanitario—, la prevención debe ser el objetivo primordial (Environmental Protection Agency, EPA) de Estados Unidos.

En la industria alimentaria, las PDA suelen quedar ocultas en los presupuestos operativos, donde se acepta como parte intrínseca del costo de las actividades empresariales. Las empresas deben reconocer que la reducción de PDA es una oportunidad para contribuir a la seguridad alimentaria y al mejoramiento ambiental. Los costos iniciales de cuantificar la PDA por primera vez e instrumentar un programa encaminado a prevenirla y reducirla pueden traducirse en un flujo constante de beneficios económicos durante años con apenas una inversión continua mínima.



2 | METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR ECONOMÍA CIRCULAR EN PLANTAS AGROINDUSTRIALES

Teniendo establecida una priorización (basándose en la pirámide indicada anteriormente), cada una de las beneficiarias debe analizar su propio contexto de generación de residuos para identificar la factibilidad de cada una de las opciones.

Una vez que se ha asumido que en efecto vale la pena cuantificar la pérdida y el desperdicio de alimentos (PDA), el siguiente paso es definir lo que los residuos (en especial los desechos alimentarios) representan en sus operaciones económicamente y ambientalmente. Una herramienta útil para determinar esto es el “Estándar de contabilización y registro de la pérdida y el desperdicio de alimentos (Estándar PDA)”, establecido por el Protocolo sobre Pérdida y Desperdicio de Alimentos, el cual constituye “un marco de alcance mundial que

establece requisitos y directrices para contabilizar y registrar el peso de los alimentos y partes no comestibles asociadas que se retiran de la cadena de abasto alimentaria” (FLW Protocol, 2016a)¹. El estándar clarifica definiciones y muestra los posibles destinos de alimentos perdidos o desperdiciados cuando se retiran de la cadena de abasto de alimentos para consumo humano.

Assumiendo ya agotadas las alternativas para la prevención y reducción de residuos para cada caso en particular, el Núcleo Biotecnología Curauma -basándose en su expertiz y experiencia en la materia-, entrega una serie de pasos a seguir, con el fin de que cada beneficiaria implemente prácticas de economía circular y pueda maximizar el valor de los residuos generados.

¹ <https://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/05/FLW-Standard-full-report-SPANISH.pdf>

Todo la metodología del diagrama inicia por la definición del alcance, por lo que se recomienda hacerse las siguientes preguntas:



En el caso de los alimentos perdidos y desperdiciados utilizando el Estándar PDA, es preciso definir el “alcance” del inventario de la PDA. En este alcance han de contemplarse únicamente los alimentos retirados de la cadena de abasto para consumo humano, lo que significa que los productos donados, redistribuidos o que, de alguna otra manera, continúan presentes en la cadena de abasto alimentaria no están incluidos. Ahora bien, el rastreo o registro de los alimentos redistribuidos puede resultarle de interés, en función de sus objetivos, por lo que se recomienda utilizar para ello un método similar al descrito por la CCA en su guía de cuantificación de PDA.

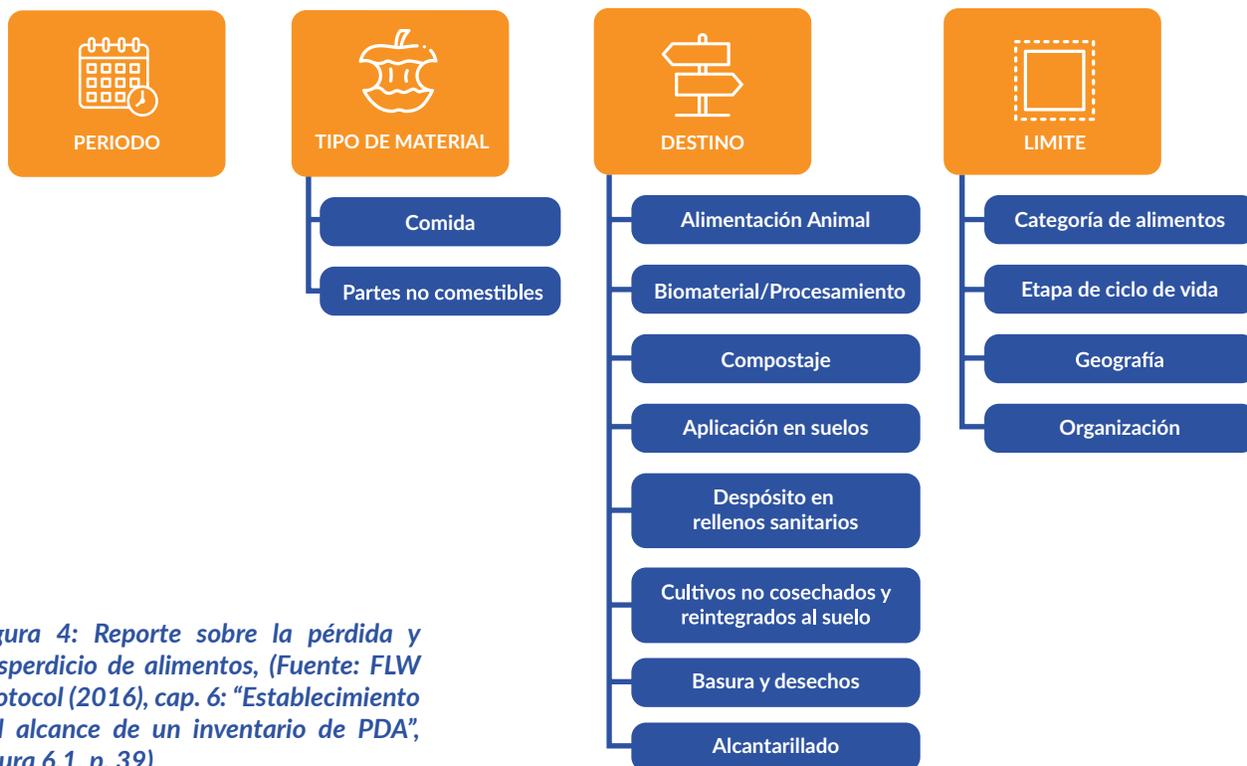


Figura 4: Reporte sobre la pérdida y desperdicio de alimentos, (Fuente: FLW Protocol (2016), cap. 6: “Establecimiento del alcance de un inventario de PDA”, figura 6.1, p. 39)

2.1 | Paso 1. Medición de Residuos

La primera etapa de la metodología consiste en la identificación de los residuos generados a lo largo del proceso productivo. Para contextualizar, cabe destacar que en base al diagnóstico realizado al iniciar el programa Maule 4.0: Agroindustria para el Desarrollo Circular, se comprende que además de residuos orgánicos, las empresas del conglomerado generan (entre otros): plástico, metal, cartón, vidrio y residuos domiciliarios

Si bien la metodología entregada se basa principalmente las alternativas existentes para valorizar los residuos orgánicos generados por la

agroindustria hortofrutícola, es de gran importancia mantener una continua medición para todos los tipos de residuos, a través de una correcta cuantificación y separación, que identifique con exactitud la cantidad generada y su composición.

En el diagrama de la metodología se aprecia la pregunta autorrealizada: *¿sabemos cuántos residuos hay?*, la que, en caso de tener una respuesta negativa, indica a la empresa que antes de optar a una óptima gestión de valorización, debe ser subsanada a través de la medición.

Para llevar a cabo una buena medición de los residuos, se sugieren algunas opciones generales:

Instalación de puntos limpios en planta productiva

Implementación de señaléticas que indiquen separación

Concientización al personal sobre la medición de residuos

Incorporar metas de gestión de residuos y sistemas de incentivo

Las pérdidas de alimentos en la etapa de producción primaria pueden obedecer a numerosos factores, incluidos: plagas o fenómenos meteorológicos adversos, daños sufridos durante la cosecha, falta de infraestructura de almacenamiento adecuada, exigencias o requisitos de carácter estético o de tamaño, y variabilidad económica o de mercado (es decir, elementos como cancelación de pedidos, términos contractuales estrictos, variabilidad de precios o elevados costos de mano de obra).

La idoneidad de los métodos para medir la pérdida y el desperdicio de alimentos depende del contexto; es decir, quién realiza la medición y de qué información se dispone. Se sugiere hacerse las siguientes preguntas:

¿Tiene usted acceso directo a los alimentos que se están perdiendo o desperdiciando? ¿Exige el método la capacidad de contar, manipular o pesar directamente los desechos alimentarios?

¿Qué grado de precisión requiere? ¿Cuán exactos serán los datos recabados con este método?

¿Cuánto tiempo y qué recursos puede asignar a la medición de la PDA? Esto se refiere a la cantidad relativa de recursos (tiempo, dinero y equipo) necesarios para aplicar el método en cuestión.

¿Necesita un método que permita rastrear las causas de la PDA? Recuerde que algunos métodos permiten rastrear las causas asociadas con la pérdida y el desperdicio de alimentos y otros no.

¿Tiene interés en dar seguimiento a los avances en el tiempo? Algunos métodos permiten determinar si se registraron aumentos o reducciones en la PDA en el tiempo, y con ello dar seguimiento al progreso logrado.

Herramientas como el STAN1² desarrollado por the Research Unit for Waste and Resource Management at TU Wien (Universidad de Viena) proveen software avalado por Naciones Unidas, USADA y otras organizaciones internacionales para facilitar el balance de masas de forma gratuita.

² <https://www.stan2web.net>

2.2 | Paso 2. Caracterización de Residuos

Esta etapa consiste en comprender las características de los residuos generados y su procedencia. Conociendo el proceso productivo y manteniendo un seguimiento a la generación, se puede identificar si los residuos orgánicos se encuentran frescos, o provienen de mermas, excedentes, entre otras.

Para la caracterización, se debe identificar el material (cocido o crudo), si es vegetal o animal y el estado de descomposición en que se encuentra, se realiza un estudio para obtener datos tales como: cantidad, densidad, composición, pH, humedad, temperatura.

En el diagrama se puede ver que se indica en caso de conocer de antemano cuántos residuos se generan, se procede a preguntarse internamente si la organización conoce sus características. En caso de que la respuesta sea positiva, se encuentran habilitados para proceder con las alternativas de valorización de residuos.

Además del software para elaboración de balances de masa un aspecto crítico en la determinación del aprovechamiento de PDA consiste el determinar su valor alimenticio de los residuos, ya que esto en gran medida determinará a nivel de cadenas productivas la viabilidad de un proyecto y su desarrollo en la pirámide de alternativas de economía circular. Por ejemplo, determinar si un residuo debe usarse para consumo humano, para consumo animal y/o para usos industriales, depende primero de su volumen y económicamente de su potencial alimenticio. El uso de datos directos (análisis de laboratorio) puede ser muy costoso, por lo que una alternativa antes de hacer un acercamiento directo es mediante el uso de valores sustituto o indirectos.

El uso de datos indirectos para determinar el valor de las PDA está probado y hay bases de datos confiables con más de 10 mil alimentos y aceptadas como confiables por varias organizaciones internacionales, en especial se destacan:

WRAP y WRI (2018), Food Loss and Waste Atlas, Waste and Resources Action Programme [Programa de Acción contra el Desperdicio y por los Recursos] y World Resources Institute [Instituto de Recursos 3 Mundiales] ³.

FAOSTAT, “Datos sobre alimentación y agricultura”, base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura ⁴.

Los acercamientos indirectos son de gran ayuda para hacer una estimación inicial y de ahí poder tomar la decisión si vale la pena seguir adelante con una idea. El siguiente paso es como lo indica la metodología un acercamiento directo que incluye la valorización directa u otras alternativas como la energía.

³ www.thefoodwasteatlas.org

⁴ www.fao.org/faostat/es

2.3 | PASO 3. EVALUAR EXTRACCIÓN DE SUBPRODUCTOS

En la agroindustria hortofrutícola, dada la naturaleza de los residuos generados en el procesamiento, se genera una importante cantidad de subproductos, que resultan una fuente importante de nutrientes y compuestos bioactivos que pueden ser revalorizados.

La extracción de subproductos es la alternativa prioritaria para llevar a cabo la economía circular en la agroindustria, dado que permite recircular el flujo productivo, convirtiendo los subproductos en nuevas materias primas con valor agregado. De esta manera, además de proyectar responsabilidad ambiental entorno a los residuos, las empresas que aplican esta práctica incorporan la posibilidad de generar una nueva unidad de negocios.

Núcleo Biotecnología Curauma ha ejecutado múltiples proyectos colaborando a que empresas nacionales, tanto de la agroindustria hortofrutícola como otros sectores, impulsen la extracción de subproductos a través de la creación de nuevos negocios.

Estas soluciones estuvieron orientadas hacia la transformación de los descartes o desechos en productos; extrayendo ingredientes y transformándolos en alimentos funcionales (a excepción del bálsamo reparador en base a aceite de oliva) de alto valor y calidad, y que no se habían valorizado previamente por desconocimiento o por interpretación errada del proceso.

En cada caso, para llegar al producto final, se requiere un desarrollo experimental de prototipo, con pruebas experimentales a escala de laboratorio, que consiste en realizar el diseño del proceso, montaje, puesta en marcha y obtención del producto, para su posterior caracterización a nivel de laboratorio, con el fin evaluar la factibilidad técnica del proceso.

Subproducto obtenido
Producción de Mermelada sin azúcar añadida fortificada con pectinas extraídas de cítricos y manzana
Elaboración de polvo de berries, rico en antioxidantes naturales
Elaboración y producción de edulcorante a partir de frutas de descartes d
Elaboración de Bálsamo reparador en base a aceite de oliva
Snack de pulpa desgrasada: Revalorización efectiva de los subproductos del aceite de palta

Tabla 1: Ejemplos reales de valorización mediante extracción de subproductos agroindustriales

Otros casos de éxito, indicados por UC Davis en el estudio mencionado previamente Valorización de residuos y subproductos de la agroindustria: Experiencia de California, se presentan a continuación:



Proteína reciclada del descarte de semillas de maravilla, convertida en un ingrediente innovador para cereales General Mills



Descarte de cerveza convertido en una barrita energizante



Bananas de descarte convertidos en snacks



Pulpa de jugo convertida en chips de vegetales

En el diagrama se puede apreciar, que en caso de que se lleve a cabo exitosamente la extracción, se debe identificar la cantidad de residuos que permanecen. De esta manera, se procede con la cantidad restante a seguir evaluando alternativas de valorización.

2.4 | PASO 4. EVALUAR UTILIZACIÓN DIRECTA

En caso de que no haya producto para extraer, o bien no sea factible, o haya quedado una cantidad de residuos son valorizar, la siguiente alternativa prioritaria es la utilización directa.

Se trata de una alternativa popular en la agroindustria hortofrutícola, particularmente en el Maule, donde algunas de las beneficiarias que componen el conglomerado, en el diagnóstico preliminar del programa han respondido que valorizan sus residuos orgánicos con formas como alimentación de cerdos (con suero de leche), alimentación de gallinas (con restos de fruta), abonar los árboles con el guano de las gallinas, o el compostaje.

Al igual que en el resto de alternativas de valorización, se evalúa la factibilidad de llevar a cabo el proceso, y en caso contrario, se procede con la siguiente alternativa.

2.5 | PASO 5. EVALUAR OBTENCIÓN DE ENERGÍA

Tras haber evaluado la alternativa de utilización directa, y concluir que no es factible, corresponde comprobar si es posible obtener energía a través de los residuos orgánicos generados.

2.6 | PASO 6. EVALUAR DISPOSICIÓN CON OTRAS EMPRESAS

Tras determinar que no es factible la obtención de energía a través de los residuos generados, la última alternativa es evaluar la disposición con otras empresas.

2.7 | PASO 7. VALORIZAR REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBONO

Teniendo ejecutada la alternativa de valorización acorde al contexto y naturaleza de los residuos, se debe calcular cuánto fue la cantidad trabajada, para de esta manera determinar la reducción de huella de carbono en función de los residuos orgánicos que finalmente no van a relleno sanitario.

Cabe destacar que, tal como fue indicado en el Curso de Huella de Carbono impartido en el programa, los residuos orgánicos cuando son llevados a rellenos sanitarios son degradados en forma anaeróbica a metano (CH_4), lo cual genera un calentamiento 28 veces mayor al dióxido de carbono (CO_2).

Teniendo realizado este cálculo, la empresa puede llevar a cabo con mayor exactitud su medición y obtener una menor huella (particularmente en alcance 3: tratamiento y/o disposición de residuos) a su situación pre valorización.



3 | RESUMEN DE PILOTO DEMOSTRATIVO DE VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN PLANTA AGROINDUSTRIAL SURFRUT

Con el fin de compartir hacia las empresas beneficiarias la implementación de prácticas para la reducción y reutilización de residuos, desde la formulación del proyecto se comprometió la ejecución de un piloto demostrativo técnico-comercial para la valorización de residuos en alguna planta industrial; actividad a ejecutarse por NBC.

Para estos efectos, la empresa elegida fue Agroindustrial Surfrut, cuya planta productiva se ubica en la comuna de Romeral, dedicándose al procesamiento de frutas deshidratadas, principalmente manzana para la elaboración de compotas, procesando 3.000 toneladas anuales. Al visitar las instalaciones, el personal de la empresa demostró una correcta gestión en la valorización de residuos orgánicos (en base a la pirámide invertida de valorización, operando su propia planta de compostaje).

Sin embargo, manifestaron que su principal dolencia en este sentido corresponde a los residuos inorgánicos, específicamente sus

plásticos multicapa destinados al almacenamiento y envasado. Si bien la metodología detallada se basa en los residuos orgánicos de la agroindustria hortofrutícola, para efectos de generar soluciones hacia el contexto del conglomerado, se planteó el desafío de trabajar el piloto demostrativo enfocando el trabajo en la valorización de residuos inorgánicos.

Tal como fue indicado previamente, e la agroindustria de la Región del Maule, uno de los mayores desafíos está en el grupo de residuos para los cuales el reciclaje no es alternativa dado que no hay empresas que se hagan cargo, como los plásticos multicapa.

A nivel de descripción técnica del material, en primer lugar, está el plástico para almacenamiento de los productos en tambores, cuyo nombre técnico es “Webbed aseptic bag H.H.B. 20 litros”, que se compone de cuatro capas de los siguientes materiales:



Polietileno lineal de baja densidad (LLDPE)
(primera y última capa)



Aluminio



Nylon poliamida (OPA)

Con estos materiales, Surfrut sufre la problemática de no tener posibilidad de reciclar, además de que el material queda ensuciado con restos de pure de manzana. Esto mantiene consistencia con los resultados obtenidos del diagnóstico realizado en el marco de programa Maule Alimenta, donde se señala que los plásticos multicapa representan el mayor desafío. Por esta razón es que este piloto demostrativo agrega valor para futuras mejoras de la industria regional en el ámbito.

De esta manera, se planteó el objetivo de desarrollar e implementar un plan piloto para la gestión de residuos de envases en la producción de pure de frutas, integrando la tecnología de valorización seleccionada.

3.1 | PROPUESTA DE REALIZACIÓN DE PILOTO DEMOSTRATIVO

Para gestionar de manera efectiva los residuos generados, es crucial comenzar con la cuantificación de los mismos, con el objetivo de determinar la proporción correspondiente a los envases de la materia prima, los cuales están compuestos principalmente por plástico y aluminio.

Basándose en la información proporcionada por Surfrut sobre los materiales de los envases utilizados para almacenar y distribuir el puré de fruta, se propone implementar un enfoque de gestión de residuos centrado en la valorización de estas bolsas para la producción de perfiles de plástico, que podrían ser utilizados dentro de la misma empresa. Tomando en cuenta la naturaleza compleja del

piloto, se toma la decisión de externalizar a una entidad experta, en este caso, la empresa Ecopolimero, con la cual NBC ha trabajado en el desarrollo de soluciones de valorización de residuos.

La tecnología busca el desarrollo de nuevos materiales a partir de residuos revalorizados, como el plástico. Esta empresa ha trabajado recientemente con el procesamiento de plástico para obtener perfiles y planchas.

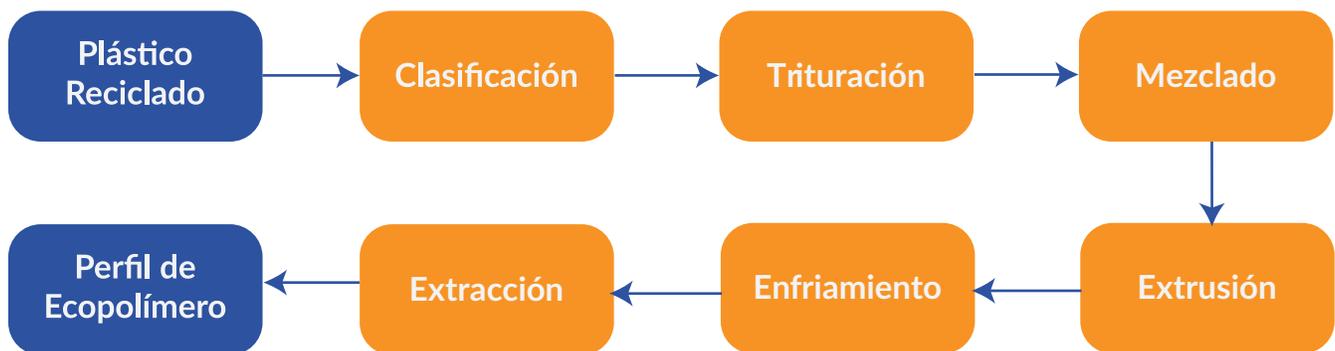


Figura 5: Proceso productivo de Ecopolimero para obtener perfiles



Figura 6: Proceso productivo de Ecopolimero para obtener planchas

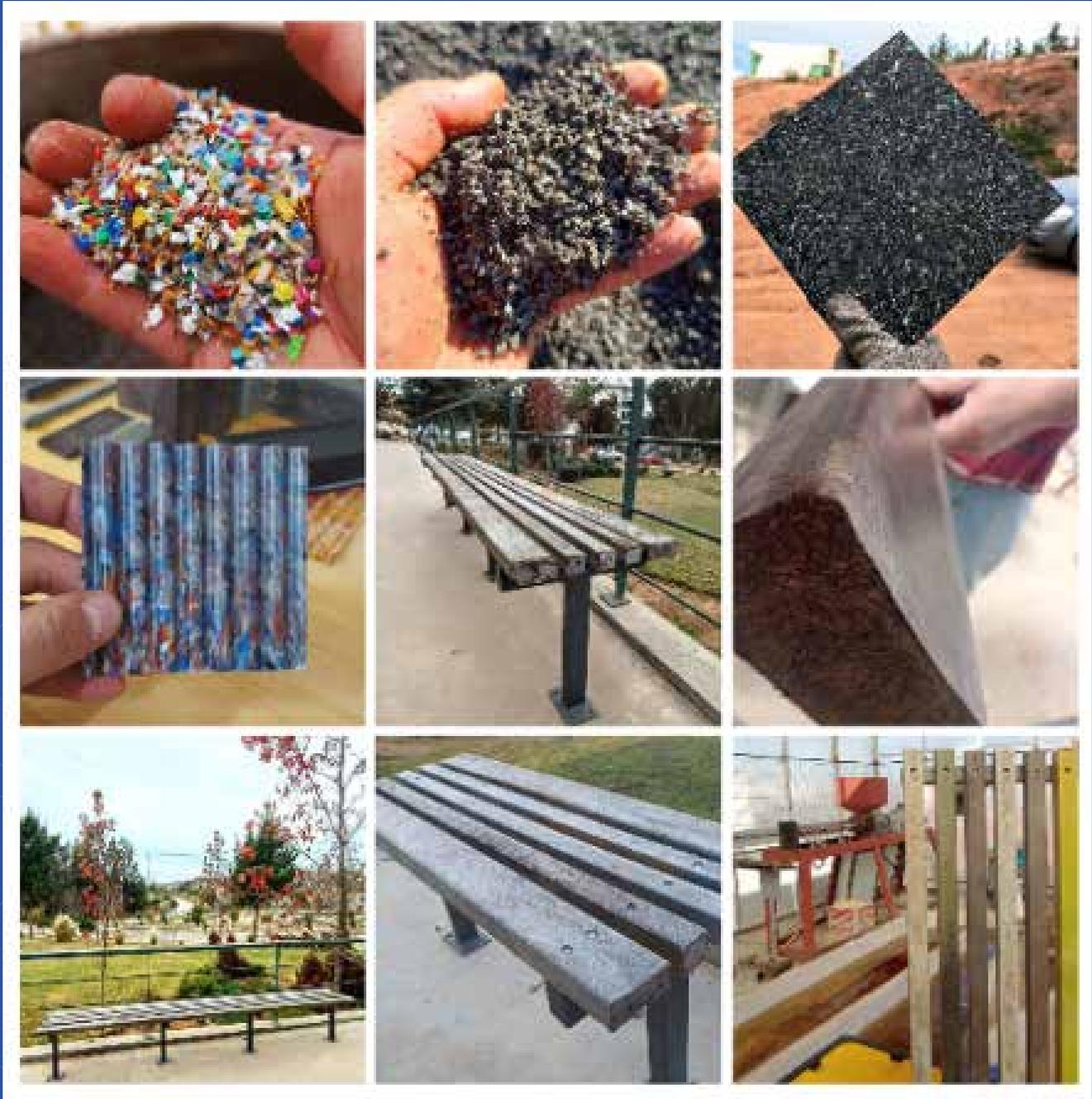


Figura 7: Trabajos previos de valorización de residuos plásticos por Ecopolimero

3.2 | DESARROLLO DEL PILOTO

En primer término se llevaron a cabo las pruebas para las etapas de trituración y extrusión.



Figura 8: Bolsas a procesar



Figura 9: Material triturado



Figura 10: Material triturado y extrusionados



Figura 11: Plancha de material triturado y extrusionado

4 | CONCLUSIONES

En base a los procedimientos realizados, se indica que el material obtenido mediante termocompresión de las bolsas asépticas tiene un potencial como aditivo en una variedad de materiales. Sus propiedades de resistencia mecánica, barrera y durabilidad pueden indicar que el material se use en los siguientes tipos:



Plásticos Reforzados

El material triturado y turbocomprimido puede ser utilizado como aditivo en plásticos reforzados, proporcionando una mejor resistencia a la tracción y flexibilidad. Esto puede ser especialmente útil en aplicaciones automotrices o de construcción donde se requiere un material ligero pero resistente.



Aislantes Térmicos y Acústicos

Debido a las propiedades de barrera del aluminio y la flexibilidad del LLDPE, este material podría ser utilizado en la fabricación de aislantes térmicos y acústicos, generando eficiencia energética en las edificaciones, y proporcionando un mejor aislamiento acústico.

Finalmente, el día 3 de julio de 2024 se le hizo entrega del material obtenido a Agroindustrial Surfrut, cerrando así la interacción del piloto demostrativo con el conglomerado de empresas que forman parte del proyecto, las que pudieron apreciar los resultados e identificar el potencial de valorización de este tipo de residuos plásticos.



Figuras 12, 13: Material entregado para cierre de piloto demostrativo



Figuras 14: Material entregado para cierre de piloto demostrativo

Para encaminar lo obtenido del piloto hacia el futuro, se entregará también una propuesta de proyecto, que se enfoca en la valorización de residuos plásticos en la Región del Maule, en una planta productiva administrada por una cooperativa sin fines de lucro, compuesta por empresas agroindustriales de la zona, cuya generación de residuos mantenga consistencia con los residuos plásticos de Agroindustrial Surfrut.

El producto final del procesamiento es la fabricación de perfiles o listones, utilizados para ensamblar contenedores de 600 litros, ampliamente usado por la agroindustria, conocidos como bins. En cuanto al uso de estos productos, se plantea una mixtura entre comercialización y uso interno por parte de las empresas de la cooperativa.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE
VALPARAÍSO

NBC
Núcleo Biotecnología Curauma



BLUE OAK CORP
BUSINESS & CONSULTING PARTNERS