

Cooperación Chileno-Alemana en Materia de Residuos Orgánicos:

Planes de Acción a Nivel Municipal





Lista de Abreviaciones

AHK	Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria
CHILE	
ASCC	Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático
BFS	BlackForest Solutions GmbH
BSF	Black Soldier Fly
CLP	Peso Chileno
CORFO	Corporación de Fomento de la Producción
DA	Digestión Anaerobia
DAEM	Departamento de Administración de Educación Municipal
DISERCO	Dirección de Servicios Comunitarios
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENRO	Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Food and Agriculture Organization
FAQ	Frequently Asked Questions
FNDR	Fondo Nacional de Desarrollo Regional
F4F	Food For the Future
GG	Grandes Generadores
IM	Ilustre Municipalidad
INE	Instituto Nacional de Estadística de Chile
LER	Listado de Residuos Europeo
MMA	Ministerio de Medio Ambiente
MSN	Mosca Soldado Negra
PIB	Producto Interno Bruto
PMB	Programa de Mejoramiento de Barrios
PR	Public Relations
RSD	Residuos Sólidos Domiciliarios
RSO	Residuos Sólidos Orgánicos
SECPLAC	Secretaría Comunal de Planificación
SUBDERE	Subsecretaría de Desarrollo Regional

Tabla de contenidos

Resumen Ejecutivo.....	8
1. Definiciones.....	9
2. Introducción.....	11
2.1. Regulación actual de desechos orgánicos en la región.....	11
2.2. El reto de Chile: estrategia nacional de residuos orgánicos 2030 / 2040.....	12
2.3. Los residuos orgánicos y su rol en la emisión de GEI en Chile.....	13
3. Estrategia Nacional de Residuos orgánicos en Chile (ENRO).....	16
4. Parral: perfil y status quo de manejo de residuos sólidos domiciliarios	18
5. Metodología.....	21
5.1. Cooperación con los actores locales.....	21
5.2. Identificación de actores relevantes a partir del informe con el Status Quo	21
5.3. Establecimiento de red de comunicación.....	22
6. Mapeo de mejores tecnologías disponibles	23
6.1. Compostaje	23
6.1.1. Vermicompostaje	24
6.1.2. Compostaje en Pilas.....	26
6.2. Digestión anaerobia:.....	26
6.3. Mosca soldado negra	29
7. Mapeo de mejores prácticas para manejo de residuos orgánicos a nivel Latinoamérica.....	31
7.1. Venâncio Aires, Rio Grande do Sul, Brasil.....	31
7.2. La Pintana, Santiago, Chile.....	32
7.3. Andes, Antioquia, Colombia.....	33
7.4. Olavarría, Buenos Aires, Argentina	34
8. Plan de Acción.....	36
8.1. Objetivos del Plan de Acción.....	36
8.2. Estructura del plan de acción.....	37
8.3. Descripción de las acciones propuestas.....	37
8.3.1. Plan de acción a corto plazo:	38
8.3.2. Plan de acción a mediano plazo.....	48

8.3.3. Plan de acción a largo plazo	57
9. Financiación pública de las acciones propuestas.....	65
10. Consideraciones finales	67
11. Referencias.....	68

Lista de tablas

Tabla 1 - Ambiciones de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (MMA, 2020).	16
Tabla 2 - Generación de RSD en la municipalidad de Parral (I.M. de Parral, 2021)	18
Tabla 3 - Sistema de disposición de residuos sólidos domiciliarios (I.M. de Parral, 2021)	18
Tabla 4 Costos del sistema de manejo de RSO (I.M. de Parral, 2021)	19
Tabla 5 Balance de ingresos y gastos con servicio de manejo de RSD en Parral en 2021, en CLP (I.M. de Parral, 2021)	19
Tabla 6 Proyección de generación de RSO en relación a las metas de la ENRO (BFS, 2022. Adaptado de ENRO, 2021)	19
Tabla 7 Actores principales de la municipalidad de Parral (Fuente: BFS, 2022)	22
Tabla 8 Fases de la digestión anaerobia (Suarez-Chernov et al., 2019)	26
Tabla 9 Factores sugeridos que deben evaluarse al elegir el terreno (BFS, 2022).	59

Lista de figuras

Figura 1 Porcentaje de la población expuesta a niveles superiores de PM 2.5 a los recomendados por la OMS para calidad del aire (Gouveia et al., 2021).	14
Figura 2 Ranking de países por emisiones de CO2 per cápita. (Carbon Dioxide (CO2) Emissions per Capita in South America TheGlobalEconomy.Com, n.d.)	14
Figura 3 Objetivos de recuperación de volúmenes de residuos orgánicos para los años 2030 y 2040 (BFS, 2022).	17
Figura 4 Manejo de residuos sólidos en la municipalidad de Parral	18
Figura 5 Red de comunicación para el desarrollo del plan de acción (Fuente: BFS, 2022)	22
Figura 6 Visión general del proceso de compostaje (BFS, 2022. Adaptado de Schaub & Leonard, 1996).	23
Figura 7 Visión general del proceso de Vermicompostaje	24
Figura 8 Contenedor de compost de tres niveles	25
Figura 9 Visión general del proceso de compostaje en pilas	26
Figura 10 Visión general del proceso de Biodigestión Anaerobia	27
Figura 11 Sistema de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos para 1,5 ton RO/día (Fuente: Bert Energy GmbH, 2021)	28
Figura 12 Sistema de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos para 6 ton RO/día (Fuente: Bert Energy GmbH, 2021)	28
Figura 13 Proceso paso a paso para conversión de residuos orgánicos a biogás (Fuente: BFS, 2021)	29
Figura 14 : Estructura básica de una planta de procesamiento de residuos orgánicos utilizando larvas de Mosca Soldado negra. (Dortmans B.M.A. et al., 2017)	30
Figura 15 Biodigestores en las escuelas de la municipalidad de Venâncio Aires, Brasil. (Portal PMVA, n.d.)	32
Figura 16 Labores de colección y tratamiento de residuos orgánicos en La Pintana, Chile (ENFOQUE-Cómo Un Municipio Pobre y Violento Se Volvió Pionero En Reciclaje En Chile Reuters, n.d.)	33
Figura 17 Planta de compostaje en pilas en Andes, Colombia. (Planta de Compostaje Regional Para Aprovechar Residuos Orgánicos En Andes » Antioquia Crítica, n.d.)	34
Figura 18 Planta de compostaje de Olavarría	35
Figura 19 Plazos establecidos para el plan de acción (BFS, 2022).	37
Figura 20 Comité ambiental municipal de Parral.	39
Figura 21 Rivera Composta, proyecto piloto de compostaje doméstico en el norte de Uruguay (Rivera Composta: Se Presentaron Resultados Intermedios Del Primer Piloto de Compostaje Doméstico En El Norte Del País - CEMPRE Uruguay, n.d.)	42
Figura 22 Eslogan "La orgánica no son sobras" como parte del programa de manejo de RSO en San Vicente del Raspeig, España. (Quinto Contenedor de Materia Orgánica En San Vicente Del Raspeig, n.d.)	43
Figura 23 Cuadro de un video sobre taller de compostaje publicado por GIRO Olavarría. (Taller de Compostaje GIRO - Clase 1 - YouTube, n.d.)	43
Figura 24 Material audiovisual publicado por la AHK Uruguay promoviendo el compostaje de residuos orgánicos. Fuente: AHK, 2022.	44
Figura 25 Guía del programa de reciclaje de la ciudad de Portland, Estados Unidos. (Garbage, Recycling, and Compost Portland.Gov, n.d.)	45

<i>Figura 26 Utilización de vermicompostera doméstica en Salvador de Bahía, Brasil (Aprenda a Fazer Compostagem Em Sua Casa - Jornal Correio, n.d.).</i>	46
<i>Figura 27 Niños en la vermicompostera de la Escuela Municipal Cerro Azul, Curitiba, Brasil. (Escolas Ensinam Reaproveitamento Com o Uso de Composteiras - Prefeitura de Curitiba, n.d.).</i>	47
<i>Figura 28 Análisis de la información de los grandes generadores de residuos sólidos realizada por la Empresa de Urbanización de Goiânia, Brasil. (Companhia de Urbanização de Goiânia – Prefeitura de Goiânia Sites, n.d.).</i>	49
<i>Figura 29 Proceso utilizado por el municipio de Belo Horizonte, Brasil, para identificar a los grandes generadores.</i>	50
<i>Figura 30 Personal de F4F en el centro de producción de la empresa en Talca, Maule.</i>	52
<i>Figura 31 Equipo utilizado por el programa de recolección de residuos orgánicos en la ciudad de Florianópolis, Brasil. (Floripa Implanta Coleta de Lixo Orgânico Porta a Porta - CicloVivo, n.d.).</i>	53
<i>Figura 32 Material informativo usado por el 'Serviço de Limpeza Urbana' de Brasília, Brasil. (Mais Informações: Grandes Geradores e Prestadores de Serviços – SLU, n.d.).</i>	54
<i>Figura 33 Material informativo del programa 'Ciudad Verde' em Buenos Aires, Argentina (Ministerio de Ambiente y Espacio Público, 2021).</i>	55
<i>Figura 34 Estructura para evaluación y monitoreo del esquema implementado. (BFS, 2022)</i>	56
<i>Figura 35 Sugerencia de ruta tecnológica para RSO generada a nivel municipal en Parral (Elaboración Propia)</i>	58
<i>Figura 36 Plano técnico de una planta de compostaje de RSO (Análise econômica para implantação de uma usina de compostagem de resíduo orgânico urbano, 2017).</i>	60
<i>Figura 37 Comunidad de Limache recibiendo compostera en el marco del del programa de manejo de RSO financiado por Subdere. (Subdere Financia Programa Piloto de Compostaje Domiciliario En Limache Subdere, n.d.).</i>	66

Resumen Ejecutivo

A petición del Ministerio de Medio Ambiente (MMA) chileno, en el marco de la **Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO)**, BlackForest Solutions GmbH ha sido contratado para desarrollar los planes de acción municipales en el marco del proyecto “Cooperación Chileno-Alemana para la implementación de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) a nivel municipal” ejecutado por la Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria (AHK Chile). Las actividades de este proyecto se centraron principalmente en 3 comunas de la región del Maule (Parral, San Javier y Río Claro), dado que estas se encuentran bajo presión para acelerar los procesos de un sistema de gestión de residuos funcional con el fin de lograr una reducción de los residuos domiciliarios. Con el objetivo de alcanzar las metas indicadas por la ENRO para la desviación de residuos orgánicos de los rellenos sanitarios para los años 2030 (30% de residuos desviados) y 2040 (66% de residuos desviados), se detallaron las actividades que se deben llevar a cabo para lograr un mejoramiento radical a las prácticas actuales de manejo de desechos orgánicos en la región del Maule.

Los planes de acción se concibieron en tres escalas temporales: corto (hasta 2025), mediano (hasta 2030) y largo plazo (hasta 2040). A partir de los informes de status quo previamente presentados, el intercambio directo con las municipalidades a través de reuniones y grupos de trabajo, y teniendo en cuenta el carácter deficitario de los sistemas actuales de manejo de desechos urbanos, los planes de acción se construyeron de la siguiente forma:

- Corto plazo: implementar una estrategia de educación para la separación de residuos orgánicos en la fuente acompañada de la entrega de vermicomposteras a los hogares de la municipalidad y composteras comunales en lugares piloto.
- Mediano plazo: modificar la estrategia actual de manejo de residuos orgánicos, creando rutas de recolección exclusivas y entrenamiento a los grandes generadores de residuos (supermercados, ferias libres, restaurantes, etc.) y desviando el 30% de los residuos recolectados hacia la planta de tratamiento de mosca soldado negro ubicada en la municipalidad de Talca.
- Largo plazo: realizar un análisis de factibilidad técnico y financiero para evaluar la posibilidad de construir una planta de tratamiento propia de la municipalidad (de mosca soldado negro o de compostaje en pilas) o asociarse con municipalidades vecinas, para lograr independencia en el tratamiento de los residuos producidos.

Finalmente, las propuestas presentadas contemplan escalabilidad y sostenibilidad como materia prima para asegurar que, como modelos de negocio cultivados con el apoyo de actores públicos y privados, los proyectos implementados constituyan un insumo para que otras municipalidades de la región del Maule y a nivel nacional se unan a reformar sus prácticas en torno al manejo de desechos orgánicos, y que cada una de estas iniciativas se convierta en un indicador de desarrollo para el país y Latinoamérica.

1. Definiciones

Dentro de esta sección se presentan las definiciones de algunos conceptos técnicos que se utilizarán a lo largo del documento, sin embargo, también se presentan los límites conceptuales para algunos términos para restringir, dentro de lo posible, la subjetividad dentro de la interpretación del texto. Debido a que el presente documento se encuentra diseñado en el marco de la ENRO, la gran mayoría de las definiciones enumeradas son tomadas directamente o parafraseadas del documento original “ESTRATEGIA NACIONAL DE RESIDUOS ORGÁNICOS CHILE 2040” publicado por el Gobierno de Chile y el Ministerio de Medio Ambiente.

Compost: Producto orgánico obtenido a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recolectados separadamente.

Compostaje: Proceso de descomposición aeróbica de una mezcla de residuos orgánicos, gracias a la acción de microorganismos. Este proceso ocurre en presencia de humedad y genera elevadas temperaturas que permiten higienizar la mezcla, produciendo dióxido de carbono, agua, y materia orgánica estabilizada.

Desperdicio de alimentos: Pérdidas de alimentos que ocurren al final de la cadena alimentaria (venta minorista y consumo final), relacionado con el comportamiento de los vendedores minoristas y los consumidores.

Digestato: Producto obtenido a partir del tratamiento biológico anaerobio de residuos biodegradables recolectados separadamente.

Digestión anaeróbica: Proceso de degradación controlada de materiales biodegradables en ausencia de oxígeno a una temperatura adecuada, donde naturalmente existen especies de bacterias facultativas y anaerobias, que convierten la biomasa en biogás y digestato.

Generadores comerciales y de servicios: Los principales tipos de establecimientos comerciales y de servicios que generan porcentajes significativos de residuos orgánicos son: ferias, tiendas de comestibles, supermercados, fruterías, tiendas de frutas y verduras, restaurantes y productores de alimentos para la entrega a domicilio, bares y merenderos, comedores escolares y de empresa, floristerías, centros comerciales, hospitales, puestos de fruta y puestos de venta de alimentos recién preparados.

Gran generador: La definición de gran generador o de generador equiparable a los generadores domésticos no deriva del tipo de actividad, sino de la cantidad generada.

Humus: Producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra, denominada lombricultura.

Mosca soldado negro: la expresión “mosca soldado negro” se refiere a la tecnología de procesamiento de residuos orgánicos a través de la incubación controlada de larvas de la especie *Hermetia Illucens*, las cuales cuentan con una gran capacidad de consumir residuos orgánicos de varios tipos. Antes de la fase de pupa, las larvas son separadas del residuo restante y utilizadas como alimento para animales.

Residuos de poda: se incluyen en esta subcategoría de los residuos orgánicos todos aquellos residuos producto de podar, cortar, talar las áreas verdes urbanas (ramas, hojas, tallos, semillas, frutos, flores, césped, raíces, etc).

Residuos orgánicos: Residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimentarios y de cocina procedentes de hogares, oficinas, comercios, hoteles, restaurantes, cafeterías, comedores y establecimientos de consumo al por menor.

Residuos sólidos domiciliarios: Residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos, aquellos similares a los generados en servicios e industrias, que no se produzcan como consecuencia de la actividad principal del servicio o industria.

Residuos sólidos municipales: Además de los residuos sólidos domiciliarios se incluyen los residuos generados producto del mantenimiento de parques y áreas verdes, barrido de calles, aseo de ferias libres y mercados, además de los recolectados en pequeños comercios, hoteles, restaurantes y cafeterías.

2. Introducción

El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), junto con la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y la Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático (ASCC), han decidido crear un proyecto para la economía circular, que servirá de base para promover la transición hacia el "Chile Circular" del futuro. El proyecto consiste en desarrollar una hoja de ruta que le permita a Chile implementar el modelo de economía circular que lleve al país hacia un futuro sostenible y participativo que priorice el bienestar de las personas, el manejo eficiente de los recursos naturales, creación de una consciencia social sostenible, promover nuevos empleos verdes y traer oportunidades en todo el territorio (Ministerio del Medio Ambiente MMA et al., 2021). Asimismo, la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) funcionará como uno de los principales instrumentos que formarán parte de la hoja de ruta (MMA, 2020).

A petición del Ministerio de Medio Ambiente chileno, los planes de acción en materia de residuos orgánicos desarrollados en el marco del proyecto "Cooperación Chileno-Alemana para la implementación de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) a nivel municipal" se centraron principalmente en la región del Maule, ya que esta región se encuentra bajo presión para acelerar los procesos de un sistema de gestión de residuos funcional, con el fin de lograr una reducción de los residuos domésticos. Eso porque los cuatro rellenos sanitarios existentes en la zona pronto alcanzarán su límite de capacidad y los municipios de esta región tienen los costos más elevados para la gestión de sus residuos. En 2019, la representación del MMA en la región del Maule realizó una encuesta sobre el reciclaje de residuos orgánicos municipales en las 30 comunas de la región, en la que el 93 % de los municipios indicó que no contaba con un sistema de compostaje, y otro alrededor del 50% de los municipios indicó que no recibía apoyo técnico de los niveles regionales (MMA, 2019).

En el marco del proyecto, la empresa alemana BlackForest Solutions GmbH fue contratada por la AHK Chile (Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria) para desarrollar un estudio con enfoque en tres municipalidades de la región de Maule: Parral, San Javier y Río Claro. El estudio consiste en dos fases principales:

- **Fase 1:** Análisis de la situación actual de la gestión de residuos sólidos, con enfoque en residuos orgánicos, en cada municipalidad.
- **Fase 2:** Desarrollo de un plan de acción para apoyar la implementación de la estrategia nacional de gestión de residuos orgánicos de Chile.

El presente documento corresponde a la fase 2 del proyecto, donde a través de las experiencias y aprendizajes de la fase 1 se construyó un plan de acción con actividades detalladas, responsabilidades, metas y un cronograma de implementación diseñado para la municipalidad de Parral.

2.1. Regulación actual de desechos orgánicos en la región

Los datos presentados en el reporte de Status Quo van desde un breve conocimiento del escenario regional del Maule hasta un conocimiento detallado de la legislación asociada a los residuos sólidos urbanos en los municipios. Teniendo en cuenta esta información, es posible afirmar que el municipio de Parral aún no cuenta con una resolución específica que regule la disposición y el tratamiento de los residuos orgánicos producidos a nivel doméstico o en los establecimientos comerciales locales.

Aunque existan leyes establecidas, como es el caso de la Ley 3.063 (Ministerio del Interior, 1979 (*Decreto Ley No. 3.063*, n.d.)) sobre rentas municipales, la aplicación práctica de las medidas legalmente previstas fue y es un reto para el municipio de Parral. Según la información facilitada por el propio ayuntamiento, hace unos años que la administración puso en marcha un sistema de cobro referenciado al servicio municipal de gestión de

residuos. Actualmente el sistema de cobranza es deficitario, mientras que la administración municipal afirma que tiene la intención de revisar las bases de cálculo que implican la definición de quién debe pagar por el servicio de recolección de residuos. El detalle de esta información puede consultarse en el reporte de Status Quo, teniendo en cuenta sus respectivos anexos.

Por la razón de la necesidad de apoyar la ejecución de los marcos legales, vale la pena reforzar los avances institucionales realizados en Chile en cuanto a los marcos legales para una mejor gestión de los residuos sólidos. Sin embargo, el país cuenta, desde 2007, con el Programa Nacional de Residuos Sólidos de la Subsecretaría de Desarrollo Regional (SUBDERE, 2007), que promueve la implementación de sistemas integrales de gestión de residuos sólidos en las diferentes regiones del país, disponiendo y administrando de fondos, ofreciendo capacitación y asesoría técnica a los municipios.

Como se ha mencionado anteriormente, teniendo en cuenta que Chile ha puesto en marcha una Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO), con aplicación a escala municipal con objetivos para el año 2040, se espera que el Proyecto de Ley de Residuos Orgánicos guíe la implementación de esta estrategia. Este proyecto de ley está actualmente en trámite (MMA, 2020). Para apoyar esta futura regulación, el texto del documento de la ENRO menciona la necesidad de promover la priorización de la inversión pública y privada para financiar proyectos de valorización de residuos orgánicos en todos los niveles (domiciliario, comunitario y de gran escala).

Ya existen casos exitosos de valorización de residuos orgánicos con inversión pública. A pequeña escala, las municipalidades de Rapa Nui, Concepción, El Quisco, Puerto Montt, Temuco, Providencia y Maipú, entre otras, han ejecutado iniciativas exitosas de entrega de composteras y vermicomposteras para domicilios. A gran escala, se han construido plantas de compostaje con inversión pública, por ejemplo, las consideradas en la Planta Integrada de Manejo de Residuos Sólidos de la Municipalidad de Santa Juana, financiada a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), y el Centro de Tratamiento Integral de Residuos Domiciliarios de la Municipalidad de Futaleufú, financiado a través del Plan especial de desarrollo de zonas extremas administrado por el Gobierno Regional de los Lagos. Asimismo, es clave establecer mecanismos de financiamiento estables para asegurar una correcta operación de los distintos esquemas de separación en origen, recolección selectiva y valorización de orgánicos.

2.2. El reto de Chile: estrategia nacional de residuos orgánicos 2030 / 2040

Durante los últimos años, los principales avances en el ámbito de residuos sólidos municipales en Chile se han concentrado en cerrar sitios de disposición inadecuados y apertura de rellenos sanitarios que cuenten con condiciones de operación idóneas y cumplan con la reglamentación. Debido al incremento en la generación de residuos (CONAMA, 2010) y el crecimiento poblacional, Chile está generando más residuos per cápita que países como Corea del Sur y Japón (*Global Waste Index 2019* / *SENSONEO*, n.d.), lo cual ha “llevado a una mayor escasez de sitios adecuados para la construcción de nuevos rellenos sanitarios, por los conflictos socioambientales que generan en el territorio. A su vez, los existentes cuentan con pocos años más de vida útil. El promedio a nivel nacional es de 12 años, y la construcción de un nuevo relleno toma aproximadamente 10 años en materializarse” (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2020).

La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO, 2020) identifica una serie de potenciales beneficios ambientales, sociales y económicos a partir del mejoramiento del manejo y procesamiento de residuos orgánicos en todo el territorio chileno, citadas a continuación:

- **Reducción de las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero)** – explicado en la sección 2.3. del presente reporte

- **Reducción de demanda de fertilizantes sintéticos**, a través del uso de productos orgánicos para mejorar el suelo y la producción agrícola.
- **Mejoras en el manejo del residuo generado por las podas y pérdidas estacionales del follaje**, reincorporando al suelo de los mismos árboles el sustrato producido, cerrando el círculo.
- **Mejoramiento de suelos degradados y en zonas áridas**, pobres en materia orgánica, permitiendo implementar áreas verdes de esparcimiento, zonas de cultivos, entre otros usos.
- **Potencial de producir energía renovable (como el biogás)**, lo que generaría una reducción del consumo de combustibles fósiles, aportando al compromiso asumido por el país de transformarse en carbono neutral al 2050.
- **Reducción de la cantidad de residuos depositados en rellenos sanitarios**, extendiendo la vida útil de éstos, minimizando otros impactos asociados a la descomposición de residuos como la proliferación de vectores sanitarios (moscas, aves, ratones), la generación de lixiviados y olores molestos.
- **Nuevas y mejores condiciones para el trabajo recolectoras/es de residuos y recicladoras/es de base**, considerando que los materiales de su interés se encontrarán más limpios si se implementa un esquema de separación de residuos en la fuente.
- **La reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos**, asegurando un uso eficiente de los recursos.
- **Creación de nuevas fuentes de trabajo** y fortalecimiento de emprendimientos existentes asociados a la gestión de residuos orgánicos.
- **Reducción de costos asociados al manejo de residuos orgánicos en rellenos sanitarios.**
- **Aumento de la producción regional de productos obtenidos de la valorización de residuos orgánicos**, aportando a la agricultura y economía local.
- **Generación de oportunidades para articularse con el sector privado**, gracias al conocimiento y la capacidad existente para valorizar este tipo de residuos.

Cada uno de estos puntos contienen gran valor para la ciudadanía chilena y explican la importancia de implementar una estrategia para el manejo de residuos orgánicos al interior del país. Sin embargo, e cuanto al panorama internacional se presenta una problemática adicional: el rol de Chile en cambio climático en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.

2.3. Los residuos orgánicos y su rol en la emisión de GEI en Chile

En el marco de la problemática del cambio climático que ocurre actualmente a nivel mundial, Chile se destaca como uno de los países en América Latina con mayores índices de contaminación y peores indicadores de calidad del aire. En la siguiente gráfica se muestra cómo, de acuerdo con los estándares de la Organización Mundial de la Salud, Chile es uno de los países con más altos porcentajes de población urbana expuestos a niveles poco saludables de material particulado en el aire (Gouveia et al., 2021, p. 5). Adicionalmente, informaciones del Banco Mundial recopiladas desde 1990 hasta 2018 muestran que Chile es el segundo país en Sudamérica con más altas emisiones de dióxido de carbono, superado únicamente por Venezuela (*Carbon Dioxide (CO2) Emissions per Capita in South America | TheGlobalEconomy.Com*, n.d.). Mientras que los números sobre material particulado en el aire podrían estar relacionados a múltiples factores industriales además de las prácticas actuales de manejo de residuos, las cifras pertinentes a los niveles de dióxido de carbono están directamente conectadas a los residuos orgánicos, ya que como se ha mencionado previamente, Chile actualmente no cuenta con una estrategia sólida de recuperación de residuos orgánicos, por lo cual la mayoría de estos residuos se

desechan en vertederos y rellenos sanitarios, donde su descomposición lleva a la producción masiva de grandes cantidades de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.

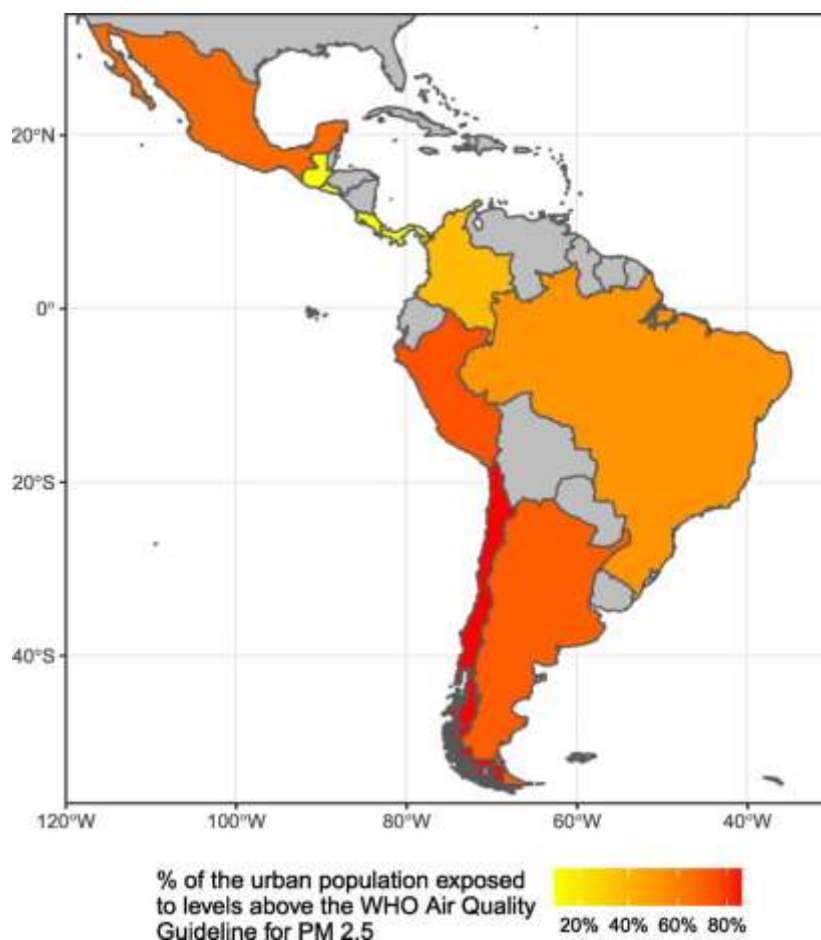


Figura 1 Porcentaje de la población expuesta a niveles superiores de PM 2.5 a los recomendados por la OMS para calidad del aire (Gouveia et al., 2021).

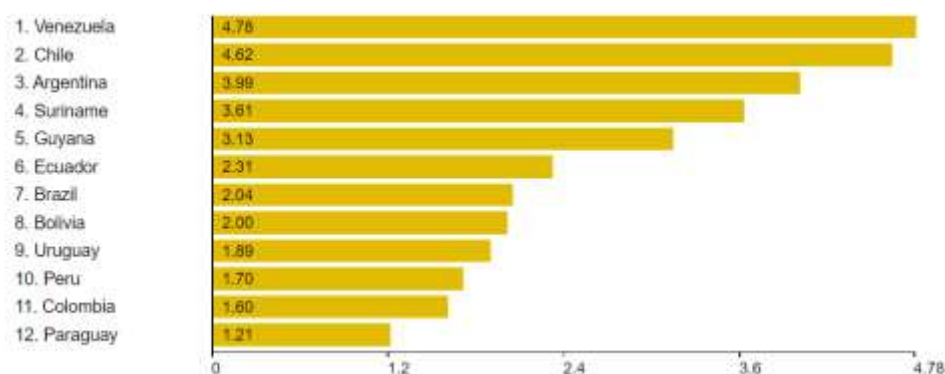


Figura 2 Ranking de países por emisiones de CO2 per cápita. (*Carbon Dioxide (CO2) Emissions per Capita in South America* | *TheGlobalEconomy.Com*, n.d.)

Con el objetivo de contribuir a las estrategias implementadas por los organismos ambientales internacionales, Chile se encuentra actualmente en un momento crucial donde nuevos proyectos están alimentando el progreso medio ambiental del país y orientándose hacia una economía basada en la protección de sus ciudadanos y

ecosistemas. Sin embargo, estos indicadores no reflejan solamente la falta de estrategias adecuadas para el mejoramiento y protección del medio ambiente, sino la necesidad de un cambio legislativo y cultural que permita a los chilenos y a las chilenas hacer la transición hacia una economía verde.

El reto de Chile por tanto es la identificación de las rutas tecnológicas que simplifiquen el sistema y el conjunto de estrategias a estudiar en el proceso de toma de decisiones. En el contexto de la gestión de los residuos sólidos urbanos, es necesario definir una trayectoria tecnológica como un conjunto de procesos, tecnologías y flujos de residuos desde su generación hasta su eliminación final, involucrando los circuitos de recogida de residuos de forma indiferenciada y diferenciada y contemplando las tecnologías de tratamiento de residuos con o sin valorización energética.

El objetivo de este plan de acción es mostrar una opción de ruta tecnológica que comience con la generación de residuos orgánicos y termine con el aprovechamiento de estos residuos en la mayoría de los casos, dejando la disposición en relleno sanitario solo como última opción para los recursos que son imposibles de recuperar.

3. Estrategia Nacional de Residuos orgánicos en Chile (ENRO)

Según el Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente publicado en 2021 (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2021), en Chile el destino más común de los residuos orgánicos generados a nivel municipal es un vertedero sanitario, que cumple con los lineamientos del MMA chileno, visto que los rellenos sanitarios se consideren instalaciones ambientalmente seguras y se reconozcan como una opción de eliminación adecuada. De cualquier forma, los vertederos son la tercera fuente antropogénica de metano (EPA, 2011).

Consciente de la necesidad de promover otras formas de transformación de los residuos orgánicos, el Ministerio de Medio Ambiente chileno, ha dado pasos importantes y en 2021 puso en marcha la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO). Básicamente, la ENRO pretende aumentar la recuperación del 66% de los residuos orgánicos producidos a escala municipal para el año 2040. Se trata de un objetivo ambicioso, ya que actualmente sólo se recupera el 1% de la materia orgánica (MMA, 2020). Aunque la mayor parte de la responsabilidad de la gestión de los residuos urbanos recae en la administración municipal, el hecho de que Chile cuente con una estrategia nacional con objetivos y directrices para alcanzar el 66% de recuperación de la materia orgánica en 2040, alinea las expectativas de actuación entre los actores responsables de promover esta mejora (MMA, 2020). Para profundizar en la comprensión de la ENRO, es necesario reafirmar la ambición de la meta, que desvuelve avances potenciales para la población chilena, como se describe en la tabla siguiente:

Tabla 1 - Ambiciones de la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (MMA, 2020).

Ambiental	Reducción de las emisiones de GEI que se generan durante el transporte y la disposición final de residuos orgánicos en rellenos sanitarios y vertederos, las cuales representan la mayor fuente de emisión de GEI del sector residuos, especialmente por el metano, mucho más potente que el CO ₂ .
	Reducción de demanda de fertilizantes sintéticos , a través del uso de productos orgánicos para mejorar el suelo y la producción agrícola.
	Mejoras en el manejo del residuo generado por las podas y pérdidas estacionales del follaje, incorporando al suelo de los mismos árboles el sustrato producido, cerrando el círculo.
	Mejoramiento de suelos degradados y en zonas áridas , pobres en materia orgánica, permitiendo implementar áreas verdes de esparcimiento, zonas de cultivos, entre otros usos.
	Potencial de producir energía renovable (como el biogás), lo que generaría una reducción del consumo de combustibles fósiles, aportando al compromiso asumido por el país de transformarse en carbono neutral al 2050.
Sociales	Reducción de la cantidad de residuos depositados en rellenos sanitarios extendiendo la vida útil de éstos, minimizando, a su vez, otros impactos asociados a la descomposición de residuos, como la proliferación de vectores sanitarios (moscas, aves, ratones), la generación de lixiviados y olores molestos.
	Nuevas y mejores condiciones para el trabajo recolectoras/es de residuos y recicladoras/es de base , considerando que los materiales de su interés se encontrarán más limpios, impactando positivamente, en el cumplimiento de la meta de valorización asociada a la responsabilidad extendida del productor para envases y embalajes domiciliarios, como consecuencia de una buena separación en origen de los residuos orgánicos.
	La reducción de las pérdidas y desperdicios de alimentos , a su vez, aporta una serie de beneficios a la sociedad en su conjunto, ya que ayuda a garantizar un uso eficiente de los recursos y asegurar el suministro de éstos, aportando a reducir el hambre e inseguridad alimentaria.

	Desarrollo de una generación con más conciencia ambiental .
Económicos	Creación de nuevas fuentes de trabajo y fortalecimiento de emprendimientos existentes asociados a la gestión de residuos orgánicos.
	Reducción de costos asociados al manejo de residuos orgánicos en rellenos sanitarios.
	Aumento de la producción regional de productos obtenidos de la valorización de residuos orgánicos, aportando a la agricultura y economía local.
	Generación de oportunidades para hacer sinergia y articularse con el sector privado, en torno a aprovechar el conocimiento y la capacidad existente para valorizar este tipo de residuos.

El objetivo debe considerarse un hito en el escenario latinoamericano. A modo de comparación, en Brasil, a través del Plan Nacional de Residuos Sólidos (MMABR, 2022), se fijó el objetivo de aumentar el reciclaje de la fracción orgánica de los RSD en 13,5% hasta 2040, una proporción mucho menos ambiciosa que la presentada por la ENRO.

Teniendo en cuenta el reto de aumentar el aprovechamiento de los RSD del 1% al 66% para el año 2040, el documento de la ENRO también contemplaba objetivos a cumplir para 2030, estableciendo metas intermedias. Estos objetivos intermedios funcionan como metas a medio plazo y sirven de puente, conectando el escenario actual y la meta a largo plazo, por lo que es fundamental tenerlos en cuenta en este plan de acción.

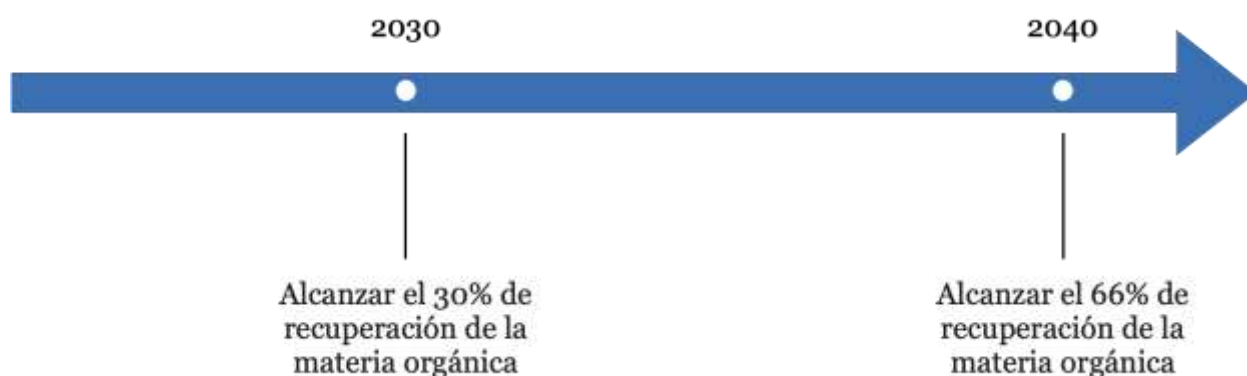


Figura 3 Objetivos de recuperación de volúmenes de residuos orgánicos para los años 2030 y 2040 (BFS, 2022).

4. Parral: perfil y status quo de manejo de residuos sólidos domiciliarios

Parral tiene una población total de 41.637 habitantes, de los cuales el 74% vive en zonas urbanas. Hay unas 17.448 viviendas registradas (INE, 2017). A nivel local, la generación mensual de RSD es de 1.289 toneladas, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2 - Generación de RSD en la municipalidad de Parral (I.M. de Parral, 2021)

Generación de RSD Total (ton/mes)	1.289
Generación de RSD per cápita (kg/hab/día)	1,03
Generación de RSD Orgánicos (ton/mes)	773

Como en otros municipios, la principal fuente de residuos sólidos orgánicos son los domicilios, las fruterías, los restaurantes, los supermercados y las ferias libres, y en esta comuna los residuos sólidos orgánicos representan el 60% del total de residuos generados. Es posible afirmar que, en términos de cumplimiento sanitario, el sistema actual de gestión de residuos de Parral es competente, si se observa la cobertura de la recolección integral - que alcanza el 100% en la zona urbana y el 85% en la zona rural - y el destino y disposición final de los residuos en una planta adecuada y autorizada, siguiendo los lineamientos del MMA chileno.

Tabla 3 - Sistema de disposición de residuos sólidos domiciliarios (I.M. de Parral, 2021)

Clasificación Sanitaria	Relleno Sanitario
Tipo de Operación	Privada
Operador	Grupo Urbaser-Danner
Previsión de año de cierre	2039
Distancia desde Parral (km)	109

El sistema de recogida y transporte es administrado por el operador privado licitado Starco Demarco. El sistema de recogida es semi mecanizado "puerta a puerta". En cuanto a la ruta tecnológica, lo que hay en la práctica en Parral es el sistema convencional, sin recogida diferenciada entre residuos reciclables y no reciclables, y sin estaciones de transbordo ni unidades de tratamiento.

Una vez desechados los residuos se transportan al relleno sanitario, sin fomento de la segregación de RSD, como se muestra en la figura siguiente:



Figura 4 Manejo de residuos sólidos en la municipalidad de Parral

Parral no cuenta con puntos de entrega voluntaria, ni con recicladores o recolectores debidamente registrados, ni con alguna legislación municipal asociada a RSD que guíe o establezca regulaciones específicas para la

separación de residuos. En términos de costes, la siguiente tabla muestra los costes de transporte y eliminación final por tonelada de residuos orgánicos.

Tabla 4 Costos del sistema de manejo de RSO (I.M. de Parral, 2021)

Costo Per Ton Recogida (CLP)	\$32.940
Costo Per Ton Dispuesta (CLP)	\$12.361
Costo Total Mensual con Recogida y Disposición de RSD Orgánicos (CLP)	\$35.017.673

Aunque existan leyes establecidas, como es el caso de la Ley 3.063 (Ministerio del Interior, 1979) sobre Rentas Municipales, la aplicación práctica de las medidas legalmente previstas fue y es un reto para el municipio de Parral.

Según datos proporcionados por la comuna, la recaudación anual referente a la cobranza fue de \$16.407.575 en 2021, lo que representa menos del 10% del importe total que debería recaudarse, es decir, hay un 90% de impago respecto a este cobro. Básicamente, sólo un 2% de los costes con la gestión de los residuos sólidos se cubren actualmente mediante el cobro a la comunidad, mientras que el 98% restante está a cargo del municipio. Actualmente el sistema puede considerarse deficitario, como se muestra en la Tabla 5. En un artículo de opinión publicado recientemente en el Portal del País Circular, se afirma que, de los 345 municipios de Chile, sólo 29 pueden cubrir sus costes de gestión de residuos con los ingresos procedentes de las tasas municipales de saneamiento (*"¡El Que Contamina, Paga!" ... Pero No Todos - País Circular, n.d.*).

Tabla 5 Balance de ingresos y gastos con servicio de manejo de RSD en Parral en 2021, en CLP (I.M. de Parral, 2021)

Tarifa de Aseo	Dispone
Viviendas Afectadas por la Tarifa	3.232
Recaudación con la Tarifa de Aseo en 2021 (CLP)	\$16.407.575
Gasto con el sistema de manejo de RSD (CLP)	\$825.330.000
Balance del Sistema	Deficitario
Ordenanza de Aseo	No Dispone

Tomando en consideración los años metas establecidos por la ENRO (2030 y 2040) proyecta-se el volumen de residuos sólidos orgánicos generados en base a la tasa de crecimiento poblacional de 0,65% al año en Parral (INE, 2017). Los resultados, fundamentales para la evaluación del escenario de este Plan de Acción, se encuentran en la Tabla 6:

Tabla 6 Proyección de generación de RSO en relación a las metas de la ENRO (BFS, 2022. Adaptado de ENRO, 2021)

Año Meta	2030	2040
Meta de Recuperación de RSO (%)	30%	66%
Proyección de generación de RSO (ton/mes)	813	867,4
Volumen de RSO que debe ser recuperado (ton/mes)	243,9	572,5

A modo de comparación, si los costes de transporte y eliminación de residuos se mantuvieran igual que en la actualidad, la Comuna de Parral gastaría en 2030 alrededor de CLP \$11.048.913,90 para gestionar los residuos orgánicos.

El Plan de Acción descrito en los siguientes capítulos considera los volúmenes en toneladas expresados en la Tabla 6 base para proponer una solución para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos con el fin de cumplir los objetivos establecidos por la ENRO.

5. Metodología

La metodología descrita a continuación explica detalladamente el proceso seguido para escoger y describir las actividades propuestas para el plan de acción. Como fue presentado en la reunión de kick-off con la Municipalidad de Parral, el plan de acción está basado en tres importantes elementos:

- Informe de Status Quo,
- Investigación a profundidad sobre las mejores prácticas para manejo de residuos orgánicos a nivel global y en Latinoamérica, y
- Investigación sobre las mejores tecnologías disponibles actualmente para el manejo de desechos orgánicos.

A esta información se le realizó un análisis de ajuste considerando las condiciones particulares de la Municipalidad de Parral donde se tuvieron en cuenta factores como:

- Iniciativas previas para manejo de RO,
- Población total,
- Porcentaje de población rural vs. población urbana,
- Principales generadores de residuos,
- Principales motores económicos de cada municipalidad,
- Distancia a otras municipalidades con iniciativas funcionales para manejo de RO, distancia a los vertederos o rellenos sanitarios,
- Estrategias de financiamiento,
- Existencia (o falta) de un terreno dedicado exclusivamente para el establecimiento de un centro dedicado exclusivamente al manejo de residuos orgánicos (o de residuos sólidos municipales), y
- Resultados de los intercambios y opiniones de cada una de las municipalidades.

De acuerdo con los factores mencionados, se hizo una propuesta para escenarios a corto plazo (< 2 años), mediano plazo (hasta el 2030) y largo plazo (hasta 2040), manteniendo como referencia los objetivos y requisitos mencionados en la ENRO para cada una de estas metas.

5.1. Cooperación con los actores locales

La cooperación con los actores locales se utilizó como eje central para la construcción de estos documentos. Desde las actividades desarrolladas por la AHK como parte de proyectos anteriores hasta los grupos de trabajo y reuniones con cada municipalidad, las actividades con la municipalidad de Parral estuvieron orientadas siempre a entender las necesidades de los actores, las iniciativas pasadas, los problemas de financiación para tratar desechos orgánicos y la retroalimentación de las iniciativas propuestas por BlackForest Solutions.

Desde el principio se entendió la importancia de incluir a la administración pública, las empresas a cargo del manejo de residuos, al sector privado y a la comunidad, con la intención de cumplir con los requerimientos del proyecto y de crear una red orgánica de comunicación que incluyera a los pequeños y grandes generadores de residuos orgánicos.

5.2. Identificación de actores relevantes a partir del informe con el Status Quo

En la Tabla 7 se enumeran los agentes públicos que se consideran fundamentales para la formulación y ejecución de las acciones previstas en el plan de acción. Como responsables o como agentes de apoyo, se espera que estas entidades públicas comprendan la dinámica y contribuyan directamente a cumplir los plazos y objetivos. La

selección de estos actores se basa en los grupos de trabajo sostenidos con la AHK Chile, BFS y la propia municipalidad.

Tabla 7 Actores principales de la municipalidad de Parral (Fuente: BFS, 2022)

Comité Ambiental Municipal de Parral

Departamento de Administración de Educación Municipal de Parral (DAEM)

Departamento de Comunicación Municipal de Parral

Dirección de Desarrollo Comunal de Parral (DIDECO)

Secretaría Comunal de Planificación de Parral

Aparte de los actores listados (Tabla 7), en el informe “Status Quo”, más específicamente, en el capítulo 6 “Mapeo de Socios Potenciales”, es posible constatar el listado de empresas privadas que generan grandes cantidades de residuos orgánicos, así como asociaciones y empresas localmente relevantes para la promoción de la valorización de los residuos orgánicos y la consiguiente desviación de los residuos de los rellenos sanitarios.

5.3. Establecimiento de red de comunicación

Para lograr una retroalimentación constante antes, durante y después de la elaboración del plan de acción, se crearon diferentes estrategias de comunicación enmarcadas en el proyecto para interactuar con las municipalidades. La estrategia de comunicación para desarrollar el plan de acción se estableció de la siguiente forma:

Grupos de Trabajo Digitales

- En donde intercambiaron conocimientos e impresiones de diferentes flancos de la problemática del manejo de residuos orgánicos

Reuniones individuales con representantes del municipio

- Para presentar los resultados de los informes de status quo y la estrategia para elaborar los planes de acción

Reuniones 1-1 en donde se definieron necesidades e iniciativas individuales, y se respondieron preguntas particulares

- Se contó con la participación de Camilo Cáceres, Pablo Dominguez y Claudia Moreira, así como participación de Pablo Fernandois y Mario Aravena por parte del MMA

Reunión de socialización con las municipalidades

- Para presentar los borradores iniciales, donde a cada municipalidad se le presentaron los resultados preliminares de los planes de acción

• Intercambio vía e-mail

- Documentando los progresos de todas las reuniones con las municipalidades y los proveedores

Figura 5 Red de comunicación para el desarrollo del plan de acción (Fuente: BFS, 2022)

De esta forma se logró elaborar un documento que busca ajustarse a las necesidades culturales, políticas y económicas actuales de la municipalidad de Parral.

6. Mapeo de mejores tecnologías disponibles

En este componente se presenta un panorama general sobre las tecnologías más adecuadas (y más ampliamente usadas) para el manejo de residuos orgánicos. Adicionalmente a una descripción detallada de cada tecnología, se presentan brevemente los motivos por los cuales esta tecnología podría o no ser aplicada al contexto de la municipalidad de Parral y en qué escala. Dentro del plan se evaluarán estas mismas alternativas de compostaje teniendo en cuenta la generación de residuos de la Comuna de Parral, así como la viabilidad técnica y financiera de la aplicación de la tecnología en la municipalidad, con el objetivo de cumplir con la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO).

6.1. Compostaje

El compostaje es la descomposición controlada de materiales orgánicos en presencia de oxígeno. El compostaje requiere tres pasos generales:

1. Combinar tipos de residuos orgánicos, como alimentos desechados, recortes de jardín y estiércol;
2. Añadir virutas de madera, papel triturado u otros agentes de volumen para acelerar la descomposición de los residuos orgánicos; y
3. Permitir que el compost se estabilice y madure mediante un proceso de curado.

El producto obtenido del compostaje es el compost, un fertilizante de alto nivel nutricional que puede ser utilizado a niveles industriales para cultivos de varios tipos, o a escala doméstica para jardines, patios, prados, huertas artesanales, etc.

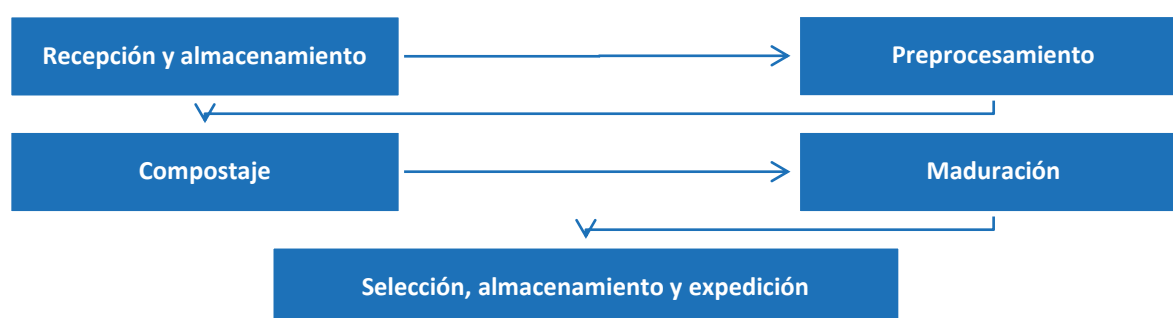


Figura 6 Visión general del proceso de compostaje (BFS, 2022. Adaptado de Schaub & Leonard, 1996).

Los procesos de compostaje difieren en varios aspectos, desde los tipos de residuos orgánicos utilizados y el tiempo de procesamiento, hasta la cantidad de equipos o de espacio necesario para una operación satisfactoria a una determinada demanda. El proceso de compostaje puede llevarse a cabo utilizando desde métodos sencillos hasta tecnologías sofisticadas. Las etapas del proceso de compostaje varían según la tecnología utilizada.

El compostaje tradicional tiene algunas variantes, dependiendo de la escala y los agentes que se utilicen para acelerar o mejorar la calidad del compost. Algunas de estas variantes son presentadas a continuación.

6.1.1. Vermicompostaje

Se denomina vermicompostaje el proceso digestivo de las lombrices que se convierte en una forma de descomposición de la materia orgánica y el tratamiento de los residuos con este método. Según un artículo publicado en la Circular Técnica N.º 29 de la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA, 2009), las especies de lombrices más adaptadas y utilizadas en el vermicompostaje son la *Eisenia foetida* (lombriz roja rayada) y la *Eisenia andrei* (nocturna africana), que además de alimentarse de residuos orgánicos semi-crudos, tienen una gran capacidad de proliferación y un crecimiento acelerado.

Este proceso puede llevarse a cabo en diferentes escalas, desde cajas de plástico hasta estructuras construidas en madera o mampostería, proporcionales a la producción de residuos orgánicos. Pero es necesario hacerlo específicamente de forma cubierta, para que no se escapen las lombrices y para que el exceso de humedad no perjudique el resultado.

Se trata de un proceso que puede considerarse bastante sencillo, en el que básicamente los residuos se depositan en el contenedor de vermicompostaje con la adición de materia seca como serrín o hojas secas. Un punto muy importante para tener en cuenta sobre este proceso es que existen restricciones o limitaciones en cuanto a los residuos que, en grandes cantidades, pueden ser perjudiciales para las lombrices, sobre todo los restos de carne, los cítricos, los alimentos cocinados o con alto contenido en sal.



Figura 7 Visión general del proceso de Vermicompostaje¹

Este modelo de compostaje puede llevarse a cabo en el entorno doméstico, ya sea una casa o un apartamento. Uno de los modelos más comunes son los contenedores apilables en tres niveles, de plástico, con una capacidad variable entre 12 y 60 L. (Oliveira, 2019).

¹ Banco de Imágenes EMBRAPA, en: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/>.

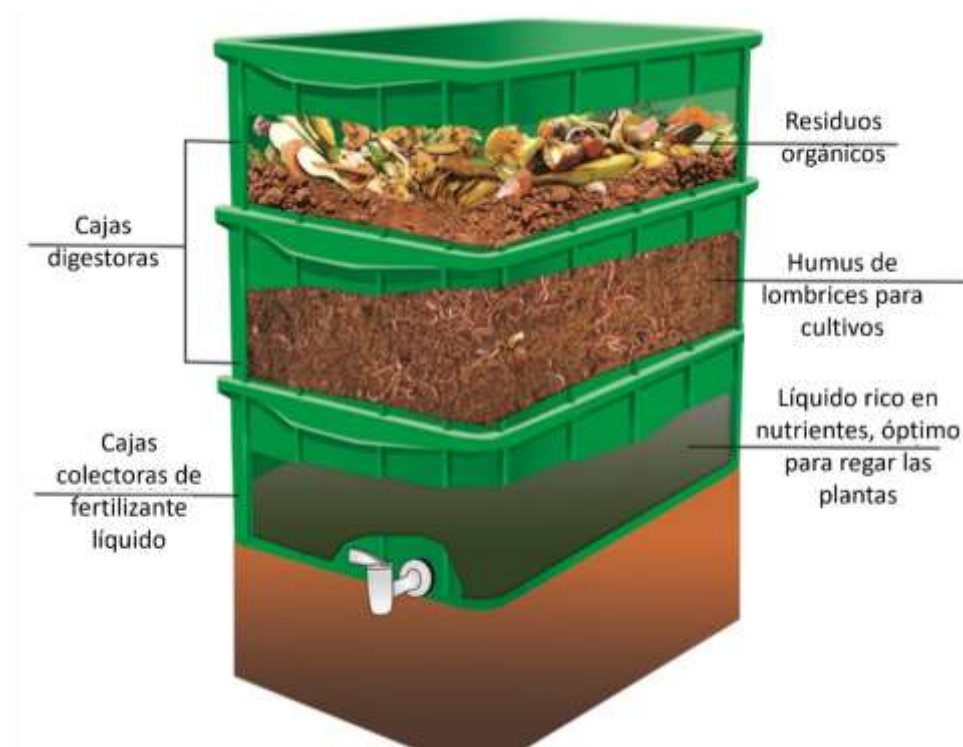


Figura 8 Contenedor de compost de tres niveles (modificado)²

Mientras que los dos primeros recipientes tienen pequeños agujeros para que el líquido pueda escurrirse, la última caja, en el fondo, debe servir únicamente como depósito de abono líquido. Al fin y al cabo, la caja superior debe mantenerse cubierta y forrada con hojas y serrín, tierra y lombriz. Esta es la caja en la que se deben depositar los residuos orgánicos hasta que el contenedor esté lleno. Cuando esté llena, debe ser sustituida por la caja inferior que está vacía para que ésta reciba los residuos. La caja que esté llena debe dejarse reposar durante aproximadamente un mes para que el compost pueda utilizarse para los huertos y las plantas (Brettas, 2022).

Según el artículo “El compostaje doméstico”, una solución para los residuos sólidos urbanos (Oliveira, 2019), algunas de las ventajas y desventajas son:

Ventajas

- Puede utilizarse en casas y pisos
- Muy portátil y fácil de manejar
- No es necesario remover la materia orgánica
- No desprende olores
- Alto poder fermentativo

Desventajas

- Costo de la compra de materiales
- Las lombrices californianas en ocasiones no pueden soportar el calor y mueren
- Hay que reemplazar las lombrices constantemente

² Banco de Imágenes EMBRAPA, en: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/>.

6.1.2. Compostaje en Pilas

Uno de los procesos más frecuentes de compostaje para los residuos sólidos orgánicos a nivel municipal es el proceso de compostaje en pilas. En este proceso, la descomposición de los residuos orgánicos se lleva a cabo a través del proceso aeróbico, donde la introducción de oxígeno en el lecho se produce a través de la rotación periódica de la masa de residuos orgánicos en las pilas de compost. Estos métodos se categorizan como sistemas abiertos, es decir en contacto con el aire exterior. Según el trabajo de tesis de Pohlhammer (2022)³ “Diseño de una planta industrial de compostaje de pilas estáticas aireadas con recuperación de calor”, se describen las distintas alternativas de gestión, que pueden variar desde los sistemas giratorios manuales – que requieren mano de obra, pero menos inversión en tecnología – hasta los sistemas en los que la introducción de oxígeno se realiza a través de una bomba de ventilación. Todas las metodologías tienen en común la alternancia de capas de distinto material con el objetivo de lograr una suficiente relación de temperaturas y humedad. Los lechos pueden ser de varios tamaños y formas, pero obviamente requieren la disponibilidad de un área significativa y específica para el proceso. Este sistema acepta una mayor variedad de residuos orgánicos, como restos de carne y alimentos cocinados. El dimensionamiento de una planta de compostaje de este tipo se basa en la estimación del volumen de residuos orgánicos urbanos.



Figura 9 Visión general del proceso de compostaje en pilas ⁴

6.2. Digestión anaerobia:

La digestión anaerobia (DA) permite a las bacterias descomponen la materia orgánica en ausencia de oxígeno, y puede tratar una gran variedad de compuestos orgánicos. Los productos del proceso de DA incluyen el biogás, una fuente de energía que contiene principalmente metano y dióxido de carbono, y el digestato. El digestato es el material que sobra después de la digestión anaeróbica de los materiales orgánicos. El digestato es rico en nutrientes y puede utilizarse como abono para los cultivos. La descripción de las fases de la digestión anaerobia se muestra a continuación:

Tabla 8 Fases de la digestión anaerobia (Suarez-Chernov et al., 2019)

Fases	Descripción
Hidrólisis	Los residuos orgánicos se depositan en un digestor anaeróbico que contiene tres tipos de microorganismos: bacterias acidogénicas, bacterias acetogénicas y metanógenos.

³ Disponible en <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/186171/Diseno-de-una-planta-industrial-de-compostaje-de-pilas-estaticas-aireadas-con-recuperacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, consultado el 24.10.2022.

⁴ Banco de Imágenes EMBRAPA, en: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/>.

	Los microorganismos comienzan por descomponer a los residuos orgánicos en azúcares y ácidos grasos. La reacción bioquímica se conoce como hidrólisis.
Acidogénesis-Acetogénesis	Las bacterias acidogénicas convierten los azúcares y aminoácidos en dióxido de carbono, hidrógeno, amoníaco y otros ácidos orgánicos.
	Las bacterias acetogénicas convierten los ácidos orgánicos producidos en el paso anterior en dióxido de carbono, hidrógeno y amoníaco.
Metanogénesis	Los metanógenos convierten los productos de los pasos tres y cuatro en un biogás compuesto por 60% de metano y un 40% de dióxido de carbono. El biogás, al ser un componente con un alto valor calorífico, se utiliza para generar calor y producir electricidad.

La digestión anaerobia es una técnica de procesamiento de residuos orgánicos que se puede realizar a pequeña, mediana o gran escala, dependiendo de las necesidades del consumidor. Dependiendo de la configuración, los tanques de almacenamiento y digestión tendrán mayor tamaño y mejor tecnología de control de calidad, permitiendo así producir más cantidades de biogás de mejor calidad.



Figura 10 Visión general del proceso de Biodigestión Anaerobia⁵

En las siguientes figuras se muestran dos posibles configuraciones para el sistema de digestión anaerobia.

⁵ Banco de Imágenes EMBRAPA, en: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/>.

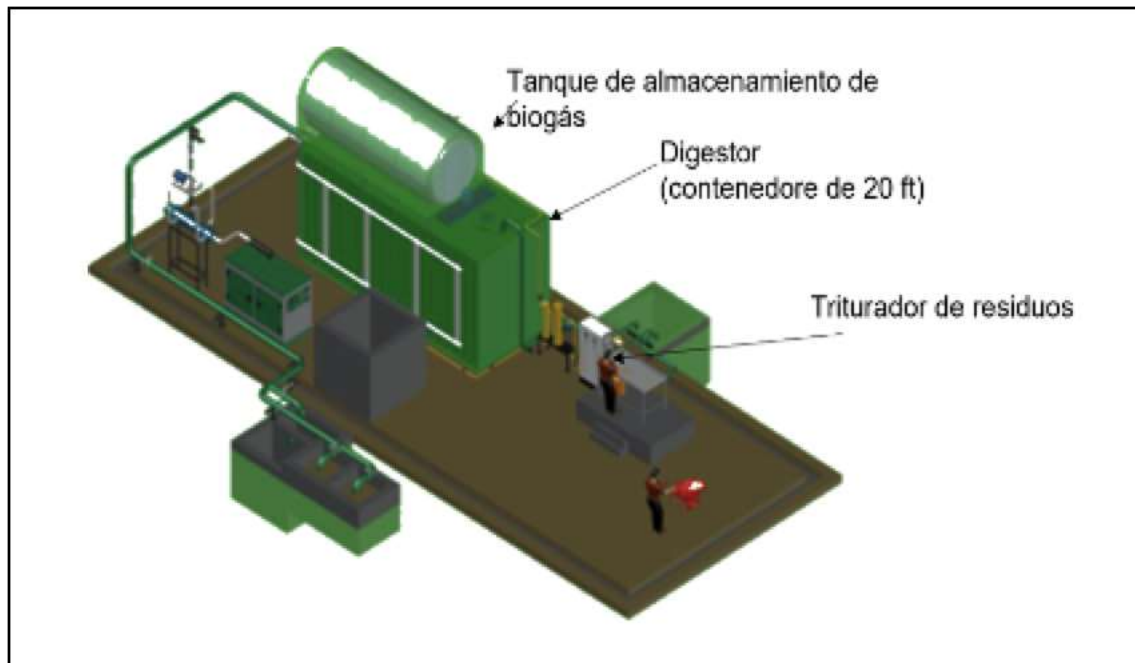


Figura 11 Sistema de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos para 1,5 ton RO/día (Fuente: Bert Energy GmbH, 2021)

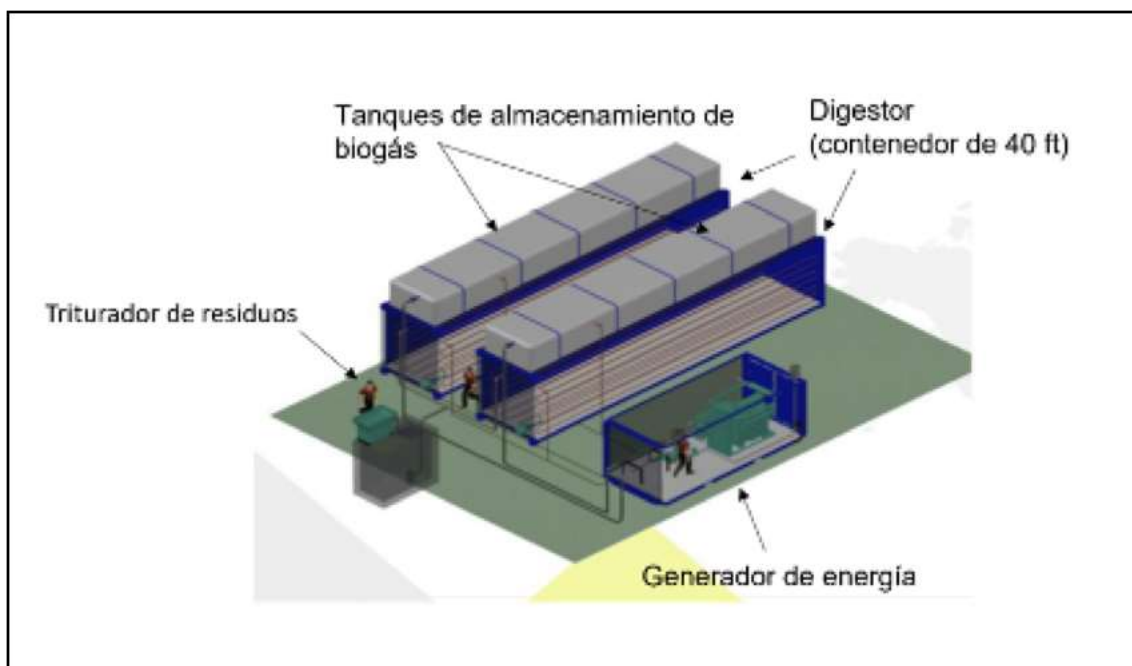


Figura 12 Sistema de digestión anaerobia para el tratamiento de residuos orgánicos para 6 ton RO/día (Fuente: Bert Energy GmbH, 2021)

A continuación, se muestra el proceso paso a paso de la solución tecnológica:



Figura 13 Proceso paso a paso para conversión de residuos orgánicos a biogás (Fuente: BFS, 2021)

6.3. Mosca soldado negra

El tratamiento de residuos orgánicos a partir de mosca soldado consiste principalmente en alimentar el sustrato producido a partir de desechos orgánicos a las larvas de la mosca soldado-negra (BSF), *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae). Dadas las circunstancias adecuadas, las larvas son capaces de reducir el material de desecho en un 50-80% y convertir hasta el 20% del material de desecho en biomasa larvaria en un plazo de ± 14 días (Dortmans B.M.A. et al., 2017). Las larvas crecidas constituyen una excelente fuente de proteínas en la alimentación animal y su venta puede contribuir a reducir los costes de tratamiento de los residuos y a crear posibles oportunidades de ingresos a partir de los residuos orgánicos.

Dentro de las ventajas que existen para el tratamiento a través de mosca soldado negro, las principales son:

- Las larvas contienen un 35% de proteínas y un 30% de grasas, de gran calidad para los criadores de pollos y peces.
- Se reduce el riesgo de transmisión de enfermedades (reducción del volumen de los residuos).
- Consumen los residuos hasta en un 80%.
- El restante después del procesamiento es una sustancia similar al compost.
- No se necesita una tecnología sofisticada, adecuada para los países de bajos ingresos y en desarrollo.

Una planta de tratamiento de residuos orgánicos a partir de mosca soldado-negra consiste, principalmente, en crear un ambiente idóneo para la reproducción de las moscas, que conlleva a la deposición de huevos que al eclosionar se convierten en larvas que consumen los residuos orgánicos pre-procesados. Entendiendo el ciclo de vida de la larva y su proceso de alimentación, se producen un número controlado de lotes de huevos dependiendo de la cantidad de desechos esperada en la planta, de esta manera todas las larvas empiezan el proceso al tiempo y concluyen su máximo período de consumo de desechos simultáneamente. Cada larva puede consumir hasta 200 mg de residuos alimentarios al día, además de poseer la capacidad de acumular y eliminar algunas sustancias tóxicas del compost (Attigbo et al., 2019).

A continuación, se describe brevemente la estructura de una planta de procesamiento de mosca soldado negro:

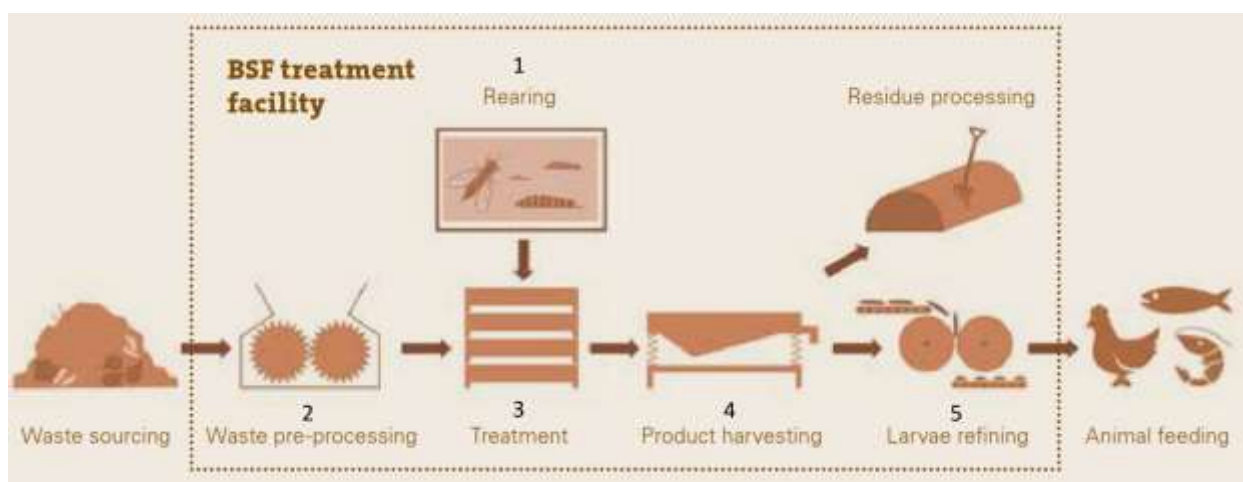


Figura 14 : Estructura básica de una planta de procesamiento de residuos orgánicos utilizando larvas de Mosca Soldado negra. (Dortmans B.M.A. et al., 2017)

1. Criadero: se mantiene un pequeño número de larvas para garantizar una población reproductora estable.
2. Pre-tratamiento: evaluación de los residuos en busca de sustancias inorgánicas y peligrosas, ajuste de la humedad, reducción del tamaño de las partículas a través de trituración.
3. Tratamiento de las moscas: 5 DOL (larvas de cinco días) son alimentados con residuos biológicos en los "larveros".
4. Recolección: antes de convertirse en pupas, las larvas se recolectan y se separan del residuo, que también cuenta con valor nutricional como fertilizante.
5. Refinamiento: tanto las larvas como los residuos se procesan posteriormente. Las larvas se secan, se trituran o se congelan. El residuo se convierte en abono o se digiere.

A pesar de que existe un gran entusiasmo con respecto a estas iniciativas debido a su éxito reciente y la gran capacidad de procesar múltiples tipos de desechos orgánicos, es de importancia entender los requerimientos sanitarios y de espacio que requeriría una planta de este tipo, y tener en cuenta que al ser un método reciente aún hay reservas de algunos científicos con respecto a la capacidad de estos insectos de transmitir algunos patógenos (Muller et al., 2019).

Independientemente de la solución escogida, se entiende que hacer algún tipo de tratamiento de los residuos orgánicos, ya sea a nivel domiciliario, comunitario o sea a nivel comunal, tiene el potencial de mantener la materia orgánica fuera de los rellenos, extendiendo su vida útil y promoviendo adecuación sanitaria, además de reducir emisiones de gases de efecto invernadero y contribuir a la economía circular al concebir los residuos orgánicos como insumos y no como "basura".

7. Mapeo de mejores prácticas para manejo de residuos orgánicos a nivel Latinoamérica

El mapeo de mejores prácticas consiste en recopilar experiencias y casos de éxito de estrategias para manejo de desechos orgánicos implementadas en otros lugares de Latinoamérica y el mundo que puedan ser aplicadas al contexto municipal de Chile, o servir de referencia. Estos casos destacan de otros porque representan transformaciones radicales, fáciles de implementar, transferibles y replicables en el contexto latinoamericano y chileno. Algunos de ellos destacan por su éxito financiero y sostenibilidad en el tiempo, otros se caracterizan por haber logrado cambios en los hábitos en la población con respecto al manejo de residuos orgánicos, todos los cuales son factores relevantes para este plan de acción. A continuación, se presentan algunos ejemplos relevantes para el caso de la región del Maule:

7.1. Venâncio Aires, Rio Grande do Sul, Brasil

Cuenta con una población total de 65.964 habitantes, 24.548 situados en zonas rurales y 41.416 en zonas urbanas, produce mensualmente más de 1.100 toneladas de residuos sólidos urbanos. Antes del comienzo del programa de aprovechamiento, el porcentaje de residuos orgánicos era alrededor del 70% del total de los residuos sólidos municipales. En el año 2019, el municipio de Venâncio Aires participó en una convocatoria pública, "Aviso Público de gestión de residuos sólidos urbanos 2019", lanzado por el Ministerio de Medio Ambiente de Brasil en colaboración con el Consejo Federal de Gestión del Fondo de Defensa de los Derechos Difusos. La propuesta pasó por un proceso de selección técnica en el que participaron 1.135 municipios/consorcios de todo Brasil. Después de la selección, sólo 21 propuestas fueron clasificadas y adjudicadas con los recursos de la Unión, entre ellos la ciudad de Venâncio Aires. El programa "Biodigestores en las escuelas", la propuesta presentada por el municipio consiste en un programa de educación ambiental y gestión adecuada de los residuos producidos en las escuelas mediante acciones prácticas y continuas, acompañado de la instalación de biodigestores en 23 escuelas públicas del municipio. Según el diario local *Folha do Mate*⁶, el coste de adquisición e instalación de biodigestores en 23 escuelas es de R\$ 234.900,00, que equivale más o menos a USD 44.000,00 a fecha de publicación de este reporte. Según el relato del responsable de la escuela de 240 alumnos que sirvió de piloto para el proyecto⁷, a lo largo de un año se reciclaron en el biodigestor unas 2 toneladas de residuos orgánicos procedentes de sobras y restos de comidas escolares.

⁶ <https://folhadomate.com/noticias/geral/definidas-as-empresas-responsaveis-pela-instalacao-pela-instalacao-dos-biodigestores-nas-escolas-municipais-de-venancio/>

⁷ <https://www.uol.com.br/eco/ultimas-noticias/2022/11/12/escola-transforma-restos-de-comida-em-gas-e-reaproveita-2-mil-kg-de-lixo.htm>



Figura 15 Biodigestores en las escuelas de la municipalidad de Venâncio Aires, Brasil. (Portal PMVA, n.d.)

La implantación de estos sistemas se hizo posible gracias a los siguientes elementos:

- La eliminación adecuada, desde el punto de vista medioambiental, de los residuos orgánicos producidos en el entorno escolar, transformándolos en biogás y biofertilizante.
- El biogás puede utilizarse como fuente de energía (combustible) para cocinar los alimentos que se sirven en las comidas. Por lo tanto, hay un ahorro con otras formas de energía (gas, electricidad, etc.).
- El biofertilizante que se produce como producto secundario del proceso de digestión anaeróbica es un abono líquido orgánico, extremadamente beneficioso para las plantas. Se puede utilizar como forma de abono en huertos, huertas y parterres. También puede donarse a los estudiantes y a la comunidad en general cuando se produce en cantidades que superan las necesidades de la escuela.
- El programa puede servir de inspiración para el desarrollo de actividades en diversas materias.

7.2. La Pintana, Santiago, Chile

Población total de más de 200.000 habitantes, ubicados casi en su totalidad en área urbana, con un gran índice de pobreza. La Pintana comenzó en el año 2005 a desarrollar su iniciativa de separación de residuos orgánicos a través de la Dirección de Gestión Ambiental de la Pintana, donde puerta a puerta se fue comunicando a los vecinos la importancia de separar los residuos orgánicos para evitar costos en la comuna. Desde entonces, el municipio está trabajando desde el 2009 con el Sistema Nacional de Certificación Ambiental, donde ha obtenido el cumplimiento de todos los indicadores con nota máxima. El caso de La Pintana es un ejemplo de cómo una comunidad con muy bajos recursos puede obtener excelentes resultados en el manejo de residuos orgánicos, reduciendo los costes de envío a vertederos y creando iniciativas inteligentes que incluyen a la comunidad y generan empleo. La estrategia de La Pintana se divide principalmente en cinco pilares:

- **Programa de compostaje:** la municipalidad procesa a través del compostaje la parte vegetal de los residuos generados en las viviendas y ferias libres, incluyendo también los residuos de las podas de árboles y residuos producto del mantenimiento de áreas verdes. Como producto se obtiene el compost, que luego es utilizado en las áreas verdes de la comuna. Además de dar un uso práctico a los residuos, se refuerza y se fomenta en la población el concepto de manejo apropiado de residuos sólidos, con la finalidad de que los residuos dejen de ser un problema y sean vistos como materia prima reutilizable en nuevos procesos.
- **Plan de creación de jardineras:** Busca el manejo apropiado de residuos sólidos urbanos, construyendo con neumáticos usados y escombros abandonados, jardineras con revestimiento de mortero. El plan pretende recuperar los sitios eriazos con focos de insalubridad producidos por la disposición ilegal de residuos, utilizando las jardineras para bloquear el acceso a camiones con escombros.

- **Reciclaje de aceite usado:** Uno de los proyectos estrella de la comuna, siendo la única de la Región Metropolitana que cuenta con una planta de producción de biodiesel. El municipio recolecta el excedente de aceite de las casas, restaurantes y carritos de sopaipillas (captado también de otras comunas), para convertirlo en biodiesel. Más de un 25% de la flota de camiones municipales se moviliza con el biodiesel obtenido por este plan.
- **Huertos orgánicos:** Un programa de riego y cultivo hidropónico doméstico, de bajo costo y alto impacto. A través de diferentes módulos demostrativos a pequeña escala, se invita a los vecinos de la comuna a establecer cultivos orgánicos en espacios reducidos: patios, antejardines, sitios eriazos, patios de sedes vecinales, escuelas y, sobre todo, en las seccionales ambientales agroresidenciales y agrícola.
- **Labor educativa:** Se realizan una serie de talleres, donde se le enseña a los pobladores a reciclar, cuidar la tierra, construir plazas en sitios eriazos, crear invernaderos, huertos orgánicos, fomentar la tenencia responsable de mascotas, respetar a las especies nativas, etc.



Figura 16 Labores de colección y tratamiento de residuos orgánicos en La Pintana, Chile
(*ENFOQUE-Cómo Un Municipio Pobre y Violento Se Volvió Pionero En Reciclaje En Chile | Reuters, n.d.*)

7.3. Andes, Antioquia, Colombia

Con una población total de 48.676 habitantes de los cuales aproximadamente 22.000 están ubicados en el área urbana, Andes es una municipalidad en el departamento de Antioquia ubicada en la rama occidental de los Andes colombianos a una elevación de 1360 msnm. Desde hace más de 10 años el municipio de Andes comenzó con iniciativas educativas para la separación de residuos, basándose en el mejoramiento de la calidad de vida para los ciudadanos, el mejor control de basuras y para recolectar dineros en especie y en dinero de la gobernación para iniciativas de la municipalidad. Durante los últimos cuatro años se ha incrementado la participación de la comunidad constantemente. El municipio de Andes recoge aproximadamente 150 toneladas de residuos orgánicos mensualmente en su área municipal, los cuales son separados en la fuente por los ciudadanos, recolectados en camiones exclusivos para residuos orgánicos y llevados a una planta de compostaje. El proyecto nació a través de una iniciativa del departamento de Antioquia para soportar emprendimientos alrededor de cultivos y trabajos agrícolas sostenibles, a los cuales la municipalidad de Andes aplicó y ganó. Se dio gracias al esfuerzo de varias entidades a través de un convenio que incluyó varias entidades como: la Gobernación de Antioquia, la FAO, la municipalidad de Andes y la empresa de aseo; gracias a esta cooperación de múltiples sectores y que la municipalidad cumplía con los requisitos de la convocatoria, se adjudicó el proyecto.



Figura 17 Planta de compostaje en pilas en Andes, Colombia. (Planta de Compostaje Regional Para Aprovechar Residuos Orgánicos En Andes » Antioquia Crítica, n.d.)

La planta de compostaje está operada por catorce personas, principalmente madres cabezas de familia, que están encargadas de procesar los desechos recogidos por el sistema sanitario de la municipalidad. Estas personas han recibido diferentes tipos de capacitaciones para el manejo del compost y el compostaje en pilas, incluyendo el tipo de material origen, mezcla y manejo de las pilas, cronograma de evolución del compost, manejo de maquinaria y equipos, etc. Comenzando a partir de los programas educativos de separación en la comunidad, la creación de una cultura de manejo de residuos consciente en la municipalidad, pasando por iniciativas gubernamentales y municipales para conseguir recursos e incluir poblaciones vulnerables en estas iniciativas, la municipalidad de Andes ha evolucionado progresivamente hasta convertirse en un caso de éxito a nivel nacional e internacional. La planta de compostaje ha crecido tanto en espacio y personal como en tecnificación, y hoy beneficia a más de 127.000 personas, pues se transforma por residuos orgánicos en abono para cultivos de café, al procesar hasta 15 toneladas de residuos orgánicos por día (1) *Compostaje: Uso Inteligente de Los Desechos Orgánicos - TvAgro Por Juan Gonzalo Angel Restrepo - YouTube, n.d.*). Dadas las ampliaciones realizadas a la planta, recibe actualmente residuos orgánicos de otras municipalidades aledañas como Ciudad Bolívar, Jardín, Salgar, Hispania y Betania, donde no solo previene la liberación de gases efecto invernadero, sino que evita olores, proliferaciones de plagas y roedores, así mismo, disminuye la producción de lixiviados (Planta de Compostaje Regional Para Aprovechar Residuos Orgánicos En Andes » Antioquia Crítica, n.d.).

7.4. Olavarría, Buenos Aires, Argentina

Según la página web de la iniciativa Programa de Gestión Integral de Residuos Olavarría (GIRO), se considera que la población local es de 120.000 habitantes. Olavarría se encuentra en el interior de Argentina, más precisamente a cerca de 360 km de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Giro es un programa dedicado a promover la mejora del sistema local de gestión de residuos sólidos, desarrollado por el Municipio de Olavarría⁸ y la Fundación Delterra.org⁹. En otras palabras, el programa pretende crear un modelo replicable, económicamente sostenible e inclusivo de gestión de residuos municipales en Argentina.

Según los datos del propio programa, Olavarría tenía una tasa de reciclaje formal inferior al 1%. Mediante una combinación de participación de la comunidad y los trabajadores, cambios en los servicios de recogida, creación de infraestructuras e innovación del modelo empresarial, se está desarrollando un modelo de transformación

⁸ <https://www.olavarria.gov.ar/>.

⁹ <https://delterra.org>.

del reciclaje y el compostaje para tratar los residuos generados a nivel municipal. A petición de los consultores de BlackForest Solutions, los profesionales de GIRO compartieron algunas cifras operativas para ilustrar los avances logrados en 2021, año de prueba de la iniciativa. Entre el 5 de marzo y el 31 de diciembre, se recogieron 33 toneladas de RSO en los hogares. El destino de estos residuos es una planta de compostaje en pilas construida a menor distancia del centro de la ciudad que el relleno sanitario. Estos datos no pueden ser verificados técnicamente.



Figura 18 Planta de compostaje de Olavarría¹⁰

También en 2021 se puso en marcha un proyecto piloto para la recogida de algunos grandes generadores, como fruterías y ferias. El proyecto GIRO también cree en la desviación de los residuos sólidos a través del compostaje doméstico y, por ello, promueve talleres mensuales sobre cómo llevar a cabo el vermicompostaje. Se informó de que se espera un aumento significativo de los volúmenes tratados a finales del año 2022, ya que el programa sirve ahora a 5 zonas diferentes de la ciudad, durante 6 días a la semana. La iniciativa cuenta con el apoyo institucional activo de la Intendencia de Olavarría, así como de la Secretaría de Desarrollo Económico y de la Subsecretaría de Empresas e Inversiones del Municipio. Alliance to End Plastic Waste (AEPW) y Amcor - empresa mundial de fabricación de envases - son dos importantes socios de Delterra en Argentina, y participan activamente en el financiamiento y seguimiento del programa GIRO.

¹⁰ Foto publicada en 2021 por la página oficial de Facebook de GIRO. (Recuperado el 20/08/2022).

8. Plan de Acción

8.1. Objetivos del Plan de Acción

La información recolectada durante el desarrollo de los informes de línea de base para cada municipalidad, acompañado de las reuniones de intercambio sostenidas, demostraron que a pesar de que existen iniciativas para manejo de algunos residuos orgánicos, en general existe una falta de conocimiento técnico y administrativo para asegurar la sostenibilidad de estas, aparte de una falta en la planificación de acciones interconectadas para la mejora progresiva de la gestión de tales desechos. El plan de acción considera los aspectos individuales de cada municipio como parte fundamental de la estrategia para desviar los residuos orgánicos de los vertederos. Para lograr los resultados esperados por el ENRO, el plan se divide en acciones a corto, medio y largo plazo. El plan de acción ajustado para cada municipalidad cuenta principalmente con los siguientes objetivos:

1. Entendiendo el funcionamiento de los sistemas de manejo de desechos sólidos Urbanos y la jerarquía presente dentro de todas las iniciativas de manejo de residuos, el **primer objetivo es incentivar la separación de residuos orgánicos en la fuente a todos los actores involucrados en el sistema económico, pero principalmente a los ciudadanos, a través de iniciativas de manejo de desechos orgánicos a escala pequeña con fuertes componentes de educación y sensibilización**. Estas iniciativas “piloto” no solo constituyen la primera acción inmediata que se encuentra dentro de las capacidades financieras y logísticas de la municipalidad, sino que es el insumo base con el que se construirá un plan a largo plazo que pretende familiarizar a la comunidad con la importancia de la separación de residuos orgánicos de los residuos inertes (para facilitar la valorización de ambos), incluyendo a las nuevas generaciones, para facilitar la transición cultural hacia un modelo de economía circular que incluya iniciativas a mayor escala en los años venideros.
2. Partiendo de las reuniones realizadas con las municipalidades, se conocieron las diferentes iniciativas que cada municipalidad ha desarrollado anteriormente en el tema de desechos orgánicos, por lo cual el **segundo objetivo es proponer una red de cooperación entre las municipalidades involucradas en este proyecto con el objetivo de aprender de los éxitos y errores de las iniciativas pasadas para implementar las nuevas estrategias que serán propuestas dentro del mismo plan de acción**. Esto incluye refinar las prácticas anteriores, reactivar las iniciativas que se puedan reactivar para ahorrar dinero y trabajo y empalmar las actividades realizadas en el pasado con las propuestas en los diferentes escenarios propuestos para este plan de acción.
3. Es de suma importancia la socialización con la comunidad una vez se inicie cualquier proyecto, ya que de la aprobación y participación de la comunidad depende fundamentalmente el éxito de cualquier iniciativa. Por tanto, el **tercer objetivo** está enfocado a **promover la divulgación transparente y activa de las iniciativas presentes dentro del plan de acción**, contando siempre con la comunidad como primer insumo de retroalimentación para construir estrategias efectivas.
4. Reconociendo el problema de desfinanciación (o como se menciona en este documento, “sistema deficitario”) que sufren las iniciativas de manejo de desechos, aseo y ornato en el país, el **cuarto objetivo** contempla **la búsqueda activa de mecanismos de financiación para los proyectos contemplados dentro del plan de acción (y otros que puedan surgir durante la transición al cumplimiento con los lineamientos de la ENRO) alineados a la valorización de los residuos orgánicos**. Dentro del plan de acción hay un capítulo dedicado exclusivamente a las posibilidades de financiamiento a través de programas gubernamentales (ver capítulo 9), así como algunos casos de éxito e instrucciones iniciales sobre cómo acceder a estos programas. Sin embargo, es de importancia resaltar que, teniendo en cuenta la insustentabilidad de seguir enviando a relleno sanitario miles de toneladas de residuos e incurriendo en innumerables costos, las estrategias descritas en el plan de acción también plantean un “ahorro” o “redireccionamiento” de los recursos al valorizar estos residuos e implementar nuevas prácticas para su manejo. Al promover soluciones económicamente

sustentables, se desmitifica el manejo de orgánicos como “un costo adicional” para la municipalidad y se convierte en un nicho de activación económica.

5. Finalmente, el **objetivo general** de este plan de acción contempla **las directrices institucionales necesarias para que el manejo de residuos en las municipalidades no sufra desfinanciamiento a largo plazo, principalmente causados por lo poco efectivas que resultan las leyes actuales en cobrar a los generadores de residuos de manera equitativa y consecuente con la cantidad de residuos producida por cada uno, la falta de sanciones para asegurar el cumplimiento de la legislación existente, y la falta de una estrategia a nivel regional y nacional** que incluya políticas para que Chile se adhiera a los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas y finalmente se encamine al país a un futuro sostenible en el marco de la economía circular.

8.2. Estructura del plan de acción

El Plan de Acción se desarrolló para cumplir los objetivos establecidos en la ENRO, es decir, **valorizar el 30% de los RSO para 2030 y el 66% de los RSO para 2040**. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta las limitaciones de ingresos de cada municipio, la disponibilidad de tecnología, la capacidad de compromiso de la comunidad local y, principalmente, la madurez del sistema de gestión de residuos en la recogida de los residuos segregados en origen. El plan de acción abarca desde actividades de planificación por parte de los organismos responsables hasta actividades de ejecución centradas en garantizar el compostaje de los residuos. Los plazos considerados para el desarrollo del Plan de Acción se presentan en la gráfica siguiente:

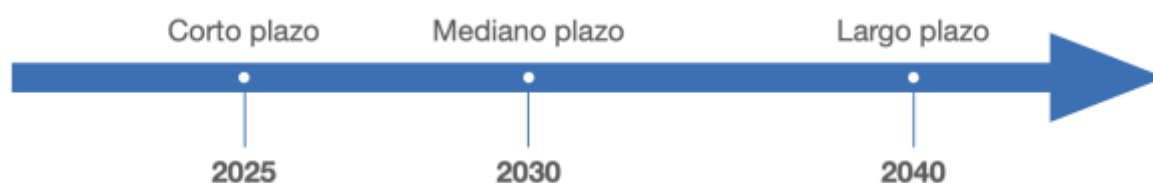


Figura 19 Plazos establecidos para el plan de acción (BFS, 2022).

De esta manera, las propuestas presentadas estarán ajustadas de la siguiente manera:

- **Corto plazo:** acciones que comprenden el lapso de tiempo inmediatamente después de la entrega de este informe hasta <2 años. Estas acciones estarán enfocadas en iniciativas a pequeña escala con fuertes componentes de educación y sensibilización diseñados a familiarizar a la población con el problema de manejo de residuos orgánicos, estimular la separación en la fuente y compartir impresiones para implementación de las siguientes soluciones.
- **Mediano plazo:** acciones que toman las iniciativas de corto plazo como base para escalar el esquema de valorización de residuos orgánicos, aumentando el impacto y el alcance al 30% de los desechos generados en la comuna. Otros indicadores, como número de composteras y número de escuelas involucradas también están contemplados.
- **Largo plazo:** todas las acciones anteriores más una inversión considerable para una solución a largo plazo que incluya la valorización de los residuos orgánicos están contempladas en este escenario. De tal forma, se espera desviar el 66% de los residuos del vertedero, potenciar las iniciativas a nivel domiciliar y de comuna y fortalecer el sistema legislativo para asegurar el financiamiento de una planta para el procesamiento de residuos orgánicos, o una red de transporte idónea que lleve los residuos a otras plantas de tratamiento aledañas.

8.3. Descripción de las acciones propuestas

Para cada una de las acciones propuestas dentro del plan de acción, se ofrece una descripción detallada de la actividad propuesta e instrucciones claras de cómo ejecutarla satisfactoriamente.

Las actividades del plan de acción -para corto, mediano y largo plazo- están clasificadas en:

- A. Actividades de planeación,
- B. Actividades preparatorias,
- C. Actividades de sensibilización,
- D. Actividades de montaje e instalación, y
- E. Actividades de implementación y evaluación.

8.3.1. Plan de acción a corto plazo:

- Programa de compostaje domiciliario con aproximadamente 6000 vermicomposteras domiciliarias giratorias (3-4 kg de residuos por semana) dirigido a cerca de un tercio de los hogares en la municipalidad de Parral.
- Programa educativo de separación en la fuente con 3 o 4 composteras de mayor tamaño (300 litros) ubicadas estratégicamente en localidades “piloto” como escuelas, ferias libres, juntas de vecinos. El programa educativo será la piedra angular de las iniciativas a corto plazo, mientras que el acompañamiento tecnológico de composteras y vermicomposteras será el vehículo utilizado para familiarizar a la comunidad con temas de manejo de residuos orgánicos. El programa educativo consistirá en sesiones de sensibilización, material didáctico, jornadas de acompañamiento y sesiones de divulgación. Lograr familiarizar a la comunidad con la separación en la fuente es crucial para implementar las estrategias a mediano y largo plazo, que sí tienen un objetivo en toneladas de desechos prevenidas.
- En las localidades piloto se hará seguimiento a estas estrategias, con el objeto de divulgar su funcionamiento, crear impacto y socializar con puntos clave de la comunidad la posibilidad de manejar los residuos orgánicos.

Objetivo principal: Educación y sensibilización de la comuna en el manejo correcto de desechos orgánicos para que la operación de estaciones de tratamiento a mediano y largo plazo sean exitosas.

A. Actividades de planeación:

Planeación de un programa de separación de residuos en la fuente a partir: distribución de vermicomposteras domiciliarias a 6.000 viviendas y un programa piloto de composteras de mayor volumen en escuelas. Como base para introducir otras iniciativas de manejo de residuos orgánicos en la municipalidad de Parral, se debe comenzar con un programa educativo dirigido a la población general acompañado de pequeñas iniciativas piloto, haciendo énfasis en las localidades que ya cuentan con instalaciones o iniciativas previas (escuelas catastradas) y manteniendo siempre la intención de reforzar la separación en la fuente.

La distribución masiva de vermicomposteras a una parte de la población pretende familiarizar a la población de diferentes sectores con las ventajas de la separación de los residuos orgánicos. Para la estimativa del número de composteras, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda (INE, 2018), en promedio actualmente viven unas 2,3 personas en cada casa en la municipalidad de Parral. Estas cifras se basan en el número de propiedades registradas en la comuna (17.448 viviendas). A partir de los datos mostrados en la Tabla 2 se sabe que cada persona produce una media de 1,03 kilos de residuos al día y que el 60% de estos residuos son orgánicos, por lo que se producen unos 44,2 kg de residuos orgánicos al mes en cada casa o 0,04 toneladas.

Para cumplir el objetivo de que el 30% de los RSDO sean tratados/desviados necesitamos dar cobertura a 5.513 viviendas en 2030.

Es de importancia enfatizar que la disponibilidad de las vermicomposteras domiciliarias y su cantidad están sujetas a las opciones de financiamiento disponibles a la municipalidad (presentadas en el capítulo correspondiente de este plan de acción). De no ser posible contar con el presupuesto para todas las soluciones tecnológicas y el personal necesario para operarlas, se pueden realizar varias rondas para aplicar a financiamiento e implementar las composteras a medida que se reciban (ejemplo: solicitar presupuesto para 500, empezar la iniciativa con este número, desarrollar las medidas del plan de acción y continuar con la segundar ronda de aplicaciones para financiamiento).

Para desarrollar este programa educativo, se requieren los siguientes pasos:

A.1. Determinación de los profesionales requeridos para ejecutar el proyecto: seleccionar al menos un (1) miembro de la municipalidad para liderar el proyecto con experiencia en esquemas de bio-separación y tratamiento y gestión de proyectos. Esta persona estará a cargo de seleccionar y vincular, en caso de que sea necesario, más profesionales para el desarrollo del proyecto. Dentro de las responsabilidades del líder de proyecto se incluyen: determinar la viabilidad de las propuestas realizadas por los miembros de la comunidad teniendo en cuenta experiencias previas de éxito o dificultad implementadas, coordinar la comunicación entre comunidad y municipalidad, organizar a los voluntarios y sus actividades dentro del proyecto, presentar informes finales, etc. Este profesional estará a cargo de involucrar adicionalmente todos los sectores planeados para esta actividad (escuelas, ferias libres, supermercados, juntas de vecinos, viviendas, etc.).



Figura 20 Comité ambiental municipal de Parral. ¹¹

A.2. Definición de responsabilidades de cada profesional seleccionado: celebrar los acuerdos de compromiso internos que especifiquen las responsabilidades de cada uno de los profesionales de DIDECO involucrados en el proyecto, así como un documento adicional donde se sugieran las actividades recomendadas para cada voluntario que se postule.

A.3. Formación de los profesionales seleccionados: listar cursos de capacitaciones en 'tratamiento de orgánicos' y 'programas de financiamiento' y/o promover capacitaciones usando la experiencia del equipo interno. La formación de los profesionales incluye cursos, videos, webinarios, material didáctico y demás informaciones que

¹¹ Publicado en el perfil de Facebook de la municipalidad de Parral <https://www.facebook.com/parralcac/>.

contribuyan a dar a los coordinadores del proyecto la información necesaria para realizar y enseñar a realizar el tratamiento de desechos orgánicos a través de composteras y vermicomposteras.

A.4. Recolección de datos de base y análisis: revisar los programas previos, visitar los sitios potenciales para composteras. Esto incluye, además, realizar encuestas en colegios, ferias libres, supermercados y juntas de vecinos orientadas a entender la cantidad de residuos producidos en cada uno de estos focos generadores, las iniciativas actuales de manejo de estos. Este insumo constituirá la base de datos inicial para la continuidad del plan de acción a corto, mediano y largo plazo.

A.5. Determinación de las localidades piloto: realizar el análisis cualitativo y catastral de los establecimientos preseleccionados para encontrar las localidades que manejen la mayor cantidad de residuos y cuenten con un espacio para establecer una compostera. Una vez realizada una evaluación de la cantidad de escuelas y predios educativos existentes en la municipalidad, se seleccionarán aquellas que cuenten con las mejores condiciones para llevar a cabo un proyecto piloto de compostaje, es decir: espacio idóneo para la instalación de la compostera y sus productos, producción significativa y constante de residuos orgánicos (en volumen por semana), mayor número de estudiantes y empleados, cercanía a centros urbanos donde se pueda hacer la socialización de los resultados, etc. Adicionalmente, se dará prioridad a aquellas escuelas que ya hayan participado exitosamente de manera previa en iniciativas similares, que puedan demostrar que cuentan con un equipo de estudiantes y miembros administrativos con fuerte motivación para estas iniciativas de manejo de residuos, que presenten un plan para implementar contenidos sobre manejo de residuos orgánicos en su malla curricular, o que actualmente cuenten con una compostera (en uso o no) que se pueda utilizar para el programa piloto y evitar una segunda inversión.

A.6. Selección del tipo de contenido para los programas educativos: seleccionar, de acuerdo con los tipos de establecimientos seleccionados, el material adecuado para cada público, entendiendo las necesidades de cada uno de los actores y trabajando cercanamente con los expertos para promover contenido práctico, accesible y poco técnico. La elaboración del contenido debe ajustarse al presupuesto de la municipalidad, a las plataformas de acceso y difusión comunes en la municipalidad de Parral, poco lenguaje técnico, ajustes necesarios para que sea accesible a niños, contenidos replicables que no requieran de mucho esfuerzo para almacenar, transportar y difundir, y finalmente un registro de todos los lugares y medios donde este contenido sea transmitido. Algunos ejemplos sobre tipos de contenido de alto impacto son: folletos indicativos sobre los tipos de residuos orgánicos y cómo lograr compost de alta calidad acompañados de kits de semillas para dar uso al compost, talleres para niños para familiarizarlos con el vermicompostaje y motivar a las familias a acercarse a este tipo de esquemas, cuñas y notas radiales de menos de un minuto explicando la importancia de la separación de residuos en la fuente, etc.

A.7. Determinación de indicadores de monitoreo: determinar cada cuánto y qué indicadores se van a utilizar para monitorear las composteras, por ejemplo, volumen de residuos, o número de actividades realizadas con la comunidad, o cantidad de compost producido, etc. Para esta evaluación se determinarán puntualmente las fechas y plazos utilizados para controlar la iniciativa educativa y de composteras en el hogar, así como el procesamiento de los datos recolectados y el proceso a seguir una vez sean recolectados estos datos. Una proporción adecuada de composteras y vermicomposteras activas es superior al 80%, esto se puede lograr haciendo seguimiento a los hogares y escuelas cada tres meses y emitiendo acciones correctivas o de acompañamiento en los casos en los que sea requerido. De igual forma, se deben realizar reportes anuales (mínimo) en el mes de diciembre, donde se evalúen los indicadores mencionados y se presentan estrategias para mejorar el nivel de participación de la población en el año siguiente.

B. Actividades preparatorias

Preparación y aplicación de los procedimientos de adjudicación para manejo de composteras con acompañamiento educativo. Consiste en realizar todas las actividades preparatorias enmarcadas en la compra, funcionamiento y mantenimientos de las composteras, incluyendo procesos licitatorios y demás:

B.1. Estructuración de los parámetros técnicos de los equipos: explicar detalladamente las especificaciones técnicas de las composteras y vermicomposteras en un documento, así como el rol que van a cumplir y las condiciones que deben cumplir los productos ideales. Este documento está orientado a encontrar los proveedores y productos idóneos para el programa a corto plazo, incluyendo los volúmenes de residuos que debe manejar cada compostera, los materiales en los que pueden estar construidas, tamaño y peso ideal, equipos y herramientas adicionales (como palas, bolsas, canecas, bidones), etc. Se puede acceder, a través del ANEXO VII, al compilado de potenciales proveedores nacionales para estos equipos, sin embargo, es la labor de la municipalidad recolectar informaciones de todos los productos ofrecidos y seleccionar los más adecuados para este propósito.

B.2. Asignación de equipo responsable: nombrar, a través de la municipalidad y a partir del equipo escogido en A.1., una persona delegada a cargo de la instalación y monitoreo de las composteras, así como de hacer el seguimiento al progreso del programa educativo en cada uno de los establecimientos seleccionados. Incluye: miembros de la municipalidad, miembros de la comunidad, subcontratistas. Durante esta fase no solo se realizará la firma de actas de compromiso y contratos correspondientes a las actividades de distribución e instalación de los equipos, sino que también se distribuirán las tareas entre los voluntarios y funcionarios para todo el proceso. Finalmente, se deberá elaborar una licitación para los servicios de seguimiento e instalación del equipo, donde los miembros responsables de la comunidad estarán encargados de supervisar la ejecución del servicio durante el tiempo que sea tercerizado.

B.3. Búsqueda de mecanismos de financiamiento: celebrar reuniones con potenciales actores que contribuyan al financiamiento del esquema y escritura de documentos oficiales con el objeto de solicitar este financiamiento a tales organismos (municipalidad, gobierno central, juntas de vecinos, financiación privada, etc.). Esta fase preliminar consiste principalmente en, a partir de las estimaciones financieras entregadas con este informe, llegar a un acuerdo preliminar sobre un monto aproximado necesario para la implementación del esquema, y comenzar el contacto con las personas adecuadas en el Ministerio de Medio Ambiente, SUBDERE, etc. Esta actividad se realizará en colaboración con SECPLAN o DIDECO. Una vez se tenga una cotización detallada explicando el uso de los fondos que se pretenden utilizar, se debe comenzar a realizar la aplicación a través de los mecanismos disponibles. Durante el capítulo 9 del presente informe, se presenta un resumen de algunos de los múltiples mecanismos de financiación discutidos durante el proceso de elaboración del plan de acción y el presente informe. Al remitirse a esta sección es de importancia seleccionar el mecanismo que más se ajuste a las necesidades de la municipalidad.

B.4. Compra y recepción del equipo seleccionado: coordinar la compra y recepción del equipo seleccionado, así como la ubicación correcta en el lugar donde será instalado. Incluye coordinar la logística con la escuelas o establecimientos para iniciar su operación inmediatamente después de ser recibido, así como el diseño de un plan para la entrega de las composteras a cada una de las viviendas de la municipalidad (recolección o entrega).



Figura 21 Rivera Composta, proyecto piloto de compostaje doméstico en el norte de Uruguay
(Rivera Composta: Se Presentaron Resultados Intermedios Del Primer Piloto de Compostaje Doméstico En El Norte Del País - CEMPRE Uruguay, n.d.)

C. Estrategia publicitaria

Estas actividades están orientadas a la divulgación y socialización del esquema de separación y valorización de residuos orgánicos a través de composteras. Determinación de un grupo de 1-2 personas para publicitar la iniciativa: escoger, a través de la municipalidad o de colaboración con la comunidad, una o dos personas con conocimientos básicos en publicidad, mercadeo, diseño gráfico o audiovisual, para estar a cargo de las estrategias de mercadeo y publicitarias que se implementarán para dar a conocer la estrategia de manejo de orgánicos.

C.1. Creación de comunicados de prensa para los medios locales: redactar comunicados de prensa o entradas en blogs o mensajes de radio (cualquiera que sea el medio más popular y eficiente de difusión en la municipalidad) describiendo de manera atractiva la iniciativa para manejo de residuos orgánicos e invitando a la comunidad a participar activamente.

C.2. Creación del mensaje central de la campaña incluyendo un video de divulgación: crear un “eslogan” o una frase publicitaria que atraiga la atención del público y que dé un valor de remembranza y fácil reconocimiento para que los ciudadanos se acostumbren a la iniciativa y sientan curiosidad por participar.



Figura 22 Eslogan "La orgánica no son sobras" como parte del programa de manejo de RSO en San Vicente del Raspeig, España. (*Quinto Contenedor de Materia Orgánica En San Vicente Del Raspeig, n.d.*)

C.3. Creación de un video de entrenamiento para el manejo de las composteras: realizar un video educativo con lenguaje sencillo orientado a enseñar a las escuelas cómo manejar la compostera. La grabación, edición y divulgación de este video es de alta importancia ya que constituye uno de los materiales que se puede replicar infinitas veces sin costo adicional y permanecerá vigente durante toda la duración del proyecto.



Figura 23 Cuadro de un video sobre taller de compostaje publicado por GIRO Olavarría. (*Taller de Compostaje GIRO - Clase 1 - YouTube, n.d.*)

C.4. Establecimiento de una página web o social media para el proyecto (o utilizar recursos existentes): crear un sitio web que contenga toda la información sobre el proyecto -legal, financiera, cultural, ambiental, económica- para que los ciudadanos tengan un recurso multimedia que puedan consultar fácilmente y al que las jóvenes generaciones pueden acceder también. Dar uso a páginas web u otros perfiles en redes sociales de

la municipalidad en caso de que ya existan. Los elementos más importantes que debe contener este sitio web son: descripción general del proyecto, ordenanzas y leyes pertinentes al manejo actual de residuos sólidos de la municipalidad, descripción de la problemática ambiental que conlleva el manejo incorrecto de residuos orgánicos, información sobre el origen de los fondos y mecanismos financieros para llevar a cabo estas iniciativas, y por último una descripción detallada de los logros obtenidos a través de la implementación de los nuevos esquemas acompañado de fotos oficiales tomadas por miembros de la municipalidad participando de estas actividades con la comunidad. [La Pintana](#) tiene un sitio web en desarrollo que puede servir de ejemplo.

C.5. Diseño de posters o panfletos comunicativos: diseñar todo el material que se pondrá a disposición de la comunidad para popularizar el mensaje. Incluye panfletos, posters, pancartas, diseños para páginas web y redes sociales, etc.



Figura 24 Material audiovisual publicado por la AHK Uruguay promoviendo el compostaje de residuos orgánicos. Fuente: AHK, 2022.

C.6. Preparación del documento de preguntas frecuentes: dedicar una sección exclusiva para FAQ (preguntas frecuentes) dentro del sitio web utilizado donde los ciudadanos se puedan remitir cuando tengan preguntas básicas que correspondan al funcionamiento del esquema.

C.7. Establecimiento de una línea de ayuda: si es posible, establecer una línea de ayuda gratuita donde los ciudadanos puedan llamar a pedir soporte sobre sus composteras, o a hacer preguntas sobre cómo involucrarse en el esquema de separación y valorización de residuos orgánicos. De no ser posible por falta de personal o recursos, esta actividad puede ser reemplazada por una aplicación sencilla interactiva donde el usuario navegue ciertas opciones hasta encontrar la respuesta a su pregunta, tipo FAQ interactivo.

C.8. Desarrollo de material para las capacitaciones: elaborar el material educativo para las sesiones de capacitación a dictar en escuelas y hogares, incluyendo presentaciones, videos, pancartas, folletos, actividades didácticas, etc., que serán aplicadas durante las sesiones de entrenamiento dirigidas a ciudadanos y otros miembros de la comunidad.



Figura 25 Guía del programa de reciclaje de la ciudad de Portland, Estados Unidos. (*Garbage, Recycling, and Compost / Portland.Gov, n.d.*)

C.9. Sesiones de entrenamiento para los grupos seleccionados: educar a la ciudadanía en los diferentes conocimientos en tratamiento de orgánicos y promover capacitaciones usando la experiencia del equipo interno. La formación de los ciudadanos incluye cursos, talleres, videos, webinaris, material didáctico y demás informaciones que contribuyan a dar a los coordinadores del proyecto la información necesaria para realizar y enseñar a realizar el tratamiento de desechos orgánicos a través de composteras y vermikomposteras.

D. Montaje de equipos

Las actividades descritas están diseñadas a orientar sobre el montaje o instalación de las composteras y demás equipos necesarios para el funcionamiento óptimo del esquema.

D.1. Distribución puerta a puerta del equipo (composteras, canecas de orgánicos, bolsas) + material informativo: esta actividad está dedicada a entregar los equipos (composteras domiciliarias) más los implementos necesarios para su manejo correcto y el material de explicación pertinente en cada una de las ubicaciones, coordinado por la municipalidad y ejecutado por un equipo consultor. Es de importancia que la municipalidad supervise de cerca que los ciudadanos que reciban sus equipos firmen un registro inventariado de lo que se les ha entregado, verificando el buen estado y comprometiéndose darle un uso estrictamente personal (no comercial) y a cuidar del equipo. También es de importancia que la municipalidad tenga un registro claro del inventario recibido por el consultor vs. el inventario entregado a los ciudadanos.



Figura 26 Utilización de vermicompostera doméstica en Salvador de Bahía, Brasil (*Aprenda a Fazer Compostagem Em Sua Casa - Jornal Correio, n.d.*).

D.2. Instalación del equipo en los lugares correctos incluyendo instrucción sobre manejos y cuidados: con ayuda de los proveedores o de los beneficiarios por el programa, llevar a cabo la planeación y la instalación correcta de las composteras en cada una de las localidades seleccionadas.



Figura 27 Niños en la vermicompostera de la Escuela Municipal Cerro Azul, Curitiba, Brasil.
(*Escolas Ensinam Reaproveitamento Com o Uso de Composteiras - Prefeitura de Curitiba, n.d.*)

E. Evaluación e implementación

Todas las actividades enmarcadas en evaluar el rendimiento y la eficiencia de las iniciativas instauradas, así como de la retroalimentación durante sesiones de intercambio, percepción de la comunidad, puntos a mantener y a mejorar, optimización futura y escalabilidad.

E.1. Evento de lanzamiento: coordinar la logística y preparación del evento de lanzamiento de esta iniciativa municipal, donde se invitará a la comunidad a enterarse de los objetivos de la iniciativa, los beneficios que traerá a la comunidad, la importancia ambiental (y económica) de empezar a desviar los residuos orgánicos del relleno sanitario, las muchas oportunidades a futuro que se podrían materializar si se logra la participación de la comunidad, y cómo participar.

E.2. Monitoreo de resultados del esquema implementado: entre 4 y 8 semanas después del evento de lanzamiento de estas iniciativas, se debe hacer un control y monitoreo con encuestas especializadas para cada localidad donde la comunidad tenga la oportunidad de expresar las inconformidades o problemas que esté sufriendo con el esquema; de la misma forma se realizarán evaluaciones periódicas después de esta primera. Ejemplos de preguntas son:

- ¿Está haciendo uso actual de la vermicompostera? (sí, no, a veces)
- ¿Con qué frecuencia utiliza la vermicompostera? (valores de 1-5)
- ¿Encuentra usted difícil separar sus residuos orgánicos? (valores de 1-5)
- ¿Requiere usted de asistencia adicional para utilizar su vermicompostera mejor? (sí o no)
- ¿Cuáles son las dificultades que enfrenta para dar uso correcto a su vermicompostera? (opciones: no sabe cómo usarla, no sabe qué residuos utilizar, le molestan los olores, etc)

La municipalidad de Santiago de Chile publicó un informe de resultados sobre percepción llamado “Diseño de Herramientas para la Medición de Calidad de Atención y Satisfacción de Usuarios y Usuarías en 14 Servicios de la Municipalidad de Santiago”, disponible en este [link](#).

E.3. Evaluación y optimización: una vez se reciban las evaluaciones, es responsabilidad de la municipalidad o del organismo implementador conectar las experiencias comunes de los diferentes participantes del programa y proveer soluciones a partir de lo reportado, de tal forma se garantiza acompañamiento a la comunidad durante el proceso.

E.4. Escalamiento del sistema: examen de otras zonas para la posible reproducción y transferencia del sistema; aplicación a gran escala como transición a la mediana escala y control de calidad a las pequeñas iniciativas realizadas, se deben examinar detalladamente los obstáculos y triunfos de cada iniciativa de acuerdo con sus casos específicos y evaluar la posibilidad de implementar esta misma iniciativa en otras partes similares de la municipalidad.

8.3.2. Plan de acción a mediano plazo

- El objetivo macro de las iniciativas a medio plazo es desviar y tratar el 30% del RSO generado en Parral, es decir, unas 243,9 toneladas de RSO mensuales generadas en la comunidad, destinadas al tratamiento en la planta de Mosca Soldado Negro en la municipalidad de Talca, en cumplimiento a los lineamientos dictados por la ENRO.
- Las actividades que se describen a continuación pretenden dar continuidad a lo referido en el punto anterior – iniciativas a corto plazo – para generar escalabilidad a las tareas que se pueden llevar a cabo, basadas en el año objetivo 2030, tal y como se establece en el ENRO.
- Adicionalmente se propone un programa de educación y un sistema de segregación y recogida diferenciada dirigido a para los grandes generadores comerciales de RSO de Parral, acompañado de bidones plásticos (30-200 kg) para los establecimientos comerciales que sean seleccionados y quieran participar.

Objetivo principal: desviación del 30% de los residuos orgánicos de la municipalidad a la planta de Mosca Soldado Negro acompañado de un programa de recogida diferenciada para grandes generadores.

A. Actividades de planeación

Planeación de la implementación de un proyecto piloto para segregación y valorización de residuos orgánicos para los grandes generadores de la municipalidad: ferias libres, tiendas de comestibles, supermercados, fruterías, tiendas de frutas y verduras, restaurantes y productores de alimentos para la entrega a domicilio, bares y merenderos, comedores escolares y de empresa, floristerías, centros comerciales, puestos de fruta y puestos de venta de alimentos.

A.1. Determinación de los profesionales requeridos para ejecutar el proyecto: seleccionar al menos un (1) miembro de la municipalidad para liderar el proyecto con experiencia en la interacción con el sector privado y la proximidad a las asociaciones comerciales locales. Adicional a las responsabilidades mencionadas en el capítulo de corto plazo, el líder del proyecto tendrá la responsabilidad de realizar los análisis de viabilidad financiera para la celebración del acuerdo con la empresa F4F, operadores de la planta de tratamiento de desechos orgánicos a partir de mosca soldado negro, para desviar 30% de los residuos de la municipalidad del vertedero.

A.2. Colección de datos de base y análisis: relevar las ferias libres, tiendas de comestibles, supermercados, fruterías, tiendas de frutas y verduras, restaurantes y productores de alimentos para la entrega a domicilio, bares y merenderos, comedores escolares y de empresa, floristerías, centros comerciales, puestos de fruta y puestos de venta de alimentos recién preparados existentes en el municipio de Parral orientadas a entender la cantidad de residuos producidos, las iniciativas actuales de manejo de los mismos, espacio libre para implementar alguna solución y la intención de participar en el proyecto.



Figura 28 Análisis de la información de los grandes generadores de residuos sólidos realizada por la Empresa de Urbanización de Goiânia, Brasil. (Companhia de Urbanização de Goiânia – Prefeitura de Goiânia Sites, n.d.)

A.3 Determinación de los grandes generadores: mapear los grandes generadores, incluyendo tipos de actividad realizada, ubicación exacta, análisis de volumen y características de los residuos sólidos orgánicos producidos en cada localidad. Adicionalmente, como parte del mapeo a los grandes generadores se incluye una serie de conversaciones con los empresarios y ciudadanos involucrados en las actividades económicas de los grandes generadores sobre sus necesidades: costos de manejo de residuos, oportunidades, dificultades, etc., con la intención de proponer soluciones ajustadas.



Figura 29 Proceso utilizado por el municipio de Belo Horizonte, Brasil, para identificar a los grandes generadores. En esta imagen, el proceso consiste en “Elaborar una lista de posibles grandes generadores identificados, hacer la medición de sus residuos, catastrar la información, y clasificarlos en cumplidores, no cumplidores e inactivos.”¹²

A.4. Ajustes operacionales: realizar la planificación operativa mediante análisis de las posibilidades con la actual empresa que presta servicios de recogida y transporte (Starco-Demarco) con el objetivo de recolección diferenciada del volumen mensual de RSO de grandes generadores, posibilidades de adaptación parcial y temporal de la ruta de recogida y el destino final, disponibilidad de vehículos. Es de gran importancia en este caso: determinar la cantidad de camiones, las rutas de recolección que seguirán durante esta nueva iniciativa y la frecuencia de recolección, teniendo en cuenta que financieramente la separación selectiva de residuos constituye una reducción en costos de tratamiento para el municipio.

A.5. Selección del tipo de contenido para el programa piloto de grandes generadores: seleccionar, de acuerdo con los tipos de establecimientos seleccionados, el material adecuado para cada público, entendiendo las necesidades de cada uno de los actores y trabajando cercanamente con los expertos para promover contenido práctico, accesible y poco técnico. Esto incluye además un análisis de mejores prácticas donde se evaluarán los casos de éxito en Chile y el resto del mundo donde se haya trabajado con grandes generadores de residuos orgánicos, así como una encuesta entre otros municipios chilenos que ya hayan marcado la pauta entre pequeños y grandes generadores. Ejemplos de contenido para el programa de grandes generadores son:

- Folletos informativos para supermercados, plazas de mercado, restaurantes, etc., explicando la importancia de la separación de residuos orgánicos para la municipalidad y el medio ambiente.
- Entrega de material explicativo junto con los equipos (contenedores especializados) con instrucciones de manejo, mantenimiento, transporte, etc.
- Diseño de talleres o conferencias para grandes generadores con contenidos educativos referenciando los retos logísticos de la recolección segregada así como las ventajas económicas/ambientales/legales.

A.6 Selección de un terreno para elaboración futura de una planta de compostaje: realizar el análisis catastral de los terrenos disponibles de la municipalidad en los cuales se podría llevar a cabo la construcción. Esta iniciativa, a pesar de que pertenece a los primeros pasos de las actividades a largo plazo, tiene como intención realizar un análisis preliminar de los terrenos que podrían ser utilizados potencialmente para construir una planta de compostaje en pilas que logre la independencia de la municipalidad en el esquema de tratamiento de residuos sólidos orgánicos. Este análisis tendrá en cuenta el área del terreno, precio, cercanía a centros urbanos

¹² Disponible en <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/Limpeza%20Urbana%20e%20Grandes%20Geradores%20de%20Res%C3%ADduos.pdf>, consultado el 21.10.2022.

y fuentes hídricas, idoneidad topográfica, cercanía a las vías principales, accesibilidad, y demás factores que puedan afectar o facilitar su construcción y operación.

B. Actividades preparatorias

Preparación y aplicación de los procedimientos de adjudicación para manejo de los RSO de grandes generadores: selección de bidones/canecas/contenedores que serán entregados a grandes generadores para separar sus fracciones orgánicas, incluyendo procesos licitatorios, así como la celebración del acuerdo con la empresa F4F para la utilización de su planta de tratamiento de residuos orgánicos:

B.1. Estructuración de los parámetros técnicos de los equipos: explicar detalladamente las especificaciones técnicas de los bidones en un documento, así como el rol que van a cumplir y las condiciones que deben cumplir los productos ideales. Durante este primer paso se pretende entender que, al diseñar una estrategia de separación para grandes generadores, se deben tener en cuenta especificaciones como tamaño, material, compatibilidad con los camiones, movilidad, etc., para escoger los mejores bidones que serán entregados a los grandes generadores para que empiecen a separar sus residuos para ser colectados por la nueva red de recolección.

B.2. Asignación de personal responsable: hacer, a través de la municipalidad, la contratación del personal que será encargado de la instalación y monitoreo de los bidones, así como de hacer el seguimiento al progreso del programa educativo en cada uno de los establecimientos seleccionados. Incluye: miembros de la municipalidad, miembros del sector privado. Este equipo responsable estará a cargo de la distribución de los bidones, de establecer las comunicaciones con todos los establecimientos comerciales, de organizar las sesiones educativas y de entrenamiento para los miembros de la comunidad que participan en las actividades de grandes generadores y de presentar los resultados a la municipalidad.

B.3. Elaboración de un acuerdo con la empresa a cargo de la planta Mosca Soldado Negro: elaborar y firmar un acuerdo entre la entidad privada F4F (encargada de la planta de Mosca Soldado Negro) y la municipalidad, en la cual se definen las condiciones, los costos y los períodos por los cuales la municipalidad enviará el 30% de sus residuos orgánicos a la planta de tratamiento en la municipalidad de Talca para que sean procesados a través de larvas de mosca soldado negro y produzcan alimento para animales y fertilizante, en vez de ser enviadas a un relleno sanitario.



Figura 30 Personal de F4F en el centro de producción de la empresa en Talca, Maule¹³.

B.4. Búsqueda de mecanismos de financiamiento: celebrar reuniones con potenciales actores que contribuyan al financiamiento del esquema y escritura de documentos oficiales con el objeto de solicitar este financiamiento a tales organismos (municipalidad, gobierno central, financiación privada etc.). Durante el capítulo 9 del presente informe, se presenta un resumen de algunos de los múltiples mecanismos de financiación discutidos durante el proceso de elaboración del plan de acción y el presente informe. Al remitirse a esta sección es de importancia seleccionar el mecanismo que más se ajuste a las necesidades de la municipalidad.

B.5 Compra del equipo para el esquema de separación de residuos en grandes generadores: coordinar la logística para compra y recepción de los equipos y herramientas compradas para distribución a los grandes generadores. Esta actividad tiene en cuenta, adicionalmente, la coordinación financiera con el presupuesto obtenido por la municipalidad para tal.

¹³ Disponible en <https://f4f.cl/>, consultado el 21.10.2022.



Figura 31 Equipo utilizado por el programa de recolección de residuos orgánicos en la ciudad de Florianópolis, Brasil. (Floripa Implanta Coleta de Lixo Orgânico Porta a Porta - CicloVivo, n.d.)

C. Actividades de sensibilización

Estas actividades están orientadas a la divulgación y socialización del esquema de separación y valorización de residuos orgánicos a través de composteras.

C.1. Determinación de un grupo de 1-2 personas para publicitar la iniciativa: escoger, a través de la Secretaría de Comunicación, una o dos personas con conocimientos básicos en publicidad, mercadeo, diseño gráfico o audiovisual, para estar a cargo de las estrategias de mercadeo y publicitarias que se implementarán para dar a conocer la estrategia de separación de residuos para grandes generadores.

C.2. Creación de comunicados de prensa para los medios locales: redactar comunicados de prensa o entradas en blogs o mensajes de radio (cualquiera que sea el medio más popular y eficiente de difusión en la municipalidad) describiendo de manera atractiva la iniciativa para manejo de residuos orgánicos en grandes generadores e invitando el sector privado a participar activamente.



Figura 32 Ejemplo de material informativo utilizado en las ciudades de Wasco, Estados Unidos (Food Waste- Acceptable Items, n.d.) y Brasilia, Brasil. (Mais Informações: Grandes Geradores e Prestadores de Serviços – SLU, n.d.)

C.3. Elaboración de material explicativo para los grandes generadores: diseñar todo el material que se pondrá a disposición de la comunidad para popularizar el mensaje de la campaña de grandes generadores y familiarizar tanto al sector privado como a la comunidad con el desarrollo de una actividad de recolección separada que incluirá bidones y una nueva ruta de recolección exclusiva para los residuos orgánicos. Incluye panfletos, pósteres, pancartas, diseños para páginas web y redes sociales, etc.



Figura 33 Ejemplo de material informativo utilizado por la ciudad de North Vancouver, Canadá. ¹⁴

¹⁴ Disponible en <https://www.cnv.org/city-services/garbage-recycling-and-green-can/green-can-food-scraps>, consultado el 24.10.2022.



Figura 34 Material informativo del programa 'Ciudad Verde' en Buenos Aires, Argentina (Ministerio de Ambiente y Espacio Público, 2021).¹⁵

C.4. Elaboración de un video educativo: crear un video explicativo sobre los beneficios del tratamiento de residuos sólidos orgánico, que será elaborado en colaboración con el personal experto en manejo de residuos sólidos y se concentrará en los beneficios económicos, ambientales y legales que traen para las empresas y los ciudadanos la separación de residuos orgánicos y su tratamiento acorde, en vez de ser llevados a un relleno sanitario.

Entrenamiento de ciudadanos y personal de la municipalidad

C.5. Entrenamiento de ciudadanos y personal de la municipalidad: educar a la ciudadanía en los diferentes conocimientos en tratamiento de orgánicos y promover capacitaciones usando la experiencia del equipo interno. La formación de los ciudadanos incluye cursos, talleres, videos, webinarios, material didáctico y demás informaciones que contribuyan a dar a los coordinadores del proyecto la información necesaria para realizar y enseñar a realizar el tratamiento de desechos orgánicos a través de composteras y vermicomposteras.

D. Montaje de equipos

D.1. Distribución del equipo y material informativo: distribuir puerta a puerta el equipo (bidones) + material informativo: esta actividad está dedicada a entregar los equipos (bidones) + calendario de recogida estructurado más los implementos necesarios para su manejo correcto y el material de explicación pertinente en cada una de las ubicaciones seleccionadas. Se debe contar con una lista de todos los ciudadanos que participarán en la iniciativa.

E. Evaluación e implementación

Todas las actividades enmarcadas en evaluar el rendimiento y la eficiencia de las iniciativas instauradas, así como de la retroalimentación durante sesiones de intercambio, percepción del sector puntos a mantener y a mejorar, optimización futura y escalabilidad.

¹⁵ Disponible en <https://ciudadverde.gob.ar/>, consultado el 19.10.2022.

E.1. Monitoreo de resultados del esquema implementado: entre 12 y 18 semanas después del evento de lanzamiento de estas iniciativas, se debe hacer un control y monitoreo con encuestas especializadas para cada localidad donde la comunidad tenga la oportunidad de expresar las inconformidades o problemas que esté sufriendo con el esquema; de la misma forma se realizarán evaluaciones periódicas después de esta primera.

Ejemplos de preguntas importantes son:

- ¿Está haciendo usted separación de residuos orgánicos del resto de su basura? (sí, no, a veces)
- ¿Qué tan importante considera usted que es la separación de residuos orgánicos para la municipalidad y el medio ambiente? (valores de 1-5)
- ¿Encuentra usted difícil separar sus residuos orgánicos? (valores de 1-5)
- ¿Qué destino da usted a sus residuos orgánicos? (vermicompostaje o compostaje domiciliario, compostera comunal, contenedores exclusivos para desechos orgánicos, no separa residuos, los desecha en cualquier contenedor de basura)
- ¿Qué le impide hacer uso de los mecanismos de separación y disposición de residuos orgánicos? (opciones: no cuenta con ninguno en su hogar o su vecindario, no sabe cómo usarlos, problemas de movilidad, molestia por los olores, molestia por plagas, etc)

La municipalidad de Santiago de Chile publicó un informe de resultados sobre percepción llamado “Diseño de Herramientas para la Medición de Calidad de Atención y Satisfacción de Usuarios y Usuarías en 14 Servicios de la Municipalidad de Santiago”, disponible en este [link](#).

E.2. Evaluación y optimización: una vez se reciban las evaluaciones, es responsabilidad de la municipalidad o del organismo implementador conectar las experiencias comunes de los diferentes participantes del programa y proveer soluciones a partir de lo reportado, de tal forma se garantiza acompañamiento a la comunidad durante el proceso.

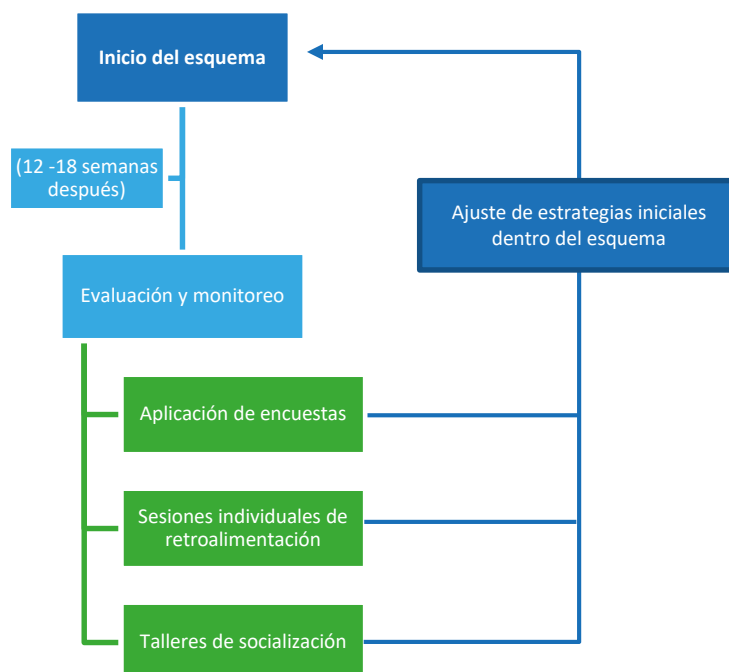


Figura 35 Estructura para evaluación y monitoreo del esquema implementado. (BFS, 2022)

E.3. Examen de otras zonas para la posible reproducción y transferencia del sistema - aplicación a gran escala: documentar detalladamente los obstáculos y triunfos de cada iniciativa de acuerdo con sus casos específicos y evaluar la posibilidad de implementar esta misma iniciativa en otras partes similares de la municipalidad, como

transición a la mediana escala y control de calidad a las pequeñas iniciativas realizadas. Un primer acercamiento a este potencial escalamiento podría ser realizar reuniones o pequeñas presentaciones a las municipalidades aledañas presentando brevemente los resultados, retos, éxitos, fracasos, y demás factores de la estrategia implementada, buscando sinergias y posible participación o replicación de parte de las otras municipalidades.

E.4. Desarrollar incentivos para empresas que procesan RSO: realizar una propuesta de formas alternativas para incentivar y motivar a las empresas a mejorar su tratamiento de RSO. El Comité Ambiental Municipal deberá reunirse en repetidas ocasiones para evaluar potenciales mecanismos e incentivos (de tipo económico y otros) para motivar a las empresas a participar de manera más activa en la separación de residuos orgánicos al interior de la municipalidad. Opciones: programa de “referidos” con incentivo económico, reducción en impuestos, descuentos para compra de materiales industriales, publicidad “gratuita” a través de los medios de la municipalidad, instauración de un sello verde, etc. Por ejemplo, en Colombia la ley 1715 del 2014¹⁶ contiene una serie de incentivos tributarios para los ciudadanos y empresas que hagan uso de energías renovables. Asimismo, se han llevado a cabo diferentes estudios para evaluar la replicabilidad de estos estímulos económicos, legales y tributarios en términos de rentabilidad, mostrando resultados positivos en la ciudad de Pasto (Alzate-Arias et al., 2018).

E.5 Consultar con expertos legales la posibilidad de ajustar los decretos pertinentes al pago para el manejo de RSO de manera que los GG paguen de acuerdo con sus volúmenes generados: evaluar posibles reformas a las actuales legislaciones y enmiendas que dictan el sistema de cobranza para el manejo de residuos sólidos en la municipalidad. Es decir, proponer modalidades a partir de las cuales se convierta en ley que los grandes generadores paguen más dinero para el tratamiento de sus residuos de acuerdo con la cantidad de volúmenes producidos y así contribuir a la financiación de los esquemas de tratamiento, que actualmente están enmarcados en un sistema deficitario.

8.3.3. Plan de acción a largo plazo

- El objetivo macro de las iniciativas a largo plazo es desviar y tratar el 66% del RSO generado en Parral, es decir, unas 572,5 toneladas de RSO mensuales. Se propone la elaboración de proyecto técnico de ingeniería para la construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos en la municipalidad para lograr la independencia para el manejo de los residuos orgánicos idóneos.
- Las actividades que se describen a continuación pretenden dar continuidad a lo referido en el punto anterior – iniciativas a medio plazo – para garantizar los avances propuestos anteriormente y asegurar la sostenibilidad financiera de las tareas que se pueden llevar a cabo, basadas en el año objetivo 2040, tal y como se establece en el ENRO.
- Este plan pretende no solamente incrementar la capacidad de manejo de residuos orgánicos de la municipalidad de Parral (hasta un 66%, en cumplimiento a los lineamientos de la ENRO), sino evaluar la capacidad técnica de esta nueva planta de procesamiento para recibir los residuos de otras municipalidades y valorizarlos.
- Como opciones para este proyecto a largo plazo se propone: una planta de compostaje en pilas, o una planta de procesamiento a partir de Mosca Soldado Negra. Debido a que la viabilidad de cada uno de estos proyectos depende de las condiciones del mercado en el año 2030 y de la evolución de la tecnificación para ambas tecnologías, es de importancia resaltar la importancia de la elaboración de un estudio de factibilidad detallado que determine cuál de estos proyectos se alinea mejor a las capacidades económicas de la municipalidad y los requerimientos en el 2030.

¹⁶ Disponible en https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf. Consultado el 24.10.2022.

Objetivo principal: desviar y tratar el 66% del RSO generado en Parral a través de un proyecto técnico de ingeniería para la construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos.

A. Actividades de planeación

Planeación de la construcción de una planta de valorización de residuos sólidos orgánicos: elaboración de proyecto técnico de ingeniería para la construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos en la municipalidad para lograr la independencia para el manejo de los residuos orgánicos idóneos.

A.1. Determinación de los profesionales requeridos para ejecutar el proyecto: seleccionar al menos un (1) miembro de la municipalidad para liderar el proyecto con experiencia en la interacción con el sector privado y la proximidad a las asociaciones comerciales locales. Adicionalmente, a las responsabilidades mencionadas en el capítulo de mediano plazo, el líder del proyecto tendrá la responsabilidad de realizar los análisis de ingeniería y coordinar el estudio de factibilidad para evaluar la mejor opción para tratamiento de residuos sólidos orgánicos en la municipalidad de Parral.

A.2 Estudio de Factibilidad Técnica y Económica comparativo entre tecnologías de compostaje en pilas y la mosca soldado negro: licitar y contratar un estudio de factibilidad que tenga en cuenta, según el contexto local y nacional en el 2030, las condiciones ideales para una planta de tratamiento de residuos orgánicos. Estas condiciones comprenden: capacidad económica de la municipalidad, mejoras tecnológicas, disponibilidad de un terreno, crecimiento de la población y diversificación de sus tipos de residuos, etc.

A.3 Análisis de la legislación, así como permisos de control y calidad ambiental: estudiar la legislación vigente, lista de licencias, organismos responsables, tiempo promedio y demás información necesaria para la construcción de un centro dedicado al manejo de desechos orgánicos. Esta actividad está orientada a realizar un análisis preliminar de cuáles serían los principales requerimientos necesarios para construir la propuesta y comenzar la construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos dentro de la municipalidad, así como de un cronograma estimativo para presentar al gobierno y a la comunidad.

A.4. Plan de recogida selectiva: priorizar los estudios para el análisis de factibilidad de implantación de la recogida domiciliar de RSO. Como parte del plan de construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos dentro de la municipalidad para lograr la independencia de otras municipalidades y mecanismos externos, se propone realizar un estudio para evaluar la posibilidad de recolección selectiva domiciliar en toda la municipalidad. Esta actividad tiene sus bases en la iniciativa educativa a corto plazo del presente plan de acción.

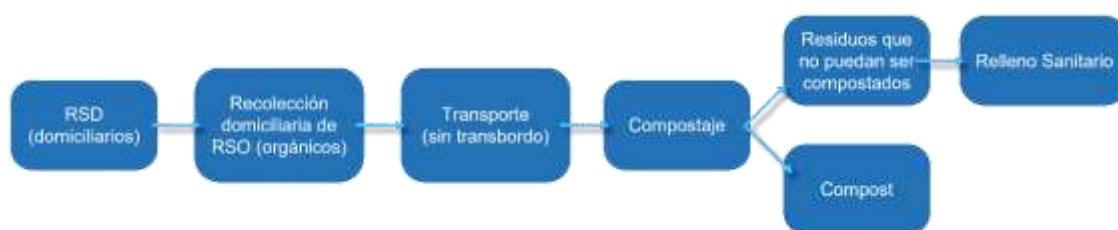


Figura 36 Sugerencia de ruta tecnológica para RSO generada a nivel municipal en Parral (BFS, 2022)

A.5. Definición del espacio para la instalación de la planta de tratamiento: realizar la comparación de los costes de transporte, condiciones de trabajo, análisis de las condiciones de temperatura, humedad y pH. Comprende el análisis y estudio de las especificaciones que debe tener una planta de tratamiento de residuos orgánicos. Este análisis tendrá en cuenta el área del terreno, precio, cercanía a centros urbanos y fuentes hídricas,

idoneidad topográfica, cercanía a las vías principales, accesibilidad, y demás factores que puedan afectar o facilitar su construcción y operación.

Tabla 9 Factores (no exclusivos) sugeridos que deben evaluarse al elegir el terreno (BFS, 2022).

Distancia	Proximidad a la comuna
Hidrogeología	Distancia a cursos de agua
	Profundidad capa freática
	Potencial de inundación
Accesibilidad	Proximidad a redes existentes
	Estado de caminos
Geología	Relieve del terreno
	Riesgo sísmico
Uso previo	Utilización del terreno previa para fijarse de posibles contaminaciones en el área
Infraestructura	Red de agua
	Red eléctrica
	Red de comunicación

A.6. Dimensionamiento del equipo: buscar proveedores, cotizaciones y ajustes al modelo local con el objetivo de obtener las mejores opciones de equipo y diseño, incentivar el mercado local y al mismo tiempo mantener un estándar de calidad elevado al menor costo, se pretende dedicar esta actividad a la búsqueda detallada de equipos, herramientas, maquinaria y demás, incluyendo cotizaciones de proveedores nacionales a internacionales. En el caso de una planta de compostaje en pilas, por ejemplo, es posible prever la inversión en utensilios y equipos como:

- Termómetro de suelo.
- Tamiz manual.
- Carretilla de plástico.
- Pala.
- Azada.
- Manguera.
- Regadera de plástico.
- Escoba.
- Escoba de alambre.
- Cubos.
- Motosierra.
- Trituradora de ramas.
- Escala.

A.7. Análisis de la disponibilidad de mano de obra municipal: solicitar a la municipalidad y otros organismos gubernamentales la disponibilidad de empleados o de presupuesto para contratación durante la fase de construcción y posterior operación de la planta. Al fin y al cabo, requerirá los servicios de:

- Fundaciones aplanamiento del suelo.
- Pilares, vigas y estructuras.
- Mampostería.
- Instalaciones eléctricas, entre otros.

A.8. Análisis preliminar de la relación producción de compost vs. demanda local: realizar un estudio que evalúe las necesidades de la industria y de la comunidad rural por este compost que se producirá, para evaluar exactamente cómo se distribuirá el material que se produzca.

A.9. Formalización del proyecto técnico de ingeniería de la planta de compostaje: elaborar los documentos (firma de contratos, actas, resoluciones) que den inicio a la construcción de la planta y den instrucciones detalladas sobre el proceso operativo, así como determinar un lugar para su instalación que cumpla con todos los requisitos ambientales y legales.

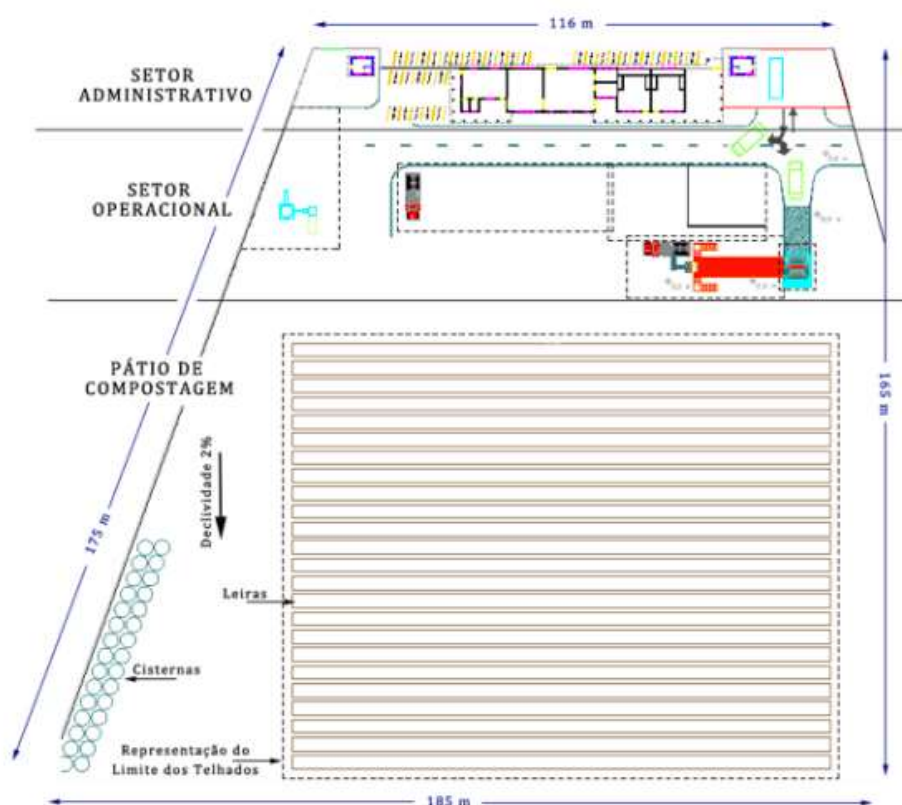


Figura 37 Plano técnico de una planta de compostaje de RSO (Análise econômica para implantação de uma usina de compostagem de resíduo orgânico urbano, 2017).¹⁷

B. Actividades preparatorias

Consiste en realizar todas las actividades preparatorias enmarcadas en los procesos de licitación de la planta de compostaje.

B.1. Asignación de equipo responsable: crear, a través de la municipalidad, un equipo que será encargado de supervisar y coordinar la construcción de la planta y todos los procesos alrededor. Incluye: consultoría técnica, miembros de la municipalidad, miembros del sector privado, miembros del gobierno. Este equipo responsable estará a cargo de la coordinación del proceso de construcción, de establecer las comunicaciones con todos los actores del sector privado, de organizar las sesiones educativas y de entrenamiento para los miembros de la

¹⁷ Disponible en <https://www.revistaespacios.com/a17v38n17/a17v38n17p03.pdf>, consultado el 24.10.2022.

comunidad que participan en las actividades de grandes generadores y de presentar los resultados a la municipalidad.

B.2. Búsqueda de mecanismos de financiamiento: celebrar reuniones con potenciales actores que contribuyan al financiamiento del esquema y escritura de documentos oficiales con el objeto de solicitar este financiamiento a tales organismos (municipalidad, gobierno central, financiación privada, etc.). Durante el capítulo 8.4 del presente informe, se presenta un resumen de algunos de los múltiples mecanismos de financiación discutidos durante el proceso de elaboración del plan de acción y el presente informe. Al remitirse a esta sección es de importancia seleccionar el mecanismo que más se ajuste a las necesidades de la municipalidad.

B.3. Compra del equipo para la planta de tratamiento de residuos orgánicos: coordinar la logística para compra y recepción de los materiales de construcción, equipos, maquinaria, herramientas y demás implementos necesarios para la operación de la planta. Esta actividad tiene en cuenta, adicionalmente, la coordinación financiera con el presupuesto obtenido por la municipalidad para tal.

C. Actividades de sensibilización

Estas actividades están orientadas a la divulgación y socialización de la construcción de una planta de tratamiento de residuos orgánicos en la municipalidad de Parral. Incluye la determinación de un grupo de 1-2 personas para publicitar la construcción de la planta (potencialmente las mismas personas que en ese momento se encuentren a cargo de las estrategias publicitarias del plan de manejo de residuos orgánicos en la municipalidad): escoger, a través de la municipalidad o de colaboración con la comunidad, una o dos personas con conocimientos básicos en publicidad, mercadeo, diseño gráfico o audiovisual, para estar a cargo de las estrategias de mercadeo y publicitarias que se implementarán para dar a conocer los aspectos más relevantes del proyecto de construcción y de la futura operación de la planta de tratamiento de residuos orgánicos. Este equipo puede ser derivado de las iniciativas de corto y mediano plazo.

C.1. Creación de comunicados de prensa para los medios locales: redactar comunicados de prensa o entradas en blogs o mensajes de radio (cualquiera que sea el medio más popular y eficiente de difusión en la municipalidad) describiendo el proyecto de construcción y operación de la planta de tratamiento de residuos orgánicos.

C.2. Elaboración de material explicativo para la comunidad sobre la planta de procesamiento: diseñar todo el material que se pondrá a disposición de la comunidad para popularizar el mensaje de construcción de la planta y familiarizar tanto al sector privado como a la comunidad con el desarrollo de una actividad de recolección separada que incluirá separación en la fuente, canecas, bidones y una nueva ruta de recolección exclusiva para los residuos orgánicos. Incluye panfletos, pósteres, pancartas, diseños para páginas web y redes sociales, etc.



Figura 38 Folleto informativo sobre compostaje comunitario en Castilla y León, España. ¹⁸

C.3. Establecimiento de una página web o un sitio online de información sobre la planta de compostaje: elaborar un video explicativo sobre el funcionamiento de la planta de tratamiento de residuos orgánicos (por compostaje en pilas o utilizando mosca soldado negro). Este video será elaborado en colaboración con el personal experto en manejo de residuos sólidos y se concentrará en los beneficios económicos, ambientales y legales que traen para las empresas y los ciudadanos la separación de residuos orgánicos y su tratamiento acorde, en vez de ser llevados a un relleno sanitario.

D. Montaje e instalación

Obras de infraestructura e instalación de equipos.

¹⁸ Disponible en http://perenadellaribera.es/opencms/export/sites/perena/.Archivos/Documentos/Folleto_compostaje-CYL_V2.pdf, consultado el 25.10.2022.

D.1. Construcción de la infraestructura para la planta de tratamiento de residuos orgánicos: supervisar la construcción a cargo de la consultoría o constructora contratada, a través de la municipalidad para mantenerse fiel al cronograma.



Figura 39 Planta de compostaje en Olavarría, Argentina. (*Olavarría Adhiere a La Celebración Del Mes Del Compostaje / Municipalidad Del Partido de Olavarría, n.d.*)



Figura 40 Granja de mosca soldado negro en Duc Hoa, Vietnam. (*Vietnamese Farm Earns Big from Black Soldier Flies - VnExpress International, n.d.*)

D.2. Instalación de la maquinaria y equipos, incluyendo sesiones sobre seguridad ocupacional (HSE), buenas prácticas en el trabajo y socializaciones: distribuir material informativo a los diferentes sectores de la municipalidad que harán parte del esquema de recolección segregada y no hayan sido incluidos en iniciativas anteriores, incluyendo calendario de recogida estructurado más los implementos necesarios para el manejo correcto del equipo y los residuos y el material de explicación pertinente en cada una de las ubicaciones seleccionadas.

D.3. Contratación y entrenamiento técnico para el personal a cargo de la recogida: incluir mejores prácticas a la hora de recibir los residuos, manejo adecuado de las canecas y bidones, tipo de residuos a recibir, etc.

D.4. Entrenamiento de ciudadanos y personal de la municipalidad: educar a la ciudadanía en los diferentes conocimientos en tratamiento de orgánicos y promover capacitaciones usando la experiencia del equipo interno. Estos programas tendrán un alcance *municipal* y se realizarán de forma masiva incluyendo a todas las

personas naturales y comercios. La formación de los ciudadanos incluye cursos, talleres, videos, webinarios, material didáctico y demás informaciones que contribuyan a dar a los coordinadores del proyecto la información necesaria para realizar y enseñar a realizar el tratamiento de desechos orgánicos a través de composteras y vermicomposteras. Contenidos importantes de estos entrenamientos son:

- Información general sobre manejo de residuos sólidos
- Entrenamiento general sobre los residuos orgánicos y los diferentes métodos para su tratamiento
- Eventos participativos como talleres para familiarizar a la comunidad con los esquemas tecnológicos implementados para el manejo de RSO
- Información sobre los orígenes del financiamiento y las empresas o contratistas a cargo de las tecnologías implementadas.

E. Evaluación e implementación

E.1. Evento de lanzamiento: coordinar la logística y procesos de publicidad relacionados con medios locales y nacionales para la inauguración del proyecto.

E.2. Inicio de operaciones y análisis de procesos: comprende los primeros seis meses para implementar la mayor cantidad de cambios en el proceso operativo de la planta de tratamiento de acuerdo con encuestas, sondeos, análisis de estándares, retroalimentación verbal, etc. Se deben realizar auditorías técnicas oficiales de las cuales se obtendrá información sobre el funcionamiento actual de la planta, rendimiento, volúmenes de desechos procesados, cantidad de compost producido, número de empleados trabajando, calidad del compost, etc.

E.3. Evaluación y optimización: realizar la evaluación técnica, económica, medioambiental, optimización del sistema a partir de experiencias colectadas, destino final del compost. Una vez se reciban las evaluaciones, es responsabilidad de la municipalidad o del organismo implementador conectar las experiencias comunes de los diferentes participantes del programa y proveer soluciones a partir de lo reportado, de tal forma se garantiza acompañamiento a la comunidad durante el proceso.

E.4. Examen de otras zonas para la posible reproducción y aplicación a gran escala: realizar la evaluación técnica, económica, medioambiental, optimización del sistema a partir de experiencias colectadas, destino final del compost. Dentro de esta actividad se debe contemplar que una vez se haya definido el funcionamiento y proyección financieros de la planta de compostaje, para aumentar la producción de compost, expandir la rentabilidad de la planta y contribuir al manejo de residuos de municipalidades aledañas, la municipalidad debe convertirse en un centro regional de manejo de residuos orgánicos y un ejemplo de mejores prácticas a nivel nacional. Esto no solo traerá ingresos económicos tangibles, sino que ayudará a la municipalidad a posicionarse turística y económicamente como un foco de progreso.

9. Financiación pública de las acciones propuestas

Debido a la necesidad de promover la sostenibilidad financiera de las acciones propuestas a lo largo del plan de acción, en este capítulo se proponen mecanismos de financiación para la ejecución de las estrategias propuestas. Se contemplan alternativas públicas de captación parcial o total de fondos, pero se entiende que la participación privada puede ser bien recibida, siguiendo las directrices legales para su formalización. Conviene volver a mencionar que el informe de status quo, la etapa anterior al plan de acción trazó un mapa de agentes privados potencialmente relacionados con la cuestión de los residuos locales.

Según la ENRO (MMA, 2020), se han previsto orientaciones para la financiación de proyectos que proponen instalar equipamiento para la valorización de residuos orgánicos en establecimientos educacionales. Precisamente este frente de acción en el ámbito escolar será apoyado técnicamente por el Programa de Residuos Orgánicos del MMA, pero, en todo caso, los propios centros educativos deben solicitar recursos adicionales, como la Subvención Escolar Preferencial, al Ministerio de Educación, es decir, con sujeción a las normas de los programas de financiación de este ministerio. El objetivo de la acción para la que se pretende la financiación debe estar alineado con el tratamiento de los residuos orgánicos producidos por las sobras y restos del programa de alimentación escolar y los residuos de las meriendas de los alumnos. Es importante mencionar que, según la página web oficial del MMA, están abiertos fondos concursables específicos para proyectos sustentables en establecimientos educacionales, con financiamiento de CLP 6.000.000, específicamente centrada en el tipo de postulante de centros de padres y apoderados de establecimientos de educación preescolar, básica o media, que cuenten con personalidad jurídica de derecho privado y sin fines de lucro.

También de acuerdo con la ENRO (MMA, 2020), para tales proyectos de valorización de residuos orgánicos a escala domiciliaria y comunitaria, deben contar con el Fondo de Protección Ambiental, y la disponibilidad de convocatorias públicas de fondos concursables por parte del MMA. Las bases generales del Fondo de Protección Ambiental se presentan debidamente en el ANEXO I. Igualmente, según la ENRO (MMA, 2020), es posible disponer del mecanismo de apoyo financiero del Fondo para el Reciclaje, que también es un fondo concursable del MMA, pero debidamente dirigido a Municipalidades y Asociaciones de Municipalidades. El reglamento particular al Fondo para el Reciclaje puede consultarse en el ANEXO II, aunque, según la página web oficial del MMA, en este momento no se encuentran fondos concursables abiertos. No obstante, esto no significa que no se vayan a abrir nuevas convocatorias públicas en breve.

Teniendo en cuenta el documento *Financiamiento Gestión Sostenible de Residuos a Nivel Municipal en Chile* (SUBDERE, 2022)¹⁹, tan importantes como las fuentes de captación de fondos antes mencionadas son las líneas de financiación previstas en el Programa Nacional de Residuos Sólidos. Es válido conceptuar que este programa es administrado por la SUBDERE y se caracteriza como un programa de inversión pública para la implementación de sistemas integrales y sostenibles para el manejo eficiente de residuos sólidos domiciliarios. Los términos de referencia del Programa Nacional de Residuos Sólidos pueden verificarse a través de la Resolución Exenta N° 9187/2018 (ANEXO III).

Según el mismo *Financiamiento Gestión Sostenible de Residuos a Nivel Municipal en Chile* (SUBDERE, 2022) citado anteriormente, la financiación de proyectos puede ser realizado a través del Fondo de Apoyo a la Contingencia, sin embargo, se señala como mecanismo de financiación indicado preferentemente para los gobiernos regionales, lo que no está necesariamente en consonancia con las estrategias propuestas en el plan

¹⁹ Disponible en https://reciclorrganicos.com/wp-content/uploads/2022/06/MANUEL_MUNOZ_SUBDERE.pdf consultado el 20.10.2022.

de acción presente en este documento. Por tanto, se presta especial atención al Programa de Mejoramiento de Barrios (PMB), dirigido a los proyectos procedentes de municipios y asociaciones. El PMB, administrado por la SUBDERE, está dedicado a fomentar la adecuación sanitaria de barrios, que incluye la valorización de los RSDO. En este caso, el proceso de solicitud de los fondos se realiza a través del propio Sistema de Seguimiento de Proyectos de la SUBDERE, más específicamente junto a la Unidad Nacional de Residuos Sólidos SUBDERE (ANEXO IV). En conclusión, dado que se ha mencionado en los grupos de trabajo sostenidos con el MMA y la AHK Chile, es importante señalar la existencia de documentos clave que puedan apoyar a los municipios en la obtención de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades que permitirán alcanzar los objetivos fijados por las ENRO. Por su importancia, el documento elaborado por la División de Evaluación Social de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, publicado en agosto de 2022, llamado de Metodología de Formulación y Evaluación Social de Proyectos para el Manejo o Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables, ha sido incluido como un importante documento de referencia que merece su debida comprensión (ANEXO V). Para dar más claridad al proceso, este documento cuenta con el ANEXO VI, compartido por la Sra. Andrea Guevara, de la Unidad Nacional de Residuos Sólidos de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, asociada al Ministerio del Interior y Seguridad Pública Gobierno de Chile, referente al Programa de Compostaje Domiciliario, compartido en junio de 2022.

Programas municipales relacionados al tema de RSO han sido financiados con recursos del PMB de la SUBDERE a lo largo de los años. En 2018, por ejemplo, fueron recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR) y de la SUBDERE que apoyaran a la construcción de la planta de reciclaje orgánico en Santa Juana, provincia de Concepción, Región del Biobío (*SUBDERE Financia Planta de Reciclaje Orgánico En Santa Juana | Subdere, n.d.*). Más recientemente, en 2021, la misma planta recibió una aportación de CLP 106.000.000 proveniente del PMB, con el objetivo de modernizar la operación e incluso comprar nuevos tamizadores para el compostaje (*Modernizarán Planta de Reciclaje y Compostaje En Santa Juana | Subdere, n.d.*).

Además de Santa Juana, cabe destacar el ejemplo de financiación del programa piloto de compostaje domiciliario en Viña del Mar a través del PMB, en 2019. La inversión de CLP 45.000.000 implicó la adquisición del equipo para separación y tratamiento en origen para la producción de compost en la localidad de Villa Dulce (*Subdere Financia Programa Piloto de Compostaje Domiciliario En Viña Del Mar | Subdere, n.d.*). Casos similares de programa de compostaje domiciliario financiados por el PMB existen en la comuna de Quillota, ubicada en la Región de Valparaíso, así como en otras localidades del país como en Casablanca, el Quisco, El Tabo, Concón y Olmué (*Subdere Financia Programa Piloto de Compostaje Domiciliario En Limache | Subdere, n.d.*).



Figura 41 Comunidad de Limache recibiendo compostera en el marco del del programa de manejo de RSO financiado por Subdere. (*Subdere Financia Programa Piloto de Compostaje Domiciliario En Limache | Subdere, n.d.*).

10. Consideraciones finales

El Plan de Acción es la puesta en marcha del paso a paso hacia el cumplimiento del objetivo establecido a nivel nacional a través del ENRO.

A partir del diagnóstico presentado en el Informe sobre la situación actual, se identificaron las demandas que constituyeron la base para la evaluación crítica y la formulación de directrices y estrategias. En otras palabras, el plan de acción presentado consiste en la formulación de un conjunto de programas, proyectos y acciones y el sistema de gobernanza para el seguimiento y monitoreo de los proyectos estructurantes que permitirán al municipio cumplir sus objetivos.

Las acciones que componen el plan tienen como característica principal el detallar las estrategias dentro del horizonte temporal establecido, proporcionando los proyectos, acciones, etapas y actores para su implementación.

El Plan de Acción es, ante todo, un documento elaborado minuciosamente como sugerencia. Sin embargo, dadas las condiciones de la municipalidad, se recomienda fuertemente seguir las actividades propuestas, ya que cuentan con altas posibilidades de éxito.

Es de importancia mencionar que el éxito de las iniciativas de manejo de residuos orgánicos presentadas en este documento requiere de un fuerte grado de participación por parte de las municipalidades.

Esto implica, además de la participación de los representantes de la comuna y las autoridades en la municipalidad, la estimulación para la participación de la comunidad y los actores implicados en eventos externos, y la socialización de estos resultados con los consultores y entes implementadores a cargo de proyectos relacionados

11. Referencias

- (1) *Compostaje: Uso Inteligente de los Desechos Orgánicos - TvAgro* por Juan Gonzalo Angel Restrepo - YouTube. (n.d.). Retrieved 20 September 2022, from https://www.youtube.com/watch?v=xKb1Pc02N6Q&ab_channel=TvAgro
- Alzate-Arias, S., Jaramillo-Duque, Á., Villada, F., & Restrepo-Cuestas, B. (2018). Assessment of Government Incentives for Energy from Waste in Colombia. *Sustainability*, 10(4), 1294. <https://doi.org/10.3390/su10041294>
- Aprenda a fazer compostagem em sua casa - Jornal Correio*. (n.d.). Retrieved 17 October 2022, from <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/aprenda-a-fazer-compostagem-em-sua-casa/>
- Attigbo, F. K., Ayim, N. Y. K., & Martey, J. (2019). Effectiveness of black soldier fly larvae in composting mercury contaminated organic waste. *Scientific African*, 6, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00205>
- Brettas, A. (2022). *Oficina do compostagem doméstica*. Centro Cultural da UFRGS.
- Carbon dioxide (CO2) emissions per capita in South America | TheGlobalEconomy.com*. (n.d.). Retrieved 15 September 2022, from https://www.theglobaleconomy.com/rankings/Carbon_dioxide_emissions_per_capita/South-America/
- Companhia de Urbanização de Goiânia – Só mais um site Prefeitura de Goiânia Sites*. (n.d.). Retrieved 21 October 2022, from <https://www.goiania.go.gov.br/comurg/>
- CONAMA. (2010). *PRIMER REPORTE DEL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN CHILE COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE*. www.conama.cl
- Decreto Ley No. 3.063*. (n.d.). Retrieved 27 September 2022, from <https://www.sii.cl/pagina/jurisprudencia/dl3063.htm>
- Dortmans B.M.A., Diener S., Verstappen B.M., & Zurbrügg C. (2017). Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide. In *Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology*.
- "¡El que contamina, paga!" ... pero no todos - País Circular*. (n.d.). Retrieved 5 October 2022, from <https://www.paiscircular.cl/opinion/el-que-contamina-paga-pero-no-todos/>
- ENFOQUE-Cómo un municipio pobre y violento se volvió pionero en reciclaje en Chile | Reuters*. (n.d.). Retrieved 21 September 2022, from <https://www.reuters.com/article/ambiente-chile-reciclaje-idLTAKCN1TL1E5>
- Escolas ensinam reaproveitamento com o uso de composteiras - Prefeitura de Curitiba*. (n.d.). Retrieved 17 October 2022, from <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/escolas-ensinam-reaproveitamento-com-o-uso-de-composteiras/64010>
- Floripa implanta coleta de lixo orgânico porta a porta - CicloVivo*. (n.d.). Retrieved 21 October 2022, from <https://ciclovivo.com.br/planeta/desenvolvimento/floripa-coleta-organicos-porta-a-porta/>
- Food Waste- Acceptable Items*. (n.d.). Retrieved 25 October 2022, from <https://americanrefuse.co/index.php/information/flyers/item/food-waste-acceptable-items>
- Garbage, Recycling, and Compost | Portland.gov*. (n.d.). Retrieved 17 October 2022, from <https://www.portland.gov/bps/garbage-recycling>

- Global Waste Index 2019* | SENSONEO. (n.d.). Retrieved 28 September 2022, from <https://sensoneo.com/global-waste-index-2019/>
- Gouveia, N., Kephart, J. L., Dronova, I., McClure, L., Granados, J. T., Betancourt, R. M., O’Ryan, A. C., Texcalac-Sangrador, J. L., Martinez-Folgar, K., Rodriguez, D., & Diez-Roux, A. v. (2021). Ambient fine particulate matter in Latin American cities: Levels, population exposure, and associated urban factors. *Science of the Total Environment*, 772. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145035>
- Mais informações: Grandes Geradores e Prestadores de Serviços – SLU*. (n.d.). Retrieved 21 October 2022, from <https://www.slu.df.gov.br/mais-informacoes-grandes-geradores-e-prestadores-de-servicos/>
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2020). *Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040*.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2021). *Sixto Reporte del Estado del Medio Ambiente*.
- Ministerio del Medio Ambiente MMA, MINECON, CORFO, & ASCC. (2021). *Hoja de Ruta para un Chile Circular al 2040*.
- Modernizarán planta de reciclaje y compostaje en Santa Juana* | Subdere. (n.d.). Retrieved 19 October 2022, from <https://www.subdere.cl/sala-de-prensa/modernizar%C3%A1n-planta-de-reciclaje-y-compostaje-en-santa-juana>
- Muller, A., Wiedmer, S., & Kurth, M. (2019). Risk Evaluation of Passive Transmission of Animal Parasites by Feeding of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae and Prepupae. *Journal of Food Protection*, 82(6), 948–954. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-18-484>
- Olavarría adhiere a la celebración del Mes del Compostaje* | Municipalidad del Partido de Olavarría. (n.d.). Retrieved 25 October 2022, from <https://www.olavarria.gov.ar/olavarria-adhiere-a-la-celebracion-del-mes-del-compostaje/>
- Oliveira, L. (2019). *Compostagem doméstica, uma solução para os resíduos sólidos urbanos*. Universidade Federal Fluminense.
- Planta de Compostaje Regional para aprovechar residuos orgánicos en Andes* » Antioquia Crítica. (n.d.). Retrieved 20 September 2022, from <https://www.antioquiacritica.com/planta-de-compostaje-regional-para-aprovechar-residuos-organicos-en-andes/>
- Portal PMVA. (n.d.). Retrieved 21 September 2022, from <http://portal.venancioaires.rs.gov.br/index.xhtml?pag=346>
- Quinto contenedor de materia orgánica en San Vicente del Raspeig*. (n.d.). Retrieved 17 October 2022, from <https://ecosilvo.es/quinto-contenedor-de-materia-organica-san-vicente/>
- Rivera Composta: se presentaron resultados intermedios del primer piloto de compostaje doméstico en el norte del país - CEMPRE Uruguay*. (n.d.). Retrieved 21 October 2022, from <https://cempre.org.uy/rivera-composta-se-presentaron-resultados-intermedios-del-primer-piloto-de-compostaje-domestico-en-el-norte-del-pais/>
- Schaub, S. M., & Leonard, J. J. (1996). Composting: An alternative waste management option for food processing industries. *Trends in Food Science & Technology*, 7(8), 263–268. [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)10029-7](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10029-7)
- Suarez-Chernov, V., López Díaz, I., & Álvarez González, M. (2019). Estimación de la producción de biogás a partir de un modelo de simulación de procesos. *Revista Centro América Odontológica*, 64, 73–85.

SUBDERE financia planta de reciclaje orgánico en Santa Juana / Subdere. (n.d.). Retrieved 19 October 2022, from <https://www.subdere.gov.cl/sala-de-prensa/subdere-financia-planta-de-reciclaje-org%C3%A1nico-en-santa-juana>

Subdere financia programa piloto de compostaje domiciliario en Limache / Subdere. (n.d.). Retrieved 19 October 2022, from <https://www.subdere.cl/sala-de-prensa/subdere-financia-programa-piloto-de-compostaje-domiciliario-en-limache>

Subdere financia programa piloto de compostaje domiciliario en Viña del Mar / Subdere. (n.d.). Retrieved 19 October 2022, from <https://www.subdere.cl/sala-de-prensa/subdere-financia-programa-piloto-de-compostaje-domiciliario-en-vi%C3%B1a-del-mar>

Taller de Compostaje GIRO - Clase 1 - YouTube. (n.d.). Retrieved 17 October 2022, from https://www.youtube.com/watch?v=RUhr8GcB4jI&ab_channel=GIROOlavarr%C3%ADa

Vietnamese farm earns big from black soldier flies - VnExpress International. (n.d.). Retrieved 25 October 2022, from <https://e.vnexpress.net/news/news/flies-become-a-cash-cow-for-mekong-delta-farmer-3848899.html>

Impressum

Herausgeber

BlackForest Solutions GmbH
Kopenhagener Straße 60-68A
Berlin
+49-30-3971-5405
info@bfgroup.org
<https://www.blackforest-solutions.com/>

Autor*innen

Rafaela Craizer (BlackForest Solutions GmbH)
Miguel Cárdenas (BlackForest Solutions GmbH)
Caio Raposo (BlackForest Solutions GmbH)

Redaktion

BlackForest Solutions GmbH
Kopenhagener Straße 60-68A
Berlin
+49-30-3971-5405
info@bfgroup.org
<https://www.blackforest-solutions.com/>

Gestaltung

AHK Chile

Stand

September 2022

In Kooperation mit



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

