FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# Diseño de plan de negocio basado en vermicompost para valorizar residuos orgánicos del sector HORECA y suministrar bioabono al sector agrícola de la Región de Valparaíso mediante simbiosis industrial.

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y al Título de Ingeniero Civil Industrial

**Felipe Gutiérrez Vergara**

**Profesor guía: Dr. Erik Schulze**

Julio, 2025

# Agradecimientos

*El presente trabajo lo dedico principalmente a mi familia, quienes han sido mi motivación para seguir adelante en este largo camino académico.*

*A mis padres José y Elizabeth, por enseñarme el valor de la honestidad, el esfuerzo y la perseverancia, lo que me ha guiado para ser quien soy hoy en día.*

*A mi tío Danilo, por siempre apoyarme y motivarme, siendo un amigo de confianza a lo largo de esta etapa.*

*A mis abuelas Gloria y Lucía, por su constante apoyo y amor.*

*Agradecer a mis amigos y compañeros, por sus consejos y apoyo moral.*

*También agradecer a mi profesor guía Erik Schulze, por brindarme grandes consejos y su tiempo para fortalecer mi trabajo de título.*

*A todos ellos, muchas gracias.*

# RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto evalúa la factibilidad técnica, económica, estratégica y ambiental de una planta de producción de vermicompost en Chile, en el contexto de una creciente demanda por fertilizantes orgánicos. Esta tendencia se encuentra respaldada por marcos regulatorios como la Ley 20.412 sobre agricultura orgánica y la Ley de Responsabilidad Extendida del Productor (REP), los cuales promueven prácticas agrícolas sostenibles y la valorización de residuos orgánicos.

Se realizó un estudio de mercado que incluyó encuestas a establecimientos del canal HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías), identificando un mercado potencial tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda. Los agricultores manifestaron interés en incorporar abonos naturales de alta calidad, mientras que los actores del canal HORECA destacaron el valor de utilizar productos que se alineen con estándares de sostenibilidad y trazabilidad.

Desde el punto de vista técnico y productivo, se comprobó que el vermicompost presenta ventajas agronómicas significativas frente a fertilizantes convencionales, y puede ser producido bajo un modelo escalable y adaptable a distintas regiones del país.

El análisis financiero para el proyecto evaluado sin financiamiento revela que es rentable en el horizonte propuesto de 10 años, con una inversión inicial estimada en CLP 944 millones, un Valor Actual Neto (VAN) de CLP 976 millones, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 5,95% y un período de recuperación de la inversión al año 8.

Los resultados obtenidos permiten afirmar con fundamento que el proyecto es técnica y económicamente viable, ambientalmente sustentable y estratégicamente alineado con las tendencias y exigencias del entorno actual. La articulación entre oportunidad de mercado, respaldo normativo, factibilidad operativa y rentabilidad proyectada configura un escenario favorable para su implementación. Además, su carácter escalable y su contribución directa a la economía circular posicionan esta iniciativa como una solución concreta y replicable para avanzar hacia una agricultura más responsable, resiliente y con alto valor agregado en Chile.

# ABSTRACT

This project evaluates the technical, economic, strategic, and environmental feasibility of a vermicompost production plant in Chile, within the context of a growing demand for organic fertilizers. This trend is supported by regulatory frameworks such as Law 20.412 on organic agriculture and the Extended Producer Responsibility (EPR) Law, which promote sustainable agricultural practices and the recovery of organic waste.

A market study was conducted, including surveys of establishments in the HORECA channel (hotels, restaurants, and cafés), identifying a potential market from both supply and demand perspectives. Farmers expressed interest in incorporating high-quality natural fertilizers, while HORECA stakeholders highlighted the value of using products aligned with sustainability and traceability standards.

From a technical and productive standpoint, vermicompost was found to offer significant agronomic advantages over conventional fertilizers and can be produced through a scalable and adaptable model for various regions of the country.

The financial analysis, evaluated without external funding, shows that the project is profitable within the proposed 10-year horizon, with an initial investment estimated at CLP 944 million, a Net Present Value (NPV) of CLP 976 million, an Internal Rate of Return (IRR) of 5.95%, and a payback period in year 8.

The results obtained provide strong evidence that the project is technically and economically viable, environmentally sustainable, and strategically aligned with current trends and demands. The combination of market opportunity, regulatory support, operational feasibility, and projected profitability creates a favorable scenario for implementation. Furthermore, its scalable nature and direct contribution to the circular economy position this initiative as a concrete and replicable solution for advancing toward a more responsible, resilient, and high-value agriculture in Chile.

# Índice

**INTRODUCCIÓN** ..... 1

**1. Marco teórico** ..... 2

**2. Situación Actual** ..... 6

**2.1. Antecedentes del entorno** ..... 6

**2.2. Generación de Residuos en Chile** ..... 7

**2.3. Análisis sector HORECA** ..... 8

**2.3.1 Hoteles** ..... 8

**2.3.2 Restaurantes** ..... 8

**2.3.3 Cafeterías** ..... 9

**2.3.4 Desechos HORECA** ..... 10

**2.4. Identificación de oportunidad** ..... 12

**3. Objetivos** ..... 12

**3.1. Objetivo General** ..... 12

**3.2. Objetivos Específicos** ..... 12

**3.3. Propuesta Metodológica** ..... 12

**4. Análisis situación externa** ..... 14

**4.1. Análisis PESTEL** ..... 14

**4.1.1. POLÍTICO** ..... 14

**4.1.2. ECONÓMICO** ..... 16

**4.1.3. SOCIAL** ..... 19

**4.1.4. TECNOLÓGICO** ..... 21

**4.1.5. ECOLÓGICO** ..... 22

**4.1.6. LEGAL** ..... 23

**4.2. Principales competidores** ..... 25

**4.3. Fuerzas de Porter** ..... 29

**4.4. Análisis mercado generador HORECA** ..... 38

**4.4.1. Revisión documental** ..... 38

**4.4.2. Levantamiento de datos primarios** ..... 40

**4.5. Análisis mercado agricultores** ..... 44

**4.5.1. Mercado Total** ..... 45
**4.5.2. Mercado que podemos servir** ..... 46
**4.5.3. Mercado que podemos conseguir** ..... 47
**4.5.4. Resumen TAM-SAM-SOM** ..... 47
**4.6. Estudio técnico** ..... 48
**4.6.1. Biotecnología de las lombrices** ..... 48
**4.6.2. Condiciones ambientales óptimas** ..... 49
**4.6.3. Materias primas para la alimentación de las lombrices** ..... 50
**4.6.4. Balance C:N y evitación de auto-calentamiento** ..... 50
**4.6.5. Sistemas y equipamiento de vermicompostaje a diferentes escalas** ..... 51
**5. Análisis de situación interna** ..... 55
**5.1. Cadena de valor** ..... 55
**5.1.1. Actividades primarias** ..... 55
**5.1.2. Actividades de apoyo** ..... 59
**5.2. Análisis VRIO y estrategia competitiva** ..... 60
**5.3. FODA** ..... 61
**6. Plan de marketing** ..... 62
**6.1. Marketing estratégico** ..... 62
**6.1.1. Estrategia competitiva** ..... 65
**6.1.2. Estrategia direccional** ..... 65
**6.1.3. Misión Visión** ..... 65
**6.1.4. Modelo de negocio** ..... 66
**6.2. Marketing operativo** ..... 68
**7. Plan operacional** ..... 71
**7.1. Ubicación** ..... 71
**7.2. Layout** ..... 73
**7.3. Actividades de la planta** ..... 74
**7.4. Recolección y recepción de residuos orgánicos** ..... 76
**7.5. Precompostaje** ..... 78

**7.6. Vermicompostaje** ..... 78
**7.7. Maduración** ..... 80
**7.8. Control de calidad y monitoreo** ..... 80
**7.9. Protocolo de riego** ..... 81
**7.10. Comercialización del Vermicompost** ..... 81
**7.11. Infraestructura y Equipos** ..... 82
**8. Plan de recursos humanos** ..... 83
**8.1. Mercado laboral** ..... 83
**8.2. Estructura organizacional** ..... 83
**8.2.1 Descripción de cargos** ..... 83
**9. Plan financiero** ..... 85
**9.1. Inversión inicial** ..... 86
**9.2. Ingresos** ..... 87
**9.3. Egresos** ..... 88
**9.4. Evaluación económica** ..... 90
**9.4.1. Estado de resultados** ..... 90
**9.4.2. Tasa de descuento** ..... 91
**9.4.3. Flujo de caja** ..... 92
**9.4.4. Análisis del VAN, TIR y Payback** ..... 93
**9.4.5. Análisis de sensibilidad** ..... 94
**10. Evaluación ambiental** ..... 95
**10.1. Marco normativo** ..... 95
**10.2. Descripción del Proyecto desde la Perspectiva Ambiental** ..... 97
**10.3. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales** ..... 98
**10.4. Evaluación de Alternativas Ambientales** ..... 98
**10.5. Emisiones de GEI** ..... 99
**10.6. Supuestos de simulación por etapa** ..... 99
**CONCLUSIÓN** ..... 101
**Referencias** ..... 102

**ANEXOS:**..... 105
**ANEXO 1: Plan regulador comunal** ..... 105
**ANEXO 2: Incentivos gubernamentales para la Inversión Turística en Chile** ..... 108
**ANEXO 3: Situación tributaria actual en Chile** ..... 111
**ANEXO 4: Informe SUBDERE población flotante** ..... 112
**ANEXO 5: Simulación de tiempo de producción de la planta** ..... 113
**ANEXO 6: CLUSTERING**..... 115
**ANEXO 7: ENCUESTA** ..... 117

# INTRODUCCIÓN

Chile enfrenta actualmente uno de los mayores desafíos ambientales del siglo XXI: la creciente generación de residuos sólidos, particularmente de origen orgánico, en un contexto urbano marcado por el aumento del consumo y la limitada infraestructura para su valorización. Según el Ministerio del Medio Ambiente, en 2019 se generaron más de 20 millones de toneladas de residuos a nivel nacional, con un promedio per cápita de 1,19 kg diarios, cifra superior al promedio mundial. Dentro de estos residuos, más del 50% corresponde a materia orgánica, gran parte de la cual es generada por el sector HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías), alcanzando un total estimado de más de 255 mil toneladas anuales.

Pese a que el país ha demostrado avances en materia medioambiental, como la formulación de políticas como la Ley Marco para la Gestión de Residuos (3R) y la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), la gestión de residuos orgánicos continúa siendo ineficiente. En la actualidad, menos del 1% de estos residuos son valorizados, lo que evidencia la urgencia de implementar soluciones sostenibles. La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2040 establece objetivos ambiciosos, como alcanzar una valorización del 66% al año 2040, fomentando tecnologías como el compostaje, la digestión anaeróbica y el vermicompostaje.

En este escenario, el vermicompostaje surge como una alternativa viable y sustentable, capaz de transformar los residuos orgánicos en humus de lombriz, un fertilizante de alta calidad con gran valor agrícola. Este proceso, impulsado por la acción de lombrices, no solo mejora las propiedades del suelo, sino que también contribuye a reducir emisiones y evitar la saturación de vertederos. Sin embargo, su adopción se ha visto limitada por barreras normativas, logísticas y de trazabilidad, especialmente en contextos urbanos.

El presente proyecto de título propone el diseño y evaluación de una empresa sustentable dedicada a la recolección y valorización de residuos orgánicos generados por el sector HORECA de la Región de Valparaíso, mediante la implementación de un sistema de vermicompostaje. Esta iniciativa se enmarca en los principios de economía circular y simbiosis industrial, y busca establecer un modelo de negocio replicable que integre a actores clave como empresas gastronómicas, agricultores locales y autoridades. El objetivo es doble: reducir el impacto ambiental asociado a la disposición final de residuos y generar un producto comercial con valor agregado, contribuyendo así a una gestión más eficiente, trazable y sustentable de los recursos.

# 1. Marco teórico

El modelo económico lineal de "extraer, transformar, usar y desechar" ha generado deterioro ambiental, acumulación de residuos y agotamiento de recursos naturales (Andrade & Tonon, 2023). En contraposición, la economía circular emerge como una estrategia de desarrollo sostenible que busca cerrar los ciclos de materiales y promover el uso de flujos de energía renovables y en cascada, entendidos como aquellos que se aprovechan secuencialmente en distintos procesos antes del descarte final (Guman & Wegner-Kozlova, 2020).

La implementación de la economía circular no solo busca eficiencia material, sino también alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con ciudades sostenibles (ODS 11), producción y consumo responsables (ODS 12) y acción climática (ODS 13) (Ddiba et al., 2022; Bakan et al., 2022).

Inicialmente centrada en las "3R" (reducir, reutilizar y reciclar), la economía circular ha evolucionado hacia marcos más integradores como el modelo ReSOLVE (regenerar, compartir, optimizar, cerrar ciclos, virtualizar y sustituir), que facilita su adopción práctica a nivel regional y global (Gonçalves & Maximo, 2022). Asimismo, se ha consolidado el marco de las "9R", que incluye estrategias desde rediseñar hasta reciclar, abarcando un espectro más amplio de intervención (Andrade & Tonon, 2023).

La economía circular puede implementarse en tres niveles de escala: micro, meso y macro. En el nivel micro, se centra en empresas y consumidores. Las empresas pueden adoptar modelos circulares en este nivel mediante el diseño de productos reutilizables, reparables o reciclables, mientras que los consumidores contribuyen con prácticas de reducción, reutilización y clasificación de residuos (Alonso-Muñoz et al., 2022). En el nivel meso, la circularidad se manifiesta en redes colaborativas como parques eco-industriales o sistemas de simbiosis industrial, donde los residuos de una empresa se convierten en recursos para otra (Yang, 2022; Alonso-Muñoz et al., 2022). Finalmente, en el nivel macro, la economía circular se implementa a través de políticas públicas, marcos normativos y planificación territorial orientada a la sostenibilidad (Gonçalves & Maximo, 2022). En esta escala, destacan las estrategias urbanas para enfrentar el cambio climático mediante la regeneración de espacios, la eficiencia en el uso de recursos y la mejora en la gestión de residuos (Negrete-Cardoso et al., 2022).

Entre las estrategias aplicables a nivel meso la simbiosis industrial (SI) destaca por ser una estrategia de colaboración entre empresas que intercambian materiales, energía, agua o subproductos, generando beneficios económicos y ambientales mediante la imitación de ecosistemas naturales, donde los residuos de un proceso se transforman en recursos para otro (Uusikartano et al., 2022). Además, este enfoque ha evolucionado para incorporar el intercambio de recursos intangibles, como conocimiento e infraestructura compartida, ampliando su alcance y eficacia (Castellet-Viciano et al., 2022).

El propósito fundamental de la SI es mejorar la eficiencia en el uso de los recursos, minimizar la generación de residuos y reducir el impacto ambiental de las actividades industriales, al mismo tiempo que se generan beneficios económicos para las empresas participantes (Boom-Cárcamo & Peñabaena-Niebles, 2022). Al valorizar los residuos y subproductos, la SI contribuye a la economía circular, donde los recursos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible.

Otro elemento clave de la economía circular es la estructuración de empresas bajo modelos de negocio circular sostenibles (SCBM), los cuales integran dimensiones ambientales, sociales y económicas para maximizar la eficiencia de los recursos y minimizar residuos a largo plazo. Según De Keyser y Mathijs (2023), un modelo de negocio sostenible se define como aquel que mantiene productos, componentes y materiales en su máximo valor y utilidad, generando beneficios integrales (ambientales, sociales y económicos) a través de innovaciones tecnológicas, sociales y

organizacionales. La SI encuentra en los SCBM un medio para materializar su potencial, ya que estos modelos formalizan mecanismos de colaboración, distribución de costos y beneficios, y medición de impactos.

La bioeconomía circular enfrenta el desafío de traducir sus principios teóricos en modelos de negocio viables, particularmente en regiones con alta generación de residuos orgánicos. Salvador et al. (2023) identifican siete arquetipos de negocios alineados con la simbiosis industrial y los ODS, entre los cuales destaca: (1) optimización de eficiencia de recursos, que implementa diseño modular y sistemas en cascada para minimizar insumos vírgenes; (2) valorización de residuos orgánicos, que transforma desechos en biogás o compost mediante procesos biotecnológicos; y (3) servitización circular, donde servicios como catering con subproductos transfieren la responsabilidad del ciclo de vida al productor. Este enfoque adquiere especial pertinencia en América Latina y el Caribe, donde los residuos orgánicos representan entre el 50% y 70% de los residuos sólidos domiciliarios (CEPAL, 2021), evidenciando tanto un problema de gestión como una oportunidad material sin explotar.

La Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos 2040 es una política pública diseñada para abordar el principal componente de los residuos sólidos municipales en Chile: los residuos orgánicos. En respuesta, la estrategia establece metas como lograr un 66% de valorización para 2040 y cobertura total de recolección diferenciada en zonas urbanas, promoviendo compostaje, vermicompostaje y tecnologías descentralizadas. Con ello, la iniciativa apunta a una transición gradual pero estructurada hacia una economía circular en Chile, priorizando soluciones de valorización local frente al modelo lineal de disposición final (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

En este contexto de residuos orgánicos, el compost figura como una herramienta central. Este proceso es la conversión controlada de productos y desechos orgánicos degradables en productos estables con la ayuda de microrganismos (Ayilara et al. 2020). De esta manera, el compost se define como como un aspecto del reciclaje donde los residuos orgánicos se descomponen biológicamente bajo condiciones controladas que los transforman en productos útiles y ambientalmente amigables.

Durante el proceso del compost los microbios degradan y desintegran moléculas orgánicas complejas en formas más simples, teniendo como resultado una matriz fértil y simple (Amuah et al. 2022). El compostaje sólo es apropiado para los desechos orgánicos, por lo que el resultado de este procedimiento dependerá de las propiedades de los deshechos (Waqas et al. 2023)

El compost tiene múltiples aplicaciones, destacando su uso como fertilizante orgánico natural por su riqueza en nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, carbono, magnesio y oligoelementos (Sayara et al., 2020, como se citó en Waqas et al., 2023; Manirakiza). Además, actúa como enmienda del suelo, mejorando su estructura, capacidad de retención de agua y contenido orgánico, lo que favorece la biorremediación de contaminantes mediante microbios presentes en el compost (Ayilara et al., 2020).

Desde una perspectiva de gestión de residuos, el compostaje reduce el volumen destinado a vertederos y permite valorizar la fracción orgánica en agricultura, paisajismo o estabilización de suelos contaminados (USEPA, 1994, como se citó en Amuah et al., 2022).

Por otro lado, el vermicompostaje se diferencia del compostaje tradicional por el rol activo de las lombrices, que transforman la materia orgánica parcialmente descompuesta por microorganismos en un abono más estable y nutritivo (Thakur et al. 2021). A diferencia del compostaje, que alcanza temperaturas entre 50 °C y 70 °C en su fase termofílica, el vermicompostaje se mantiene en un rango mesofílico cercano a los 25 °C (Amante 2024). Aunque esto limita la sanitización por calor, el paso de los residuos por el tracto digestivo de las lombrices reduce significativamente la presencia de patógenos, mientras que su actividad mantiene el sustrato aireado, evitando zonas anaeróbicas y malos olores.

El producto final presenta una baja relación C/N (~10), alta proporción de ácidos húmicos y fúlvicos, y una textura suelta, homogénea y con olor a tierra húmeda, lo que mejora notablemente la estructura, aireación, retención de agua y fertilidad del suelo. Por estas propiedades, el vermicompost se considera un insumo seguro y eficaz para su aplicación agrícola y hortícola (Céspedes, 2019).

El vermicompost presenta ventajas relevantes frente al compost tradicional, especialmente en términos de calidad microbiológica y aporte al suelo. Gracias a la acción combinada de lombrices y microorganismos, este abono orgánico posee una mayor diversidad y actividad microbiana, lo que favorece la disponibilidad de nutrientes y mejora la salud del suelo.

Según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, “el vermicompost contiene una microbiota más diversa y activa que el compost convencional, lo que mejora la disponibilidad de nutrientes y la salud del suelo” Esta característica lo posiciona como un insumo agrícola con mayor valor agregado, especialmente en contextos donde se busca regenerar o mantener suelos productivos de forma sostenible.

Según Thakur (2024), el proceso de vermicompostaje tarda 2 meses o más en lograr la transformación en el producto necesario, una comparación positiva en relación con el compostaje tradicional cuyo tiempo ronda los 6 meses.

La actividad de compostaje en Chile está regulada por varias normas. La Ley N° 19.300 establece las bases para la protección del medio ambiente y los requisitos para proyectos que puedan generar impactos. Las Normas Chilenas NCh 3382:2016 y NCh 2880:2015, del Instituto Nacional de Normalización, entregan criterios técnicos para el diseño de plantas de compostaje y los requisitos de calidad del compost. La Ley N° 20.920 promueve la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor, fomentando el reciclaje. El Decreto Supremo N° 1 de 2013 regula el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), al que algunas plantas deben inscribirse. El Código Sanitario (DFL N° 725) establece condiciones sanitarias para el tratamiento de residuos. Finalmente, el DS N° 47 de 1992 exige que las plantas se ubiquen en zonas compatibles según los instrumentos de planificación territorial.

A pesar de existir un marco legal en torno al compostaje, estudios como *"Brechas legales para la valorización de residuos orgánicos en Chile" elaborado por* Kyklos (2021) identifican obstáculos regulatorios que dificultan el desarrollo de proyectos sustentables como el vermicompostaje.

Según Kyklos, la falta de una definición normativa clara de “residuo orgánico” genera ambigüedad legal que dificulta su separación en origen y su tratamiento diferenciado, lo que afecta directamente la posibilidad de diseñar políticas públicas y procesos específicos de valorización. La inexistencia de una clasificación particular provoca que estos residuos se gestionen como domiciliarios, lo que limita la implementación de tecnologías como la vermicompostaje.

Aunque el transporte de residuos orgánicos no peligrosos no exige autorización sanitaria, en la práctica muchas autoridades la requieren, lo que complica la planificación logística y aumenta los costos operacionales. Las restricciones en los Instrumentos de Planificación Territorial impiden la instalación de plantas de valorización en zonas habitadas, encareciendo la operación al alejar los centros de procesamiento de los puntos de generación. Finalmente, la ausencia de validaciones automáticas entre actores de la cadena (generadores, transportistas y receptores) dificulta la trazabilidad, reduce la transparencia del sistema y limita los mecanismos de control eficientes (Kyklos, 2021, pp. 25–36).

El principal desafío identificado en la gestión de residuos orgánicos en el sector de servicios gastronómicos es la inadecuada segregación en origen. La literatura destaca que, al mezclarse con residuos inorgánicos, los desechos orgánicos pierden su potencial de valorización mediante procesos como la vermicultura (FAO, 2021)

A pesar de dichos desafíos existen antecedentes de proyectos exitosos a nivel internacional y local. Un ejemplo destacado de innovación en vermicultura a nivel europeo es la planta establecida por Francisco Rodríguez Senovilla y Francisco Estévez en Cuéllar, España. Este emprendimiento ha logrado constituir la mayor planta cubierta de vermicultura de Europa, con una población inicial de entre 10 y 12 millones de lombrices rojas californianas, proyectando una expansión a 100.000 millones en una superficie de 5.000 m². Su modelo de negocio se centra en la producción de humus sólido y líquido como biofertilizante regenerativo, priorizando la calidad del producto y con visión de expansión hacia mercados del norte europeo

En el contexto chileno, un caso de referencia en el uso de residuos orgánicos es el de *Armony Sustentable*, organización que desde 1983 ha implementado un modelo de economía circular basado en la recolección y transformación de residuos en compost y biofertilizantes. Este modelo ha permitido su participación en iniciativas como la reforestación de Renca y eventos sostenibles, evidenciando el potencial impacto positivo de una gestión adecuada de residuos orgánicos

La regulación vigente en Chile también establece condiciones clave para el desarrollo de este tipo de proyectos. La Ley N° 21.349 regula la producción, comercialización, etiquetado y trazabilidad de fertilizantes y bioestimulantes, definiendo estándares de calidad, envasado y fiscalización aplicables a los insumos agrícolas, incluidos los derivados del vermicompostaje (Ministerio de Agricultura, 2021). Esta ley considera al vermicompost como un bioestimulante, enmienda orgánica y fertilizante por su capacidad de mejorar la fertilidad y las propiedades físico-químicas del suelo.

Entre sus implicancias más relevantes, se exige que las plantas productoras y sus operadores se inscriban en el Registro Único Nacional administrado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), cumplan con parámetros de calidad definidos, etiqueten adecuadamente sus productos, y aseguren la trazabilidad de estos (Ministerio de Agricultura, 2021). Además, el SAG posee facultades fiscalizadoras que incluyen la toma de muestras para verificación de composición y calidad del producto.

El Programa de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD) del SAG entrega subsidios a pequeños agricultores para mejorar la calidad del suelo con prácticas sustentables. Una de las prácticas bonificadas es la aplicación de materia orgánica como compost o biofertilizantes. Esto crea una demanda directa por productos como el humus de lombriz, que puede ser producido por plantas de vermicultura.

De este modo, una planta de vermicultura privada puede convertirse en proveedor de estos insumos, cumpliendo con los estándares del programa. Así, el SIRSD no solo ayuda a restaurar suelos, sino que también impulsa el mercado del vermicompost. Esta relación favorece un modelo de negocio sostenible, alineado con políticas públicas agrícolas y ambientales.

Estos antecedentes evidencian que tanto la experiencia internacional como el marco normativo y condiciones nacionales establecen las bases necesarias para el desarrollo de proyectos de vermicultura orientados a la valorización de residuos orgánicos bajo un enfoque de economía circular.

En este contexto, la integración activa de establecimientos del sector HORECA y de actores locales en la región de Valparaíso resulta clave para fortalecer los circuitos cortos de abastecimiento, asegurar una fuente constante de materia prima orgánica, y consolidar redes colaborativas que impulsen tanto la sostenibilidad ambiental como el dinamismo económico regional.

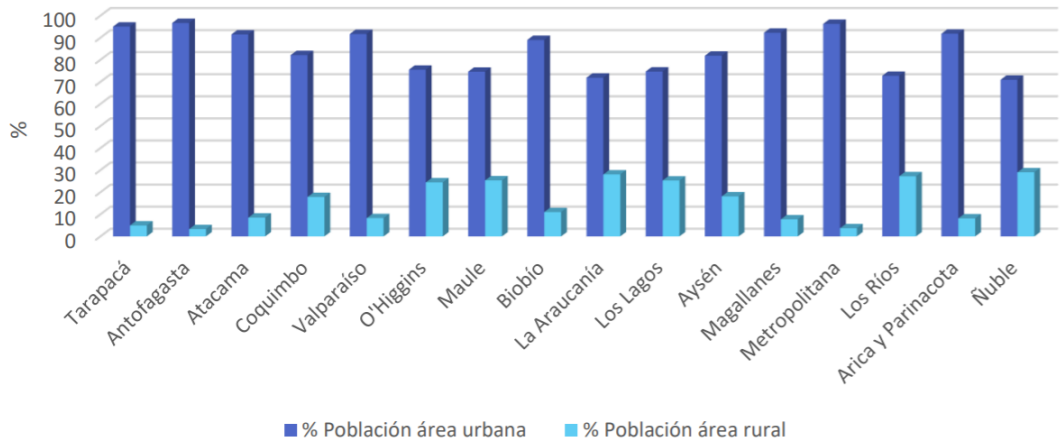
# 2. Situación Actual

## 2.1. Antecedentes del entorno

En las últimas décadas, el crecimiento acelerado de la población y la intensificación del proceso de urbanización han dado lugar a un notable aumento en la generación de residuos sólidos urbanos a nivel mundial. Este fenómeno representa uno de los principales retos ambientales del siglo XXI, ya que el incremento en la producción de desechos no solo está relacionado con el número de habitantes, sino también con los patrones de consumo, el nivel de ingresos y las capacidades de gestión de residuos de cada región.

Se espera que el crecimiento de la población y la urbanización aumenten significativamente la generación de residuos sólidos urbanos en todo el mundo. A medida que más personas se concentran en áreas urbanas, la cantidad de desechos producidos tiende a incrementarse, lo que plantea desafíos adicionales en términos de gestión y tratamiento de estos residuos.

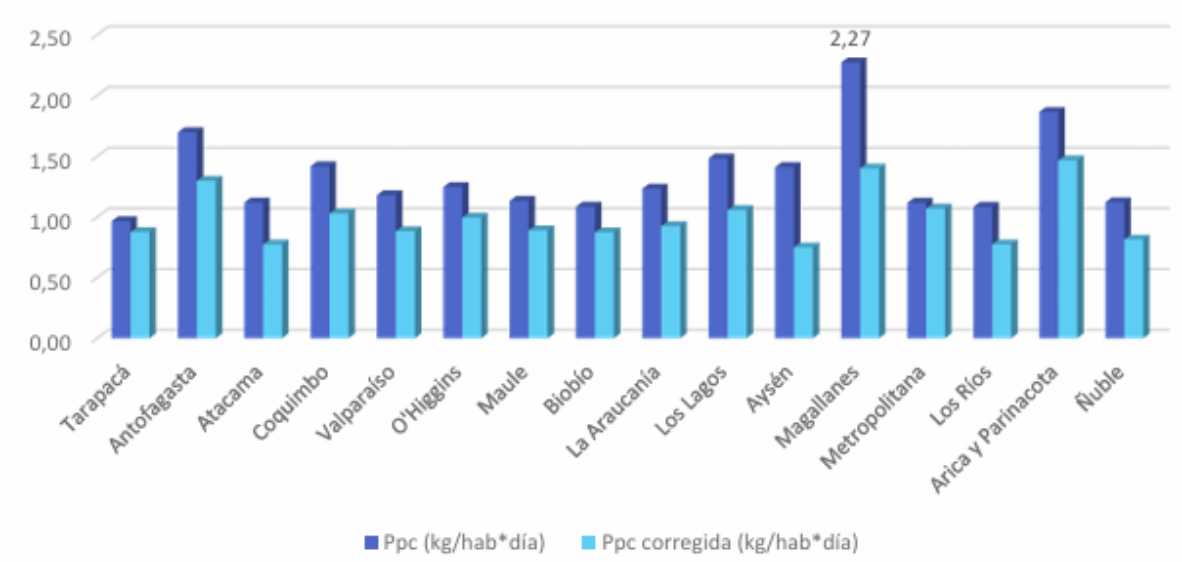
***Gráfico 1:*** *Representación población urbana y rural en Chile.2022*




***Fuente:*** *INFORME DIAGNÓSTICO Y CATASTRO NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS: Síntesis Nacional.*

A nivel global, se estima que la generación de desechos municipales alcanza los 2,01 billones de toneladas anualmente. Esto equivale a una media de aproximadamente 0,74 kg de desechos por persona al día, aunque este promedio puede variar considerablemente dependiendo de la región, con cifras que oscilan entre 0,11 kg y 4,54 kg por persona.

***Gráfico 2:*** *Producción per cápita (kg/hab*día) por región.*




***Fuente:*** *INFORME DIAGNÓSTICO Y CATASTRO NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS: Síntesis Nacional.*

Debido a factores clave como mayores niveles de consumo, productos empaquetados de manera más compleja y una infraestructura que permite un mayor volumen de desecho es que los países con mayores niveles de ingreso son también los que generan una mayor cantidad de residuos, que se espera que continúe creciendo cada año debido a estas tendencias demográficas y económicas, en donde los países con un alto ingreso per cápita (que representan el 16% del total) generan una cantidad desproporcionada de residuos, alcanzando el 34% del total mundial de desechos.

Para el año 2050, se estima que la producción mundial de residuos alcanzará los 3,4 billones de toneladas. En esta proyección, los países con mayores niveles de ingreso mostrarían un incremento del 19% en la generación de desechos por persona. En contraste, las naciones con economías más frágiles podrían enfrentar un aumento del 40% en el volumen total de residuos, impulsado por el vínculo entre el crecimiento económico individual y el consumo. A medida que las condiciones de vida mejoran en los países en vías de desarrollo, también se incrementa la demanda de bienes, lo que inevitablemente se traduce en una mayor acumulación de desechos.

## 2.2. Generación de Residuos en Chile

Según datos del Ministerio del Medio Ambiente, en el año 2018 se generaron en Chile 19,6 millones de toneladas de residuos sólidos a nivel nacional, cifra que aumentó a 20 millones de toneladas en 2019. Del total generado en 2018, el 97% correspondió a residuos no peligrosos, mientras que el 3% restante fueron residuos peligrosos.

Con respecto a la generación de desechos municipales, en el año 2017, se estima que se generaron alrededor de 7,9 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, de los cuales aproximadamente el 58% correspondió a residuos orgánicos, es decir, cerca de 4,6 millones de toneladas. En el año 2018 se registró la generación de 8.177.448 toneladas de residuos municipales no peligrosos, los cuales se clasificaron con un 53% de origen industrial, 43% proveniente directamente de los municipios y un 2% a lodos generados en plantas de tratamiento de aguas servidas

De esta manera, el promedio de desechos generados per cápita es de 1,19 kilogramos. Esta cifra está por encima de la media mundial, estimada en 0,74 kilogramos diarios, e incluso supera los niveles per cápita de generación de residuos de países desarrollados como Japón y Corea del Sur. Este fenómeno se relaciona con el hecho de que Chile es considerado un país con alto poder adquisitivo por habitante, lo que se traduce en un modelo de consumo más intensivo. En este contexto, aproximadamente un tercio de los alimentos destinados al consumo humano termina siendo desperdiciado, debido principalmente a la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena alimentaria.

Para enfrentar la situación del poco aprovechamiento de los residuos orgánicos, la "Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040" propone el vermicompostaje, como una de las tecnologías con mayor potencial de aplicación en el país. A pesar de estas propuestas, la tasa de valorización de residuos orgánicos en Chile sigue siendo baja, con una cifra inferior al 1% del total generado anualmente y la vermicultura es una de las varias formas de valorización (junto con el compostaje y la digestión anaeróbica) que contribuyen a esta cifra.

## 2.3. Análisis sector HORECA

### 2.3.1 Hoteles

Los hoteles en Chile se caracterizan por la presencia de cadenas nacionales e internacionales, sumando a otros tipos de alojamiento como hostales y Airbnb. Según cifras de la subsecretaría del turismo, en Chile del total de alojamiento turístico al año 2019, 106 corresponden a grandes empresas, 211 medianas y el resto pequeñas y micros, formando un total de 13.144.

En la tabla se muestra la distribución de las empresas registradas como alojamiento turístico en las 5 regiones con más registros del país.

***Tabla 1:*** *Distribución hotelera en Chile.*

| Región | Alojamiento Turístico | Proporción |
|---|---|---|
| Región de Los Lagos | 1.654 | 13% |
| Región Metropolitana de Santiago | 1.645 | 13% |
| Región de Valparaíso | 1.486 | 11% |
| Región de La Araucanía | 1.324 | 10% |
| Región del Biobío | 913 | 7% |

***Fuente:*** *Elaboración propia con datos de la Subsecretaría de Turismo de Chile.*

Se observa que la Región de Los Lagos, la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso lideran en número de registros, sumando más del 30% del total a nivel nacional. Las 5 regiones analizadas concentran el 53,42% de las empresas registradas en rubro a nivel nacional.

### 2.3.2 Restaurantes

El sector de restaurantes en Chile ha mostrado una notable recuperación y expansión en los últimos años, destacando especialmente en 2023. Según datos de la Asociación Chilena de Gastronomía (ACHIGA), las ventas reales de comida de servicio rápido registraron un crecimiento real anual de

12,1%. La adopción de modelos híbridos, que combinan atención presencial con servicios de delivery y plataformas digitales, ha sido clave para mantener la competitividad en un mercado cada vez más dinámico.

Si bien no existe información precisa acerca del número de restaurantes en Chile, podemos tener una aproximación al revisar la información entregada por el Servicio de Impuestos Internos.

En la tabla se observa el número de empresas registradas bajo la Actividad Económica de Actividades de restaurantes y Servicios Móviles de Comidas.

***Tabla 2:*** *Distribución de restaurantes en Chile.*

| N° | Región | Empresas | % |
|---|---|---|---|
| I | Tarapacá | 530 | 2,07% |
| II | Antofagasta | 824 | 3,22% |
| III | Atacama | 325 | 1,27% |
| IV | Coquimbo | 1.089 | 4,25% |
| V | Valparaíso | 3.375 | 13,18% |
| RM | Santiago | 11.117 | 43,42% |
| VI | O'Higgins | 1.099 | 4,29% |
| VII | Maule | 1.158 | 4,52% |
| VIII | Bio Bio | 1.897 | 7,41% |
| IX | Araucania | 1.176 | 4,59% |
| X | Los Lagos | 1.146 | 4,48% |
| XI | Aysen | 209 | 0,82% |
| XII | Magallanes | 321 | 1,25% |
| XIV | Los Rios | 527 | 2,06% |
| XV | Arica | 292 | 1,14% |
| XVI | Ñuble | 515 | 2,01% |

***Fuente:*** *Elaboración propia con datos del SII.*

En el total de 25.604 empresas, se puede notar una gran concentración y volumen en la Región Metropolitana, que representa el 43,42% del total. Esto se debe a que esta región alberga al 37% de la población nacional y concentra una parte significativa de la actividad económica y empresarial del país. La Región de Valparaíso ocupa el segundo lugar con el 13,18%, seguida por la Región del Biobío, que alcanza un 7,41%.

### 2.3.3 Cafeterías

Las cafeterías chilenas han evolucionado más allá de ofrecer simplemente café, incorporando experiencias gastronómicas completas que incluyen preparaciones de autor, opciones veganas y bebidas frías. Además, ha surgido una tendencia hacia cafeterías temáticas, inspiradas en películas,

videojuegos o literatura, que buscan ofrecer una experiencia única y diferenciada a los clientes. Esta diversificación ha sido impulsada por el auge del delivery y la creciente demanda de espacios con ambientes acogedores y personalizados.

A pesar de los desafíos enfrentados durante la pandemia, que resultaron en el cierre de más de 250 locales, el sector ha mostrado una notable resiliencia y capacidad de adaptación.

***Tabla 3:*** *Distribución de cafeterías en Chile.*

| N° | Región | Empresas |
|---|---|---|
| I | Tarapacá | 21 |
| II | Antofagasta | 32 |
| IV | Coquimbo | 143 |
| V | Valparaíso | 276 |
| RM | Santiago | 656 |
| VI | O'Higgins | 106 |
| VII | Maule | 34 |
| VIII | Bio Bio | 55 |
| IX | Araucania | 83 |
| X | Los Lagos | 56 |
| XI | Aysen | 16 |
| XII | Magallanes | 47 |
| XIV | Los Rios | 70 |
| XV | Arica | 21 |
| XVI | Ñuble | 41 |

***Fuente:*** *Elaboración propia con datos de Censo Cafetero 2022.*

Según datos del censo cafetero 2022, el número total de cafeterías en Chile corresponde a 1620, siendo la RM la que posee la mayor cantidad de cafeterías del país con un total de 656. Por otra parte, la región de Valparaíso es la que un mayor crecimiento ha presentado en cantidad de cafeterías desde el 2019, con un total de 219 nuevas cafeterías, equivalente a una variación de 263,16% en base a las 57 antes registradas.

### 2.3.4 Desechos HORECA

De la información recopilada, se puede establecer una clasificación de los hoteles en Chile según su tamaño: hoteles pequeños, que cuentan con 25 habitaciones o menos; hoteles medianos, que poseen entre 26 y 300 habitaciones; y hoteles grandes, que superan las 300 habitaciones.

Según datos de Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo los residuos orgánicos generados por lo hoteles en Chile corresponden al 40,18% del total generado.

De acuerdo con el Instituto Mexicano para la Competitividad cada cuarto de hotel genera alrededor de 407 kilogramos de residuos sólidos al año. Este volumen significativo de desechos, multiplicado por la cantidad de habitaciones existentes y la proporción obtenida, permite calcular que el sector hotelero genera aproximadamente 64.980 toneladas de residuos orgánicos anualmente.

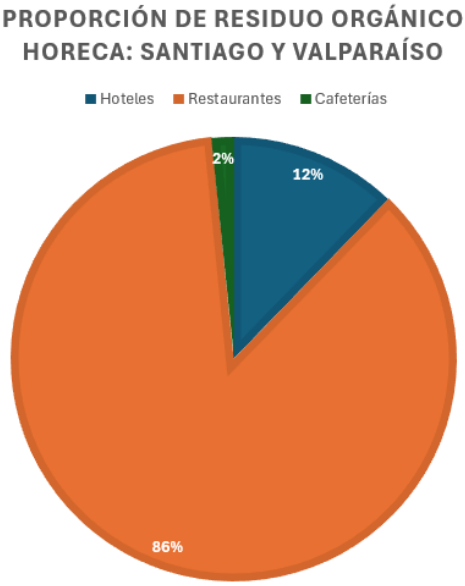
Además, se considera que un restaurante mediano genera en promedio 20 kilogramos de residuos orgánicos por día. A partir de este valor estimado, se calcula que el total de residuos orgánicos generados anualmente por los restaurantes en Chile alcanza aproximadamente las 186.909 toneladas.

Con base en los datos del Censo Cafetero y estimaciones complementarias sobre el desecho de alimentos, se calcula que una cafetería genera en promedio 5,88 kilogramos de residuos orgánicos al día. A partir de este dato, se estima que el rubro cafetero en su conjunto produce alrededor de 3.478 toneladas de residuos orgánicos al año.

La generación conjunta de residuos orgánicos por parte de los sectores hotelero, gastronómico y cafetero en Chile alcanza un total aproximado de 255.367 toneladas al año. Con la intención de aprovechar la cercanía de las regiones en una etapa inicial es que el enfoque se centrará en las regiones conjuntas de Santiago y Valparaíso, de esta manera, los residuos orgánicos estimados presentan los siguientes valores:

- Hoteles: 15.144 toneladas.
- Restaurantes: 106.538 toneladas.
- Cafeterías: 1.948 toneladas.

***Gráfico 3:*** *Proporción de residuo orgánico en el sector HORECA.*




***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 2.4. Identificación de oportunidad

Existe una oportunidad concreta para implementar un sistema de valorización de residuos orgánicos en la Región de Valparaíso que gestione residuos orgánicos del sector HORECA en humus de lombriz, un abono natural con alto valor agrícola. Esta propuesta permite aprovechar un recurso que hoy se desecha, respondiendo a problemas como la acumulación de residuos, la falta de trazabilidad y las limitaciones del modelo lineal de gestión. Además, no existen investigaciones documentadas en chile que integren el vermicompostaje como parte de la cadena de valor en negocios HORECA en los últimos 5 años, lo que refuerza la innovación y el carácter pionero del proyecto.

El proyecto genera beneficios ambientales al reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos, mejorar la calidad del suelo y disminuir emisiones. También tiene ventajas económicas, ya que permite crear un producto comercializable, acceder a subsidios públicos y reducir costos de disposición para las empresas que generan los residuos.

Además, al estar alineado con la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos y con los principios de la economía circular, este modelo puede escalarse y replicarse en otras comunas, fortaleciendo alianzas entre empresas, agricultores y autoridades.

# 3. Objetivos

## 3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de vermicultura orientado a la valorización de residuos orgánicos del sector HORECA en la Región de Valparaíso, bajo principios de economía circular y simbiosis industrial.

## 3.2. Objetivos Específicos

1. Caracterizar mercado establecimientos sector HORECA como mercado generador de materia orgánica valorizable, mediante la identificación de sus niveles de generación de residuos y prácticas de gestión actuales de residuos orgánicos del sector HORECA, en la comuna de Viña del mar.
2. Evaluar el entorno normativo, técnico y económico para la implementación del sistema.
3. Diseñar un modelo productivo y logístico viable, y escalable.
4. Evaluar la viabilidad económica, legal y ambiental del sistema propuesto.

## 3.3. Propuesta Metodológica

La metodología utilizada en el presente proyecto es de carácter mixto, con enfoque aplicado y secuencial. Se estructura en etapas interrelacionadas que permiten cumplir de manera progresiva los objetivos específicos, asegurando coherencia entre el diagnóstico, análisis técnico, estudio de mercado, evaluación normativa y formulación del modelo de negocio.

#### 3.3.1. Análisis situación externa

Se realizará un análisis de la competencia directa, las Cinco Fuerzas de Porter y análisis PESTEL, para fundamentar la estrategia de diferenciación y el modelo de negocio. Además, se busca estudiar

la situación global y nacional con respecto a los desechos generados per cápita y comprender las tendencias generadoras de residuos. Finalmente, se busca levanta información mediante encuestas y entrevistas a establecimientos HORECA de la comuna de Viña del Mar, completando así el diagnóstico del sector y comprender las tendencias de estos locales.

### 3.3.2. Investigación de mercado

La investigación de mercado consistirá en una revisión exploratoria mixta que combina fuentes secundarias, como estudios nacionales de residuos, con un levantamiento primario en Viña del Mar mediante encuestas estructuradas y entrevistas semiestructuradas. Se aplicará análisis estadístico y segmentación por clúster para caracterizar a los generadores HORECA según prácticas, volúmenes y actitudes hacia la economía circular. Esto permitirá construir una base empírica para el diseño técnico y comercial del proyecto de valorización orgánica. La revisión de instrumentos cuantitativos relacionados al sector agrícola serán fuentes secundarias para estimar el tamaño del mercado. Este análisis permitirá validar la existencia de un entorno comercial técnicamente viable y socialmente receptivo para ambos flujos: residuo valorizable y producto fertilizante.

### 3.3.3. Estudio técnico del sistema de vermicultura

Incluye la caracterización de los residuos obtenidos, la selección de la especie Eisenia fetida y la estimación de parámetros técnicos como superficie requerida, capacidad de conversión, producción de humus y control de condiciones (humedad, pH, temperatura). Esta etapa se basa en fuentes especializadas (Domínguez & Edwards, 2004; Manual Intendencia de Montevideo, 2018) y constituye la base para el diseño posterior del plan operativo.

### 3.3.4. Formulación del modelo de negocio

A partir de los resultados anteriores, se configurará un modelo de negocio inicial basado en el enfoque de economía circular y simbiosis industrial. Este se representará a través del Business Model Canvas y se validará mediante el análisis de propuestas de valor (Jobs, Pains, Gains). La formulación será dinámica y se encontrará sujeta a revisión conforme avance el estudio económico y ambiental del proyecto.

### 3.3.5. Plan de operaciones y logística

Con base en los datos técnicos y normativos, se formula una propuesta preliminar de operaciones. Esta contemplará las etapas de recolección, precompostaje, vermicompostaje, monitoreo, almacenamiento y comercialización. Se diseñará un layout funcional y se definirán requerimientos de infraestructura y personal. Asimismo, se considerarán herramientas de optimización logística para definir rutas eficientes de recolección y entrega del producto final.

### 3.3.6. Plan de recursos humanos

Se definirá un plan de recursos humanos, detallando y definiendo el organigrama de la empresa y la descripción de cargos y funciones.

#### 3.3.7. Evaluación normativa y legal

En paralelo al diagnóstico, se realiza una revisión del marco regulatorio aplicable al manejo de residuos orgánicos y la implementación de sistemas de vermicompost. Se analiza la legislación vigente en compostaje, transporte de residuos, permisos sanitarios y exigencias del SAG. Se elabora una matriz de cumplimiento con el fin de orientar el diseño técnico y minimizar riesgos regulatorios.

#### 3.3.8. Evaluación económica y financiera

Se evaluará económica y financieramente el plan de negocios mediante la utilización de indicadores como el VAN, TIR, Payback y análisis de sensibilidad para determinar la rentabilidad del proyecto mediante un flujo de caja.

#### 3.3.9. Evaluación ambiental

La evaluación ambiental se realizará aplicando el marco normativo vigente y simulaciones de emisiones GEI mediante la herramienta IGES GHG Calculator. Se analizaron las principales etapas del proceso (transporte, valorización y disposición final), estimando impactos mensuales por tonelada de residuo. Además, se identificaron impactos sociales y ambientales relevantes, estableciendo medidas preventivas y alternativas tecnológicas que justifican la selección del vermicompostaje como opción más sustentable.

# 4. Análisis situación externa

## 4.1. Análisis PESTEL

### 4.1.1. POLÍTICO

La Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) se establece como el marco directriz y orientador a nivel nacional, definiendo los principios, objetivos, estrategias y directrices que deben guiar la organización espacial del país. Su propósito es la configuración de un territorio armónico, integrado, seguro e inclusivo, impulsando un proceso de desarrollo sustentable que integra las dimensiones sociales, económicas y ambientales con identidad territorial. La PNOT se concibe como el elemento integrador de los múltiples instrumentos de ordenamiento, planificación y gestión territorial existentes en Chile, lo que implica que las normativas e instrumentos sectoriales y regionales, incluyendo aquellos de escala comunal, deben ajustarse a ella e integrar sus sistemas territoriales para dotar de coherencia al desarrollo del país.

Esta influencia directa se manifiesta en la escala comunal, donde instrumentos fundamentales como los Planes de Desarrollo Comunal (Pladeco) y los Planes Reguladores Comunales (PRC) son orientados por la PNOT. Un ejemplo claro de esto se encuentra en el Eje Estratégico 1: Sistema de Asentamientos Humanos, cuyo objetivo es contribuir a un sistema integrado, inclusivo y sustentable. Para lograrlo, la PNOT establece directrices específicas que inciden directamente en el uso del suelo y la zonificación urbana y rural: promover el ordenamiento de sistemas de asentamientos humanos sustentables (reconociendo áreas rurales, urbanas y de interfaz urbano-rural), fomentar una ocupación equilibrada y segura del territorio, y establecer condiciones para una adecuada expansión urbana a

través de los instrumentos de ordenamiento, planificación y gestión territorial. Además, impulsa que la consideración del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático sea incorporada en los instrumentos que tengan incidencia en los usos del suelo. De este modo, la PNOT garantiza que la planificación local y la zonificación de las ciudades se alineen con una visión estratégica y de desarrollo sustentable para todo el territorio nacional. (ANEXO 1)

**Situación fomento de inversión turística**

Organización Mundial del Turismo (2023) es una organización integral diseñada para atraer inversiones que reflejan el potencial y la estabilidad del sector. Destaca aspectos del turismo tales como la generación de USD 9.247 millones en ingresos en 2022, lo que representa un notable crecimiento del 52,9% respecto a 2021, y empleó a 603.642 personas en el primer semestre de 2023. Chile se ubica en el top 10 de América Latina y el Caribe en anuncios de IED greenfield en turismo y proyecta una inversión de USD 4.188 millones en el sector entre 2022 y 2026, con un 28% de inversión extranjera privada, respaldada por planes estratégicos de infraestructura y apoyo gubernamental. Además, su competitividad es regionalmente destacada, siendo el país mejor ubicado en América Latina y el Caribe en el Índice de Desarrollo de los Viajes y el Turismo del Foro Económico Mundial (puesto 34 de 117 globalmente), y el mejor país de la región para hacer negocios según el informe "Doing Business 2020" del Banco Mundial, todo ello enmarcado en un fuerte compromiso con el desarrollo sostenible. (ANEXO 2)

**Situación tributaria actual en Chile**

En Chile, los principales impuestos que inciden en una empresa son los tributos generales (IVA e impuesto a la renta) y tributos municipales relacionados con el negocio y la propiedad. (ANEXO 3)

**Escenarios tributarios ante posibles reformas**

- **Escenario 1:** Exención o reducción del IVA para insumos circulares. En este escenario, una reforma tributaria podría contemplar exenciones o una tasa reducida de IVA para el compostaje o la venta de compost. Por ejemplo, la hoja de ruta hacia la economía circular ha sugerido evaluar exenciones de IVA a actividades de reciclaje y reutilización de materiales secundarios. Si el compostaje quedara exento o a tasa reducida, el fertilizante orgánico resultaría más barato para el agricultor, incentivando su uso y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos. Sin embargo, esto implicaría menores ingresos para el fisco.

- **Escenario 2:** Impuestos verdes sobre fertilizantes convencionales y residuos. Una reforma podría extender o aumentar los “impuestos verdes” existentes (actualmente aplican a emisiones de $CO_2$ de industrias y vehículos) para afectar los fertilizantes sintéticos o la disposición de residuos. Por ejemplo, imponer un impuesto al carbono sobre la producción o uso de fertilizantes químicos aumentaría su costo relativo frente al fertilizante orgánico. De manera análoga, podría crearse un “impuesto al vertimiento” o tarifa ambiental para la disposición de residuos orgánicos, favoreciendo la alternativa de vermicompostaje. Estas medidas supondrían alzas tributarias para actividades de alto impacto ambiental y, en contraste, harían más competitivo el compostaje. Cabe recordar que Chile ya cuenta con un impuesto verde sobre emisiones industriales, por lo que ampliar dicho régimen al sector agrícola/ambiental sería posible vía ley.

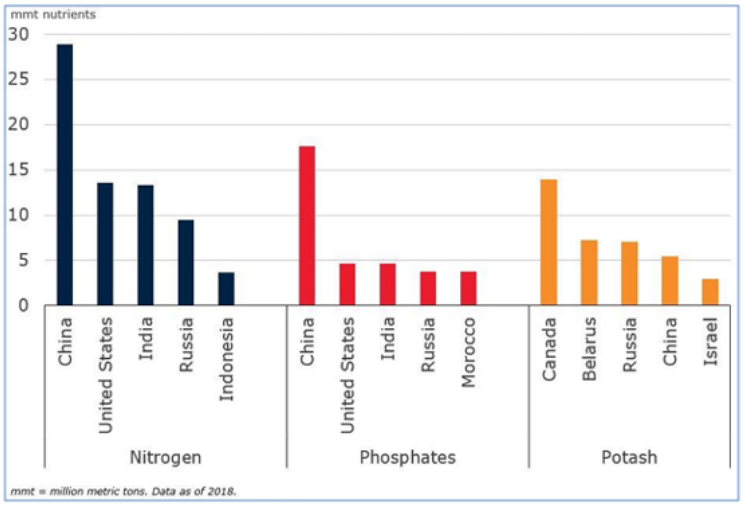
- **Escenario 3:** Incentivos tributarios a la economía circular. Este escenario considera beneficios fiscales adicionales para proyectos de sustentabilidad. Por ejemplo, se podrían otorgar créditos fiscales o deducciones especiales por invertir en compostaje y reciclaje. Actualmente la legislación permite deducir gastos de gestión de residuos como gastos necesarios, pero una reforma podría ampliar esto (por ejemplo, deduciendo más del 100% del gasto o estableciendo depreciación acelerada del equipo de compostaje). También podrían crearse bonificaciones tributarias (por ejemplo, devolución parcial de IVA o reintegro de impuestos de renta) para productores de abono orgánico o empresas que integren circuitos de reciclaje. Estos incentivos reforzarían el desarrollo del proyecto descontando parte de su carga impositiva, en línea con propuestas generales de "economía circular" que consideran deducciones o exenciones fiscales para el uso de materiales secundarios. En suma, aumentos en beneficios fiscales para empresas verdes facilitarían la rentabilidad del compostaje, mientras que el Estado sacrificaría cierta recaudación para impulsar prácticas sostenibles.

## 4.1.2. ECONÓMICO

La viabilidad económica y competitiva de la planta se ve influenciada por el aumento en los costos agrícolas, el alza en los costos logísticos por inflación y combustible, y la existencia de subsidios y financiamiento.

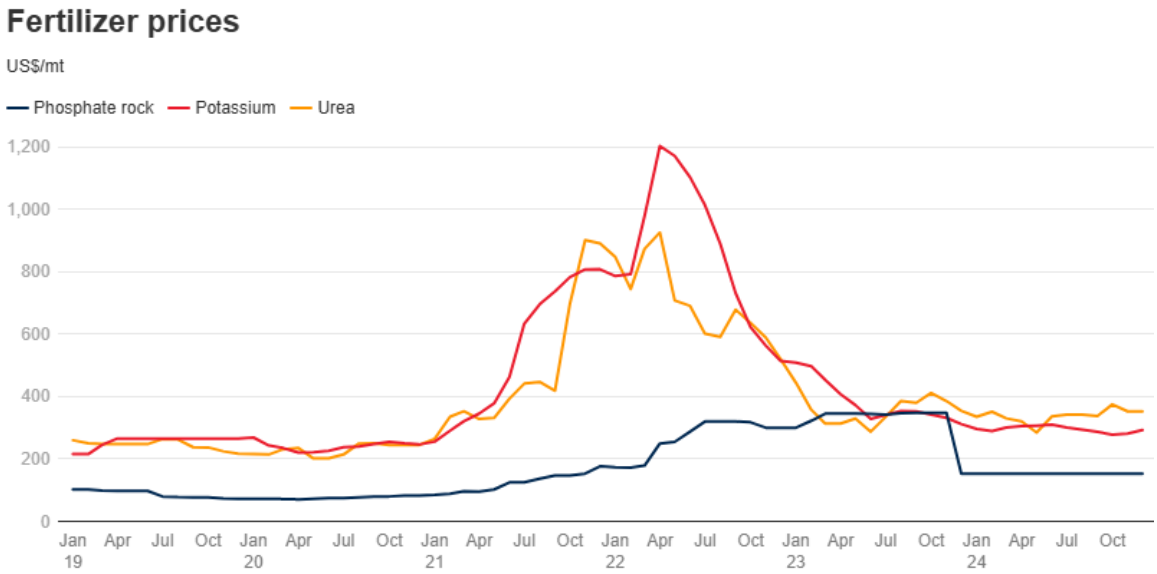
El aumento de los costos agrícolas es un problema que afecta a la agricultura global, incluyendo a Chile, ya que, al ser una economía abierta, es un importador nato de fertilizantes agrícolas (INE, 2025), sin embargo, si bien se presentaron alzas en los precios de hasta un 345% entre los años 2022 y 2023, las constantes exportaciones de los principales países productores de fertilizantes como Rusia, Estados Unidos y China han logrado disminuir el índice, y se proyecta que seguirá bajando en 2025 antes de estabilizarse en 2026 (World Bank Group, 2025). De todas maneras, se prevé que el índice se mantenga sobre los niveles prepandemia, debido a la gran demanda y las restricciones a las exportaciones, en particular de China.

***Gráfico 4:*** *Principales productores de fertilizantes a nivel mundial, según tipo de fertilizante: Nitrógeno, Fosfato y Potasio.*




***Fuente:*** *World Bank Group 2025.*

***Gráfico 5:*** *Precios de los fertilizantes.*




***Fuente:*** *World Bank Group 2025.*

La operación de una planta de vermicompostaje que depende del transporte interregional de residuos desde Viña del mar a Reñaca Alto está expuesta a la inflación y al precio del combustible, lo que afecta directamente los costos logísticos.

De acuerdo con el Boletín del INE de Índice de Costos del Transporte (ICT) de abril de 2024, el precio del transporte por carretera ha aumentado más de un 6,4% interanual, principalmente por el alza en el diésel.

Además, la inflación acumulada para productos y servicios logísticos ha incrementado los precios de almacenamiento, mantención de flota y peajes.

La operación de la planta de vermicompostaje depende también del transporte interregional de residuos desde las comunas de Valparaíso y Viña del Mar, en donde la inflación y el precio del combustible afectan directamente los costos logísticos. Con respecto al Índice de Costos del Transporte (ICT), el Instituto Nacional de Estadísticas informó que un alza mensual de 0,5% en mayo de 2025, acumulando un 1,3% en el presente año, aumento que no se relaciona con la variación en el precio del diésel, el cuál presenta una variación mensual de –1,7%.

***Tabla 4:*** *Variación ICT sin Diésel.*

| Año | Mes | Glosa | Índice | Variación Mensual (%) |
|---|---|---|---|---|
| 2024 | 1 | ICT Sin Diésel | 105,39 | 1,2 |
| 2024 | 2 | ICT Sin Diésel | 105,58 | 0,2 |
| 2024 | 3 | ICT Sin Diésel | 104,14 | -1,4 |
| 2024 | 4 | ICT Sin Diésel | 104,66 | 0,5 |
| 2024 | 5 | ICT Sin Diésel | 105,44 | 0,7 |
| 2024 | 6 | ICT Sin Diésel | 103,98 | -1,4 |
| 2024 | 7 | ICT Sin Diésel | 105,36 | 1,3 |
| 2024 | 8 | ICT Sin Diésel | 107,79 | 2,3 |
| 2024 | 9 | ICT Sin Diésel | 108,54 | 0,7 |
| 2024 | 10 | ICT Sin Diésel | 109,67 | 1,0 |
| 2024 | 11 | ICT Sin Diésel | 110,77 | 1,0 |
| 2024 | 12 | ICT Sin Diésel | 110,42 | -0,3 |
| 2025 | 1 | ICT Sin Diésel | 111,81 | 1,3 |
| 2025 | 2 | ICT Sin Diésel | 112,07 | 0,2 |
| 2025 | 3 | ICT Sin Diésel | 111,43 | -0,6 |
| 2025 | 4 | ICT Sin Diésel | 110,91 | -0,5 |
| 2025 | 5 | ICT Sin Diésel | 112,22 | 1,2 |

***Fuente:*** *INE, Índice de Costos del Transporte.*

***Tabla 5:*** *Variación ICT con Diésel.*

| Año | Mes | Glosa | Índice | Variación Mensual (%) | Variación 12 Meses (%) | Incidencia 12 Meses (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2025 | 1 | DIÉSEL | 94,76 | 2,8 | 1,0 | -0,835 |
| 2025 | 2 | DIÉSEL | 97,38 | 2,8 | 0,0 | -0,237 |
| 2025 | 3 | DIÉSEL | 96,47 | -0,9 | 1,0 | -1,039 |
| 2025 | 4 | DIÉSEL | 93,82 | -2,7 | 1,0 | -2,255 |
| 2025 | 5 | DIÉSEL | 92,20 | -1,7 | -8,2 | -2,160 |

***Fuente:*** *INE, Índice de Costos del Transporte.*

La inflación acumulada en 2025 se mantiene elevada, con un IPC en torno a 4,4 %, pero se espera que llegue a la meta del 3% a mediados del año 2026, según el Banco Central. Esto se traduce en mayor costo de mano de obra, repuestos, peajes y servicios, encareciendo aún más la logística y mantenimiento de la flota.

Con respecto al consumo de la población chilena, durante el año 2023, el consumo de los chilenos en restaurantes experimentó un notable aumento, reflejo tanto de cambios en los hábitos de consumo como del contexto económico. Según un estudio de Edenred, el gasto promedio en almuerzos realizados en restaurantes creció un 15 % en comparación al año anterior, pasando de $6.520 a $7.445. Esta alza también se evidenció en establecimientos de comida rápida y casinos, donde el monto promedio subió de $7.262 a $8.374. Este incremento se explica, en parte, por el aumento generalizado de precios producto de la inflación, pero también por el retorno gradual a la presencialidad laboral,

lo que ha incentivado el consumo fuera del hogar. La necesidad de almorzar fuera del domicilio ha vuelto a ser parte del día a día de muchos trabajadores, impulsando la demanda en el sector gastronómico.

Además del gasto individual en restaurantes, se ha registrado una mayor asignación del presupuesto familiar hacia el consumo en servicios relacionados al sector HORECA, que incluye hoteles, restaurantes y cafeterías. De acuerdo con datos entregados por el INE, los hogares en capitales regionales de Chile destinan en promedio un 6,1 % de su presupuesto mensual, lo que equivale aproximadamente a $88.000 de un total de $1.451.782, a servicios de alojamiento y comida fuera del hogar. Este porcentaje representa una porción significativa del gasto, y evidencia una preferencia creciente por actividades recreativas y de socialización asociadas al consumo de alimentos en establecimientos.

El turismo representa una de las principales actividades económicas en Chile, con un impacto directo en la generación de divisas, empleo y consumo local. Durante 2023, el país recibió más de 4,2 millones de visitantes internacionales, generando ingresos por 2.770 millones de USD, impulsados por estancias más prolongadas y un mayor gasto promedio por turista.

Dentro de este panorama, el litoral Viña del Mar–Concón se posiciona como el tercer destino turístico más relevantes del país, concentrando un 7,4% de las visitas de turistas internacionales por vía aérea. Este flujo constante de visitantes incide directamente en la actividad del sector HORECA. Este sector es un motor económico local, con una demanda intensiva de insumos y servicios que impulsa cadenas de valor asociadas (agricultura, pesca, logística).

No obstante, su crecimiento conlleva un aumento proporcional en la generación de residuos sólidos, especialmente orgánicos y asimilables. El informe SUBDERE (2024) declara que los costos de recolección, transporte y disposición final de residuos representan en promedio el 7,7% del gasto municipal total, con variaciones significativas en regiones turísticas. Por ejemplo, en la Región de Valparaíso, el costo por tonelada de RSD asciende a 64.849 CLP (vs. 49.970 CLP nacional), debido a la mayor densidad poblacional flotante. Considerando la situación regional en el año 2022 el impacto de la población flotante representa 210.190 toneladas anuales extra, que se traducen a un impacto económico del turismo sobre la infraestructura sanitaria local de $13.630.611.310 anuales. (ANEXO 4)

### 4.1.3. SOCIAL

En el ámbito social, existe una creciente conciencia ambiental tanto en la ciudadanía como en sectores productivos clave como el HORECA, lo que se traduce en una mayor disposición a colaborar en iniciativas de reducción y valorización de residuos orgánicos. Este cambio cultural facilita la recolección de insumos para la planta de vermicompostaje, generando alianzas más estables con generadores de residuos y fortaleciendo la legitimidad del proyecto frente a la comunidad urbana y empresarial.

Sin embargo, persisten desafíos en la educación agrícola, especialmente en sectores rurales donde aún falta información sobre los beneficios del vermicompost como alternativa a los fertilizantes químicos. Además, la percepción pública del manejo de residuos puede convertirse en una barrera si la planta no implementa medidas adecuadas de control de olores y vectores. Es clave mantener buenas prácticas ambientales y comunicación con la comunidad para evitar resistencias vecinales.

En los últimos años, el comportamiento del consumidor chileno ha mostrado transformaciones importantes, especialmente en lo que respecta al consumo alimentario y los servicios asociados al sector HORECA (hoteles, restaurantes y cafeterías). Según la Encuesta de Presupuestos Familiares

(INE, 2023), los hogares en Chile destinan en promedio un 6,1 % de su presupuesto mensual al rubro de restaurantes y alojamiento, lo que equivale a aproximadamente $88.600 mensuales por hogar. Este porcentaje revela una participación significativa del consumo fuera del hogar en la economía doméstica chilena, en línea con una tendencia hacia el uso de servicios convenientes, rápidos y con menor tiempo de preparación. En este contexto, el auge del delivery ha sido especialmente notorio. Reportes de RedBakery y estudios de consumo como el de T13 (2021) muestran que los pedidos de comida rápida a través de plataformas digitales crecieron un 175 %, consolidando el modelo de comida para llevar y consumo inmediato como una preferencia transversal, motivada por la conveniencia, pero también por la rutina acelerada del día a día.

Este consumo acelerado se expresa claramente en la popularidad de productos como hamburguesas, papas fritas, pizza, completos y pollo frito, según cifras de AIM (2024), en donde un 85 % de los adultos declara consumir comida rápida con cierta frecuencia, y donde el gasto por transacción promedio alcanza los $7.843, evidenciando que incluso en contextos inflacionarios, se prioriza este tipo de alimentación por su accesibilidad y satisfacción inmediata. Sin embargo, no todo el consumo se enfoca en comida de baja calidad nutricional. Ha emergido también un interés creciente por la alimentación saludable, ética y local, especialmente en sectores urbanos más jóvenes. Un informe de La Nación (2023) destacó que el segmento de "comida saludable" en plataformas de delivery aumentó en un 40 % durante el año, impulsado por consumidores que buscan equilibrar la rapidez con decisiones alimentarias más conscientes.

***Tabla 6:*** *Comportamientos según generación.*

| | **Alimentación** | **Ocio** | **Viajes** |
|---|---|---|---|
| **Baby Boomers (1946–64)** | Tradicional, saludable y preventiva. Prefieren productos frescos y locales. Rechazan lo procesado y listo para llevar. | Tranquilo, familiar, fiel a marcas conocidas. Prefieren comodidad y atención. | Tranquilos, familiares, con foco en comodidad y seguridad. Turismo senior. |
| **Generación X (1965–80)** | Balance entre salud y conveniencia. Compran congelados y productos funcionales según edad. | Híbrido: tanto salidas como tiempo en casa. Menor influencia de redes sociales. | Familiares o en pareja. Destinos seguros, con actividades para hijos. Reservas digitales. |
| **Millennials / Gen Y (1981–96)** | Saludables, éticos y funcionales. Adoptan rápido nuevas tendencias como orgánicos y alimentos internacionales. | Experiencial, digital y social. Alta valoración de conciertos, food trucks, vida urbana. | Versátiles y frecuentes. Planifican viajes por cuenta propia, priorizan experiencias por sobre bienes. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Generación Z / Centennials (1997–2012)** | Plant-based, funcionales, éticos. Prefieren etiquetas limpias, menos alcohol y productos con impacto social. | Digital, creativo, participativo. Buscan espacios físicos libres, festivales, e-sports, experiencias virales. | Exploradores, conscientes y conectados. Eligen destinos con sentido, autenticidad e historia. TikTok influye en sus decisiones. |

***Fuente:*** *Varias.*

### 4.1.4. TECNOLÓGICO

A pequeña escala, predominan las técnicas de vermicompostaje por lotes (batch), que son de bajo costo de adquisición y fabricación. Estas se realizan comúnmente en contenedores simples como plásticos, macetas de arcilla, recipientes de madera o frascos de vidrio. Aunque son ideales para volúmenes reducidos de residuos y para uso doméstico, su operación es intensiva en mano de obra, el procesamiento de residuos es lento y son susceptibles a condiciones anaeróbicas si no se gestionan adecuadamente, lo que puede ser perjudicial para las lombrices. La separación de las lombrices del vermicompost maduro también es más difícil en estos sistemas.

Para una escala mediana, se prefieren los sistemas de alimentación continua, que son más eficientes, requieren menos mano de obra y pueden procesar grandes volúmenes de residuos. Dentro de estos, se encuentran los vermireactores verticales de alimentación continua de sustrato, construidos con láminas de metal o materiales plásticos, que utilizan bandejas o compartimentos perforados para facilitar la migración de las lombrices a medida que se añade material fresco en capas superiores. Estos sistemas pueden operar de forma manual o automatizada, removiendo el vermicompost maduro y añadiendo nuevos residuos de manera continua. Los sistemas continuos demuestran un mayor potencial de reducción de residuos (aproximadamente 54% o más) y logran una mejor recuperación de nutrientes en el vermicompost final en comparación con los sistemas por lotes

Otra tecnología utilizada de baja inversión se trata del vermicompostaje en pilas, esta consiste en disponer residuos orgánicos precompostados en hileras o montones alargados directamente sobre el suelo o en plataformas acondicionadas, donde se introducen lombrices (generalmente *Eisenia fetida*) que transforman la materia orgánica en abono. Las pilas suelen tener una altura de entre 40 y 60 cm para asegurar buena aireación, y se mantienen en condiciones controladas de humedad (70–85 %), temperatura (15–30 °C) y pH neutro. Durante el proceso, que puede durar entre 45 y 90 días, las lombrices consumen el material y lo convierten en vermicompost, el cual se recolecta al final separando las lombrices manualmente o con cribas. Esta tecnología es de bajo costo, fácil de implementar y adecuada para plantas de mediana escala, aunque requiere espacio, manejo constante y protección frente a condiciones climáticas extremas.

En la actualidad, la incorporación de tecnologías IoT (Internet de las Cosas) en la vermicultora permite un monitoreo preciso y en tiempo real de variables críticas como la humedad, temperatura y luminosidad del sustrato, lo que resulta esencial para mantener condiciones óptimas de cría y producción de vermicompost. Estas tecnologías no solo aumentan la precisión en la toma de decisiones operacionales, sino que también reducen el margen de error humano y el deterioro prematuro de los equipos, mejorando así la sostenibilidad técnica del sistema de valorización.

El desarrollo tecnológico en el ámbito del compostaje ha permitido que plantas de vermicompostaje puedan operar con mayor eficiencia, menor impacto ambiental y mejor trazabilidad del proceso. En

particular, se destaca las tecnologías como los sistemas Continuous Flow Through (CFT), ofrecidos por empresas como Wormgear, los cuales permiten un flujo continuo de alimentación y extracción del vermicompost. Los CFT facilitan una mayor capacidad de procesamiento (hasta 4 lb de compost/m²) y una recolección más limpia, sin mezclar lombrices ni huevos en el producto final. Este diseño elimina la necesidad de remover el sustrato manualmente, mantiene condiciones ambientales más estables para las lombrices, y garantiza una separación más limpia entre lombrices y producto final. Además, mejora la eficiencia térmica del sistema y permite una operación ininterrumpida, facilitando la automatización parcial del proceso y reduciendo el requerimiento de mano de obra intensiva.

Asimismo, la incorporación de plataformas digitales y aplicaciones móviles facilita la conexión directa con los agricultores de la zona, mejorando los canales de comercialización y distribución en sectores rurales. Este ecosistema tecnológico no solo incrementa la productividad, sino que también refuerza la trazabilidad del proceso, elemento clave para acceder a certificaciones de calidad y posicionarse en un mercado agrícola cada vez más exigente y profesionalizado.

### 4.1.5. ECOLÓGICO

La sequía y escasez hídrica en Chile representan un grave problema ecológico que impacta directamente la actividad agrícola, principal consumidora de agua (72% de la demanda consuntiva). La "megasequía" que afecta a la zona centro-norte desde 2010 ha reducido las precipitaciones en un 30%, con proyecciones de caídas adicionales del 25% al 50% para 2030-2060, agravadas por el cambio climático (DGA, 2020). Esto ha disminuido caudales en cuencas clave, limitando el acceso a agua para riego, especialmente en regiones como Valparaíso y Metropolitana, donde se concentra el 80% de los decretos de escasez (BCN, 2021). La degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y retroceso glaciar (0.3°C por década) exacerban la vulnerabilidad, mientras que la infraestructura obsoleta (pérdidas del 30% en tuberías) y el riego ineficiente (56.9% del sistema) profundizan la crisis (OCDE, 2018; PUC, 2019). La sobreexplotación por sectores como minería y agricultura intensiva contamina acuíferos con metales y fertilizantes, reduciendo aún más la calidad del recurso (Donoso, 2018). Sin una gestión integrada de cuencas y políticas climáticas robustas, la agricultura enfrentará riesgos crecientes en seguridad alimentaria, migración rural y cumplimiento de los ODS, amenazando la sostenibilidad socioambiental del país.

Viña del Mar, la comuna más poblada de la Región de Valparaíso, concentra el 18,4% de sus habitantes y genera la mayor cantidad de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (RSDyA) de la región, con 156.684 toneladas anuales, equivalentes al 18,75% del total regional. Estos residuos son dispuestos principalmente en el Relleno Sanitario El Molle, cuya vida útil está proyectada hasta 2028 y presenta un nivel de criticidad medio, dado que atiende a más del 60% de la población total de la región. Esta situación evidencia una presión creciente sobre la infraestructura de disposición final y una amenaza latente en caso de interrupciones operativas.

A pesar de contar con un 100% de cobertura urbana de servicios de aseo, Viña del Mar es la única comuna de la región que no aplica la modalidad de recolección puerta a puerta, optando en cambio por un sistema de contenedores en puntos estratégicos. Esta modalidad, si bien puede ser eficiente en términos logísticos, dificulta la trazabilidad y separación de residuos en origen, especialmente en áreas de alta densidad y actividad económica como el centro y la zona costera, reduciendo las oportunidades de valorización orgánica y aumentando el riesgo de contaminación cruzada.

Desde el punto de vista ambiental, la valorizacion residuos orgánicos del sector HORECA representa una estrategia altamente beneficiosa en términos de mitigación del cambio climático y restauración ecológica. Este tipo de iniciativas permite desviar residuos orgánicos de los vertederos, evitando así

su descomposición anaeróbica, que genera metano ($CH_4$), un gas de efecto invernadero con un potencial de calentamiento global significativamente mayor que el dióxido de carbono ($CO_2$). Según el Ministerio del Medio Ambiente, el compostaje, incluido el vermicompostaje, es considerado una medida efectiva para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el sector residuos y forma parte de la planificación climática nacional (MMA, 2023).

Asimismo, el vermicompost producido no solo mejora la fertilidad y estructura del suelo, sino que también incrementa la materia orgánica, lo que favorece el secuestro de carbono en los suelos agrícolas. Esta capacidad convierte al suelo en un aliado contra el cambio climático, al capturar y almacenar carbono atmosférico de forma estable.

En términos de gestión de residuos, estas operaciones suelen implementar un sistema de separación desde el origen, recolectando exclusivamente residuos vegetales limpios, lo que garantiza la calidad del proceso y reduce riesgos sanitarios. Este enfoque también promueve la educación ambiental en los generadores de residuos, fomentando buenas prácticas de separación y valorización orgánica.

Además, este tipo de prácticas se encuentra directamente alineado con los objetivos del Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021–2030, impulsado por el Ministerio de Agricultura de Chile. El plan establece que la incorporación de residuos orgánicos procesados, como el vermicompost, contribuye a la rehabilitación de suelos erosionados y a la recuperación de la funcionalidad ecológica de los ecosistemas. En particular, este tipo de restauración permite mejorar la provisión de servicios ecosistémicos clave, como la regulación hídrica, el control de la erosión, el equilibrio biológico del suelo y la productividad agroecológica (MINAGRI, 2021).

### 4.1.6. LEGAL

La Ordenanza Municipal de Aseo de Viña del Mar (Decreto Alcaldicio N°1163/1992 y sus modificaciones por el Decreto N°4905/2019) establece un conjunto de disposiciones que afectan directamente a los establecimientos del sector HORECA en relación con la gestión y disposición de residuos.

Según esta normativa, los establecimientos comerciales que generen residuos deben entregarlos exclusivamente al servicio municipal de aseo o a prestadores autorizados, bajo condiciones específicas de volumen y frecuencia. Se clasifica como servicio ordinario aquel que retira hasta 60 litros diarios o 420 litros semanales, mientras que cualquier volumen que exceda esos límites, o requiera una frecuencia adicional, se considera servicio extraordinario, el cual debe ser solicitado formalmente y pagado por el contribuyente.

Además, los establecimientos considerados “sobreproductores” de residuos domiciliarios, categoría en la que suelen encontrarse restaurantes, hoteles y casinos, deben presentar una declaración notarial ante la municipalidad que especifique la cantidad de residuos generados en temporada alta y baja. También deben acreditar un contrato de retiro conforme a la reglamentación sanitaria y ambiental vigente. El uso de contenedores públicos está expresamente prohibido para estos actores, siendo esta una infracción grave sancionada con hasta 5 UTM.

Estas obligaciones legales generan un marco normativo que no solo restringe las formas de disposición y recolección, sino que también abre oportunidades para modelos de valorización sustentable. Los sobreproductores tienen el deber de formalizar sus flujos de residuos, lo cual permite establecer vínculos con operadores autorizados de reciclaje o valorización orgánica.

El marco regulatorio chileno establece una base sólida para el desarrollo de proyectos de valorización orgánica, mediante un conjunto de normas que regulan desde la operación sanitaria hasta la comercialización del producto final.

El proyecto de valorización de residuos orgánico puede constituirse legalmente como gestor autorizado de residuos valorizables, conforme a la Ley N° 20.920 sobre Gestión de Residuos y Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Esta figura corresponde a toda persona natural o jurídica, pública o privada, que realice operaciones como recolección, almacenamiento, pretratamiento, tratamiento o valorización de residuos, debiendo contar con autorización y registro oficial ante el Ministerio del Medio Ambiente. Entre sus obligaciones se encuentra declarar periódicamente el tipo, cantidad, origen, tratamiento y destino de los residuos gestionados, implementar las mejores técnicas disponibles y prácticas ambientales, obtener autorización sanitaria para sus instalaciones y cumplir con las normativas de edificación simplificada cuando corresponda. Además, si el proyecto contempla operar en bienes nacionales de uso público, como puntos verdes, deberá solicitar un permiso municipal no precario con una vigencia mínima de cinco años. Esta ley es complementada por el Decreto N.º 7/2017, que reglamenta el Fondo para el Reciclaje, habilitando el financiamiento de proyectos municipales y asociativos orientados a la recolección diferenciada, separación en origen y valorización, incluyendo infraestructura, educación ambiental y capacitación técnica.

En paralelo, el Reglamento Sanitario de Instalaciones de Valorización de Residuos Orgánicos (aprobado por el Ministerio de Salud) establece los requisitos técnicos, ambientales y operacionales para la autorización y funcionamiento de instalaciones de compostaje o vermicompostaje, incluyendo exigencias en materia de diseño, monitoreo de parámetros críticos, manejo de lixiviados, distancias mínimas y análisis microbiológicos del producto final.

***Tabla 7:*** *Reglamento sanitario instalaciones.*

| Categoría | Requisitos Principales |
|---|---|
| Diseño y Construcción | Impermeabilización del suelo, caminos transitables, cierre perimetral, áreas diferenciadas (recepción, proceso, maduración, almacenamiento), inclinación mínima del 2%. |
| Monitoreo y Control | Monitoreo de temperatura, humedad, pH, relación C:N, aireación. Registro de parámetros operacionales. Para categoría A, pozos para monitoreo de aguas subterráneas. |
| Manejo de Lixiviados | Sistema de recolección y almacenamiento de lixiviados con capacidad de seguridad (30%), impermeabilización, prohibición de rociado. Proceso de recirculación solo antes de la higienización. |
| Distancias Mínimas | Según tipo de residuo: Clase 1 (hasta 100 m de residencias); Clases 2–4 (hasta 400 m); pozos de agua (30 a 150 m); freático (>1.5 m). |
| Parámetros Críticos | Control de patógenos: método con temperaturas >55°C (mínimo 15 días en hileras, 17 días en sistemas cerrados). |
| Calidad del Producto Final | Impurezas <0.5% (vidrio, metales), plásticos <1%, límites en metales pesados (arsénico, plomo, etc.), y límites microbiológicos (coliformes <1000 NMP/g, Salmonella ausente, helmintos <1 en 4g). |

Asimismo, la Ley N.º 21.349, que regula la composición, rotulado y comercialización de fertilizantes y bioestimulantes, exige que productos como el humus de lombriz cumplan con estándares de calidad, trazabilidad por lote, y etiquetado técnico validado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), lo que habilita su comercialización formal a nivel nacional e incluso exportación.

***Tabla 8:*** *Reglamento sanitario producto.*

| Categoría | Requisitos Principales |
|---|---|
| Composición y Calidad | Debe informarse la composición centesimal de nutrientes, impurezas y parámetros de calidad como pH, granulometría, solubilidad. Aplican rangos y tolerancias definidos por el SAG. |
| Etiquetado Técnico | Etiquetas deben indicar: composición, parámetros de calidad, origen, fabricante, fecha y número de lote. Deben ser legibles, en español y permanentes. |
| Trazabilidad | Cada lote debe contar con trazabilidad completa a lo largo de su ciclo de vida: desde producción hasta aplicación o disposición final. |
| Registro Obligatorio | Fabricantes, productores, comercializadores y exportadores deben inscribirse en el Registro Único Nacional del SAG en un plazo de 30 días desde su iniciación de actividades. |
| Autorización de Comercialización | Productos deben cumplir estándares para habilitar su venta nacional o internacional, con requisitos adicionales si se destinan a agricultura orgánica. |
| Fiscalización y Análisis | El SAG puede realizar toma de muestras en cualquier etapa y lugar. Las discrepancias con la etiqueta pueden dar lugar a sanciones legales. |
| Exportación | Para exportar, se puede solicitar certificado de libre venta emitido por SAG basado en análisis de laboratorios autorizados. |

Finalmente, el Decreto Ley N.º 3.063/1979 sobre Rentas Municipales establece que toda actividad económica debe contar con patente municipal y estar sujeta a ordenanzas locales, lo que implica que los proyectos de valorización deben ser formalmente reconocidos por la administración comunal correspondiente. Esta normativa también permite a los municipios establecer cobros diferenciados por servicios de disposición o valorización de residuos, generando incentivos económicos al compostaje.

## 4.2. Principales competidores

Dentro de la industria del compost existen distintos competidores que realizan servicios similares a lo que se propone en este proyecto.

Por competidores se entenderá a todo organismo, empresa u otro, que apunte a satisfacer la necesidad base del cliente potencial, en este caso particular, mejorar la calidad del suelo para favorecer el crecimiento de las plantas, como también la recolección y el tratamiento de los residuos orgánicos generados.

**Lombrimaule:** Ubicada en la ciudad de Curicó, región del Maule, esta empresa se dirige principalmente a pequeños productores agrícolas y aficionados al huerto, operan desde su domicilio en curico. Se dedica a la venta de composteras, lombrices californianas y humus, producto de estas mismas. Este humus se vende en sacos de 25 kilogramos. La materia prima proviene de residuos de alimentos.

**Humus de Chile:** Ubicados en la comuna de San Joaquín, región Metropolitana, dedica sus operaciones tanto a asesorías de vermicompostaje y reciclaje de residuos orgánicos, como a la venta de una gran variedad de productos derivados del mismo, además de distintas herramientas y equipos relacionados con este tipo de actividad.

Debido a esta variedad de productos es que su abanico de clientes es bastante amplio, ofreciendo humus premium en pocas cantidades (1 kilogramo) con un enfoque en jardinería especializada, como también la venta del metro cúbico de humus estándar sin etiquetar, dirigido a agricultores de mayor escala.

**Greenchain:** Con sus oficinas ubicadas en la región Metropolitana y su planta de operaciones en Casablanca, esta empresa se dedica específicamente a la venta de humus de lombriz de origen de residuos organicos domiciliarios, teniendo una producción anual de 120 toneladas de producto. Ofrecen sus productos a personas que deseen abonar sus plantas y a empresas comprometidas con el medio ambiente pertenecientes a los rubros de viveros, vitivinícola, agroalimentario y forestal en Chile, ofrecen sacos de 1, 5, 10 y 25 kilogramos.

**Lombrices Californianas:** Ubicados en Puente Alto, región Metropolitana, y su centro de vermicultura en la comuna de Paine, se dedican a la crianza de lombrices, elaboración de vermicomposteras de madera y valorizacion de residuos considerando su recoleccion a comunidades y empresas. Ofrecen suscripciones de asesorías y cursos enfocado en colegios, empresas y universidades sobre la lombricultura y el uso de las lombrices californianas. Venden humus sólido (1 kg, 5 kg y 10 kg) y líquido (250 ml, 500 ml y 1 litro).

Especializados en la venta de lombrices, urbanismo y humus. Atienden a lombricultores y jardineros; en su tienda ofrecen combos que incluyen lombrices, humus y productos derivados. Sus precios están en línea con el mercado nacional (similar a HumusChile). Usan pilas y núcleos para generar vermicompost, obteniendo restos vegetales de fuentes variadas.

**HAIN Grow:** Elabora fertilizantes y sustratos 100% orgánicos para la horticultura profesional, con fórmulas que mejoran el crecimiento, la floración y la salud de las plantas. Aunque no detalla un proceso de compostaje específico, sus productos están formulados para una entrega eficiente de nutrientes y compatibilidad con cultivos sostenibles.

Tiene operaciones en todo Chile, con enfoque en horticultores que buscan prácticas responsables. Su cartera está dirigida a profesionales agrícolas que requieren productos naturales con altos estándares de calidad y desempeño.

**Eurochilena:** Distribuye abonos y bioestimulantes de origen orgánico como BIOILSA, elaborados a partir de colágeno hidrolizado que mejora la estructura del suelo y la disponibilidad de nitrógeno. Su producto principal presenta un tiempo de mineralización medio-rápido, facilitando la absorción progresiva de nutrientes por las plantas.

Con presencia en Chile y Perú, trabaja con tecnología de origen europeo adaptada al mercado sudamericano. Su oferta incluye productos orientados a mejorar la productividad agrícola de manera sostenible. Sus clientes son principalmente agricultores tecnificados que buscan eficiencia y resultados tangibles.

**Patagonia Biotecnología:** Se especializa en bioestimulantes obtenidos mediante procesos de hidrólisis en frío de algas marinas de la Patagonia chilena, sin recurrir al compostaje tradicional. Estos extractos aumentan la resistencia de los cultivos al estrés y optimizan la absorción de nutrientes.

Ubicada en Puerto Montt, con operaciones en la zona sur de Chile (Los Lagos, Los Ríos) y exportaciones a Perú, Ecuador, Europa y EE. UU. Atiende tanto a grandes exportadores agrícolas como a pequeños agricultores, con un enfoque biotecnológico altamente especializado.

**De Raíz:** Fundada en el año 2018, se dedica a la revalorización de residuos orgánicos mediante procesos de compostaje y producción de bioinsumos para la regeneración de suelos. Su enfoque se centra en la economía circular y la sostenibilidad ambiental, transformando desechos orgánicos en productos útiles para la agricultura y la jardinería.

Sus actividades abarcan la recolección y procesamiento de residuos orgánicos domiciliarios, del sector HORECA y otras empresas; Producción de bioinsumos elaborando compost, tierra de hojas, humus de lombriz y sustratos; Educación ambiental a través de capacitaciones en colegios, fundaciones y comunidades, promoviendo prácticas sostenibles

De Raíz ofrece productos como compost y sustratos a consumidores interesados en jardinería y agricultura urbana, y brinda servicios de gestión de residuos vegetales, así como apoyo en prácticas sostenibles, a empresas, comunidades e instituciones públicas y privadas.

**Armony Sustentable:** Empresa chilena con más de 30 años de experiencia en la valorización de residuos orgánicos, transformándolos en compost y biofertilizantes mediante procesos de economía circular. Su planta de tratamiento, ubicada en Pudahuel, procesa anualmente alrededor de 36.000 toneladas de residuos, evitando su disposición en rellenos sanitarios y reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero.

Se dedica a la recolección y procesamiento de residuos orgánicos provenientes de empresas, industrias, municipios y casinos, elaborando compost, sustratos, biofertilizantes y mulch para agricultura y jardinería. Además, ofrece servicios personalizados de reciclaje sustentable con trazabilidad, capacitación y certificación, promoviendo prácticas responsables y sostenibles.

**Geo Ciclos:** Empresa chilena con más de 16 años de experiencia en soluciones ambientales enfocadas en la gestión de residuos orgánicos, compostaje, vermicompostaje y educación ambiental. Su misión

es promover la sostenibilidad mediante la implementación de programas y productos que fomenten el reciclaje y la reducción de residuos en diversos sectores de la sociedad.

GeoCiclos diseña e implementa sistemas de tratamiento y recolección diferenciada de residuos orgánicos para hogares, comunidades, empresas e instituciones, además de ofrecer talleres y asesorías en educación ambiental, y comercializar productos como compostadores y accesorios que facilitan el reciclaje domiciliario.

**Sr Compost:** Emprendimiento chileno liderado por Álvaro Pineda, enfocado en promover el compostaje domiciliario mediante el método Bokashi. Su objetivo es reducir la cantidad de residuos orgánicos que llegan a los vertederos, fomentando prácticas sostenibles en los hogares.

Promueve el compostaje domiciliario compartiendo información práctica a través de redes sociales y comercializa productos como la Bokashera y salvado de Bokashi, facilitando la fermentación de residuos orgánicos en el hogar de forma limpia y sostenible.

***Tabla 9:*** *Tabla comparativa principales competidores.*

| Empresa | Ubicación | Clientes objetivo | Formato de venta | Fuente de materia prima |
|---|---|---|---|---|
| HAIN Grow | Limache | Agricultores. | Venta de fertilizantes y sustratos de alta calidad. | No especifica. |
| Eurochilena | Santiago | Agricultores. | Venta de fertilizantes y bioestimulantes orgánicos. | No especifica, sin embargo, el abono es generado a partir de harina de plumas. |
| Patagonia Biotecnología | Puerto Montt | Agricultores. | Venta de biostimulantes. | No especifica, sin embargo, utilizan las propiedades de las algas marinas para sus productos bioestimulantes. |
| De Raíz | Santiago | Empresas y particulares. | Retiro de residuos orgánicos, arriendo de máquina chipeadora, tala y poda, capacitaciones. | Hoteles, restaurantes, parques, hogares y empresas. |
| Armony Sustentable | Santiago | Clientes especialistas y público general. | Retiro y recibo de residuos orgánicos, tierra compost y otros relacionados. | Empresas de todo tipo y particulares. |
| Geo Ciclos | Viña del Mar | Instituciones públicas, instituciones | Asesorias, capacitaciones y campañas ambientales, | No cuentan con tratamiento de residuos orgánicos. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | educativas y clientes particulares. | venta de productos para compost, vermicompost y reciclaje. | |
| Sr Compost | Santiago | Clientes particulares. | Venta de productos para compost, además de una suscripción para recoger el residuo orgánico. | Clientes particulares a través de suscripciones. |
| Lombrimaule | Curicó | Agricultores, huertos caseros. | Saco humus (25 kilogramos) | Residuos vegetales y orgánicos de cocina. |
| Humus de Chile | Santiago | Jardineros, horticultores, lombricultores. | Humus sólido (1 kg a 1 $m^3$) | No especifica. |
| Greenchain | Santiago | Gran variedad | Saco humus (1 kg, 5 kg, 10 kg, 25 kg), presumiblemente en grandes cantidades. | No especifica. |
| Lombrices Californianas | Santiago | Lombricultores, jardineros DIY. | Saco humus (1 kg, 5kg, 10 kg) Humus líquido (250 ml, 500 ml, 1 litro) | No especifica. |

***Fuente:*** *elaboración propia.*

Dentro de la información encontrada de las empresas analizadas, Eurochilena y Patagonia Biotecnología destacan por operar a escala industrial, con plantas propias dedicadas a la producción de fertilizantes orgánicos y bioestimulantes agrícolas. Geo Ciclos, si bien no cuenta con planta propia, posee un amplio alcance nacional mediante el diseño y asesoría en proyectos de compostaje municipales y comunitarios, lo que la posiciona como un actor técnico relevante. Por su parte, Humus de Chile, De Raíz y Sr Compost operan con alcance nacional mediante la venta de kits, humus y servicios de compostaje urbano, y podrían tener presencia o clientes en la Región de Valparaíso. Estas empresas representan los principales referentes del sector, ya sea por su escala productiva, cobertura territorial o capacidad de incidir en iniciativas regionales vinculadas al manejo de residuos orgánicos.

## 4.3. Fuerzas de Porter

La finalidad del análisis de las 5 fuerzas de Porter es comprender la intensidad de la competencia en una industria, identificar las fuentes de presión competitiva y evaluar el atractivo de un mercado.

### 1. Poder de negociación de los clientes

La industria del humus de lombriz cuenta con diversidad en las características de los segmentos de clientes que potencialmente demandan este producto. En términos funcionales, el humus actúa simultáneamente como fertilizante, enmienda y bioestimulante. Según el libro *Agricultura Orgánica*

*Nacional: Bases Técnicas* elaborado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el humus puede aplicarse en todo tipo de cultivos y plantas, desde cultivos extensivos y frutales hasta huertos urbanos y viveros. Por lo tanto, los potenciales clientes son extremadamente diversos, pero comparten los principios de agricultura orgánica, abarcando a agricultores de distinta escala, jardineros domésticos y profesionales, instituciones públicas que requieran de fertilización orgánica y empresas que venden insumos agrícolas. El sistema orgánico chileno prohíbe de forma estricta la utilización de fertilizantes sintéticos por lo que los fertilizantes orgánicos son componentes fundamentales y, por lo tanto, críticos para el cumplimiento de los principios y la normativa que rigen la agricultura orgánica en el país.

En Chile, el bajo nivel educativo de gran parte de los agricultores, el escaso uso de TIC y el bajo asociativismo son factores que limitan la transmisión de conocimientos y la voluntad de incorporar nuevas prácticas, incluyendo las orgánicas (Boza et al. 2018), ya que optan por opciones más tradicionales. Sin embargo, aunque algunos agricultores orgánicos presentan bajo nivel de información sobre alternativas como el vermicompost, su interés en este tipo de fertilizantes ha aumentado debido a los incentivos gubernamentales dirigidos a prácticas sustentables. Programas como el SIRSD-S (Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios) promueven activamente el uso de insumos orgánicos certificados, lo que genera una demanda potencial creciente. Este grupo, si bien enfrenta barreras técnicas y económicas para adoptar el vermicompostaje como práctica interna (integración hacia atrás), muestra apertura a adquirir productos como el humus de lombriz si cumplen con certificaciones y estándares requeridos. Por lo tanto, su poder de negociación se mantiene moderado, con una importancia alta del producto, pero una limitada capacidad de sustitución o producción propia.

La gestión de áreas verdes es una responsabilidad de los municipios chilenos. Estas áreas cumplen funciones ornamentales, funcionales, y ambientales, mejorando la calidad del aire, reduciendo la contaminación, moderando la temperatura y previniendo la erosión del suelo, además de contribuir a la identidad histórica de la ciudad. Estas zonas son gestionadas por la Unidad de Aseo y Ornato, encargada de la mantención, conservación y diseño de áreas verdes, esto incluye labores como riego, fertilización, podas, control fitosanitario. La Municipalidad de Viña del Mar cuenta desde 2013 con una planta municipal que procesa residuos verdes en compost para usar en parques, plazas y viveros, eliminando la compra externa de abonos orgánicos. También han implementado compostaje domiciliario, reflejando conocimiento técnico y cultura pro-organización de bioinsumos. Esta situación presenta una alta capacidad de integración vertical en el abastecimiento de fertilizante. El SCAM (Sistema de Certificación Ambiental Municipal) es un programa voluntario impulsado por el Ministerio del Medio Ambiente, con el objetivo de que las municipalidades adopten un modelo integral de gestión ambiental. El ejemplo de viña del mar y la existencia del SCAM convierte a los municipios en clientes potenciales de fertilizantes orgánicos al alinearse con contar con recursos y esquemas de financiamiento para proyectos verdes, evaluando mercados e insumos, con procesos de licitación transparentes y comparativos.

Los viveros y distribuidores de insumos agrícolas constituyen un segmento técnico y profesionalizado, con operaciones regulares y volumen de compra estable. Su nivel de información es alto, ya que suelen comparar entre productos según variables como composición, granulometría, certificaciones, compatibilidad con sustratos y presentación comercial, además de recibir asesoría técnica por parte de proveedores. Además, el costo de cambio para este segmento es elevado, ya que la fidelización con marcas específicas y la estandarización de procesos logísticos y comerciales hacen que modificar su oferta o proveedor implique riesgo comercial y operativos, como reclamos de clientes, ajustes en dosificación o pérdida de calidad percibida. Esto otorga a este segmento un bajo poder de negociación, pues aunque tienen exigencias claras, dependen de la estabilidad y calidad de los productos orgánicos que incorporan en sus líneas de venta y producción.

Finalmente, los hogares presentan un comportamiento más heterogéneo. Aunque su volumen de compra es bajo, la posibilidad de sustitución es alta, y su nivel de conocimiento varía considerablemente. Este grupo, gana relevancia en contextos de educación ambiental y autoconsumo, tiene un poder de negociación medio, dado su bajo compromiso con marcas o formatos específicos, pero su sensibilidad al precio y facilidad de cambio a producción propia de vermicompost en métodos caseros o comerciales.

En síntesis, el poder de negociación de los clientes en el mercado del humus de lombriz en Chile es altamente heterogéneo. Va desde usuarios institucionales con alta capacidad técnica y volumen de compra, hasta consumidores domésticos con necesidades limitadas. Este panorama plantea la necesidad de estrategias comerciales diferenciadas que consideren el nivel de información, la dependencia del producto, y la posibilidad de que ciertos clientes opten por producir su propio fertilizante mediante compostaje o lombricultura doméstica o comunitaria.

***Tabla 10:*** *Poder de negociación de según segmento.*

| Segmento | Volumen de compra | Costo de cambio | Nivel de información | Importancia del producto | Amenaza de integración hacia atrás | Poder de negociación |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Agricultores orgánicos | Medio a alto | Medio | Bajo-Medio | Alta | Media-Baja | Medio-Bajo |
| Viveros y distribuidores de insumos agrícolas. | Medio a alto | Alto | Alto | Alta | Bajo | Bajo |
| Municipalidades | Alto | Bajo | Medio-alto | Medio | Alta | Alto |
| Hogares urbanos (jardinería) | Bajo | Bajo | Medio-bajo | Medio | Media-Alta | Medio |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Para que el humus de lombriz mantenga competitividad frente al poder de negociación de los distintos segmentos de clientes, es esencial garantizar su calidad según la normativa chilena para fertilizantes y bioestimulantes (Ley 21.349, Decreto 61/2022). Un control riguroso, considera el envío de muestras a laboratorios acreditados como AgroLab, con cobertura nacional y protocolos públicos de muestreo para fertilizantes orgánicos, permite al productor demostrar cumplimiento de estándares técnicos. Esta medida, se alinea con el Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos (Ley 20.089/DS 2/2016), que regula la producción, etiquetado y almacenamiento de insumos orgánicos, otorgando valor agregado a los alimentos certificados.

### 2. Poder de negociación de los proveedores

La industria del vermicompostaje depende estrechamente de la calidad, disponibilidad y consistencia de la materia prima utilizada. Esta sensibilidad se manifiesta en que variaciones en la condición de los residuos afecta directamente la eficiencia del proceso biológico y el valor final del producto. Así, la cadena de insumos no solo requiere asegurar el volumen suficiente de residuos orgánicos, sino también establecer relaciones confiables con proveedores capaces de entregar materia prima compatible con las necesidades del sistema. En este contexto, el poder de negociación del proveedor adquiere relevancia estratégica, especialmente el sector HORECA, cuya oferta está sujeta a dinámicas comerciales, regulatorias y logísticas urbanas.

En la comuna de Viña del Mar existen 1.062 establecimientos HORECA registrados, conformando el mercado proveedor de residuos orgánicos. Se concentrado en el eje céntrico y costero de la ciudad según la investigación de mercado que se presentara más adelante en este documento el 90,4% de los locales genera residuos orgánicos diariamente, siendo los más frecuentes restos de frutas, verduras, comida cocida, café y cárnicos, con volúmenes que en su mayoría superan los 10 kg semanales. El 67,1% ve factible implementar un sistema de separación y recolección, y el 64,4% cuenta con espacio para almacenamiento temporal, lo que evidencia condiciones favorables para articular una red de valorización basada en vermicompostaje.

Algunos establecimientos podrían incumplir con la correcta separación de residuos debido a rotación de personal, falta de supervisión o desmotivación frente a tareas adicionales. Además, podrían mezclarse residuos no aptos para vermicompostaje, afectando la calidad del insumo y generando costos de clasificación o descarte.

Dado que un 87,7% del sector está compuesto por micro y pequeñas empresas, se es vital aplicar estrategias simples, económicas y educativas para regular la separación en origen. Estas incluyen: estandarización de protocolos de segregación con señalética clara y contenedores diferenciados, capacitaciones o certificaciones verdes y fiscalización progresiva acompañada de asistencia técnica. Estas acciones permitirán consolidar un flujo estable y de calidad para la producción de vermicompost.

Chile está implementando gradualmente regulaciones que obligarán a separar residuos orgánicos. Según el Ministerio de Medio Ambiente, tras etapas iniciales con viviendas, jardines y ferias libres, en una etapa posterior la “Ley de residuos orgánicos” exigiría separar los orgánicos de *hoteles, restaurantes y cafeterías*. Esto implica que en el corto plazo los HORECA deberán adecuar sus sistemas de disposición, aumentando su costo de cambio frente a su gestión de residuos generales que terminan en rellenos sanitarios.

A la fecha, no existe un incentivo económico fuerte para que estos proveedores cambien sus prácticas. Según MMA su “manual de compostaje” señala que disponer residuos en rellenos sanitarios es el método más económico para un restaurante, es decir, pagar el aseo municipal tradicional, en vez de invertir en separación o entregarlo a plantas de compostaje especializadas.

En la práctica, esto significa que los locales HORECA no enfrentan multas ni beneficios adicionales por manejar sus orgánicos; su incentivo inmediato para cambiar es bajo.

A nivel nacional, Chile contaba con alrededor de 15.500 restaurantes y cadenas de comida en 2022, cifras que ubican al país como líder latinoamericano en cantidad de locales del rubro. En paralelo, el parque hotelero nacional sumó unas 49.800 habitaciones operativas ese año. Estos indicadores reflejan la envergadura del sector HORECA chileno.

Aunque existen cadenas importantes, el informe del sector de hoteles y restaurantes Servicio Agrícola Exterior del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-FAS), elaborado por su oficina en Chile señalan que el mercado no está saturado; hay en promedio solo 8 restaurantes por cada 10.000 habitantes. Esto valida los numerosos proveedores pequeños o medianos en competencia y la posibilidad de entrada de nuevos actores. Un alto número de actores reduce, en principio, el poder negociador individual de cada proveedor HORECA frente a la industria de valorización de residuos mediante vermicompostaje.

Empresas HORECA han adoptado internamente la gestión de sus residuos orgánicos. Un caso emblemático es McDonald's Chile, que instaló compactadoras de compostaje en sus locales. Este tipo de iniciativas de autogestión muestra que algunos proveedores grandes pueden procesar sus propios orgánicos sin intermediarios externos.

Aunque menos documentados, algunos hoteles y cadenas han implementado compostaje o colaborado con gestores de residuos. Por ejemplo, la cadena GPRO (Hoteles Valparaíso Palace, Viña del Mar) promovió prácticas circulares integrales en su plan 2023-28, con acciones como separación de residuos. Estas acciones reducen la cantidad de desechos valiosos entregados al proyecto externo, incrementando el desafío de conseguir materia prima, por tanto, eleva el poder de negociación de proveedores que se encargan de sus residuos orgánico.

La integración hacia adelante mejora la sostenibilidad del proveedor, pero requiere inversión en equipos y capacitación, lo que puede actuar como barrera para establecimientos pequeños. En general, los grandes actores HORECA tienden a liderar estos procesos. Así, la capacidad de integración es limitada a quienes pueden asumir costos logísticos y de operación de plantas in situ, lo que modera el poder de negociación relativo de proveedores más grandes.

Según el Manual de Compostaje del MMA, la recolección de residuos orgánicos a nivel comunal es más sencilla de integrar en la logística de aseo urbano, comparado con la recolección diferenciada domiciliaria Esto se debe a que los desechos HORECA (o de mercados/ferias) suelen estar concentrados en menos puntos de descarga, facilitando el retiro con vehículos adecuados.

El mismo reporte recoge los costos estimados de recoger y disponer orgánicos por región. En la V Región se calcula un costo total de 44.612 CLP por tonelada gestionada, de los cuales unos 37.139 CLP corresponden a recolección y transporte. Esto implica que quien ofrezca una solución alternativa debe competir con municipios que cobran tasas relativamente altas.

Desde el punto de vista de salud pública, las empresas gestionadoras deben usar equipos e instalaciones higiénicas (contenedores cerrados, lavado de envases, controles de plagas), lo que añade costos al sistema. La recolección de orgánicos sin contaminantes es esencial para producir un compost de calidad. En síntesis, los costos logísticos y sanitarios (capacitaciones, inspecciones, vehículos especiales, mantenimiento de contenedores herméticos) son relativamente altos y se deben considerar en la negociación con los proveedores.

El poder de negociación de los proveedores HORECA frente a la industria de vermicompostaje es moderado, con una heterogeneidad significativa según el tipo de proveedor. Si bien la alta oferta y la falta de incentivos económicos actuales reducen su poder, la sensibilidad del proceso productivo a la calidad del residuo y la capacidad de integración de algunos actores grandes otorgan ventajas negociadoras a ciertos segmentos.

Este equilibrio puede cambiar si se implementan regulaciones obligatorias, o si se establecen alianzas estratégicas de largo plazo que premien el cumplimiento de estándares de segregación.

### 3. Amenaza de los productos sustitutos

La amenaza de sustitutos para el vermicompost es alta en el corto plazo, debido al predominio de fertilizantes químicos en la agricultura chilena, pero puede ser reducida estratégicamente mediante educación técnica, diferenciación por sostenibilidad y posicionamiento dentro de sistemas de producción orgánica. En un escenario agrícola cada vez más presionado por la necesidad de sustentabilidad y regeneración de suelos, el vermicompost tiene una ventana de oportunidad clara si logra comunicar su valor agregado a largo plazo.

El principal sustituto para el vermicompost proviene de fertilizantes químicos de bajo costo. Los agricultores tradicionales optan por fertilizantes químicos (urea, superfosfato, nitrato de amonio) por su efecto rápido y predecible sobre el crecimiento vegetal, disponibilidad masiva en el mercado y facilidad de aplicación mecánica. En contraste, el humus de lombriz actúa más lento, pero mejora la estructura del suelo, retención hídrica y actividad microbiana. A largo plazo, el vermicompost contribuye a la regeneración del suelo, mientras que el uso continuo de químicos puede degradarlo y acidificarlo.

Otro sustituto del humus de lombriz es la hidroponía que permite producir sin suelo, controlando con precisión agua, nutrientes y pH. Es utilizada para maximizar eficiencia en espacio y recursos, especialmente en zonas urbanas o con suelos degradados. Comparada con el humus de lombriz, que requiere suelo como medio, la hidroponía reduce dependencia de fertilización orgánica y elimina enfermedades del suelo. Sin embargo, su implementación tiene altos costos iniciales, consumo eléctrico y dependencia tecnológica, mientras el vermicompost se basa en recursos locales y es más resiliente en sistemas rurales tradicionales. Tanto la hidroponía como el uso de fertilizantes químicos están prohibidos en la agricultura orgánica según el SAG.

Considerando los efectos a largo plazo del humus de lombriz técnicas como la rotación de cultivos con leguminosas, la cobertura vegetal y la labranza mínima, representan un potencial sustituto al mejorar naturalmente la fertilidad del suelo al fijar nitrógeno, conservar humedad y evitar erosión. Estas prácticas reducen la necesidad de aplicar fertilizantes externos (inorgánicos u orgánicos). Presentan inversiones iniciales moderadas o bajas, y su mayor aporte es en ahorros acumulativos por menor dependencia de insumos externos y mayor resiliencia del sistema agrícola. A diferencia del humus, que debe aplicarse recurrentemente como insumo externo, estas estrategias actúan endógenamente sobre el sistema productivo, su impacto suele ser más gradual y exige planificación técnica.

Los casos de éxito como los ensayos en la Universidad de Chile donde el humus afectó en una precocidad de 2–3 días en plantines de repollo y lechuga, y mejoras en el volumen y peso hasta un 30 % respecto a medios tradicionales demuestran que el humus aporta beneficios reales en productividad y calidad. La certificación orgánica del humus y del agricultor es una palanca estratégica para escalar en mercados orgánicos, requiere inversión inicial. Finalmente, aunque el vermicompost tiene un costo mayor al comienzo, sus beneficios acumulativos (reducción de agroquímicos, salud del suelo, eficiencia hídrica) lo hacen más rentable a mediano plazo frente a los sustitutos.

En agricultura orgánica certificada, el nivel de competencia real de los sustitutos es bajo a moderado, dado que el marco legal restringe directamente uso de estos. En agricultura convencional o no certificada, la amenaza de sustitución es alta, especialmente por fertilizantes químicos. Las estrategias de diferenciación basadas en certificación orgánica, un nicho en crecimiento tanto en Chile como a nivel internacional, y educación a través de casos de éxito nacionales, permiten reposicionar el humus frente a los sustitutos, destacando su rol como insumo indispensable en sistemas sustentables y regulados.

Una estrategia clave para reducir la amenaza de sustitutos radica en la trazabilidad del material orgánico utilizado en la elaboración del vermicompost. Dado que las propiedades fisicoquímicas del humus son difíciles de distinguir a simple vista o mediante especificaciones técnicas genéricas, la capacidad de informar al cliente sobre el origen exacto de los residuos que componen cada lote adquiere gran valor comercial. Al utilizar exclusivamente residuos orgánicos provenientes del sector HORECA, y mantener un registro transparente de los establecimientos que aportaron estos materiales, es posible ofrecer un producto con identidad de origen, alineado con principios de economía circular y producción responsable. Esta trazabilidad será visible para el cliente a través de un código QR impreso en cada saco, que permitirá acceder a la información del lote, incluyendo los orígenes del material orgánico y las condiciones de procesamiento. Además, el producto contará con certificaciones oficiales conforme a la normativa chilena vigente (Ley 21.349 y Ley 20.089), reforzando su credibilidad y calidad frente a sustitutos genéricos. Así, la trazabilidad, junto con la certificación, se convierte en un diferenciador estratégico poderoso, especialmente ante clientes institucionales, viveros técnicos o distribuidores exigentes que valoran la transparencia, la sustentabilidad y la trazabilidad documentada del producto que comercializan o aplican.

### 4. Amenaza de entrada de nuevos competidores

La entrada de nuevos competidores al mercado del vermicompost presenta una amenaza moderada, principalmente por la existencia de varias barreras estructurales relevantes.

En primer lugar, las economías de escala representan una ventaja significativa para productores consolidados, ya que operar con grandes volúmenes permite reducir los costos unitarios de producción y distribución, algo difícil de igualar para un nuevo actor sin trayectoria ni infraestructura instalada.

Con relación a los requisitos de capital, establecer una planta operativa a escala comercial implica inversiones importantes en infraestructura (camas de lombrices, pisos drenantes, techos), equipamiento (cribadoras, sistemas de embolsado), y logística (vehículos para la recolección de residuos y entrega del producto. Contar con instalaciones y equipos no garantiza el éxito en la industria si no se dispone de una fuente estable, compatible y continua de materia orgánica lo que requiere conocimiento en gestión de residuos orgánicos, logística urbana y comercialización agrícola, generando una curva de aprendizaje exigente para los nuevos entrantes.

A escala comercial, la producción de humus implica conocimientos técnicos (balance de carbono/nitrógeno, control de humedad, especies de lombrices), pero también competencias en logística de residuos, trazabilidad y ventas. Esta es una barrera significativa, pues los errores pueden afectar la calidad del producto o el cumplimiento normativo.

En Chile, la mayoría de las capacitaciones en vermicompostaje están dirigidas al público general y enfocadas en el tratamiento domiciliario de residuos, con apoyo de municipios y ONGs. Estas instancias, si bien útiles para la difusión, no entregan herramientas técnicas suficientes para operar a escala comercial.

Algunas excepciones, como los cursos de ITEC, adaptan el conocimiento doméstico a una escala semiempresarial, pero la oferta sigue siendo limitada y enfocada en la gestión de residuos. Esto genera una brecha crítica para quienes desean ingresar al mercado del humus de lombriz con estándares formales y sostenibles.

Empresas como GeoCiclos y Mecha ofrecen asesoría especializada en diseño de plantas de compostaje y vermicompostaje. Su experiencia las convierte en actores clave para quienes buscan escalar y formalizar su producción.

La Universidad Católica y algunas municipalidades desarrollan sistemas demostrativos de vermicompost como recurso de divulgación. Aunque fomentan la interiorización técnica, no reemplazan una formación profesional especializada.

INDAP impulsa a agricultores a producir su propio humus, pero al escalar y buscar estandarización, estos actores se enfrentan a barreras técnicas y regulatorias no cubiertas en las instancias formativas iniciales. Esta desconexión constituye una barrera de entrada relevante para nuevos competidores.

Otro elemento clave es la diferenciación del producto y las relaciones establecidas con clientes y proveedores. El vermicompost puede diferenciarse mediante certificaciones, calidad comprobada, trazabilidad y reputación de marca, factores que dificultan la entrada de actores sin historial ni redes comerciales sólidas.

Además, los clientes del sector agrícola ya no pueden caracterizarse únicamente como reticentes al cambio. Si bien muchos aún presentan un bajo nivel de información sobre alternativas como el vermicompost, se ha observado un creciente interés por adoptar prácticas más sostenibles, especialmente en el contexto de programas de incentivo gubernamental como el SIRSD-S.

Esta tendencia genera oportunidades para productos diferenciados y certificados, aunque exige a los proveedores acompañar el proceso con asesoría técnica y confianza comercial. Por otro lado, los establecimientos del sector HORECA han demostrado una alta disposición a participar activamente en modelos circulares, incluso si esto implica incurrir en un costo estimado cercano a los CLP $20.000 por tonelada de residuos gestionados. Este comportamiento, validado por levantamientos de mercado, indica que estos actores valoran la trazabilidad y el impacto ambiental del proceso, y que la relación proveedor-cliente puede basarse en criterios más allá del precio, como sostenibilidad y responsabilidad corporativa. Este tipo de vínculos, una vez establecidos, dificultan el ingreso de nuevos competidores sin experiencia ni alianzas consolidadas, fortaleciendo la posición de quienes ya participan en el ecosistema de valorización orgánica.

Finalmente, existen restricciones regulatorias que no pueden pasarse por alto. En Chile, operar una planta de compostaje o vermicompostaje requiere cumplir con normativas sanitarias y medioambientales específicas, que incluyen autorizaciones del SEREMI de Salud, requisitos del SAG para la comercialización de fertilizantes, y, en algunos casos, evaluaciones de impacto ambiental. Este marco regulatorio complejo puede representar tiempos prolongados de tramitación y costos iniciales importantes para cualquier nuevo actor que desee entrar de forma formal al mercado.

### 5. Rivalidad entre competidores existentes

La rivalidad competitiva dentro de la industria de abonos orgánicos en Chile se puede clasificar como moderada a alta, considerando la diversidad de actores y la relativa homogeneidad de los productos ofrecidos.

Dentro de los competidores directos, destacan empresas como Humus Origen, Protekta, Sr Compost, Lombrimaules, Humus de Chile, Greenchain y Lombrices Californianas, que comercializan humus sólido en diversos formatos. Estos actores apuntan a segmentos similares como agricultores,

jardineros, viveristas, y consumidores conscientes, lo que genera un espacio de competencia por volumen y alcance territorial, especialmente en zonas urbanas o de alto dinamismo hortícola.

Los competidores indirectos corresponden principalmente a empresas como Eurochilena y Patagonia Biotecnología, orientadas a la venta de bioestimulantes y fertilizantes líquidos orgánicos, y otras como Armony Sustentable o De Raíz, que integran servicios como recolección de residuos, compostaje comunitario, arriendo de maquinaria y asesorías. Aunque participan indirectamente en la venta de vermicompost tradicional, sus productos y servicios alternativos compiten por los mismos recursos financieros de clientes que buscan soluciones sustentables para el suelo.

El número de empresas en la industria es significativo, con una alta concentración en Santiago, pero con capacidad para llegar a otras regiones mediante comercio electrónico, ferias o alianzas con viveros. Esta amplitud genera una presión competitiva constante, especialmente cuando la diferenciación del producto es baja. Gran parte de los productos ofertados carecen de certificaciones técnicas, trazabilidad detallada o diferenciación en formulación, lo que tiende a acentuar la competencia por precio como principal herramienta comercial.

Según Cuiza Zúñiga (2024), la superficie de cultivos orgánicos creció un 17% respecto a 2022, con incrementos destacados en frutales menores (71%), plantas medicinales y aromáticas (416%) y praderas (64%). Esta expansión genera una demanda adicional de insumos orgánicos, ampliando el mercado y permitiendo la coexistencia de múltiples oferentes sin una presión inmediata por precios o cuotas.

En este escenario, la rivalidad se suaviza a medida que surgen nichos nuevos, territorios con creciente adopción agroecológica y oportunidades para la especialización o diferenciación de productos. En este contexto, uno de los elementos más relevantes para destacar frente a la competencia es la trazabilidad del vermicompost, especialmente cuando este se produce a partir de residuos orgánicos controlados, como los provenientes del sector HORECA. Incorporar sistemas de trazabilidad por lote —por ejemplo, mediante un código QR visible en cada saco— permite al cliente conocer el origen de la materia prima utilizada, los establecimientos que aportaron los residuos, y las condiciones de procesamiento. Esta práctica no solo diferencia al producto frente a competidores que ofrecen humus sin identidad de origen ni respaldo técnico, sino que también alinea la propuesta con los principios de economía circular, transparencia y sustentabilidad, altamente valorados por clientes institucionales y técnicos. De esta manera, la trazabilidad se convierte en una herramienta estratégica para competir en un mercado donde muchos actores ofrecen productos similares y donde la diferenciación técnica es difícil de comunicar por sí sola.

***Tabla 11:*** *Resumen PORTER.*

| Fuerza | Evaluación |
|---|---|
| Poder de negociación de clientes | Medio |
| Poder de negociación de proveedores | Medio |
| Amenaza de productos sustitutos | Medio |
| Amenaza de nuevos competidores | Media |
| Rivalidad entre competidores | Media-Alta |

***Fuente:*** *elaboración propia.*

# 4.4. Análisis mercado generador HORECA

La siguiente investigación de mercado corresponde a la aplicación metodológica planteada para evaluar a HORECAS como clientes proveedores de materia orgánica, para así satisfacer el primer objetivo del proyecto. Se opto por realizar una investigación exploratoria mixta (cuantitativa y cualitativa), mediante fuentes de información primarias y secundarias

## 4.4.1. Revisión documental

1. El "Diagnóstico y Catastro Nacional de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables (RSDyA)", elaborado por SUBDERE en enero de 2024, es una fuente secundaria que actualiza la situación de los residuos sólidos municipales a diciembre de 2022. Este informe, es fundamental porque los residuos de HORECA se consideran "asimilables" a los domiciliarios, proporcionando así una visión crucial del volumen de materia prima potencial y la dinámica del mercado de residuos.

- El volumen total anual de RSDyA en 2022, que alcanzó las 8.381.822 toneladas a nivel nacional, representa el tamaño general del flujo de residuos en el que se inscribe el sector HORECA. Esta cifra macro indica la escala de la materia prima potencial para proyectos de valorización de residuos orgánicos. Un mercado con estas dimensiones y en crecimiento sugiere una demanda subyacente para soluciones innovadoras en la gestión de residuos.

- La generación de RSDyA está altamente concentrada en la Región Metropolitana (40,2%), seguida por la Región de Valparaíso (10%). Esta concentración es crucial, ya que estas regiones, al ser los principales polos demográficos y económicos del país, también albergan la mayor densidad de establecimientos HORECA. Esto las convierte en los mercados primarios y más atractivos para iniciar proyectos de valorización de residuos orgánicos HORECA, dada la mayor disponibilidad de volumen en un área geográfica compacta, lo que optimiza la logística de recolección.

- La "Población Flotante en temporada alta" es un factor directamente relevante para el sector HORECA, ya que provoca un "aumento explosivo" en la generación de RSDyA en ciertas localidades, especialmente turísticas. Esta población flotante representó el 16,8% de la Población Total Atendida a nivel nacional en 2022 (3.861.740 personas). Regiones con alta dependencia turística y, por ende, con una significativa población flotante (como Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Arica y Parinacota), experimentarían picos de residuos orgánicos HORECA. Esto subraya la necesidad de soluciones flexibles y escalables para la valorización en estas zonas, presentando un nicho de mercado con fluctuaciones estacionales que deben ser gestionadas.

- La existencia de un 14% de los RSDyA recibidos en sitios que no cumplen con el DS N° 189, y la concentración de sitios no conformes en regiones como Los Lagos, Aysén, Coquimbo, La Araucanía y Magallanes, indica una necesidad estructural de modernización y alternativas de gestión a nivel nacional. Para un proyecto de valorización de residuos orgánicos HORECA, esto representa una oportunidad significativa para desviar residuos de vertederos y basurales no conformes, ofreciendo una solución más sostenible, especialmente en regiones con menos infraestructura de relleno sanitario.

- La Producción Per Cápita (PPC) de RSDyA en Valparaíso es de 1,18 kg/hab./día (considerando solo la población atendida) y de 0,88 kg/hab./día corregida por población flotante, proporcionando un indicador de la intensidad de generación de residuos por persona,

lo que ayuda a dimensionar el volumen por establecimiento HORECA. En cuanto a la disposición final, la Región de Valparaíso cuenta con 6 sitios operativos, de los cuales 3 son Rellenos Sanitarios, 1 es Vertedero y 2 son Basurales. Es importante destacar que, si bien hay sitios que no cumplen con el DS N° 189, el 98% del volumen de RSDyA de la región se deposita en sitios que sí cumplen con dicho decreto, principalmente en los rellenos sanitarios (736.398 toneladas). Esto subraya la oportunidad de desviar residuos orgánicos HORECA hacia la valorización para prolongar la vida útil de estos rellenos sanitarios y reducir la dependencia de sitios menos conformes.

- Finalmente, el costo promedio por tonelada para los servicios de RSDyA en Valparaíso es de $64.849, el más alto a nivel nacional en 2022, superando significativamente el promedio nacional de $49.970. Este elevado costo de disposición representa un fuerte incentivo económico para las empresas del sector HORECA en la región, ya que la implementación de soluciones de valorización de residuos orgánicos podría generar ahorros sustanciales en sus gastos de gestión de residuos.

2. “Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables generados a nivel municipal en chile. Informe N°6: Informe Final Consolidado 2024”. El informe sintetiza las propuestas, visiones y acuerdos surgidos durante las mesas de trabajo y talleres realizados a nivel nacional.

- El estudio define que en la categoría “residuos alimenticios no comestibles” es posible encontrar alimentos comestibles desechados sin ser sometidos a ninguna elaboración por diferentes motivos, tales como pérdida de cadena de frío, merma, desechos de preparación, maduración o simple presentación a ojos del responsable.

- Según la fuente, el sector HORECA (Hoteles, Restaurantes y Cafeterías) se consolida como un generador primario de residuos orgánicos a nivel municipal en Chile, presentando una oportunidad significativa para la gestión y valorización. Los resultados del estudio de caracterización demuestran consistentemente que la materia orgánica es el componente más representativo en los residuos generados por HORECAS y Ferias. Concretamente, en Viña del Mar, la materia orgánica representó el 46.02% del total de residuos HORECAS. Esta alta proporción se mantuvo en la campaña de invierno, con un 58.69%.

- Desglosando los residuos de alimentos, se observa una preponderancia de frutas y verduras no comestibles (alcanzando hasta 85.11% en hoteles y 81.29% en restaurantes), y una fracción considerable de productos de panadería en cafeterías (89.94% en verano). La estimación de la generación de residuos se basa en factores como el número de trabajadores y factores de generación anual (ej. 2.5 ton/trab/año para hoteles en verano, 1.5 en invierno; 2 ton/trab/año para restaurantes en verano, 2.5 en invierno; 1.8 ton/trab/año para cafeterías en verano, 3.1 en invierno), evidenciando variaciones estacionales en estos parámetros.

- La dominancia de la materia orgánica y su contenido de humedad (ej. 82.54% para HORECA en verano, 86.37% en invierno), subraya una clara oportunidad de mercado para el desarrollo e implementación de soluciones de valorización, como el compostaje, vermicompostaje o la digestión anaeróbica, que pueden transformar estos volúmenes significativos de residuos en recursos, impulsando modelos de economía circular específicos para este sector.

### 4.4.2. Levantamiento de datos primarios

Dada la comprensión establecida de que el sector HORECA en Viña del Mar es un generador significativo y consistente de residuos orgánicos, tal como lo demuestran los estudios previos, se hace imperativa la obtención de datos más específicos y accionables para un proyecto de valorización.

Para lograr este objetivo, la aplicación de una encuesta, estructurada con preguntas categóricas, será fundamental. Este instrumento permite segmentar a los establecimientos no solo según su actividad, sino también por su tamaño y volumen real de residuos orgánicos generados, lo cual supera las estimaciones generales basadas en el número de trabajadores del "Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables" y es crucial para dimensionar con precisión la oferta.

Además, al integrar dimensiones actitudinales respecto a la economía circular y la colaboración interempresarial, la encuesta proporcionará insumos cualitativos esenciales para anticipar el grado de aceptación y la viabilidad social de un modelo de simbiosis industrial, un aspecto vital considerando las dificultades iniciales en la obtención de información municipal detallada en fases previas del estudio de mercado.

Esta información es fundamental para dimensionar técnicamente el sistema de vermicultura, estructurar el plan operativo y comercial, en función de frecuencias o capacidades y, en conjunto con las entrevistas semiestructuras, construir una propuesta de valor alineada con las necesidades y barreras identificadas. La aplicación de este instrumento permite articular una base empírica sólida para validar el diseño técnico, operativo y comercial del proyecto bajo criterios de economía circular.

Entrevista semiestructurada: Generadores de residuos orgánicos.

La entrevista semiestructurada se aplica como herramienta para comprender en profundidad las prácticas, barreras y motivaciones reales de los actores del sector HORECA en relación con la gestión de residuos orgánicos. Su estructura temática permite levantar información contextualizada que no es posible obtener mediante encuestas estructuradas.

Este insumo cualitativo alimenta directamente el diseño centrado en el usuario, particularmente en la construcción del lienzo de propuesta de valor (Jobs, Pains, Gains), clave para formular una propuesta coherente en la etapa Formulación del modelo de negocio.

Determinación del universo y muestra:

***Tabla 12:*** *Universo de muestra.*

| | Valparaiso | Viña del mar | **Total** |
|---|---|---|---|
| Servicios de Hotel | 66 | 123 | 189 |
| Servicios de Comida | 676 | 939 | 1615 |
| | | **Total** | 1804 |

***Fuente:*** *Servicio de Impuestos Internos.*

***Figura 1***




***Fuente:*** *Fórmula general de poblaciones finitas.*

Mediante Power BI se analizó la base de datos del SII 2024, identificando un universo de 1.062 establecimientos de alimentos y hotelería en Viña del Mar. Para efectos del proyecto se asegura representatividad estadística, aplicando un muestreo con nivel de confianza del 95% (Z=1.96), margen de error del 5% y proporción conservadora del 50%, determinando una muestra mínima de 72 unidades que garantiza la fiabilidad de los resultados para la población estudiada.

Una vez se aplicó la cantidad de encuestas correspondientes a la muestra calculada, las respuestas fueron almacenadas en una hoja de cálculo y posteriormente transformadas para su análisis cuantitativo. El preprocesamiento consistió en la codificación numérica de variables categóricas, la transformación de respuestas múltiples en variables binarias, la estandarización de los datos mediante normalización Z-score, y la exclusión de atributos:

- Se descartaron los campos de nombre, ubicación y correo por no aportar valor analítico.
- Se asignaron valores numéricos a las respuestas de opción múltiple. Por ejemplo:
    - Tamaño de empresa: Micro=1, Pequeña=2, Mediana=3, Grande=4.
    - Preguntas “Sí/No”: Sí=1, No=0.
    - Generación semanal de residuos: codificada en 4 rangos crecientes de volumen.
    - Disposición de residuos y conocimiento de economía circular: recodificadas según niveles ordinales.
- Preguntas con posibilidad de más de una respuesta tipo actividades ofrecidas del local y tipos de residuos generados fueron transformadas en variables binarias separadas (1 si aplica, 0 si no).
- Se modificaron los enunciados de las columnas para facilitar su identificación y manipulación como atributos estructurados.

Se aplicó una segmentación basada en análisis de conglomerados no supervisado. Esta técnica permite identificar grupos homogéneos de clientes a partir de sus atributos compartidos, facilitando el diseño de estrategias diferenciadas.

Para la segmentación se empleó el algoritmo k-means en la plataforma RStudio, que agrupa observaciones minimizando la variabilidad interna de cada cluster. Previamente, se aplicó el método

del codo (within-cluster sum of squares, WSS) para determinar el número óptimo de clusters, identificándose un valor de k = 3.

El análisis agrupó a los establecimientos en tres clusters diferenciados según variables como volumen de residuos orgánicos, tamaño de empresa, prácticas de separación, nivel de conocimiento en economía circular, disposición a pagar y tipos de residuos generados. Esta clasificación permite perfilar estratégicamente a los establecimientos según su nivel de preparación y potencial de colaboración con un sistema de valorización orgánica basado en vermicultura.

***Tabla 13:*** *Características de Clusters.*

| ASPECTO | CLUSTER 1 | CLUSTER 2 | CLUSTER 3 |
|---|---|---|---|
| **TAMAÑO PROMEDIO DE EMPRESA** | 1.53 (micro/pequeña) | 1.62 (pequeña) | 2.07 (mediana) |
| **VOLUMEN RESIDUOS (KG/SEMANA)** | 1.6 (bajo: 10–30 kg) | 2.76 (medio-alto: 30–100 kg) | 3.06 (alto: >100 kg) |
| **SEPARACIÓN RESIDUOS CRUDOS (%)** | 14% | 21% | 13% |
| **DISPOSICIÓN RESIDUOS (ESCALA 1–4)** | 1.32 (mezcla/parcial) | 1.34 (mezcla/parcial) | 1.00 (mayoritariamente mezcla) |
| **RESIDUOS VEGETALES (%)** | 82% | 100% | 100% |
| **CAFÉ USADO (%)** | 57% | 79% | 40% |
| **MASAS (%)** | 46% | 72% | 53% |
| **CARTÓN Y PAPEL (%)** | 82% | 100% | 100% |
| **CONOCIMIENTO ECONOMÍA CIRCULAR (ESCALA 1–3)** | 2.25 (alto) | 1.86 (medio) | 1.73 (bajo) |
| **VIABILIDAD PERCIBIDA DEL SISTEMA (%)** | 78% | 83% | 73% |
| **ESPACIO FÍSICO DISPONIBLE (%)** | 89% | 93% | 93% |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PARTICIPACIÓN EN RED (%)** | 89% | 93% | 87% |
| **DISPOSICIÓN A PAGAR (%)** | 75% | 83% | 80% |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

En el Cluster 1 (28 establecimientos), predominan negocios con preparación básica de alimentos y atención directa al cliente, donde se evidencia un alto compromiso ambiental pero limitadas operaciones, la actividad principal de este cluster corresponde a cafeterías. El Cluster 2 (29 establecimientos) agrupa locales con procesos más diversos y operativamente activos principalmente servicios completos de restaurante, incluyendo cocina elaborada, despacho y manipulación de productos, lo que se refleja en la mayor variedad y volumen de residuos generados. Por su parte, el Cluster 3 (15 establecimientos) está compuesto mayoritariamente por establecimientos de mayor tamaño, con múltiples sucursales pero una baja implementación de prácticas circulares.

**Jobs (Tareas y necesidades):**

- Preparar bebidas, cocinar alimentos y procesar ingredientes frescos a diario.
- Atender a clientes con amabilidad y eficiencia durante todo el horario de servicio.
- Mantener el local limpio: piso, superficies, herramientas de trabajo y cocina.
- Separar residuos reciclables y gestionar residuos especiales (borra, aceites, cartones).
- Minimizar desperdicios y mermas a través de un uso eficiente de insumos.
- Recomendar alternativas de compra y contribuir al cierre y limpieza diaria.
- Disponer adecuadamente los residuos al final del día en los contenedores correspondientes.

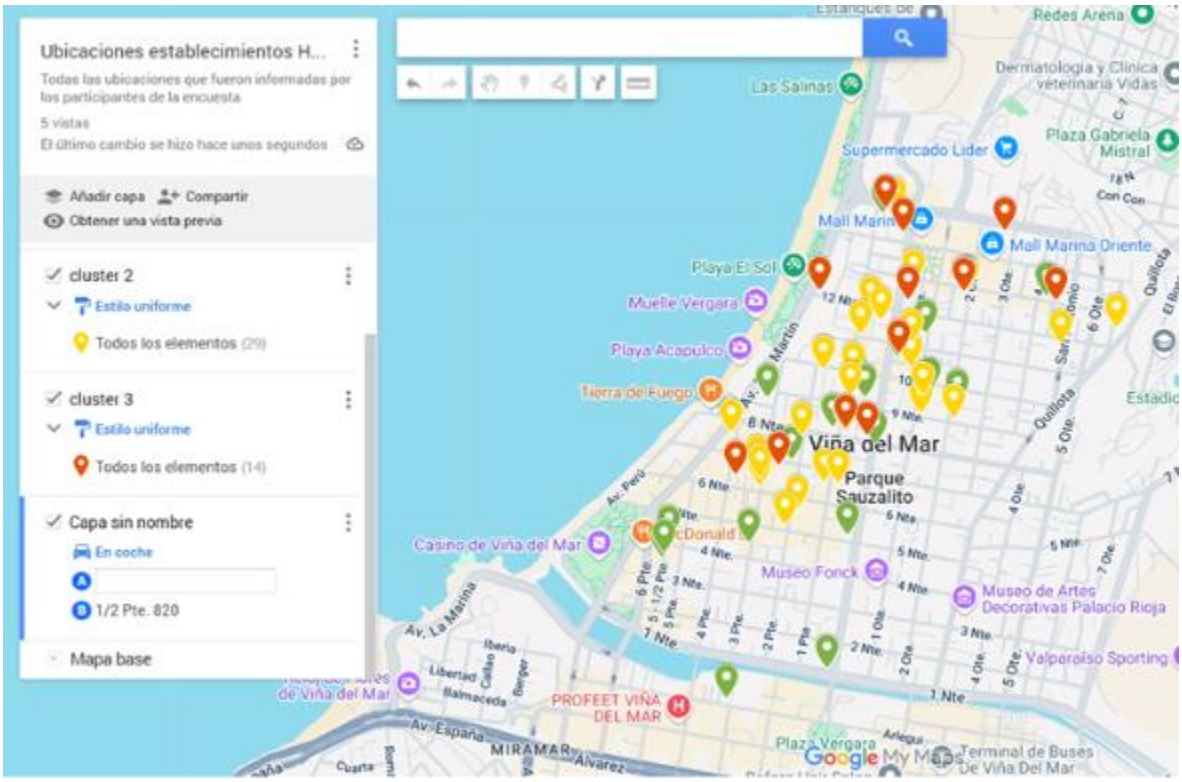
**Pains (Frustraciones y obstáculos):**

- Dificultad para controlar el uso excesivo de productos desechables por parte de los clientes.
- Falta de condiciones o apoyo para separar y valorizar residuos (falta de espacio, tiempo, recursos).
- Incomodidad al desechar materiales con potencial de reutilización (borra de café, aceites, cartones).
- Problemas de acumulación, mal olor y logística de residuos mal gestionados.
- Recolección informal e irregular de residuos orgánicos o reciclables.
- Costos asociados a la gestión de ciertos residuos especiales (ej. aceites).

**Gains (Beneficios esperados o valorados):**

- Fortalecer la imagen ecológica del local ante clientes y comunidad.
- Reducir el volumen de residuos y mejorar la eficiencia operativa.
- Implementar acciones educativas y de consciencia ambiental para personal y clientela.

- Generar o retomar alianzas con iniciativas de valorización de residuos (sustrato para hongos, desarrollo de cosmética, compostaje).
- Participar en redes de reconocimiento o programas con beneficios económicos.
- Satisfacción de contribuir a causas ambientales mediante servicios constantes, gratuitos o accesibles.
- Visibilidad y prestigio en el entorno barrial mediante acciones ambientales tangibles.




***Fuente:*** *Google maps.*

Se realizó una geolocalización preliminar de los establecimientos del sector HORECA que proporcionaron su dirección durante el levantamiento de encuestas, utilizando la herramienta Google My Maps. Cada establecimiento fue asignado visualmente a su respectivo cluster de análisis, representándose con distintos colores para facilitar su identificación: verde para el cluster 1, amarillo para el cluster 2 y naranjo para el cluster 3. Esta representación espacial, aunque exploratoria, constituye el acercamiento al diseño operativo de una futura ruta de recolección de residuos orgánicos, permitiendo visualizar concentraciones territoriales y distancias relativas que serán clave para optimizar la logística del servicio. (ANEXO 6, ANEXO 7)

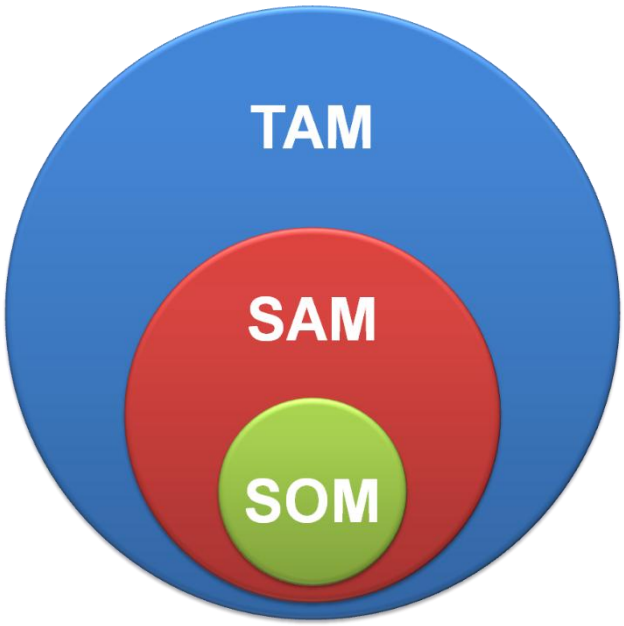
## 4.5. Análisis mercado agricultores

Para comprender el potencial del proyecto planteado, es necesario estimar el tamaño del mercado, lo cual se realizará a través de la metodología conocida como TAM-SAM-SOM, que está asociada a tres mediciones clave para cualquier negocio.

- Mercado Total o Total Addresable Market (TAM)

- Mercado que podemos servir o Serviceable Available Market (SAM)
- Mercado que podemos conseguir o Serviceable Obtainable Market (SOM)

***Figura 2***




***Fuente:*** *Metodología TAM-SAM-SOM*

La información para estimar el mercado resulta de total importancia, ya que es gracias a esto que se puede dimensionar el potencial del proyecto en conjunto a una futura proyección.

### 4.5.1. Mercado Total

El tamaño del mercado total del proyecto en cuestión será definido cuantificando las Unidades de Producción Agropecuarias (UPA) a nivel nacional, los cuales se obtienen gracias al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), a través del Censo Agropecuario y Forestal 2020-2021.

Una UPA es una unidad económica de producción agrícola, ganadera y/o forestal que se gestiona bajo una dirección única por productor, es decir, una UPA puede ser una finca, parte de una finca o cualquier superficie productora de 2 hectáreas o más que haya registrado ventas.

El mercado total será definido como el total de actividades asociadas a cultivos, frutales y propagación de plantas a lo largo del país, como se resume en la tabla

***Tabla 14:*** *Proporción nacional de cultivos.*

| Total Nacional UPA | 138.628 | 100% |
|---|---|---|
| Cultivos | 41.511 | 29,94% |
| Frutales | 21.139 | 15,25% |
| Propagación de plantas | 966 | 0,70% |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

De esta manera, el total de UPAs identificadas que forman parte del mercado total serán de 63.616, correspondiente al 45,89% del total de unidades entregadas por el INE.

### 4.5.2. Mercado que podemos servir

Para estimar el mercado que podemos servir se considerarán las regiones asociadas al retiro de residuos orgánicos y en donde la planta de vermicompostaje tendrá una mayor cercanía, en este contexto las regiones correspondientes son la región de Valparaíso y la Región Metropolitana.

A continuación, la tabla que representa la distribución UPAs según los mismos datos entregados por el INE.

***Tabla 15:*** *Distribución de cultivos, frutales y propagación de plantas.*

| Región | Cultivos | Frutales | Propagación de plantas |
|---|---|---|---|
| **Región de Arica y Parinacota** | 944 | 116 | 6 |
| **Región de Tarapacá** | 516 | 139 | 7 |
| **Región de Antofagasta** | 445 | 130 | 8 |
| **Región de Atacama** | 274 | 740 | 13 |
| **Región de Coquimbo** | 1.189 | 2.493 | 39 |
| **Región de Valparaíso** | 1.867 | 2.247 | 193 |
| **Región Metropolitana de Santiago** | 2.299 | 1.822 | 202 |
| **Región del Libertador General Bernardo O'Higgins** | 3.604 | 2.739 | 93 |
| **Región del Maule** | 5.572 | 5.856 | 152 |
| **Región de Ñuble** | 4.150 | 2.966 | 57 |
| **Región del Biobío** | 3.960 | 620 | 50 |
| **Región de La Araucanía** | 11.811 | 1.141 | 89 |
| **Región de Los Ríos** | 1.240 | 242 | 32 |
| **Región de Los Lagos** | 3.433 | 181 | 24 |
| **Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo** | 180 | 44 | 2 |
| **Región de Magallanes y de la Antártica Chilena** | 120 | 5 | 7 |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

***Tabla 16:*** *Proporción de cultivos, frutales y propagación de plantas en Santiago y Valparaíso.*

| | Valparaíso | | RM | |
|---|---|---|---|---|
| **Cultivos** | 1.867 | 1,35% | 2.299 | 1,66% |
| **Frutales** | 2.247 | 1,62% | 1.822 | 1,31% |
| **Propagación de plantas** | 193 | 0,14% | 202 | 0,15% |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

De acuerdo con lo analizado, el mercado SAM es 8.630, lo que corresponde a un 6,23% del total nacional.

### 4.5.3. Mercado que podemos conseguir

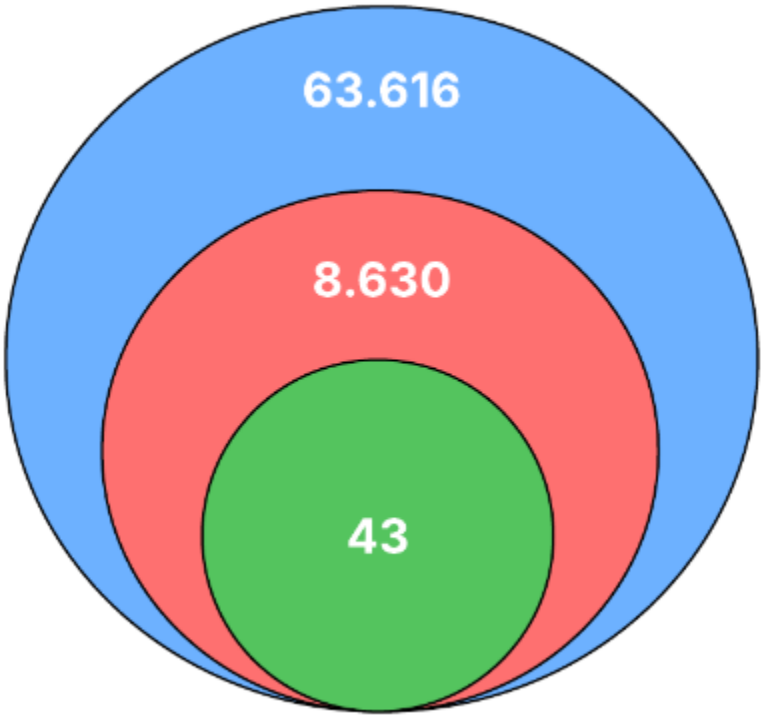
Al tratarse de la venta de vermicompost a agricultores, donde los procesos de compra suelen ser más largos y complejos debido a los volúmenes involucrados, el crecimiento inicial será gradual, especialmente considerando que aún no se cuenta con una marca consolidada en el mercado.

No obstante, la estimación inicial de captación debe ajustarse para reflejar de forma más realista la capacidad operativa del proyecto. La planta contará con una producción anual de 48,5 toneladas, lo que permite abastecer a un número considerable de unidades productivas si se considera una diversificación de aplicaciones en distintos rubros agrícolas. Además, la existencia de más de 8.500 unidades productivas agrícolas en la región de Valparaíso, muchas de ellas de pequeña escala y con creciente interés en prácticas sustentables, amplía significativamente el mercado potencial. Por ello, se propone una hipótesis ajustada y conservadora de captación del 0,5% del SAM para el primer año, equivalente a 43 unidades productivas agropecuarias, lo cual representa un equilibrio entre cautela comercial y la capacidad real de producción y colocación del producto.

### 4.5.4. Resumen TAM-SAM-SOM

Finalmente, la figura resume el TAM-SAM-SOM del proyecto de negocio como se muestra a continuación:

***Figura 3:*** *Resumen TAM-SAM-SOM*




***Fuente:*** *Elaboración propia*

## 4.6. Estudio técnico

Este estudio técnico presenta información sobre vermicompostaje, basada en literatura especializada, guías técnicas, informes, videos, plataformas digitales de proveedores internacionales. Se analizan comparativamente:

- La biología y manejo de las lombrices
- Las materias primas o insumos orgánicos para alimentarlas
- Los sistemas, equipos y maquinarias de vermicompostaje a diferentes escalas de operación
- Consideraciones de la ubicación de la planta de vermicompostaje.

### 4.6.1. Biotecnología de las lombrices

Las lombrices se clasifican ecológicamente en tres grupos funcionales según su hábitat y comportamiento en el suelo:

**Epigeas:** Viven en la capa superficial del suelo o en la hojarasca, alimentándose de materia orgánica en descomposición. No cavan galerías profundas y tienen alta capacidad reproductiva.

**Endogeas:** Habitan en los horizontes intermedios del suelo, formando galerías horizontales. Se alimentan principalmente de materia orgánica mezclada con minerales. Son más lentas en reproducción y menos activas en la superficie.

**Anecicas:** Construyen galerías verticales profundas y salen ocasionalmente a la superficie para alimentarse de restos orgánicos. Mezclan capas del suelo y mejoran su estructura, pero no son aptas para compostaje intensivo.

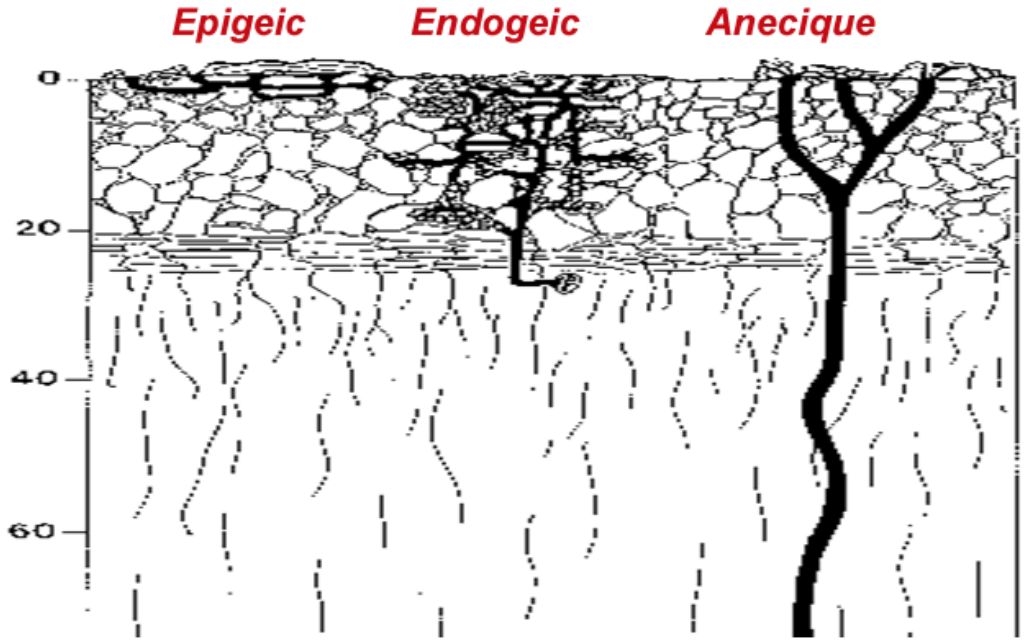



***Figura 4:*** *Clasificación de lombriz*

Las lombrices de tierra más utilizadas son especies epígeas, como la *lombriz roja de California* (*Eisenia fetida*) que constituye el 80–90% de las lombrices usadas en vermicompostaje a nivel mundial. Esta especie se prefiere por su gran voracidad, rápida reproducción y tolerancia a rangos amplios de condiciones ambientales. Otras especies de lombrices usadas incluyen:

- **Lombriz azul** (*Perionyx excavatus*): usada en regiones tropicales; tiene metabolismo rápido en rangos cálidos (óptimo 20–30 °C) pero es menos tolerante a climas fríos (bajo 15 °C reduce su actividad).
- **Lombriz africana** (*Eudrilus eugeniae*, *African nightcrawler*): de mayor tamaño, excelente compostadora en climas cálidos por su alta tasa de consumo y crecimiento, con rango ideal de 24–30 °C. Sin embargo, por debajo de 20 °C su supervivencia se ve comprometida.
- **Lombriz europea de jardín** (*Eisenia hortensis* o *Dendrobaena veneta*): tolera temperaturas más bajas y es robusta, aunque su ritmo de reproducción y compostaje es más lento comparado con *E. fetida*.

*E. eugeniae* se reserva para operaciones en clima cálido, y *E. hortensis* puede ser útil en zonas frías o en mezclas con *E. fetida* para ampliar tolerancias.

En cuanto a su biología reproductiva, las lombrices son hermafroditas, pero requieren cruzarse con otra lombriz. Tras el apareamiento, producen cocones (huevos encapsulados) de los cuales emergen generalmente *2–5 crías por cocón*, después de un período de incubación. En *E. fetida*, típicamente nacen 3 crías por cocón en 30–75 días, y las crías alcanzan la madurez sexual en 2 meses adicionales, permitiendo un crecimiento exponencial de la población bajo condiciones favorables.

### 4.6.2. Condiciones ambientales óptimas

Las lombrices de compostaje requieren un hábitat húmedo, oscuro y con abundante materia orgánica en descomposición. Los parámetros críticos por controlar son la temperatura, la humedad, la aireación y el pH del medio:

- **Temperatura:** Las lombrices viven aproximadamente entre 15 °C y 30 °C. Por debajo de 10 °C entran en letargo y por encima de 35 °C pueden morir. *E. foetida* destaca por su tolerancia al frío: puede sobrevivir a cercanías de 0 °C aunque los adultos mueren con heladas fuertes, sus cocones pueden resistir y eclosionar cuando retorna el calor.
- **Humedad:** Las lombrices respiran a través de la piel y necesitan que esté húmeda para el intercambio gaseoso, por lo que el sustrato debe mantenerse con humedad alta (65–85%). Un lecho ideal se siente húmedo al tacto. Si el medio está demasiado seco (<50% humedad) las lombrices se deshidratan y su actividad cesa; si está empapado sin oxigenación, pueden ocurrir condiciones anaerobias.
- **Aireación:** El material no debe compactarse excesivamente. Evitar sobrealimentar o inundar el sistema ayuda a prevenir zonas anóxicas. En sistemas más grandes, volteos muy ligeros o inserción de tubos perforados de ventilación pueden ayudar, pero en general no se voltean regularmente para no molestar a las lombrices. La ventilación natural o forzada en instalaciones cerradas también contribuye a mantener oxígeno adecuado.
- **pH:** Las lombrices toleran desde medios ligeramente ácidos hasta algo alcalinos (pH 5 hasta 8), pero el rango neutro a ligeramente alcalino (pH 6.5–7.5) es óptimo para su crecimiento y reproducción.

La tendencia de las lombrices a subir por las paredes del contenedor. suele indicar que el medio se volvió inhóspito, demasiado ácido, caliente o sin oxígeno.

Cada lombriz puede ingerir diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso (alrededor de 0,7 a 1,4 g en el caso de *E. foetida*) y transformar cerca del 60% de lo consumido en vermicompost, incorporando el 40% restante a su biomasa (crecimiento y reproducción). Al pasar por el tracto digestivo de la lombriz, los residuos orgánicos se mezclan con microorganismos y enzimas, resultando humus fino, estabilizado y enriquecido biológicamente.

### 4.6.3. Materias primas para la alimentación de las lombrices

Las lombrices son detritívoras generalistas, esto quiere decir que pueden alimentarse de casi cualquier material orgánico en descomposición. Esto incluye residuos de cocina (cáscaras de frutas y vegetales, restos de comida vegetal), estiércoles de animales de granja, restos de cosecha y podas (hojas, pasto cortado), papel y cartón (triturados y humedecidos), posos de café, entre otros.

- **Residuos de cocina domésticos:** Son una fuente común en pequeña escala. Incluyen cáscaras, restos de frutas y verduras, pan, posos de café y cáscaras de huevo (trituradas). Las lombrices consumen ávidamente estos materiales blandos. Conviene l*imitar* los alimentos muy ácidos, muy salados o picantes, grasos, así como productos de origen animal en sistemas pequeños. Estos últimos tienden a pudrirse con mal olor y atraer plagas antes de que las lombrices los degraden.

- **Estiércoles animales:** Los estiércoles (vaca, caballo, conejo, oveja, gallina) son un excelente alimento para lombrices por su alto contenido nutritivo. De hecho, muchas operaciones comerciales medianas y grandes se alimentan principalmente de estiércol compostado. El estiércol fresco suele ser rico en nitrógeno y puede contener orina (alto en amoníaco) y patógenos, provocando calor y gases tóxicos.

- **Residuos agrícolas y de jardín:** Restos de cosecha, hojas secas, paja, aserrín, pasto cortado, etc., pueden usarse para alimentar o como **material estructurante**. Por sí solos, suelen ser muy ricos en carbono y pobres en nitrógeno. Lo ideal es usarlos en mezcla balanceada.

- **Papel, cartón y otros "estructurantes":** Materiales fibrosos ricos en carbono como tiras de papel y cartón sin tintas tóxicas o aserrín de madera se agregan para regular la humedad, aportar estructura y equilibrar químicamente la mezcla. Estos materiales sirven de **lecho absorbente** y refugio para las lombrices, además de alimento complementario.

### 4.6.4. Balance C:N y evitación de auto-calentamiento

A diferencia del compostaje tradicional termofílico, donde una relación Carbono:Nitrógeno de 30:1 es ideal para generar calor y descomponer rápidamente, en vermicompostaje se busca una relación con más carbono. Las lombrices prosperan con alimento que tenga C:N  50:1 o incluso mayor. Se busca esta proporción porque a C:N bajos (exceso de nitrógeno), la actividad microbiana se vuelve explosiva y genera calor. En la práctica, esto significa que, al agregar residuos muy húmedos o verdes, siempre se debe incorporar cama seca.

Existe una distinción operacional en vermicultura entre sistemas de alimentación directa y alimentación precompostada. En vermicompostaje primario, las lombrices se alimentan de residuos *crudos* no pretratados, se agregan directamente los restos de cocina frescos a la vermicompostera. Esto funciona bien a pequeña escala, pero exige cuidado: se debe alimentar en capas delgadas y frecuentes en vez de volúmenes grandes de una sola vez. De ese modo, las lombrices rápidamente colonizan la nueva capa antes de que fermente o se caliente demasiado.

En cambio, en vermicompostaje secundario, el material orgánico se precomposta parcialmente por métodos tradicionales antes de entrar al lecho de lombrices. Esto equivale a un proceso en dos fases: primero una fase termofílica corta que degrada y sanitiza el residuo, luego las lombrices acaban de humificarlo en la fase mesófila. Este alimento precompostado ya no va a calentarse tanto en presencia de lombrices, permitiendo añadirlo en capas más gruesas o con menos frecuencia.

### 4.6.5. Sistemas y equipamiento de vermicompostaje a diferentes escalas

Los sistemas de vermicultura se han desarrollado en diversas formas, pero se pueden clasificar en tres tipos básicos: cajas o contenedores (“bins”), lechos o camas, y pilas al aire libre (“windrows”). La elección de sistema y el equipo asociado dependen de la *escala de operación* y de factores como el clima, el espacio disponible y el grado de mecanización deseado. A continuación, se analizan las alternativas típicas en pequeña, mediana y gran escala, junto con sus requerimientos de maquinaria.




***Figura 5:*** *Vermicomposteras domiciliarias.*

**Pequeña escala (doméstica o microempresas):** En entornos domésticos, educativos o de microemprendimientos, las opciones van desde sencillas cajas plásticas recicladas agujereadas para ventilación, hasta sistemas comerciales prefabricados.

Un diseño popular son las bandejas apilables: varias bandejas perforadas que se van superponiendo en bandejas inferiores viven las lombrices y se llena de alimento luego, se coloca otra bandeja arriba con alimento fresco y las lombrices migran hacia arriba, dejando en la bandeja inferior el humus listo para cosechar. Esto facilita la separación de lombrices y compost terminado sin tener que vaciar todo el contenedor.

La cosecha del vermicompost en pequeña escala normalmente se hace de forma manual vaciando el contenedor y separando lombrices a mano o con luz ya que las lombrices huyen de la luz, permitiendo retirar capas de compost. A esta escala, no se suelen usar máquinas industriales, pero puede haber implementos como cribas manuales o tamices vibratorios pequeños para refinar el compost producido.

La ventaja principal de esta escala es su bajo costo y simplicidad ya que basta con el contenedor, las lombrices y los residuos. La desventaja es que el procesamiento de residuos es limitado, adecuado para manejar los desechos de un domicilio y requiere dedicación manual en la cosecha y el reinicio de lechos.



***Figura 6:*** *Vermicompost en camas.*

**Escala mediana (comunitaria, agropecuaria o pequeñas empresas):** Corresponde a volúmenes de residuos desde unos pocos cientos de kilos hasta varias toneladas por mes. Aquí suelen emplearse sistemas modulares o múltiples unidades pequeñas en paralelo.

Una configuración común son los lechos o camas largas (también llamados camas estáticas): estructuras rectangulares de poca profundidad, que pueden ser cajones grandes elevados o zanjas poco profundas en el suelo. Las camas en el suelo aprovechan la masa térmica de la tierra para mantener una temperatura más estable.

Un inconveniente es que la cosecha del humus y la separación de lombrices se vuelve más laboriosa, a menudo requiere pala o incluso maquinaria pequeña para extraer y tamizar el material. Es común construir camas techadas de 1,5–2 m de ancho por varios metros de largo, donde se agregan los residuos en un extremo y se va avanzando en forma inclinada o cuña. En este sistema "cuña", las lombrices migran hacia el nuevo alimento en un frente que avanza, y el vermicompost al fondo de la cama va madurando; al alcanzar el extremo opuesto, se cosecha.

Para esta escala también existen equipos especializados como cribas mecánicas, separando lombrices y fragmentos no digeridos de los finos. Asimismo, un pequeño tractor con pala frontal puede ayudar a mover materiales cargando residuos precompostados a las camas, remover compost terminado, etc.

En términos de control ambiental, operaciones medianas a menudo emplean galpones, invernaderos o áreas techadas para proteger a las camas de lluvia excesiva o sol directo, facilitando mantener la humedad óptima y evitando que las lombrices escapen en temporada de lluvias. También puede requerirse sistemas de riego por aspersión o goteo sobre las camas para mantener la humedad, y eventualmente ventiladores o extractores en climas muy calurosos.

Esta escala requiere más manejo que la doméstica, y si se considera comercializar el humus puede ser necesario disponer de varias camas en rotación que permitan siempre tener alguna en fase de alimentación, otra en maduración y otra en cosecha.




***Figura 7, 8 y 9:*** *Vermicompostaje en pilas.*

**Escala industrial (grandes explotaciones):** Para manejar volúmenes muy elevados de orgánicos (decenas de toneladas mensuales, por ejemplo, residuos municipales, lodos agroindustriales, estiércoles), se han desarrollado sistemas intensivos con ayuda de maquinaria. Existen dos enfoques principales a gran escala:

1. **Sistema de Windrows extensivos (pilas):** Consiste en formar pilas elongadas de material orgánico directamente sobre el suelo (o en camas al aire libre). Son esencialmente hileras de compost con lombrices, de varios metros de largo, 1–3 m de ancho y 0,5–1 m de altura. Las lombrices se inoculan en estas pilas y se alimentan añadiendo nuevas capas encima o prolongando la hilera.

   Este método tiene la ventaja de ser simple y de bajo coste sin requerir estructuras especiales, solo un terreno drenado y las lombrices. Además, por su tamaño, las pilas grandes resisten mejor las disminuciones bruscas de temperatura. No obstante, presentan desafíos: necesitan mucho espacio, y están expuestas al clima (se suelen cubrir con lonas permeables para proteger de lluvia o sol excesivo, como se ve en la Figura 2 con la lona sobre la pila). En regiones de clima adverso, la productividad puede reducirse en invierno o verano extremo. Otro inconveniente es el tiempo de proceso: el vermicompost puede tardar 6–12 meses en estar listo, porque las lombrices trabajan a medida que el frente orgánico se va estabilizando. Este ciclo más largo implica que el material pasa mucho tiempo en el campo.

   La cosecha de pilas suele requerir equipo pesado: típicamente se levanta la pila con una retroexcavadora o cargadora, y se pasa por una criba mecánica grande (trommel industrial) para separar el humus de lombrices y fragmentos. Las lombrices se pueden devolver al nuevo windrow. En general, las pilas son apropiados cuando se dispone de terreno amplio, mano de obra moderada y se busca una inversión mínima en infraestructura, sacrificando cierto control ambiental y velocidad.

2. **Reactores de flujo continuo:** Son sistemas basado en contenedores y mecanizados, diseñados para maximizar la eficiencia del vermicompostaje. Consisten en grandes camas con fondos de malla o rendija, por las cuales se puede cortar periódicamente la capa inferior de material para cosechar el vermicompost, mientras por arriba se sigue añadiendo alimento nuevo.

   De esta forma, el proceso es continuo: las lombrices siempre permanecen en la sección superior activa, y el compost maduro se va extrayendo sin interrumpir la operación. Ejemplos comerciales son los sistemas CFT de 1,2 m × 20 m (muy usados en Canadá, EE. UU. y Europa), donde una cuchilla motorizada pasa bajo la cama cortando unos 5 cm de humus cada semana; estos sistemas modulares presentan estructuras metálicas y mecanismo de manivela o hidráulico para la cosecha continua. Aceleran significativamente el proceso: bajo manejo óptimo, convierten los residuos en vermicompost maduro en solo 40–60 días, en contraste con los 180+ días de una pila tradicional.

   Además, la calidad del producto suele ser más homogénea y con mínimas lombrices presentes, dado que éstas se quedan en las capas superiores alimentándose. Otros beneficios incluyen mejor control de parámetros (al estar en interiores, es más fácil mantener temperatura y humedad estables, evitando pérdidas por clima) y ahorro de mano de obra en la separación de lombrices. Un continuo flujo bien diseñado permite operar con menos intervención: no hace falta reiniciar lotes ni vaciar totalmente los lechos con cada cosecha, manteniendo intacta la comunidad biológica de lombrices y microorganismos que siguen trabajando sin interrupción.

La inversión, sin embargo, es mucho mayor: se requiere infraestructura (galpones, reactores de construcción robusta resistentes a la corrosión por la humedad constante) y equipamiento mecánico (motores, sistemas de rastrado, elevadores de alimentación, etc.). Por ende, este enfoque se justifica cuando hay gran volumen de residuos a tratar regularmente, o se busca un producto de alta calidad consistente en plazos cortos.

En grandes plantas de vermicompostaje, es común ver una combinación de tecnologías y equipos de apoyo, por ejemplo: sistemas de triturado/molienda de residuos antes de alimentar (para homogeneizar la mezcla), mezcladores (cuando se combinan varios insumos, como lodos con podas, se puede usar un trompo o pala mezcladora), sistemas de transporte (cintas o tornillos sinfín para llevar el alimento a los lechos, controles automáticos de riego y temperatura (sensores de humedad, termostatos que activan ventiladores o calefactores en climas fríos), e incluso sistemas de monitoreo remoto en instalaciones modernas (alarmas de temperatura alta, humedad baja, etc., para tomar acción). La cosecha mecanizada es un aspecto clave a gran escala: además de la cosecha en los reactores continuos ya descrita, se utilizan trommeles y cribas vibratorias industriales para separar eficientemente lombrices, cocones y material sin descomponer del vermicompost fino utilizable. Estas máquinas pueden manejar cientos de kilos por hora, algo inviable manualmente. Finalmente, en el empaque y comercialización del producto (humus sólido y líquido), pueden intervenir equipos como ensacadoras, bombas y filtros (para preparar té de vermicompost), aunque esto excede el proceso de compostaje en sí.

En todos los casos, el éxito técnico radica en lograr las condiciones apropiadas para las lombrices y escalonar la operación de modo que la tasa de aporte de residuos esté en equilibrio con la tasa de procesamiento biológico de la lombriz y sus microbios asociados.

# 5. Análisis de situación interna

## 5.1. Cadena de valor

### 5.1.1. Actividades primarias

**Logística de entrada:** Corresponde a las actividades en torno a la recolección sistemática de residuos orgánicos generados por establecimientos del sector HORECA, previamente clasificados y almacenados de manera adecuada en origen. Aseguran el abastecimiento continuo y de calidad de la materia prima principal destinada a la alimentación de los sistemas productivos de vermicompostaje. La eficiencia en esta fase incide directamente en la estabilidad operativa, la calidad del producto final y la sostenibilidad del modelo de valorización.

Estas actividades son:

- Capacitación a establecimientos añadidos a la red de generadores de materia orgánica.
- Entrega mensual de documento con información detallada de los residuos generados por ellos al local.
- Entrega y uso de contenedores de basura.
- Disposición del contenedor por parte del generador al recolector.

- Inspección visual del recolector en el punto de retiro.
- Pesaje del residuo en terreno.
- Registro digital para trazabilidad.
- Aplicación de protocolo de seguridad y bioseguridad.
- Traslado a planta de procesamiento.
- Adquisición de camión garbage loader con capacidad de carga de 4 toneladas.
- Producción bajo la metodología de lote cada semana, debido a la cantidad de material orgánico a procesar semanalmente.

Factores claves de éxito para la actividad:

- Capacitación efectiva a establecimientos captados a través de manuales simples, capacitaciones breves e interactivas y refuerzo periódico, por parte del operador que acompaña al chofer.
- Compromiso y cumplimiento del generador y recolector con los horarios y condiciones de coordinación, si el local no cumple con la separación de residuos acordada, se le dará una advertencia, en donde a partir de la 2da se considerará dar fin al acuerdo.
- Formación al personal recolector para efectuar correcto control visual capaz de aplicar procedimiento de separación en vehículo recolector de cargas no conformes.
- Medición precisa del volumen recolectado mediante el uso de balanza digital calibrada. Registro claro de peso, cliente y fecha.
- Plataforma o aplicación simple para ingreso de datos en terreno cumpliendo con trazabilidad conforme a Ley REP.
- Protocolos operativos de seguridad y bioseguridad mediante el uso obligatorio de EPP, kit de contingencia ante derrames, limpieza y devolución de contenedores.
- Coordinación directa con área de recepción en planta.

**Operaciones:** Las actividades operativas abarcan todos los procedimientos necesarios para transformar los insumos recibidos en un producto terminado. Un desarrollo operativo eficaz permite aprovechar mejor los recursos disponibles, generando así una disminución en los costos. Estas tareas comienzan desde el momento en que se recibe el material de origen en la planta.

Estas actividades son:

- Recepción de cargas semanales
- Revisión y separación (en caso de ser necesario) del residuo orgánico.
- Almacenamiento del material orgánico apto recolectado sin procesar.
- Preparación y estabilización del residuo orgánico.
- Producción del vermicompost.
- Cosecha del vermicompost.
- Maduración del vermicompost.
- Almacenamiento del vermicompost.

Factores claves de éxito para la actividad:

- Contar con las capacitaciones necesarias del personal de producción para el uso de la maquinaria y las técnicas aplicadas en vermicompostaje.
- Pesaje en báscula industrial del residuo orgánico ingresado.
- Adquisición y correcto uso de báscula industrial.

- Ajuste de la mezcla con estructurantes para evitar condiciones anaeróbicas o excesivamente húmedas.
- Transición controlada por fases termófila y mesófila, asegurando que se eliminen patógenos y se libere el calor generado por la materia para entregar un alimento estabilizado, no tóxico y fácilmente digerible por las lombrices.
- Adquisición y correcto funcionamiento de sensores de variables clave para monitoreo constante.
- Procurar balance continuo, lo que se cosecha se reemplaza proporcionalmente en la pila, manteniendo estable la densidad y actividad del sistema.
- Para mantener el balance entre la recolección semanal del material orgánico con la producción de vermicompost, es que se dispondrá de una cantidad definida de pilas (20) en las cuales ingresa el residuo orgánico recolectado en una semana. De esta manera se tiene una producción por lote de manera continua (periodicidad: semanal).
- Si bien se considera un espacio de almacenamiento (material orgánico y producto), este sólo será usado para lo primero como protocolo de emergencia, debido a que el residuo orgánico recolectado pasará directo a la etapa de precompostaje.
- Rotulación por lote para mantener trazabilidad interna y controlar inventario. Cada pila será asignada como un lote.
- Diseño y aplicación de protocolos operativos simples con rangos de temperatura, humedad, densidad de lombrices y tiempos específicos para cada etapa (precompostaje, alimentación, maduración).
- Etiquetado del código QR en cada saco del lote, con información de los establecimientos HORECA que aportaron material orgánico para la producción de el mismo.
- Contar con espacio de almacenamiento para una capacidad de 90.000 kilogramos de vermicompost en sacos de 25 kg. Estos se apilarán en 5 columnas de 5 sacos y 5 filas, dejando un espacio y repitiendo lo anterior. Para esto se necesitarán de 750 metros cuadrados destinados a almacenamiento.

**Logística de salida:** Esta fase de la cadena de valor corresponde al momento en que ya se obtiene el producto final. En este caso, se trata del vermicompost con venta en sacos de 25 kg, en donde la cantidad puede variar según las necesidades del cliente.

Estas actividades son:

- Adquisición de camión con capacidad de carga de 5 toneladas para transporte de producto vendido.
- Preparación de pedidos.
- Distribución a clientes.
- Registro para trazabilidad.

Factores claves de éxito:

- Elaboración de folletos con especificaciones técnicas.
- Tener un sistema actualizado de stock de humus maduro listo para vender, separado por lotes y fechas de producción.
- Confirmar fechas y horarios de entrega comunicados por el área de ventas con anticipación, con registro de recepción o firma simple para validar el cumplimiento.

**Marketing y ventas:** La venta del producto será a través de plataformas digitales, con opción de una venta directa en las dependencias de la planta. Esta venta incluye el transporte de la carga a la ubicación en donde el cliente lo requiera. En caso de despachos fuera de la región, se contempla la externalización del transporte a través de operadores logísticos consolidados. El costo estimado por pallet de 1 tonelada varía entre $50.000 y $100.000 CLP, dependiendo de la distancia y volumen del pedido.

Además, el marketing estará enfocado a la captación de nuevos clientes compradores de producto (agrícolas y particulares), y que requieran del servicio de recolección de material orgánico (establecimientos HORECA). Es fundamental mantener una captación agresiva del segundo, ya que de ellos depende el aumento en la capacidad productiva de la planta.

Estas actividades son:

- Captación y actualización constante de perfiles clientes proveedores de materia prima, ubicación y volumen potencial de residuos orgánicos.
- Formalización de la participación de clientes proveedores a través de contratos.
- Captación de clientes agrícolas locales en base a rubros (horticultura, frutales, cultivos intensivos), zona geográfica y hábitos de fertilización.
- Portal web que cumpla con las funciones de educación ambiental y técnica, y ventas y contacto comercial con información sobre los formatos de venta, servicios de recolección, fichas técnicas y formularios de cotización.
- Promoción en canales territoriales o digitales como participación en ferias, redes agrícolas y gastronómicas locales, grupos de WhatsApp o Facebook, y colaboración con programas INDAP o PRODESAL.
- Presentación clara de los beneficios a los locales HORECA: entrega de información del detalle y proporción de los residuos generados, y reconocimiento del aporte del local al proyecto ambiental de la empresa a través de la trazabilidad del lote (se indicará en un código QR los establecimientos que aportaron a la producción)

Los factores claves de éxito:

- Presentaciones a potenciales clientes HORECA del modelo de valorización con visitas, material visual o charlas breves procurando explicar claramente cómo participar en el sistema contribuye a la reducción del impacto de sus residuos, cumplimiento normativo, potenciales optimizaciones operativas y mejora de imagen sostenible del local.
- Demostración del valor agronómico del vermicompost a potenciales clientes agricultores a través de entrega de información técnica, ensayos demostrativos, testimonios u orientación técnica en terreno.
- Estandarización del formato de entrega, unidades de venta claras, con etiquetado técnico y fecha de elaboración, asegurando que el producto este rotulado conforme a lo exigido por el SAG (Ley N.º 21.349).
- Establecer condiciones de retiro de materia orgánica, capacitación y detección del nivel del cumplimiento, según la gestión de residuos que estipula la ley REP y la ordenanza de aseo municipal.
- Sistema de reconocimiento visible como certificados de participación, visibilidad como "establecimiento circular", cortesías de productos vermicompost, menciones en redes sociales para generar visibilidad positiva y acceso preferente a informes de trazabilidad o métricas.

- Enfoque en confianza y cercanía del trato directo a clientes, lenguaje claro, flexibilidad en condiciones de retiro y seguimiento postventa.
- Alineación con ciclos productivos del agricultor ofreciendo productos y entregas según temporada agrícola.

**Servicio post venta**: Corresponden a actividades reactivas y proactivas que garantizan la satisfacción del proveedor y el cliente, resolviendo dudas. Además, esta fase fortalece la fidelización mediante asesoría técnica y seguimiento.

Estas actividades son:

- Gestión de consultas y reclamos.
- Aplicar a todas las ventas de productos y servicios herramientas de medición de la percepción del cliente.
- Instancias educativas de actualización técnica del tratamiento de residuos orgánicos con clientes HORECA.

Factores claves de éxito para el servicio post venta:

- Formato de encuesta diseñado para evaluar tres aspectos clave: la calidad de la atención al cliente, la satisfacción con el producto y la percepción sobre la trazabilidad. Esta información permitirá detectar oportunidades de mejora y reforzar los atributos diferenciadores del servicio.
- Capacitación del personal para brindar orientación técnica.
- Contar con canales de atención activos como correos, teléfono y redes sociales con tiempos de respuesta breves.
- Comunicación post venta personalizada según las necesidades de cada cliente.
- Registro sistemático de incidencias para alimentar procesos de mejora continua.
- Seguimiento postventa personalizado a través de contacto programado con clientes clave (productores agrícolas o grandes generadores HORECA) para monitorear la experiencia de uso, identificar oportunidades de mejora y consolidar relaciones comerciales.

## 5.1.2. Actividades de apoyo

**Infraestructura de la empresa:** Cumple un rol fundamental al proporcionar las condiciones físicas y tecnológicas necesarias para el funcionamiento de la planta. Esto incluye instalaciones adecuadas para la recepción, pretratamiento, procesamiento y almacenamiento del vermicompost, además de áreas administrativas, zonas de carga y descarga, y conectividad para el monitoreo de las pilas de vermicompost. También se considera el mantenimiento de maquinaria, rutas de acceso eficientes y la habilitación de espacios que permitan un flujo operativo ordenado.

La infraestructura de la empresa comprende las funciones administrativas, legales, tecnológicas y físicas que permiten el funcionamiento integral del proyecto de valorización de residuos orgánicos. Incluye la gestión estratégica, el cumplimiento normativo, la trazabilidad digital, la planificación financiera y la habilitación de instalaciones adecuadas para el procesamiento del vermicompost.

El detalle de la infraestructura y layout de la planta se explicarán con detalle en el plan operacional y plan de recursos humanos.

**Administración de recursos humanos:** Es clave para atraer, formar y retener al equipo necesario para cada etapa del proceso. Esta área se encarga del reclutamiento de personal calificado para cada área. También vela por el bienestar laboral, el cumplimiento de normativas y la evaluación continua del desempeño del personal. Dentro de las actividades a realizar están:

- Reclutamiento y selección de personal.
- Capacitación técnica y en seguridad.
- Evaluación y desarrollo del desempeño.
- Gestión del bienestar y clima laboral.
- Cumplimiento normativo y prevención de riesgos.

**Departamento de adquisiciones:** La gestión de compras y adquisiciones asegura el abastecimiento oportuno de bienes, insumos y servicios clave para la operación del sistema de vermicompostaje. Incluye la adquisición de vehículos de recolección, balanzas, contenedores, estructurantes vegetales, EPP y servicios como transporte y mantenimiento. Todas las compras seguirán criterios de durabilidad, sostenibilidad, compatibilidad técnica y eficiencia operativa.

**Investigación y desarrollo (I+D):** Impulsa la mejora continua del proceso y la innovación de productos. Este departamento experimenta con distintas combinaciones de residuos y condiciones operativas para optimizar la eficiencia de las pilas. Además, analiza el impacto agronómico del fertilizante en distintos cultivos y sugiere mejoras basadas en evidencia científica, asegurando que la empresa se mantenga a la vanguardia del sector.

El enfoque principal de esta área será en aumentar la proporción de vermicompost obtenido de las pilas con material orgánico, en donde el valor inicial de conversión será de 0,6 kg de vermicompost por kilogramo de material orgánico, buscando una mejora continua de 0,02 adicional cada año.

## 5.2. Análisis VRIO y estrategia competitiva

El análisis VRIO, desarrollado por Jay Barney, permite evaluar los recursos y capacidades internas que otorgan ventajas competitivas sostenibles

***Tabla 17:*** *Análisis VRIO.*

| RECURSOS/ACTIVIDADES | VALOR | RARO | INIMITABILIDAD | ORGANIZACIÓN | IMPLIC-ANCIA COMPE-TITIVA |
|---|---|---|---|---|---|
| Compromiso y cumplimiento del generador y recolector con los horarios y condiciones de coordinación, recordatorios de retiro, incentivos por puntualidad y cumplimiento de segregación. | SI | NO | NO | SI | PC |
| Portal web que cumpla con las funciones de educación ambiental y técnica, y ventas y contacto comercial con | SI | NO | NO | SI | PC |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| información sobre los formatos de venta, servicios de recolección, fichas técnicas y formularios de cotización. | | | | | |
| Sistema de reconocimiento visible como certificados de participación, visibilidad como “establecimiento circular”, cortesías de productos vermicompost, menciones en redes sociales para generar visibilidad positiva y acceso preferente a informes de trazabilidad o métricas. | SI | SI | NO | SI | VCT |
| Presentaciones a potenciales clientes HORECA del modelo de valorización con visitas, material visual o charlas breves procurando explicar claramente cómo participar en el sistema contribuye a la reducción del impacto de sus residuos, cumplimiento normativo, potenciales optimizaciones operativas y mejora de imagen sostenible del local. | SI | NO | NO | SI | PC |
| Investigación de aplicaciones alternativas del vermicompost como líneas estratégicas: vermi-té, lixiviado de vermicompost, sustancias húmicas. | SI | SI | NO | SI | VCT |
| Marca asociada a sustentabilidad y economía circular. | SI | NO | NO | SI | PC |
| Aplicación a gran escala del vermicompostaje de lote continuo como proceso productivo de biofertilizante | SI | SI | NO | SI | VCT |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

Del análisis VRIO realizado se determinó que la empresa no tiene una ventaja competitiva sostenible, sin embargo, si cuenta con tres ventajas competitivas temporales, destacando principalmente la aplicación a gran escala del vermicompostaje de lote continuo como proceso productivo. Esto permitirá destacarse frente a competidores locales, principalmente por el alcance de la operación.

## 5.3. FODA

La herramienta FODA permite analizar y contrastar factores internos y externos que afectan a una organización. Desde la perspectiva externa, se identifican las oportunidades y amenazas del entorno; mientras que desde la perspectiva interna, se evalúan las fortalezas y debilidades propias de la organización.

***Figura 10:*** *Matriz FODA.*

| FORTALEZAS (F) | DEBILIDADES (D) |
|---|---|
| F1. Modelo replicable con fabricación local y logística simple en zonas urbanas.<br>F2. Producción por lotes continuos que permite control de calidad y manejo progresivo del volumen.<br>F3. Producto según estandares de calidad<br>F4. Trazabilidad del origen de los residuos orgánicos provenientes de establecimientos HORECA.<br>F5. Bajo costo de materia prima gracias al aprovechamiento de residuos locales. | D1. No cuenta con financiamiento propio.<br>D2. Demora operativa en el pretratamiento (cuello de botella de hasta 1 mes).<br>D3. Normativas sanitarias y ambientales exigentes (SAG, Seremi, municipalidad).<br>D4. Mínima mano de obra operativa puede ser riesgosa ante fallas. |
| **OPORTUNIDADES (O)** | **AMENAZAS (A)** |
| O1. Acceso a fondos públicos vía Ley REP y otros instrumentos.<br>O2. Necesidad real de soluciones sostenibles en el sector HORECA.<br>O3. Demanda creciente de fertilizantes orgánicos en la agricultura.<br>O4. Potencial de alianzas con entidades públicas y municipios.<br>O5. Alineamiento con tendencias de trazabilidad y digitalización.<br>O6. Aumento de conciencia ambiental en empresas del sector.<br>F4. Potencial desarrollo de subproductos liquidos con valor agregado.<br>F7. Apoyo indirecto de la ordenanza municipal que obliga retiro privado. | A1. Burocracia y exigencias estrictas en permisos.<br>A2. Escasa cultura de separación de residuos en origen.<br>A3. Desconfianza de agricultores hacia productos nuevos.<br>A4. Inestabilidad en programas de financiamiento público.<br>A5. Falta de análisis profundo de territorios contiguos como Valparaíso. |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

# 6. Plan de marketing

## 6.1. Marketing estratégico

### Mercado comprador

La propuesta de este plan de negocios se enfoca en satisfacer la demanda de fertilizantes, enmiendas y bioestimulantes del conjunto de agricultores que poseen terrenos con una superficie productiva de 5 hectáreas o menos, los que representan un 78,35% de las actividades registradas por el Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2021, específicamente los que se encuentran ubicados en las regiones Metropolitana y de Valparaíso.

Esta orientación responde, además, al creciente interés de este segmento por adoptar prácticas agrícolas más sostenibles, lo cual ha sido ampliamente evidenciado a través de diversos programas y proyectos ejecutados por instituciones como el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP). Ambas entidades han desarrollado iniciativas orientadas a fomentar el uso de biofertilizantes, compost, prácticas agroecológicas y tecnologías de eficiencia hídrica, especialmente en explotaciones de pequeña escala.

Ejemplos de ello son los programas piloto de manejo agroecológico implementados por INIA La Cruz en predios familiares de las provincias de Petorca y San Felipe, así como las unidades demostrativas apoyadas por INDAP en el marco de su estrategia de agricultura sustentable, donde se promueve activamente el uso de insumos orgánicos y la mejora de la fertilidad del suelo mediante prácticas regenerativas.

**Mercado generador**

A nivel nacional, los residuos sólidos son gestionados por las municipalidades que incluyen no solo los domiciliarios, sino también los asimilables a ellos, como los generados por establecimientos comerciales como HORECA (Hoteles, Restaurantes y Cafeterías), ferias libres, mercados, y residuos de parques y áreas verdes.

El volumen total anual de Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables (RSDyA) en 2022 alcanzó las 8.381.822 toneladas a nivel nacional, lo que representa una considerable escala de materia prima.

La generación de RSDyA está altamente concentrada geográficamente en la Región Metropolitana (40,2%) y la Región de Valparaíso (10%), lo que las convierte en mercados primarios atractivos para la gestión de residuos debido a la mayor densidad de generación y optimización logística

En general, la materia orgánica es la categoría más representativa en todas las macrozonas del país, constituyendo más del 40% de la composición de los residuos domiciliarios. El promedio nacional de materia orgánica en los residuos domiciliarios es del 48,10%. Esta fracción orgánica posee un alto contenido de humedad, con un promedio nacional del 64,88%.

El sector HORECA de Viña del Mar se presenta como el mercado generador seleccionado para este proyecto de planta de vermicompostaje debido a diversos factores.

Los establecimientos HORECA de Viña del Mar demuestran una clara disposición a colaborar en iniciativas de valorización de residuos orgánicos. Esta actitud se evidencia en una alta disposición a pagar por el servicio (entre 75% y 83%) y a participar en una red de simbiosis industrial (entre 87% y 93%).

Esta voluntad de colaboración se complementa con un fuerte interés en mejorar su imagen y en contribuir a una causa ambiental. Estos negocios valoran la reducción de residuos y el aporte ambiental, buscando que la valorización de sus residuos orgánicos se convierta en un valor agregado para su producto y marca, especialmente si el servicio ofrece reconocimiento formal o visibilidad.

Además, negocios HORECA elevan el potencial de recolección separada de residuos orgánicos al poseer estructuras internas que permiten estandarizar sus procesos bajo reglas propias de administración, como también normativas legales y sanitarias que regulan las condiciones en las que pueden ofrecer sus servicios al público.

Sus desperdicios son consistentes en el tiempo debido a la naturaleza de su operación, que corresponde a la preparación de comidas que tienen un 100% de uso de materia orgánica.

**Target**

- Agrícola

La propuesta de este plan de negocios de enfocará en satisfacer la demanda de los productores agrícolas independientes, que representan el 87,1% de las Unidades Productivas Agropecuarias, principalmente los que poseen una superficie productiva de 5 hectáreas o menos, debido a la tendencia de estos a optar por opciones más sustentables, principalmente por la participación de programas gubernamentales.

Así mismo, debido a la ubicación de la planta, las regiones seleccionadas serán las de Valparaíso y Santiago, que representan el 16,23% de UPAs a nivel nacional.

- HORECA

Por otro lado, el negocio se encargará de satisfacer la demanda del servicio de recolección de residuos orgánicos vermicompostables del sector HORECA, quienes según la ordenanza municipal y el estudio de mercado resultan en su mayoría catalogados como sobre productores, es decir, tienen la obligación de gestionar sus residuos de forma diferenciada a la disposición doméstica, lo que les requiere contratar servicios municipales o privados que cuenten con autorización.

El segmento denominado "Cluster 2" representa un segmento de establecimientos micro/pequeños que son generadores importantes de residuos orgánicos. A pesar de su disposición a prácticas sostenibles y un conocimiento medio de la economía circular, se enfrentan a barreras operativas como la falta de tiempo o recursos para una gestión de residuos más avanzada. Sin embargo, su alta disposición a pagar y participar en una red, junto con su fuerte interés en disminuir residuos y mejorar su imagen ambiental, los convierte en un target altamente prometedor para soluciones de valorización, como la vermicultura, que puedan ofrecer un servicio conveniente, costo-efectivo y que les proporcione reconocimiento

**Posicionamiento**

El posicionamiento del servicio de recolección está enfocado a clientes generadores basado en los factores:

- Sostenibilidad y economía circular.
- Tecnología y trazabilidad.
- Servicio Confiable.
- Asesoría operacional de manejo de recursos orgánicos.

También se considera a clientes agricultores basado en:

- Calidad del producto.
- Precio por volumen de venta.
- Atención al cliente.

Para alcanzar el posicionamiento deseado en función de los parámetros establecidos, se presentan en la tabla los objetivos estratégicos definidos y cuantificables.

***Tabla 18:*** *Objetivos estratégicos e indicadores.*

| ÁREA | OBJETIVO ESTRATÉGICO | INDICADOR |
|---|---|---|
| Rentabilidad | Incrementar el nivel de ventas cada año en al menos un 5% | Kg vendidos/año |
| Proveedores | Captación mensual de al menos 3 nuevos locales HORECA durante los primeros 3 años de operación | Acuerdos/año |
| Clientes | Satisfacción al cliente | Reclamos/año |
| Calidad | Certificar producto con respecto a las normativas vigentes | Contrato implementación |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

### 6.1.1. Estrategia competitiva

La estrategia competitiva de la planta de vermicompostaje se basa en ofrecer un producto de calidad con características diferenciadoras basadas en la trazabilidad del origen del material orgánico base, orientado a un reconocimiento de los establecimientos proveedores que participan en el proyecto como gestores importantes de la producción de los clientes del mercado agricultor.

Para sostener esta propuesta de valor, se ha definido un modelo de producción continua de lotes de forma semanal, el cual permite procesar de forma constante y eficiente los residuos orgánicos que ingresan semanalmente a la planta. Este tipo de sistema, realizado a través de pilas, permite una alimentación progresiva del material fresco en la parte superior de los módulos y la recolección periódica del vermicompost maduro a través de distintos métodos, como tamizado, migración forzada y separación por luz, sin interrumpir el proceso ni alterar la actividad de las lombrices.

La producción semanal de lotes no solo optimiza el uso del espacio y del recurso biológico, sino que también asegura una disponibilidad estable de producto terminado, lo que es clave para atender una demanda creciente y mantener relaciones comerciales sostenidas en el tiempo.

Esta metodología de operación refuerza la competitividad del proyecto al ofrecer eficiencia productiva, calidad constante y capacidad de respuesta ante clientes que requieren entregas programadas y volúmenes definidos.

### 6.1.2. Estrategia direccional

La estrategia de crecimiento se enfoca en la integración progresiva de nuevos establecimientos del sector HORECA a la red de recolección de residuos orgánicos, lo que permitirá incrementar el flujo de materia prima y, con ello, ampliar la capacidad productiva de la planta mediante la incorporación de nuevas pilas de vermicompost. Este aumento en la escala operativa habilita el ingreso a nuevos mercados más allá de los agricultores de pequeña escala, como viveros, clientes periurbanos y eventualmente municipios, diversificando la demanda y fortaleciendo la viabilidad comercial del proyecto. Esta expansión se sustenta en el modelo de economía circular y en el atributo diferenciador de la trazabilidad, que permite garantizar el origen y calidad del producto final.

### 6.1.3. Misión Visión

**Misión**

Somos una organización comprometida con el medio ambiente que busca valorizar los residuos orgánicos vermicompostables de establecimientos gastronómicos de mediana escala, consolidando la conexión con dos ciclos productivos: la producción de frutas y verduras nacionales en conjunto con el abastecimiento de productos de calidad para preparaciones que se ofrecen en el sector de servicios de alimentos.

**Visión**

Ser una solución regional de referencia en la valorización de residuos orgánicos del sector HORECA mediante la producción de vermicompost, con un modelo trazable, replicable y de impacto ambiental local, orientado a fortalecer la agricultura de pequeña escala y aportar al desarrollo sustentable del territorio.

### 6.1.4. Modelo de negocio

**Segmento de clientes**

La empresa se enfocará en pequeños agricultores, especialmente aquellos que gestionan superficies de cinco hectáreas o menos. Este grupo ha demostrado un alto interés por prácticas agrícolas sostenibles, la cual se ve favorecida por el acceso a recursos y apoyos estatales, más allá de una motivación estrictamente ambiental. También, estos agricultores suelen estar más dispuestos a establecer relaciones de confianza con proveedores locales y valorar los productos ecológicos por sobre las soluciones convencionales.

A su vez se ofrece el servicio de recolección de residuos orgánicos, dirigido a empresas del sector HORECA donde predominan restaurantes y cafeterías, identificados como generadores estratégicos de residuos orgánicos, principalmente residuos vegetales. Estos clientes se han caracterizado por producir constantes volúmenes semanales de desechos vegetales, café usado y masa. El segmento, que está conformado principalmente por restaurantes y cafeterías, demuestra interés en servicios que mejoren su imagen sostenible.

**Propuesta de valor**

La empresa ofrece un fertilizante orgánico de alta calidad, producido de manera sustentable a partir de residuos orgánicos del sector HORECA, transformados mediante producción continua en pilas. El vermicompost generado es rico en nutrientes, mejora la estructura del suelo y promueve una agricultura regenerativa. Esta propuesta se alinea con las tendencias agroecológicas y la necesidad creciente de insumos amigables con el medio ambiente. Además, el producto se diferencia por su trazabilidad, su origen circular, y su impacto positivo tanto ambiental como social en el territorio.

**Canales de distribución y venta**

La comercialización del vermicompost se realizará principalmente de manera directa, mediante visitas a terreno, contactos telefónicos y canales digitales como redes sociales y correo electrónico. También se contempla la venta en ferias agrícolas locales o puntos de venta colaborativos con cooperativas o agrupaciones campesinas. En una etapa inicial, se priorizará el contacto directo para establecer relaciones de confianza y asegurar la retroalimentación de los primeros clientes, lo que permitirá optimizar el producto y servicio. A mediano plazo, se evaluará la incorporación de una plataforma web con opciones de compra o pedidos programados.

**Relación con el cliente**

La relación con los clientes estará basada en la cercanía, asesoramiento técnico y seguimiento postventa. Se buscará establecer vínculos a largo plazo con los agricultores, apoyándolos con información sobre el uso óptimo del vermicompost, beneficios esperados y mejores prácticas agronómicas. Este enfoque personalizado refuerza la fidelización y genera confianza en un producto que, pese a sus beneficios comprobados, aún necesita posicionarse frente a los fertilizantes tradicionales. Además, se fomentará la retroalimentación constante para mejorar la experiencia del cliente.

**Flujos de ingreso**

El principal flujo de ingreso será la venta directa de vermicompost a pequeños agricultores, con un precio estimado de $1.600 CLP por kilogramo, y un cobro mensual por recolección de residuos orgánicos ajustado al desembolso actual en la disposición de residuos de los establecimientos HORECA. Dado el modelo de producción de lotes por semana, se generarán ingresos de manera semanal, permitiendo mantener una caja operativa constante. En el futuro, podrían incorporarse ingresos adicionales mediante la venta de asesorías técnicas, talleres sobre agricultura regenerativa o servicios complementarios al manejo de residuos orgánicos para otros negocios del sector HORECA.

**Recursos claves**

Los recursos fundamentales para el funcionamiento de la empresa incluyen la infraestructura de la planta (espacio físico, sistema de almacenamiento, etc.), el personal capacitado (incluyendo al menos un profesional con conocimientos en agronomía y gestión operativa), la flota o red logística para la recolección semanal de residuos y el equipo básico de separación, pesaje y control de calidad. También es crucial el trato de confianza con los generadores de residuos y los agricultores objetivo.

**Actividades claves**

Las actividades centrales comprenden la recolección semanal de residuos del sector HORECA, su correcta separación y preparación, el proceso de vermicompostaje en pilas, la maduración y almacenamiento del producto final, y la posterior comercialización del vermicompost. También la búsqueda de nuevos establecimientos comprometidos con la entrega de sus residuos orgánicos, y así aumentar la capacidad productiva de la planta. Además, se incluyen el seguimiento técnico a los agricultores, el control de calidad del producto, y la gestión logística y operativa. A medida que el negocio crezca, también será clave el desarrollo de acciones de marketing y posicionamiento en el mercado local.

**Red de partners**

La red de aliados incluirá a los generadores de residuos orgánicos del sector HORECA (restaurantes, hoteles, casinos), quienes aportan la materia prima fundamental para el proceso. También serán clave los proveedores de servicios de mantenimiento, asociaciones agrícolas locales, municipios que

puedan colaborar en la difusión del proyecto y programas de fomento productivo, y eventualmente, organizaciones dedicadas a la educación ambiental o economía circular, que pueden potenciar el valor comunicacional y formativo del proyecto.

### Estructura de costos

Los costos principales estarán asociados a la adquisición del terreno y construcción de infraestructura básica (almacenamiento, separación, oficinas operativas), la operación logística para la recolección semanal, y el pago del personal operativo y técnico. También se deben considerar otros costos como electricidad, agua, insumos para el tratamiento del residuo, mantenimiento de equipos, y actividades de promoción y venta.

***Figura 11:*** *Modelo CANVAS.*




***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 6.2. Marketing operativo

### 4P

#### Producto

El producto se trata de vermicompost producido en base a residuos orgánicos procedentes del sector HORECA de la comuna de Viña del Mar. Una vez llenadas las pilas, se considerará que la planta se encuentra con su capacidad operativa efectiva y tendrá una producción semanal, siempre y cuando se cumpla con la recolección del material orgánico. Esta producción será de 1200kg de vermicompost aproximadamente.

Un segundo producto está relacionado con el servicio de recolección de residuos orgánicos del sector HORECA de la comuna de Viña del Mar, donde se ofrece una alternativa ecoamigable a su gestión

como sobre productores de residuos municipales. Este servicio se formaliza a través de la entrega de un certificado, información sobre trazabilidad y contempla entregar métricas a cada establecimiento sobre su comportamiento alrededor del residuo orgánico de sus ingredientes, utilizados en preparaciones, buscando dotar de un insumo inexistente, que puede resultar en multiples decisiones estratégicas del local.

**Precio**

El precio no es una variable que dependa de las operaciones de la planta, sino que es fijado por el mercado de la venta de fertilizantes, por factores de competencia y fidelización.

***Tabla 19:*** *Comparación de precios.*

| | 15 KG | 25 KG | 1 KG | 3 KG | 500 KG |
|---|---|---|---|---|---|
| GROW STREET | 33.420 | | | | |
| CHICUREO SUSTENTABLE | 24.990 | | | 4.490 | |
| HUMUS ORIGEN | | 44.990 | | | |
| BIOECOLOGICAL | | | 4.090 | | |
| BIOINSUMOS CHAKRANA | | | | 4.990 | |
| DERAIZ | | | 4.990 | | |
| HUMUS DE CHILE (500KG) | | | | | 550.000 |
| VERDIBIO | | | | 6.690 | |
| **PRECIO PROMEDIO** | **29.205** | **44.990** | **4.540** | **5.390** | **550.000** |
| **PRECIO PROMEDIO POR KG** | **1.947** | **1.800** | **4.540** | **1.797** | **1.100** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Si bien el precio de venta del humus de lombriz presenta una gran variación según sus distintos formatos de venta, el precio será determinado en gran parte a la única referencia que se tiene de la venta en grandes cantidades, el cuál será de CLP $1200 por kilogramo de humus de lombriz, esto debido a que incluye el envío dentro del valor, a diferencia de este competidor. Además, para el vermicompost almacenado que no se haya vendido en el año operacional, con la función de generar espacio para los nuevos lotes, es que se establecerá un precio de venta de CLP $800 por kilogramo y se considerará la venta de la totalidad de este en el año siguiente, adicional a la proporción de venta del nuevo vermicompost producido.

Por el lado del servicio de recolección tampoco depende de las operaciones de la planta, es determinado en referencia a las tarifas de recolección de residuos ofrecida por la municipalidad y empresas recolectoras privadas. Considerando que muchos establecimientos HORECA no invierten en una alternativa de recolección y otros se arriesgan a multas por disposición incorrecta, se busca apuntar a un precio de venta del servicio que traduzca el aporte de la declaración notarial de gestión de residuos como una protección ante fiscalizaciones como sobre productores. El precio seleccionado será de CLP $20.000 por local al mes, este valor también se asocia a lo que el conjunto de establecimientos HORECA, identificados en el cluster 2, mencionaron que estaban dispuestos a pagar.

**Plaza**

La empresa se ubicará en la comuna de Viña del Mar, en el sector de Reñaca Alto, contando así con una mayor cercanía a los establecimientos del sector HORECA.

La distribución será de forma directa y local, enfocada en la Región de Valparaíso, con opción de entrega o retiro en planta.

El enfoque inicial será geográficamente acotado para optimizar costos logísticos y fortalecer la relación con los clientes.

**Promoción**

La estrategia de promoción se centrará en el desarrollo de un sitio web informativo y funcional, que será el canal principal para dar a conocer el vermicompost, sus beneficios, y cómo utilizarlo de forma efectiva. Este sitio contendrá contenidos educativos sobre fertilización orgánica, casos de éxito, y una sección dedicada a capacitaciones online o recursos descargables para agricultores interesados en prácticas agroecológicas.

Además, los visitantes podrán cotizar en línea según el volumen requerido y zona de entrega, facilitando el contacto directo con la empresa. Esta plataforma se complementará con difusión en redes sociales y campañas digitales locales para atraer tráfico y posicionar la marca como una alternativa sustentable en la región.

Para los clientes del sector HORECA, la plataforma comunicará con claridad cómo su participación en el sistema contribuye a la economía circular, destacando aspectos como la reducción de costos asociados a la disposición de sus residuos, el cumplimiento de objetivos de sostenibilidad, y la trazabilidad ambiental de sus acciones. Además, se incluirán secciones específicas con casos de éxito de restaurantes y hoteles comprometidos, junto con contenidos visuales que expliquen el proceso y sus beneficios reputacionales.

Se implementarán recursos como:

- Cotización en línea para clientes generadores de residuos.
- Acceso a reportes periódicos de trazabilidad y certificaciones.
- Material descargable sobre buenas prácticas en la separación de residuos.

**Proyección de ventas**

Mercado generador: La región de Valparaíso cuenta con 3375 establecimientos HORECAS, de los cuales 1062 se ubican en la ciudad de viña del mar, es decir, el 31.5% del servicio en la región. El proyecto contempla la necesidad de captación de 40 establecimientos generadores de 50kg semanales para mantener un sistema de producción de humus en pila, esto permite lograr una producción anual de humus de 57.600 kilogramos el primer año, sin considerar la captación de nuevos establecimientos.

# 7. Plan operacional

Con el objetivo de establecer y operar una planta de vermicompostaje para transformar residuos orgánicos en abono de alta calidad mediante el uso lombrices rojas californianas, es que se definirán las actividades y acciones clave, las cuales se llevarán a cabo de manera periódica, con el fin de cumplir con los objetivos estratégicos en un plazo determinado.

## 7.1. Ubicación

La ubicación seleccionada para la planta de vermicompostaje es la ubicada en la comuna de Viña del Mar, sector Reñaca Alto, Región de Valparaíso.

***Tabla 20:*** *Comparación de terrenos.*

| Criterio | Terreno Reñaca Alto, Viña del Mar | Terreno Tabolango, Limache (Parcela 3, Sta. Ema) |
|---|---|---|
| **Valor** | UF 5 700 | UF 9 250 |
| **Superficie** | 10 000 m² | 71 000 m² |
| **Distancia a población urbana** | Dentro de Reñaca Alto, en zona industrial/comercial; acceso a locomoción y servicios urbanos | Ruta 64 km 12, Tabolango; aproximadamente 5 km al centro de Limache (≈ 10 min) |
| **Distancia a Viña del Mar** | A 8–10 km al sur, accesible por Camino Internacional (15–20 min) | 18–20 km al este; unos 25–30 min a Viña del Mar vía ruta 64 y Camino Internacional |
| **Suministro de energía** | Indicado como industrial, suele incluir acceso a red eléctrica; opciones de agua también mencionadas | No especifica, pero al ser agrícola en ruta, factibilidad de electricidad eléctrica es probable; necesita confirmación |
| **Agua potable** | Se menciona agua disponible para usos industriales | Se puede perforar pozo, agua no incluida en ficha |
| **Acceso vial y topografía** | Plano, junto a outlet y bencineras, ideal para equipamientos; zona industrial con múltiples usos permitidos | Terreno plano, frente a ruta 64; se menciona como “farm” con acceso vial directo |
| **Uso de suelo** | Zona industrial/comercial, permitido actividades productivas no molestas | Uso agrícola/comercial (sitio rural), ideal para planta de vermicompostaje |
| | **223.941.600,00** | **363.414.000,00** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Este terreno se ubica en la zona Reñaca Alto, a un costado de la Ruta F-528. Se escoge esta ubicación principalmente por la cercanía que tiene con la ciudad de Viña del Mar, buena conectividad vial y con una superficie ideal para futuras expansiones en caso de ser necesarias.

***Figura 12:*** *Terreno.*




***Figura 13:*** *Terreno.*

**Paño Comercial en Los Pinos, Reñaca**

*Viña del Mar, Región de Valparaíso*

UF 5.700



## 7.2. Layout

La superficie total del terreno es de 10.000 metros cuadrados. De ellos se utilizarán 3.034 metros cuadrados en donde funcionarán las áreas de carga y descarga, separación de residuos, almacenamiento de residuos, precompostaje, vermicompostaje, maduración, laboratorio básico y preparación de producto, almacenamiento y oficinas.

El layout a continuación está en función de escala 1:100, representando todas las áreas previstas para la correcta operación de la planta.

***Figura 14:*** *Layout de planta.*




***Fuente:*** *Elaboración propia*

***Tabla 21:*** *Dimensiones de planta*

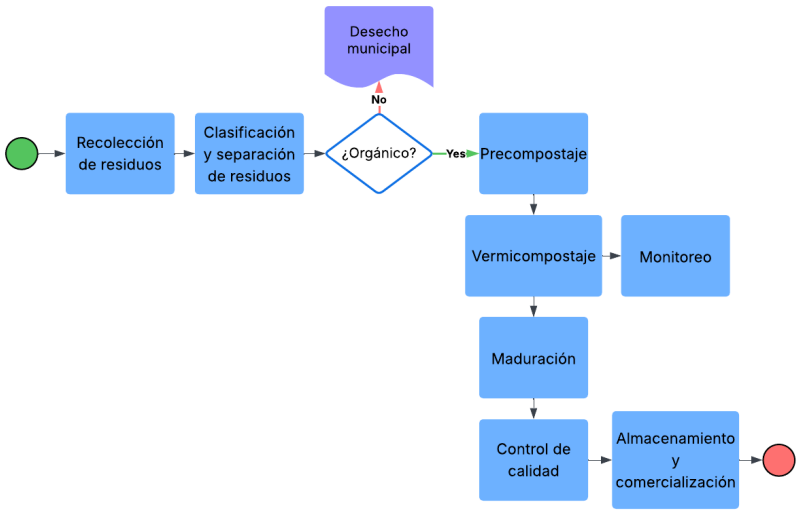
| Zona | Superficie (m²) |
|---|---|
| Almacenamiento | 750 |
| Separación de residuos | 30 |
| Vermicompostaje (incluye precompostaje) | 1500 |
| Maduración | 100 |
| Laboratorio y preparación de producto | 30 |
| Oficinas | 110 |
| Zona de carga y descarga | 400 |
| Baños y vestidores | 20 |
| Bodega de herramientas | 15 |
| Sala eléctrica | 8 |
| Estanques y caseta de bombeo | 15 |
| Acopio temporal de residuos no conformes y basura | 50 |
| Garita de acceso | 6 |
| **TOTAL** | **3034** |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

## 7.3. Actividades de la planta

Se realizarán actividades que consisten en la recolección de residuos del sector HORECA, separación de residuos orgánicos, precompostaje, vermicompostaje, maduración del vermicompost, control de calidad, almacenamiento y posterior comercialización.

***Figura 15:*** *Flujograma de actividades.*




***Fuente:*** *Elaboración propia*

1. Recolección de residuos: Recogida periódica de desechos orgánicos desde restaurantes, hoteles y cafeterías del sector HORECA.

2. Clasificación y separación de residuos: Eliminación manual o mecánica de materiales no orgánicos para asegurar residuos aptos para compostaje.

3. Precompostaje: Descomposición inicial aeróbica de los residuos orgánicos para reducir su acidez y preparar el material para las lombrices.

4. Vermicompostaje: Proceso biológico donde lombrices transforman la materia orgánica precompostada en humus de alta calidad.

5. Maduración: Estabilización del vermicompost, permitiendo que el material termine de descomponerse sin actividad de lombrices.

6. Control de calidad: Evaluación físico-química y microbiológica del producto final para asegurar su efectividad y seguridad.

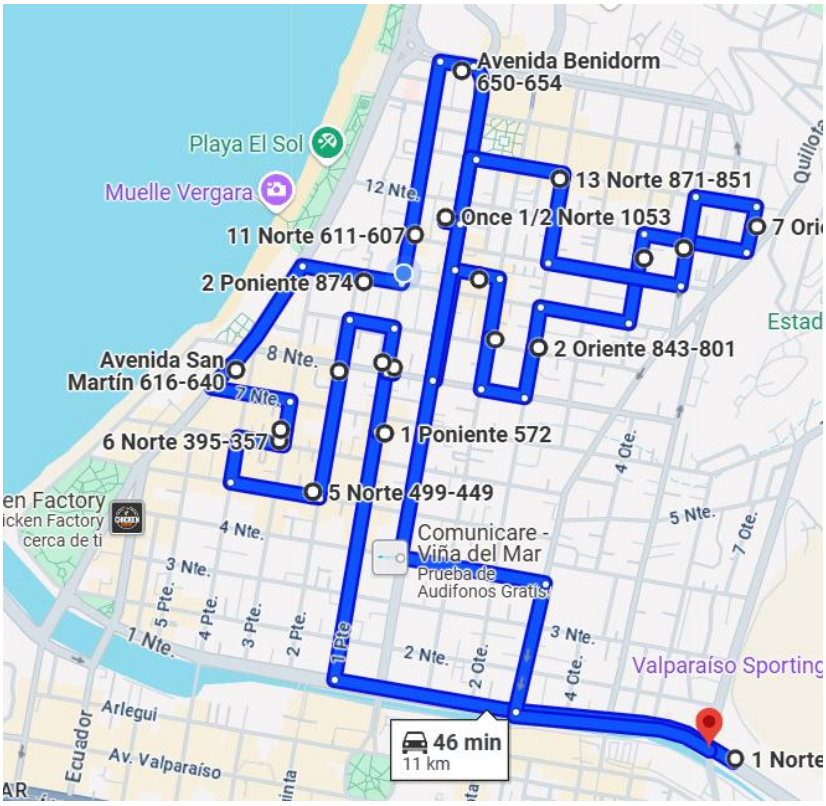
7. Almacenamiento y comercialización: Conservación del vermicompost en condiciones adecuadas y distribución a agricultores en grandes volúmenes.

8. Monitoreo (precompostaje, vermicompostaje, maduración): Seguimiento continuo de temperatura, humedad y otros parámetros clave para asegurar condiciones óptimas en cada etapa.

Con el fin de identificar de mejor manera los tiempos de operación de la planta, es que se utilizó la herramienta Bizagi, principalmente la simulación que esta trae. De esta manera, el tiempo de operación por lote será de aproximadamente 120 días. (Anexo 5)

## 7.4. Recolección y recepción de residuos orgánicos

***Figura 16:*** *Ruta de recolección.*




***Fuente:*** *Elaboración propia*

**Recolección y recepción de residuos orgánicos**

Para la cantidad de material orgánico disponible para la operación de la planta se van a considerar los datos recogidos de la encuesta, enfocándose en cluster 2 que representa un 40,3% del total de encuestados, además, la proporción de negocios que percibían como viable un servicio de recolección de sus residuos orgánicos previamente separados bajo las condiciones descritas corresponde al 69% de este grupo. De esta manera, al aplicar estas proporciones a la totalidad de locales de la comuna de Viña del Mar (1.062) es que se tiene un potencial aproximado de 295 locales generadores de material orgánico para la planta.

- Total establecimientos: 1.062
- Segmento identificado: 1.062 x 40,3% = 428 locales
- Viabilidad de separación en origen: 428 x 69% = 295 locales potenciales

Se asume un compromiso por parte de los establecimientos con los protocolos del proyecto, se contempla que sólo se recolectará la fracción permitida, que comprende:

- Restos de frutas y verduras crudas

- Residuos de té o café usado
- Residuos de panadería o masas
- Cartón o papel (sin plastificado ni tinta tóxica)
- Restos vegetales de decoración

Se dispondrán vehículos para la recolección de los residuos, los cuales, en caso de no estar clasificados de manera correspondiente, se le hará la separación manual para retirar los materiales no compostables en caso de ser necesario.

Durante la recolección el operario recolector realiza una inspección visual inmediata en el punto de retiro. Esta revisión busca detectar presencia de residuos no conformes (plásticos, metales, restos cocinados con aceite, productos envasados, entre otros). Si se detecta contaminación, se aplican las siguientes acciones:

1. Clasificación en el vehículo recolector, el cual cuenta con un contenedor para residuos no conformes.
2. Registro de la incidencia en la plataforma digital, asignando al cliente una observación y su posible penalización.
3. Notificación al generador para retroalimentación, reforzando las normas de segregación en origen.

Los costos operativos de esta fase se estimarán en base a los siguientes componentes:

***Tabla 22:*** *Costos vehículo de recolección.*

| Elemento | Descripción | Unidad de medida | Forma de cuantificación |
|---|---|---|---|
| **Tiempo adicional por inspección** | Tiempo extra que el operario tarda por punto en hacer la inspección visual | minutos por retiro | Cronometría en piloto de recolección (media por local) |
| **Costo hora del operario** | Sueldo bruto mensual / horas trabajadas mensuales | CLP/hora | Remuneración operario dividido por jornada mensual |
| **Frecuencia de puntos con no conformes** | % de locales con residuos contaminados | porcentaje (%) | Medición primeras semanas de operación |
| **Costo de segregación en vehículo** | Tiempo adicional y desgaste del operario por separar manualmente en el camión | minutos + costo asociado | Suma de tiempo y materiales (EPP, bolsas adicionales) |
| **Costo adicional de disposición** | Tarifa por enviar residuos no conformes a vertedero autorizado | CLP/kg o CLP/m3 | Estimación por volumen promedio y tarifa de disposición final |

***Fuente:*** *Elaboración propia*

Las primeras semanas de recolección se considerará como piloto para medir el tiempo promedio que requiere la inspección y segregación por punto de recolección. Se evaluará el porcentaje de residuos no conformes detectados y su distribución por tipo de establecimiento. Esta información servirá para estimar la carga operativa y ajustar la planificación de rutas y tiempos por bloque horario.

Este procedimiento asegura que el material que llega a la planta tenga una calidad aceptable para el vermicompostaje, sin interrumpir el flujo logístico.

Así, considerando camiones con una capacidad de carga de 4 toneladas, es que se necesitará 1 camión para cumplir con la cuota de recolección.

## 7.5. Precompostaje

El precompostaje es la etapa previa e inicial al proceso de vermicompostaje en donde se prepararán y estabilizarán los residuos orgánicos recolectados antes de que entren al proceso principal de descomposición. Esta etapa tiene como objetivo mejorar las condiciones del material para facilitar una descomposición más eficiente, controlada y eliminar sustancias tóxicas para las lombrices. Los residuos entran en fermentación dándose las fases mesófila y termófila. Esta etapa dura entre 2 a 4 semanas, contará con volteos una vez por semana para aumentar su degradación, y riegos por aspersión de 6 horas cada 3 días y de 5 horas diarias en la última semana para así mantener la humedad adecuada y obtener un pH óptimo (6,5 a 7,5 como lo mencionado en el estudio técnico) para permitir la inserción de las lombrices.

El material orgánico pasará a través de una trituradora de residuos con el fin de acelerar el proceso de descomposición, para así llegar a la pila de precompost, las cuales tendrán 5 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 1 metro de alto, y se contará con 20 de estas, con el fin de mantener un flujo continuo en donde no se estanque la recolección del material orgánico. En estas pilas se suministrará material como aserrín, restos de poda, hojas secas, etc., para mejorar la calidad de este.

Se aplicará un proceso escalonado de producción donde cada semana se recibe una carga de residuos a precompostar que permite conformar una nueva pila. A lo largo del mes, se formarán 4 pilas activas en rotación. Una vez completadas las 4 semanas de tratamiento, la pila pasa a estado de vermicompostaje sin ser movida, reutilizando el mismo espacio.

## 7.6. Vermicompostaje

A través de la programación escalonada de pilas, cada semana una pila entra a vermicompostaje a la vez que otra finaliza esta etapa, generando una producción de lote continua semanal, a partir del mes 5 de operación. Además, las pilas iniciarán con una capacidad de 2 toneladas, llegando progresivamente a un máximo de 3 toneladas, esto por las dimensiones que estas tienen, pero principalmente para repartir y ordenar las cantidades proporcionalmente menores que se reciben de nuevos establecimientos HORECA, ya que es necesario contar con el material orgánico de unos 40 establecimientos nuevos para seguir con el flujo continuo semanal de pilas de la planta.

**Selección de lombriz**

Existen varias especies de lombrices con diferentes fisionomías, por lo que se seleccionarán los ejemplares que mejor se adapten a las condiciones necesarias y tengan un alto rendimiento en la transformación de la materia orgánica.

Las especies más comunes son las siguientes:

- Eisenia Foetida
- Perionyx Excavatus
- Lumbricus Rubellus
- Eusenia Hortensis
- Eudrilus Eugeniae
- Eisenia Andrei

Se ha optado por la selección de la lombriz roja californiana (Eisenia Foetida), principalmente porque tiene una alta capacidad de reproducción, consume grandes cantidades de materia orgánica, tolera diversas condiciones ambientales y produce un humus rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos. Además, su manejo es sencillo y eficiente para procesos a escala industrial.

Una vez finalizada la etapa de precompostaje, se agregarán las lombrices a la misma pila. Se contará con un total de 20 pilas (con las dimensiones detalladas en la etapa anterior) en donde el material procesado en cada una corresponderá a un lote. La cantidad de pilas seleccionadas para la operación se debe a la intención de mantener un flujo de producción por lote semanal continuo, principalmente debido al compromiso de recolección con los establecimientos del sector HORECA, en donde el material recolectado será el procesado.

El ciclo completo de vermicompostaje puede durar entre 45 y 60 días, dependiendo de las condiciones. Se determina para la planificación una duración de 2 meses.

La cosecha del vermicompost se realizará mediante un método de migración inducida, aprovechando el comportamiento natural de las lombrices de tierra (Eisenia spp.) de desplazarse hacia zonas con condiciones más favorables, como alimento fresco o mayor humedad. Este sistema se implementará colocando una malla fina (malla agrícola de polipropileno) en la parte superior de cada pila una semana antes del término del ciclo de vermicompostaje. Sobre esta malla se dispondrá una capa de sustrato fresco humedecido (principalmente restos vegetales o compost joven), que actuará como atrayente.

Durante esta semana, las lombrices migrarán activamente hacia el nuevo sustrato, atravesando la malla. Transcurrido este período, el material de la pila original podrá ser retirado manualmente con herramientas (palas y carretillas), sin necesidad de manipular ni separar lombrices vivas, las cuales permanecerán sobre la malla o en el nuevo sustrato.

Posteriormente, las lombrices se reincorporarán a nuevas pilas activas, completando el ciclo sin pérdida significativa de biomasa.

## 7.7. Maduración

El vermicompost obtenido es sometido a una maduración final una vez se retiran las lombrices, con el fin de aumentar la estabilidad del material, madurez y calidad, y reducir la humedad hasta los límites aceptables (menor a 40%). Esta etapa tiene una duración de 2 semanas.

## 7.8. Control de calidad y monitoreo

Tiene como principal objetivo garantizar condiciones óptimas en cada etapa del proceso de transformación de residuos orgánicos, asegurando que el producto final cumpla con parámetros de calidad antes de su comercialización. Este proceso se lleva a cabo mediante revisiones sistemáticas, observaciones visuales y el uso de sensores especializados para la medición de variables ambientales clave, tales como temperatura, humedad y luminosidad, permitiendo una trazabilidad completa por lote.

En la etapa de precompostaje se realiza un control estricto de temperatura y humedad. La temperatura se monitorea con sensores DS18B20, que permiten verificar que el material alcance rangos entre 45°C y 65°C, esenciales para eliminar patógenos y facilitar la descomposición aeróbica. Paralelamente, se utilizan sensores capacitivos de humedad I2C, que garantizan que el material se mantenga entre un 50% y 60% de humedad, corrigiendo desviaciones mediante volteos o adición de materiales secos o húmedos. Las mediciones se realizan cada 2 o 3 días, y se complementan con inspecciones visuales para identificar signos de putrefacción o compactación del sustrato.

Durante la etapa de vermicompostaje, que es el núcleo del proceso, se requiere mantener un ambiente controlado para la actividad de las lombrices. Semanalmente se revisan los valores de temperatura, humedad, pH y luminosidad en los lechos. El sensor DS18B20 se utiliza para asegurar que la temperatura se mantenga entre 15°C y 25°C, rango óptimo para el desarrollo de las lombrices. La humedad del sustrato se monitorea con sensores capacitivos I2C, los cuales permiten identificar zonas secas o con exceso de agua, manteniendo el sustrato en un rango ideal de 70% a 85%. Para asegurar la oscuridad continua, indispensable debido a la fotofobia de las lombrices, se utiliza el sensor de luminosidad BH1750, que detecta cualquier exposición a la luz superior a 3 lux, lo que podría indicar fallas en la cobertura de los lombricarios. Además del monitoreo ambiental, se realiza un seguimiento mensual de la población de lombrices, observando la presencia de capullos, lombrices juveniles y adultas activas, como indicadores de salud y reproducción favorable.

En la etapa de maduración, posterior a la cosecha del vermicompost, se busca estabilizar el producto final. Se continúa midiendo la humedad con sensores capacitivos I2C para asegurar que esta se reduzca a valores cercanos al 30%-40%, adecuados para el almacenamiento y la comercialización. Durante esta etapa, se realizan inspecciones semanales visuales para verificar la ausencia de olores desagradables o fermentaciones no deseadas, y se realizan volteos ocasionales para garantizar la oxigenación adecuada del material.

Una vez concluido el proceso, se realiza un análisis de calidad del producto final. Se toman muestras representativas del vermicompost por lote y se envían a un laboratorio externo para la medición de parámetros clave como contenido de nutrientes (NPK), humedad residual, pH, metales pesados y presencia de patógenos (como *Escherichia coli* o *Salmonella*). Solo los lotes que cumplen con los estándares establecidos son autorizados para su venta.

Todo el proceso se documenta mediante un sistema de registro y trazabilidad digital, en el que se asocia cada lote a un historial completo desde la recolección del residuo hasta la salida del vermicompost final. Los datos obtenidos de los sensores se registran en fichas digitales en formato Excel, lo que permite generar informes, identificar desviaciones y aplicar mejoras continuas al sistema.

## 7.9. Protocolo de riego

El riego es una operación crítica en la planta de vermicompostaje, ya que permite mantener niveles de humedad adecuados tanto para la actividad microbiana como para la supervivencia y eficiencia de las lombrices. Esta operación se realiza por aspersión, con dos aspersores por pila, posicionados en sus extremos, y con caudales variables según la etapa. A continuación, se detalla el protocolo de riego en cada etapa.

Etapa de Precompostaje (Duración: 1 mes)

Durante esta etapa inicial se busca acondicionar la materia orgánica y reducir su temperatura antes del ingreso de las lombrices.

***Tabla 23:*** *Costos agua precompostaje.*

| Periodo | Frecuencia de riego | Duración por riego | Caudal por aspersor | Volumen total por periodo |
|---|---|---|---|---|
| Primeras 3 semanas | Cada 3 días | 6 horas | 525 litros/hora | 44.100 litros |
| Última semana | Diario | 5 horas | 630 litros/hora | 44.100 litros |
| | | | **Total etapa** | **88.200 litros por pila** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Etapa de Vermicompostaje (Duración: 2 meses)

En esta etapa las lombrices procesan la materia orgánica parcialmente estabilizada, generando el vermicompost. El riego asegura condiciones favorables de humedad durante todo el proceso.

***Tabla 24:*** *Costos agua vermicompostaje.*

| Periodo | Frecuencia de riego | Duración por riego | Caudal por aspersor | Volumen total por periodo |
|---|---|---|---|---|
| Primeras 6 semanas | Diario | 5 horas | 630 litros/hora | 264.600 litros |
| Últimas 2 semanas | Cada dos días | 5 horas | 630 litros/hora | 44.100 litros |
| | | | **Total etapa** | **308.700 litros por pila** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 7.10. Comercialización del Vermicompost

El vermicompost será comercializado en sacos de 25 kilogramos, con el fin de abarcar no sólo al público agricultor quien requiere grandes cantidades, sino también a otros interesados. Estos sacos

contarán con el etiquetado correspondiente en donde se detallará el origen del contenido, para así agregar valor al producto comercializado.

Se priorizará la comercialización directa a agricultores locales, de las comunas aledañas y, en general, de las regiones de Santiago y Valparaíso.

Adicionalmente, se buscará obtener certificaciones que respalden la calidad del producto. Para esto se tienen considerado cumplir con la norma chilena NCh2880, y con la Certificación de Productos Orgánicos del SAG.

## 7.11. Infraestructura y Equipos

- **Infraestructura Requerida**
  - Área de Recepción y Clasificación de Residuos
  - Zona de Precompostaje
  - Zona de Vermicompostaje
  - Área de Maduración y Almacenamiento del Compost
  - Zona de Carga y Comercialización
  - Zona de Servicios Generales:
    - Bodega para almacenar herramientas, equipos y materiales estructurantes (aserrín, cartón, hojas secas).
    - Baños y vestidores para el personal.
    - Espacio de descanso y comedor, si la operación lo requiere.

- **Equipos Principales**
  - **Vehículos y maquinaria:**
    - Camión con capacidad de carga de 5 toneladas para la entrega de los pedidos.
    - Camión garbage loader para la recolección del material orgánico
    - Cargador frontal para el movimiento de material orgánico.
  - **Equipos de Manejo de Residuos:**
    - Báscula industrial para pesar los residuos a su llegada.
    - Trituradora de residuos orgánicos para reducir el tamaño de los materiales: utilizada dos veces por semana, al recibir los residuos orgánicos recolectados, que luego son dispuestos en las pilas de vermicompostaje.
    - Tamiz rotatorio o manual para refinar el compost final y separar partículas grandes.
    - Carretillas, palas y rastrillos para la manipulación manual del material.
  - **Equipos de Monitoreo:**
    - Termómetros de compost (tipo varilla) para controlar la temperatura de las pilas.
    - Medidores de humedad para evaluar el contenido de agua del material.
    - Medidores de pH para asegurar un ambiente óptimo para las lombrices y el proceso.
  - **Equipos para Comercialización:**
    - Envasadora o selladora de sacos, si se comercializa el compost empacado.
    - Montacargas o transpaleta manual, para el manejo de sacos o contenedores pesados. Además, se debe tener en consideración elementos de protección

personal para cada trabajador, señalizaciones y sistemas de ventilación para la planta.

# 8. Plan de recursos humanos

## 8.1. Mercado laboral

El mercado laboral de la región de Valparaíso experimentó un deterioro en el trimestre febrero-abril de 2025, evidenciado por un aumento en la tasa de desocupación, que alcanzó el 8,8%, 0,8 puntos porcentuales (pp.) más que en el mismo período del año anterior. Este incremento fue impulsado por una caída en la ocupación (-0,7%) y una leve alza en la fuerza de trabajo (0,1%). Las mujeres fueron las más afectadas, con una tasa de desempleo del 9,0%, frente al 8,6% de los hombres.

La disminución en la ocupación se concentró en sectores clave como comunicaciones (-27,1%), industria manufacturera (-7,6%) y enseñanza (-5,6%). Además, los grupos ocupacionales más perjudicados fueron artesanos y operarios (-8,6%), operadores de máquinas (-9,6%) y profesionales (-5,5%). Por otro lado, la informalidad laboral mostró una leve mejora, con una tasa del 29,7% (-1,2 pp.), aunque aún afecta a casi un tercio de los trabajadores.

La participación laboral también retrocedió, situándose en 59,4% (-0,6 pp.), mientras que la tasa de ocupación cayó a 54,2% (-1,0 pp.). Esto se acompañó de un aumento en la subutilización de la fuerza de trabajo: la tasa combinada de desempleo y empleo a tiempo parcial involuntario (SU2) llegó al 16,2% (+2,3 pp.), reflejando un deterioro en la calidad del empleo.

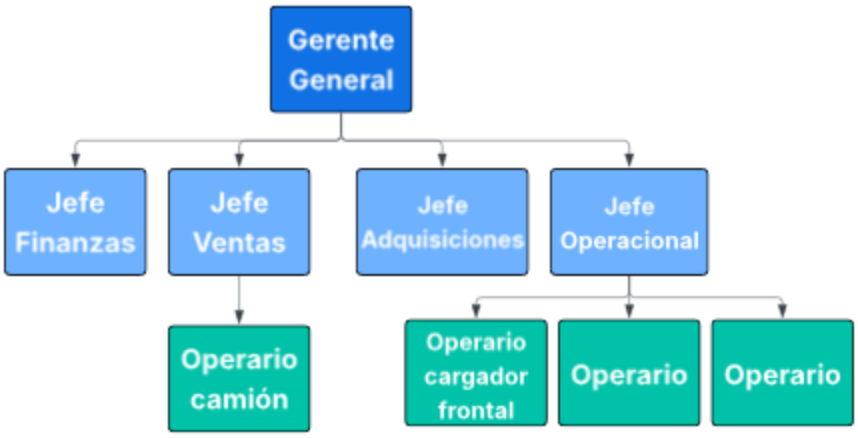
A nivel territorial, las provincias presentaron diferencias notables: Marga Marga registró la mayor desocupación (10,0%), mientras que San Felipe de Aconcagua tuvo la menor (6,8%). La Conurbación Gran Valparaíso, que incluye ciudades como Valparaíso y Viña del Mar, alcanzó una tasa del 9,4%, destacando las disparidades dentro de la región.

## 8.2. Estructura organizacional

### 8.2.1 Descripción de cargos

La estructura organizacional contará con un Gerente General a cargo de todas las áreas administrativas de la empresa. En un principio se contará con un equipo de 11 personas, considerando al personal de apoyo (part-time). Conforme aumente la producción de la planta, se irán incorporando nuevos operarios al equipo.

***Figura 17:*** *Estructura organizacional.*




***Fuente:*** *Elaboración propia.*

***Tabla 25:*** *Detalle personal.*

| Cargo | Descripción del puesto | Remuneración (CLP) |
|---|---|---|
| Gerente general | Lidera la operación general de la planta. Define objetivos estratégicos, gestiona recursos, coordina a los distintos jefes y representa a la empresa ante organismos externos. Además, debido a que el equipo de trabajo es pequeño, asumirá funciones relacionadas a la gestión de RRHH. | 3.000.000 |
| Jefe de finanzas | Es responsable de la planificación financiera, control de presupuesto, análisis de costos y manejo de los recursos económicos de la planta. Supervisa los estados financieros, pagos, ingresos y asegura la sostenibilidad económica del proyecto. | 2.000.000 |
| Jefe de ventas | Encargado de comercializar el vermicompost y establecer estrategias para captar a establecimientos del sector HORECA. Es por esto que también tomará funciones relacionadas al marketing de la empresa. Desarrolla relaciones con clientes, realiza seguimiento postventa y tiene comunicación directa con el operario del camión. | 1.400.000 |
| Jefe de adquisiciones | Gestiona la compra de insumos, herramientas, equipos y servicios necesarios para la operación. Negocia con proveedores y mantiene control del | 550.000 |

| | | |
|---|---|---|
| | stock y presupuesto. Debido a que la adquisición de insumos no presenta una gran variabilidad, este puesto será part-time. | |
| Jefe operacional (Ing. Agrónomo) | Supervisa las operaciones técnicas del proceso de compostaje. Responsable del control de calidad, coordinación del equipo operativo y aplicación de técnicas eficientes para el cuidado de las pilas y las lombrices. | 1.350.000 |
| Operarios (x2) | Realizan tareas manuales como recepción, separación de residuos, preparación de pilas, monitoreo del proceso de vermicompostaje, limpieza del área y apoyo en carga del producto final. | 600.000/cu |
| Chofer camión (Operario) | Conduce el camión de recolección para recoger residuos del sector HORECA y el camión para la venta del humus. Se encarga de la carga, descarga y mantenimiento básico del vehículo, cumpliendo rutas establecidas y normas de seguridad. Part-time | 335.000 |
| Chofer certificado (Cargador frontal) | Opera maquinaria pesada (cargador frontal) para mover grandes volúmenes de residuos y materiales dentro de la planta. Requiere licencia y certificación específica para el equipo. Part-time | 350.000 |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Para la asignación de los sueldos se utilizó como referencia lo indicado por la página chiletrabajos. Además, se consideran los beneficios sociales, seguros y otros.

# 9. Plan financiero

Para la evaluación económica se estableció un período de 10 años, dando énfasis en los primeros 3 años de operación, en los cuales serán analizados temas como el plan de inversiones, la estructura de costos y supuestos asociados a la proyección de ingresos, crecimiento y estacionalidad.

No se incorporó el efecto de la inflación en el análisis, dado que se asume que tanto los ingresos como los egresos crecerán al mismo ritmo. En otras palabras, si la inflación impacta de manera proporcional tanto a los pagos como a los cobros, su efecto neto se anula. Por ello, los flujos de caja proyectados se expresan en términos reales o constantes, es decir, sin considerar la inflación. Como consecuencia, es necesario emplear una tasa de descuento que también excluya el efecto inflacionario, conocida como tasa de descuento real.

## 9.1. Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto se estimó considerando lo siguiente:

-Terreno y construcción

-Herramientas.

-Maquinaria y vehículos.

-Gastos legales.

-Elementos de protección personal.

-Instalación de oficinas.

-Compra de lombrices para 20 pilas.

-Período de captación de 40 HORECAS.

Con respecto a esta última inversión, se considera necesario contar con 40 establecimientos para comenzar las operaciones de la planta. Para esto, se tomó en cuenta el 50% del sueldo del jefe de ventas en un período de 10 meses, en donde cada mes se incluirán 4 locales a la red, con un acuerdo firmado previo. Una vez logrado el objetivo, se iniciarán las operaciones y así también al contrato pactado con cada uno de estos colaboradores.

El resumen de la inversión puede observarse en la tabla.

***Tabla 26:*** *Inversiones.*

| INVERSIONES | |
|---|---|
| **Elemento** | **Valor** |
| Terreno | 223.941.600 |
| Construcción | 448.700.000 |
| Instalaciones | 65.061.500 |
| Herramientas | 2.077.552 |
| Maquinaria y Vehículos | 129.096.200 |
| EPP | 1.553.310 |
| Permisos | 13.778.660 |
| Compra de lombrices | 4.218.750 |
| Captación 40 horecas | 7.000.000 |
| **TOTAL** | **895.427.572** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

***Tabla 27:*** *Inversiones Maquinaria y Vehículos.*

| ITEM | Vida útil | Valor |
|---|---|---|
| Grúa Horquilla manual | 10 | 940.000 |
| Camión 5 ton | 10 | 20.000.000 |
| Cargador frontal | 10 | 52.000.000 |
| Trituradora residuos (2 t/h) | 10 | 4.500.000 |
| Camión garbage loader | 10 | 39.090.000 |
| Ensacadora R9M | 10 | 12.100.000 |
| Aspersores | 10 | 256.200 |
| **TOTAL** | | **128.886.200** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 9.2. Ingresos

La estimación de los ingresos se realizó considerando los siguientes supuestos:

- **I+D:** Producto de la mejora constante del proceso, la estabilización del proceso biológico de las lombrices a un medio ambiente con alimentación constante y aumento en la población permite proyectar un aumento anual de 0,02 al factor de conversión de la materia orgánica.
- **Establecimientos HORECA:** Cada mes se añadirán tres establecimientos a la red de proveedores de residuos orgánicos del sector HORECA, disminuyendo a 2 en el año 3, y a 1 el año 7.
- **Crecimiento de las ventas:** Se considerará en un inicio la venta del 60% de la cantidad total producida, la cual aumentará a razón de 5% anualmente, hasta llegar a un 90%. Además, para el vermicompost almacenado que no se haya vendido en el año operacional, con la función de generar espacio para los nuevos lotes, es que se considerará la venta de la totalidad de este en el año siguiente, con el precio de venta disminuido mencionado en el marketing operativo.

***Tabla 28:*** *Ingresos.*

| | Año 1 | Año2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| PRODUCCIÓN (KG) | 48.480 | 119.784 | 178.944 | 231.264 | 277.440 |
| PRODUCCIÓN VENDIDA | 29.088 | 77.860 | 125.261 | 173.448 | 221.952 |
| VENDIDA DEL AÑO ANTERIOR | | 19.392 | 41.924 | 53.683 | 57.816 |
| **INGRESOS** | **76.085.600** | **161.265.120** | **247.812.480** | **317.084.160** | **388.680.200** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Se debe tener en consideración que las ventas se comienzan a generar a partir del 5to mes del primer año, debido a la naturaleza del proceso de producción, en donde el inicio del año 1 considerará que se cuenta con la totalidad de los 40 establecimientos del sector HORECA para iniciar con la producción en pilas.

## 9.3. Egresos

El consumo de electricidad en la planta está asociado al funcionamiento de dos equipos clave:

**Trituradora**

Ensacadora automática: empleada exclusivamente cuando una pila ha alcanzado la maduración óptima, según los análisis de laboratorio, y su contenido está apto para ser comercializado.

Ambos equipos presentan consumos eléctricos bajos pero diferenciados, considerando su frecuencia y duración de uso.

***Tabla 29:*** *Costos trituradora.*

| Concepto | Valor | Unidad |
|---|---|---|
| Potencia eléctrica de la máquina | 18,5 | kW |
| Capacidad de procesamiento | 2 | toneladas por hora |
| Residuos a triturar semanalmente | 2 | toneladas |
| Tiempo de operación semanal | 1 | hora |
| Consumo energético semanal | 18,5 | kWh |
| Tarifa eléctrica estimada | 130 | CLP por kWh |
| Costo eléctrico semanal | $2.405 | CLP |
| Costo eléctrico mensual (4 sem.) | $9.620 | CLP |
| Costo eléctrico anual | $115.440 | CLP |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

**Costo agua**

Cada pila de vermicompostaje completa cuatro ciclos de tres meses al año, durante los cuales requiere riego constante para mantener las condiciones de humedad necesarias en etapas del proceso. Considerando que la planta estará ubicada en Reñaca Alto, esta se encuentra dentro del Grupo 1 definido por ESVAL, cuya estructura tarifaria vigente al 13 de mayo de 2025 contempla un cargo fijo de $1.651 y un cargo variable de $1.246 por metro cúbico consumido. En base a una demanda anual de 31.752m³ para el funcionamiento de 20 pilas, el gasto total estimado en agua alcanza los CLP $19.783.147 anuales, lo cual representa un componente relevante dentro de los costos operacionales del proyecto.

***Tabla 30:*** *Costos agua.*

| Concepto | Valor estimado |
|---|---|
| Demandada hídrica en litros pila en un ciclo productivo (3 meses) | 396 900 |
| Demandada anual en litros de agua por una pila | 1 587 600 |
| Demanda de agua anual en litros de las 20 pilas | 15 876 000 |
| Cargo fijo ESVAL | 1 651 |
| Costo variable por m3 | 1 246 |

| | |
|---|---|
| Demanda de agua anual en m3 de las 20 pilas | 31 752 |
| Costo anual de agua (CLP) | 19 783 147 |
| **Costo mensual de agua (CLP)** | **3 297 054** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

**Costos de los insumos**

Los insumos consumibles de la planta corresponden a sacos de envasado y el material estructurante utilizado en la conformación de las pilas de vermicompostaje. En cuanto al material estructurante, se ha estimado un costo referencial de $3.000 CLP por metro cúbico, basado captación de la lista de oferentes que les parezca relevante la venta de sus residuos. Los costos logísticos asociados a su recolección serán despreciables, dado que se dará preferencia a proveedores cercanos o localizados dentro de la ruta de recolección de residuos del sector HORECA, e incluso se contempla la disposición de fracciones de cartón/papel directamente a estos locales.

***Tabla 31:*** *Costos estructurante.*

| Concepto | Valor estimado |
|---|---|
| Uso semanal ($m^3$) 1 pila | 3 |
| Precio unitario $m^3$ (CLP) | 3 000 |
| Costo semanal (CLP) | 9 000 |
| Costo mensual (4 sem.) 1pila (CLP) | 36 000 |
| Costo mensual (4 sem.) 20 pilas (CLP) | 720 000 |
| **Costo anual** | **8 640 000** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Los sacos utilizados para el envasado del humus corresponden a unidades de 25 kg, y su consumo está directamente relacionado con el volumen de producción comercializada. El valor unitario de los sacos será determinado según cotizaciones de proveedores locales de envases agrícolas, y debe incorporarse como insumo variable dentro del flujo de caja del proyecto.

***Tabla 32:*** *Costos sacos.*

| Concepto | Valor estimado |
|---|---|
| Saco (25 kg) | CLP $140 |
| Producción de humus semanal | 1 200 |
| Sacos utilizados semanalmente | 48 |
| Sacos producidos al mes | 192 |
| Sacos producidos al año | 2 304 |

| | |
|---|---|
| Costo de sacos al año (CLP) | 322 560 |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

**Costo combustible**

***Tabla 33:*** *Costos combustible.*

| | Valor | Unidad |
|---|---|---|
| Tipo de vehículo | Camión garbage loader | — |
| Capacidad del camión | 8 | $m^3$ |
| Kilometraje por ruta | 35 | km |
| Frecuencia de rutas | 2 | Veces por semana |
| Rutas mensuales | 8 | rutas |
| Consumo de combustible por ruta | 7 | litros |
| Precio por litro de diésel | $1.050 | CLP/litro |
| Costo de combustible por ruta | $7.350 | CLP |
| Costo mensual (8 rutas) | $58.800 | CLP |
| Costo anual base (sin expansión de ruta) | $705.600 | CLP |
| Kilómetros adicionales por expansión anual | 12 | km |
| Costo por kilómetro adicional | $210 | CLP/km |
| Costo adicional anual por expansión de ruta | $2.520 | CLP |
| Costo total anual estimado | $708.120 | CLP |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

# 9.4. Evaluación económica

## 9.4.1. Estado de resultados

Una vez estimados los gastos, costos y la proyección de ventas, se procede a elaborar el estado de resultados.

Para su construcción, se aplica una tasa de impuesto de primera categoría del 25% sobre las utilidades en todos los periodos, conforme a lo establecido en el Artículo 14 de la Ley 21.578 del 2023.

El estado de resultados proyectado se resume en la tabla:

***Tabla 34:*** *Estado de resultados primeros 5 años.*

| | Año 0 | Año 1 | Año2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PRODUCCIÓN (KG) | | 48.480 | 119.784 | 178.944 | 231.264 | 277.440 |
| | | | 19.392 | 41.924 | 53.683 | 57.816 |
| **INGRESOS** | | **76.085.600** | **161.265.120** | **247.812.480** | **317.084.160** | **388.680.200** |
| Costos Agua | | 19.783.147 | 20.376.641 | 20.987.941 | 21.617.579 | 22.266.106 |
| Costos electricidad | | 116.296 | 119.785 | 123.378 | 127.080 | 130.892 |
| Costos combustible | | 708.120 | 710.640 | 926.352 | 928.872 | 931.392 |
| Costos insumos | | 8.976.000 | 8.989.440 | 9.002.880 | 9.016.320 | 9.029.760 |
| Depreciaciones | | 14.919.327 | 14.919.327 | 27.490.327 | 27.490.327 | 27.490.327 |
| Remuneraciones | | 116.220.000 | 116.220.000 | 131.640.000 | 131.640.000 | 131.640.000 |
| **UAI** | | **84.637.290** | **70.713** | **57.641.602** | **126.263.983** | **197.191.723** |
| **Impuesto** | **25,00%** | **21.159.322** | **17.678** | **14.410.401** | **31.565.996** | **49.297.931** |
| UDI | | **63.477.967** | **53.035** | **43.231.202** | **94.697.987** | **147.893.792** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 9.4.2. Tasa de descuento

La tasa de descuento para el proyecto se calculó mediante método WACC (Weighted Avarage Cost of Capital), este método permite obtener una tasa con la cual se pueden descontar los flujos de un proyecto para obtener su valor presente.

$$Wacc = K_e * \frac{D}{A} + K_d(1-t) * \frac{E}{A}$$

Donde:

$K_e$: Costo de la deuda para la empresa

$K_d$: Costo de los fondos propios

D: Deuda financiera de la empresa

A: Valor de la empresa

E: Fondos propios de la empresa

t: Tasa de impuesto corporativo

Luego para calcular el costo de los fondos propios se usará el modelo de valoración de activos CAPM, que se utiliza para calcular la rentabilidad exigida por los inversores para realizar un proyecto.

$$CAPM = R_f + (b_j \, x \, (K_m - R_f))$$

Donde:

$R_f$: Tasa libre de riesgo

$K_m$: Prima de riesgo del mercado

$b_j$: Beta de la industria

Se usarán los siguientes datos y supuestos para llegar al cálculo de la tasa de descuento, que se puede observar a continuación:

***Tabla 35:*** *Datos para cálculo de Tasa de descuento.*

| Dato | Valor | Fuente |
|---|---|---|
| Estructura deuda D/A | 20,00% | Supuesto |
| Estructura capital E/A | 80,00% | Supuesto |
| Tasa impuesto corporativo | 25,00% | SII |
| Tasa libre de riesgo | 4,97% | Banco Central (Bono 10 años) |
| Prima por riesgo mercado | 5,30% | Revista Finanzas y Política Económica |
| Beta apalancado del sector | 1,03% | Damadoram Online |
| Tasa interés deuda anual | 7,54% | CMF Chile |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Al calcular CAPM se obtiene un valor de 4,97%, con el cual finalmente se puede calcular el WACC, obteniendo un valor de 5,52%, el cual se utilizará como tasa de descuento del proyecto.

## 9.4.3. Flujo de caja

Para el cálculo del flujo de caja se utilizarán supuestos que, si bien han sido mencionados antes, se volverán a detallar a continuación:

***Tabla 36:*** *Supuestos para el flujo de caja.*

| Dato | Valor |
|---|---|
| Horizonte de evaluación | 10 años |
| Proporción de venta anual (inicio) | 60,00% |
| Aumento de proporción de venta por año | 5,00% |
| Vida útil activos fijos | 10 años |
| Captación establecimientos HORECA | 3/mes |
| Venta de lombrices excedentes | |
| Captación **constante** de establecimientos HORECA | |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Además, se considera que la captación de los establecimientos HORECA necesarios para una producción semanal continua se hizo en el año 0. Esta captación disminuirá a 2 por mes en el año 4, y luego a 1 por mes desde el año 7.

En este caso el año 0 representa hoy, en realidad no es un periodo, sino que un momento instantáneo de tiempo. En él ocurren automáticamente inversión, préstamos y capital de trabajo.

El flujo de caja fue elaborado utilizando pesos chilenos ($CLP) expresados en términos reales, es decir, manteniendo un poder adquisitivo constante, dado que se trata de una proyección a futuro.

Tanto los ingresos como los egresos fueron considerados en valores netos, sin incluir el Impuesto al Valor Agregado (IVA). Esto se debe a que el IVA cobrado en las ventas, menos el IVA pagado en las compras corresponde a una recaudación tributaria que las empresas gestionan en nombre del Estado, por lo que no representa flujos efectivos para los propietarios del proyecto.

***Tabla 37:*** *Flujo de caja sin financiamiento.*

| | Año 0 | Año 1 | Año2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PRODUCCIÓN (KG) | | 48.480 | 119.784 | 178.944 | 231.264 | 277.440 | 294.720 | 312.000 | 329.280 | 346.560 | 363.840 |
| | | | 19.392 | 41.924 | 53.683 | 57.816 | | | | | |
| **INGRESOS** | | **76.085.600** | **161.265.120** | **247.812.480** | **317.084.160** | **388.680.200** | **449.175.560** | **490.503.560** | **505.589.000** | **531.854.600** | **558.120.200** |
| Costos Agua | | 19.783.147 | 20.376.641 | 20.987.941 | 21.617.579 | 22.266.106 | 22.934.089 | 23.622.112 | 24.330.775 | 25.060.699 | 25.812.520 |
| Costos electricidad | | 116.296 | 119.785 | 123.378 | 127.080 | 130.892 | 134.819 | 138.863 | 143.029 | 147.320 | 151.740 |
| Costos combustible | | 708.120 | 710.640 | 926.352 | 928.872 | 931.392 | 1.213.330 | 1.215.850 | 1.218.370 | 1.220.890 | 1.589.676 |
| Costos insumos | | 8.976.000 | 8.989.440 | 9.002.880 | 9.016.320 | 9.029.760 | 9.043.200 | 9.056.640 | 9.070.080 | 9.083.520 | 9.096.960 |
| Depreciaciones | | 14.919.327 | 14.919.327 | 27.490.327 | 27.490.327 | 27.490.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 52.632.327 |
| Remuneraciones | | 116.220.000 | 116.220.000 | 131.640.000 | 131.640.000 | 131.640.000 | 142.860.000 | 142.860.000 | 142.860.000 | 142.860.000 | 142.860.000 |
| **UAI** | | **84.637.290** | **70.713** | **57.641.602** | **126.263.983** | **197.191.723** | **232.928.795** | **273.548.768** | **287.905.419** | **313.420.845** | **325.976.977** |
| **Impuesto** | **25,00%** | **21.159.322** | **17.678** | **14.410.401** | **31.565.996** | **49.297.931** | **58.232.199** | **68.387.192** | **71.976.355** | **78.355.211** | **81.494.244** |
| UDI | | **63.477.967** | **53.035** | **43.231.202** | **94.697.987** | **147.893.792** | **174.696.596** | **205.161.576** | **215.929.064** | **235.065.633** | **244.482.733** |
| Depreciaciones | | 14.919.327 | 14.919.327 | 27.490.327 | 27.490.327 | 27.490.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 40.061.327 | 52.632.327 |
| Inversión inicial | 895.216.522 | | | | | | | | | | |
| Inversión maquinaria nueva | | | 116.530.000 | | | 116.530.000 | | | | | |
| Capital de Trabajo KT | 48.601.188 | | | | | | | | | | 48.601.188 |
| Valor salvamento | | | | | | | | | | | 81.571.000 |
| **FLUJO CAJA NETO** | **943.817.709** | **48.558.640** | **101.663.708** | **70.721.529** | **122.188.314** | **58.854.119** | **214.757.923** | **245.222.903** | **255.990.391** | **275.126.960** | **427.287.248** |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Se puede observar que a partir del año 2, manteniendo una estrategia de captación de clientes del sector HORECA agresiva, los flujos de caja comenzarán a ser positivos, además, será necesaria la inversión en maquinaria nueva y personal, debido a la alta cantidad de material orgánico que comienza a ingresar. Por último, pese a la inversión en equipo nuevo, los flujos se mantienen siempre positivos, llegando a un máximo de CLP $371.861.865.

Es indispensable para la viabilidad del proyecto la constante captación de nuevos proveedores de material orgánico.

## 9.4.4. Análisis del VAN, TIR y Payback

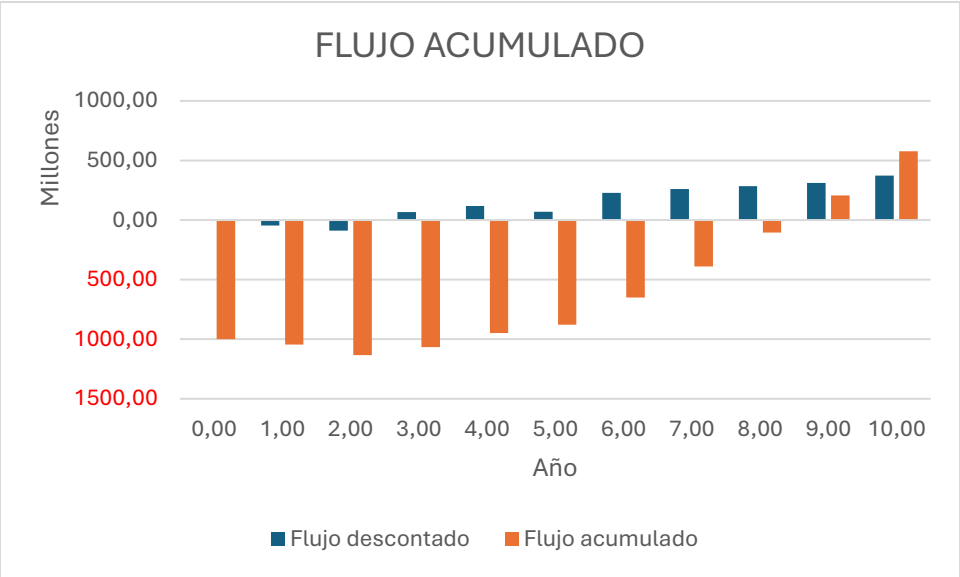
| | |
|---|---|
| VAN | **976.364.007** |
| TIR | **5,95%** |
| PAYBACK | **AÑO 8** |

Para este proyecto, el VAN obtenido en el horizonte de 10 años de evaluación es de CLP $976.364.007. Debido a que este valor es mayor que cero, es conveniente invertir en él.

Con respecto a la TIR, esta es de 5,95%. Este valor bajo se debe a la gran inversión inicial, sin embargo, conforme el proyecto avanza, se hace más evidente la rentabilidad del proyecto.

En cuanto al Payback, se tiene que el período de recuperación de la inversión se da a mediados del año 8, lo cual se obtiene al sumar los flujos hasta alcanzar el valor de la inversión.

***Figura 18:*** *Payback.*




***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 9.4.5. Análisis de sensibilidad

En el análisis siguiente se evalúan el VAN y la TIR del proyecto ante diferentes escenarios de incrementos y diminuciones de las ventas y costos, con una variación de 15%.

Se puede observar que en todos los escenarios presentados para el VAN este se mantiene positivo, siendo el mejor escenario rentable en que los costos disminuyen con el mayor margen presentado y las ventas aumentan en 15%.

***Figura 19:*** *Análisis de sensibilidad VAN.*

| VAN | | COSTOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 976.364.007 | 15% | 10% | 5% | 0% | -5% | -10% | -15% |
| VENTAS | 15% | 1.131.761.625 | 1.178.444.707 | 1.225.127.789 | 1.271.810.871 | 1.318.493.952 | 1.365.177.034 | 1.411.860.116 |
| | 10% | 1.033.279.337 | 1.079.962.419 | 1.126.645.501 | 1.173.328.583 | 1.220.011.665 | 1.266.694.746 | 1.313.377.828 |
| | 5% | 934.797.050 | 981.480.131 | 1.028.163.213 | 1.074.846.295 | 1.121.529.377 | 1.168.212.459 | 1.214.895.540 |
| | 0% | 836.314.762 | 882.997.844 | 929.680.925 | **976.364.007** | 1.023.047.089 | 1.069.730.171 | 1.116.413.253 |
| | -5% | 737.832.474 | 784.515.556 | 831.198.638 | 877.881.720 | 924.564.801 | 971.247.883 | 1.017.930.965 |
| | -10% | 639.350.186 | 686.033.268 | 732.716.350 | 779.399.432 | 826.082.514 | 872.765.595 | 919.448.677 |
| | -15% | 540.867.899 | 587.550.980 | 634.234.062 | 680.917.144 | 727.600.226 | 774.283.308 | 820.966.389 |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

Para el caso de la TIR el escenario no es muy diferente, sin embargo, si presenta casos de riesgo asociados a la disminución en las ventas y un aumento considerable en los costos, asociado al peor escenario de este análisis. Para estas situaciones la TIR se observa muy cercana a 1% y también menor a 0%, en estas situaciones el proyecto si presentaría un riesgo al no mostrarse atractivo a inversionistas pese al alto valor observado en el VAN en las mismas condiciones.

***Figura 20:*** *Análisis de sensibilidad TIR.*

| TIR | | COSTOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6,0% | 15% | 10% | 5% | 0% | -5% | -10% | -15% |
| VENTAS | 15% | 7,9% | 8,5% | 9,1% | 9,7% | 10,2% | 10,8% | 11,4% |
| | 10% | 6,7% | 7,3% | 7,9% | 8,5% | 9,1% | 9,6% | 10,2% |
| | 5% | 5,4% | 6,0% | 6,6% | 7,2% | 7,8% | 8,4% | 9,0% |
| | 0% | 4,1% | 4,7% | 5,3% | 6,0% | 6,6% | 7,2% | 7,8% |
| | -5% | 2,7% | 3,3% | 4,0% | 4,6% | 5,3% | 5,9% | 6,5% |
| | -10% | 1,2% | 1,9% | 2,6% | 3,2% | 3,9% | 4,5% | 5,2% |
| | -15% | -0,4% | 0,4% | 1,1% | 1,7% | 2,4% | 3,1% | 3,8% |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

# 10. Evaluación ambiental

## 10.1. Marco normativo

**Normativa vigente aplicable**: Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente

**Tipo de proyecto según tipología**: Plantas de tratamiento o disposición de residuos (orgánicos no peligrosos).

***Tabla 38:*** *Marco normativo.*

| Elemento normativo evaluado | Resumen del enfoque normativo | Situación del Proyecto (ajustada y robustecida) |
|---|---|---|
| 1. Requisitos de ingreso al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) | El SEIA es un instrumento de gestión ambiental que determina si un proyecto puede ejecutarse según su impacto en el medio ambiente. La Declaración de Impacto Ambiental (DIA) se usa para proyectos con impactos no significativos; el Estudio (EIA), para aquellos con impactos relevantes. | El proyecto considera una capacidad inicial de 2 toneladas semanales, con proyecciones de crecimiento gradual. Si bien actualmente no supera los umbrales de ingreso obligatorio, se contempla el diseño anticipado de una Declaración de Impacto Ambiental como fase preparatoria ante una eventual ampliación. La planta se emplaza en zona industrial según el PRC de Viña del Mar, lo que permite su operación sin afectar zonas residenciales ni áreas de protección oficial. |

| | | |
|---|---|---|
| 2. Criterios de significancia y factores que determinan la vía de evaluación | La evaluación se activa ante riesgos a la salud humana (por residuos, emisiones o efluentes), amenazas a la cantidad o calidad de recursos naturales renovables (como agua, suelo o aire) y otras afectaciones como impactos sobre comunidades, áreas protegidas o valor patrimonial. | Los residuos no conformes se gestionan desde el diseño, dado que el segmento de clientes HORECA fue definido en base a su disposición a separar en origen y compromiso ambiental. Se identifican riesgos asociados a olores y lixiviados en procesos críticos como el precompostaje. Como parte del diseño teórico, se prevé realizar estudios para determinar las condiciones edáficas, hidrogeológicas y ecosistémicas específicas del terreno, a las que actualmente no se tiene acceso físico. |
| 3. Principios y contenidos fundamentales de la legislación ambiental | La ley se basa en principios como la prevención de daños, el desarrollo sustentable, la participación ciudadana, el acceso a la información y la responsabilidad en la gestión de impactos ambientales. | Se implementarán acciones conforme a la normativa ambiental vigente. Las actividades de educación ambiental estarán orientadas a la comunidad, pero con un enfoque económico que permita sostener y estandarizar el servicio como bien ambiental valorado. Se mantiene trazabilidad documental completa del ingreso, pesaje y trazabilidad de residuos orgánicos desde los locales hasta su recepción en la planta, mediante registros digitales estructurados. |
| 4. Exigencias de prevención, mitigación y control de impactos | Los proyectos deben considerar medidas para evitar, mitigar, reparar o compensar efectos negativos sobre el entorno, e incorporar un plan de seguimiento ambiental que permita verificar el cumplimiento de las medidas establecidas. | Se han establecido medidas preventivas para olores y lixiviados mediante canaletas, pilas controladas y zonas de resguardo. El seguimiento ambiental se planifica con una periodicidad mensual, incluyendo variables como temperatura, humedad y generación de lixiviados. Se contempla la implementación de auditorías internas, las cuales también podrán ofrecerse como servicio a proyectos similares o a futuras ampliaciones de la planta. |

| | | |
|---|---|---|
| 5. Mecanismos de participación institucional y ciudadana | El sistema contempla la participación de organismos sectoriales y permite la participación ciudadana informada en la evaluación ambiental, garantizando acceso a información y derecho a observaciones durante el proceso de evaluación. | El proyecto reconoce al municipio como actor institucional clave, con el cual se contempla una articulación temprana. La participación comunitaria se iniciará con los locales HORECA y los usuarios agrícolas del biofertilizante, quienes forman parte del sistema de simbiosis industrial. La estrategia digital se complementará con instancias de diálogo y retroalimentación, facilitando una construcción colectiva del valor ambiental del proyecto. |
| 6. Deberes de responsabilidad ambiental del titular del proyecto | La ley obliga a quien cause daño ambiental a repararlo materialmente, si es posible, y a indemnizar los perjuicios ocasionados. Se establece responsabilidad incluso en ausencia de dolo, si hay infracción a la normativa ambiental. | Se elaborarán protocolos ante incidentes ambientales considerando formatos como fichas de emergencia, instructivos operacionales y checklists por áreas críticas. Estos documentos incluirán criterios de activación, pasos de respuesta y responsables asignados. Se contempla la vinculación con organismos externos como SMA, bomberos o municipio en caso de incidentes relevantes. |
| 7. Supervisión y fiscalización ambiental | La Superintendencia del Medio Ambiente supervisa el cumplimiento de las normas y condiciones establecidas en la evaluación ambiental. Las municipalidades también pueden canalizar denuncias ciudadanas ante infracciones. | Se mantendrán registros de variables clave como cantidad de residuos tratados, volumen de lixiviados recolectados, temperatura y humedad de pilas, eventos críticos y medidas correctivas. La frecuencia de actualización será mensual, salvo en etapas críticas que se evaluarán semanalmente. Se implementará un sistema digital que facilite la inspección y se asignará un encargado ambiental interno con funciones específicas de cumplimiento y control. |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

## 10.2. Descripción del Proyecto desde la Perspectiva Ambiental

La planta se emplazará en el sector de Reñaca Alto, dentro de un sector clasificado mayoritariamente como uso industrial y zona de expansión urbana según el Plan Regulador Comunal vigente, lo que garantiza compatibilidad territorial con actividades de tratamiento de residuos orgánicos. El terreno presenta una superficie destinada a pilas de tratamiento, zonas de acopio, precompostaje y

almacenamiento, con disponibilidad para futuras ampliaciones operacionales. Se identifica un cuerpo de agua superficial permanente, el estero Reñaca.

Sin embargo, se cumple con la distancia mínima de 30 metros desde el borde superior del cauce establecida por la normativa. No se ubica en áreas declaradas como protegidas ni dentro de perímetros de humedales urbanos. Si se encuentra en proximidad relativa a sectores residenciales en expansión, lo que exige el diseño de medidas preventivas en cuanto a olores, ruidos y circulación de vehículos.

## 10.3. Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

Desde una perspectiva preventiva, se identifican como impactos negativos potenciales la emisión de olores en la etapa de precompostaje, generación de lixiviados que podrían exceder la capacidad de recolección del sistema si no se mantiene una relación óptima carbono-nitrógeno, así como un eventual incremento del tránsito vehicular menor asociado a la recolección desde establecimientos HORECA y la distribución del biofertilizante. También se prevé la generación puntual de residuos no valorizables (plásticos, contaminantes accidentales), los cuales serán gestionados mediante protocolos de separación y retiros municipales.

En contrapartida, el proyecto genera impactos ambientales positivos significativos, entre ellos: la reducción efectiva de residuos orgánicos enviados a relleno sanitario, contribuyendo a disminuir emisiones de gases de efecto invernadero; la producción de abono natural (humus de lombriz) como insumo para agricultura regenerativa; y la promoción de educación ambiental en la comunidad, fortaleciendo la simbiosis industrial y la economía circular.

## 10.4. Evaluación de Alternativas Ambientales

Desde el punto de vista tecnológico, se evaluaron tres alternativas para el tratamiento de residuos orgánicos: el vermicompostaje, que utiliza lombrices para acelerar la descomposición en condiciones aerobias, resultando en un producto altamente estable y enriquecido en microbiota beneficiosa; el compostaje tradicional, basado en descomposición térmica sin intervención biológica directa, el cual requiere mayor control de temperatura y volteo; y la biodigestión anaeróbica, que permite generar biogás pero con mayores costos de infraestructura y gestión de lodos.

La alternativa seleccionada fue el vermicompostaje por su baja demanda energética, alta replicabilidad y bajo costo operacional.

Respecto al destino de los residuos, se analizaron la disposición directa en rellenos sanitarios, práctica aún común pero ambientalmente desfavorable; el reciclaje informal sin trazabilidad y la incineración, que presenta altos impactos por emisiones. Frente a estas, el modelo propuesto se basa en la valorización controlada in situ, maximizando el retorno ecológico y social del recurso orgánico.

## 10.5. Emisiones de GEI

Para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a diferentes escenarios de manejo de residuos, se utilizó la herramienta GHG Calculator for Solid Waste Management Projects – Version II, desarrollada por el Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Esta calculadora permite modelar impactos ambientales de tecnologías como compostaje, disposición en relleno, transporte, incineración y reciclaje, considerando parámetros como tipo de residuo, cantidad, uso de combustible y zona climática.

La zona seleccionada fue “Dry Temperate”, representativa del clima semiárido templado de la Región de Valparaíso. La herramienta permite así evaluar el balance neto de GEI considerando tanto emisiones generadas como emisiones evitadas por sustitución de fertilizantes y prevención de metano en vertederos.

## 10.6. Supuestos de simulación por etapa

**1. Transporte de residuos**

Se asumió el uso de camión a diésel considerado en etapas anteriores, incorporando el consumo mensual de combustible dentro del modelo, sin detallar rutas ni eficiencia específica. Las emisiones se expresan en kg $CO_2$-eq por tonelada transportada.

**2. Compostaje (referencia para vermicompostaje)**

El proceso de compostaje fue simulado como aproximación al sistema de vermicompostaje, debido a la ausencia de un módulo específico en la herramienta. Se ingresó la fracción orgánica valorizada, el uso de maquinaria auxiliar y la cantidad de compost producido. El modelo calcula emisiones por descomposición aeróbica y operaciones internas, considerando también los **ahorros indirectos** por sustitución de fertilizantes químicos y por evitar disposición en vertederos.

**3. Disposición final (relleno sanitario gestionado)**

Se simuló la disposición de una fracción no conforme mínima en un relleno sanitario con cobertura y sistema de control de lixiviados. La herramienta considera emisiones asociadas principalmente a la degradación anaeróbica de residuos orgánicos. No se contempló captura o quema de metano como medida de mitigación.

***Tabla 39:*** *Emisiones totales.*

| Etapa del proceso | Cantidad tratada | Emisiones netas por tonelada (kg $CO_2$-eq/ton) | Emisiones netas mensuales (kg $CO_2$-eq/mes) |
|---|---|---|---|
| Transporte | 8 ton/mes | 9,43 | 75,46 |
| Compostaje (análogo a vermicompostaje) | 20 ton/mes | –1.954,85 | –39.096,90 |
| Disposición final (relleno sanitario) | 0,05 ton/mes | 2.403,78 | 120,19 |

***Fuente:*** *Elaboración propia.*

- El vermicompostaje presenta un balance climático altamente favorable, con una reducción neta de emisiones de aproximadamente 1.955 kg $CO_2$-eq por tonelada tratada, al evitar tanto el uso de fertilizantes sintéticos como la emisión de metano desde vertederos.
- La disposición en relleno sanitario gestionado, incluso en pequeña escala (residuos no conformes), genera un impacto significativo: 2.403,78 kg $CO_2$-eq por tonelada, evidenciando su ineficiencia ambiental como destino final.
- El transporte tiene un impacto marginal (9,43 kg $CO_2$-eq/ton), pero debe ser monitoreado y eventualmente optimizado para maximizar la eficiencia del sistema completo.
- Los resultados refuerzan la importancia del diseño preventivo del proyecto, el control de calidad en origen y la valorización local de residuos como estrategias claves para la mitigación del cambio climático.

# CONCLUSIÓN

El mercado chileno de los fertilizantes presenta un escenario favorable para el desarrollo de un proyecto de este tipo, ya que existe una creciente tendencia hacia productos orgánicos y sustentables, respaldada por normativas como la Ley 20.412 sobre agricultura orgánica y la Ley REP (Responsabilidad Extendida del Productor), las cuales fomentan el uso responsable de residuos y promueven la economía circular en la agricultura.

Luego del estudio de mercado enfocado en agricultores y encuestas realizadas a establecimientos del canal HORECA, se concluye que existe un mercado potencial tanto en la oferta como en la demanda, con agricultores interesados en adoptar fertilizantes orgánicos de calidad, y empresas del rubro gastronómico dispuestas a incorporarlos dentro de sus estándares de abastecimiento y prácticas sostenibles.

A través del análisis financiero, se observa que el proyecto reacciona positivamente en el largo plazo, pese a requerir una inversión inicial de $971.515.509. Se estima un Valor Actual Neto (VAN) de $1.289.257.614, una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 9,38% y un período de recuperación (Payback) en el año 7, lo cual confirma su viabilidad económica bajo las condiciones proyectadas.

Finalmente, es posible concluir que, de acuerdo con los antecedentes presentados, el proyecto es técnica, económica, estratégica y ambientalmente factible, aportando valor tanto al mercado agrícola como al desarrollo de prácticas más sostenibles en el país.

# Referencias


1. Andrade Carrasco, M. E., & Tonon Ordóñez, L. B. (2023). The path to circularity: A literature review of its application in Latin America. Economía & Negocios, 5(1), 272–287. https://doi.org/10.33326/27086062.2023.1.1547

2. Guman, O., & Wegner-Kozlova, E. (2020). Waste management based on circular economy principles. E3S Web of Conferences, 177, 04014. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017704014

3. Ddiba, D., Andersson, K., Rosemarin, A., Schulte-Herbruggen, H., & Dickin, S. (2021). The circular economy potential of urban organic waste streams in low- and middle-income countries. Environment, Development and Sustainability, 24(3), 1116–1144. https://doi.org/10.1007/s10668-021-01487-w

4. Bakan, B., Bernet, N., Bouchez, T., Boutrou, R., Choubert, J.-M., Dabert, P., Duquennoi, C., Ferraro, V., García-Bernet, D., Gillot, S., Mery, J., Rémond, C., Steyer, J.-P., Trably, E., & Tremier, A. (2021). Circular economy applied to organic residues and wastewater: Research challenges. Waste and Biomass Valorization, 13(3), 1267–1276. https://doi.org/10.1007/s12649-021-01549-0

5. Gonçalves, M.L.M.B.B., Maximo, G.J. Circular Economy in the Food Chain: Production, Processing and Waste Management. Circ.Econ.Sust. 3, 1405–1423 (2023). https://doi.org/10.1007/s43615-022-00243-0

6. Andrade Carrasco, M. E., & Tonon Ordóñez, L. B. (2023). The path to circularity: A literature review of its application in Latin America. Economía & Negocios, 5(1), 272–287. https://doi.org/10.33326/27086062.2023.1.1547

7. Alonso-Muñoz, S., García-Muñoz, F. E., Medina-Salgado, M.-S., & González-Sánchez, R. (2022). Towards circular economy practices in food waste management: A retrospective overview and a research agenda. British Food Journal, 124(13), 478–500. https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2022-0072

8. Yang, M., Chen, L., Wang, J., Msigwa, G., Osman, A. I., Fawzy, S., Rooney, D. W., & Yap, P.-S. (2023). Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. Environmental Chemistry Letters, 21(1), 55–80. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6

9. Negrete-Cardoso, M., Rosano-Ortega, G., Álvarez-Aros, E. L., Tavera-Cortés, M. E., Vega-Lebrún, C. A., & Sánchez-Ruíz, F. J. (2022). Circular economy strategy and waste management: A bibliometric analysis in its contribution to sustainable development, toward a post-COVID-19 era. Environmental Science and Pollution Research, 29(41), 61729–61746. https://doi.org/10.1007/s11356-022-18703-3

10. Uusikartano, J., Saha, P., & Aarikka-Stenroos, L. (2022). Industrial symbiosis as a collaborative public–private process: A longitudinal study of two Finnish eco-industrial parks. Journal of Cleaner Production, 367, 130996. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130996

11. Castellet-Viciano, L., Hernández-Chover, V., Bellver-Domingo, Á., & Hernández-Sancho, F. (2022). Industrial symbiosis: A mechanism to guarantee the implementation of circular economy practices. Sustainability, 14(23), 15872. https://doi.org/10.3390/su142315872

12. Boom-Cárcamo, E., & Peñabaena-Niebles, R. (2022). Analysis of the development of industrial symbiosis in emerging and frontier market countries: Barriers and drivers. Sustainability, 14(7), 4223. https://doi.org/10.3390/su14074223

13. De Keyser, E., & Mathijs, E. (2023). A typology of sustainable circular business models with applications in the bioeconomy. Frontiers in Sustainable Food Systems, 6, 1028877. https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.1028877

14. Salvador, R., Barros, M. V., Pieroni, M., Silva, D. A. L., Freire, F., & De Francisco, A. C. (2023). Overarching Business Models for a Circular Bioeconomy: Systematising archetypes. *Sustainable Production and Consumption, 43*, 349–362. https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.11.010

15. Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste Management through Composting: Challenges and Potentials. *Sustainability, 12*(11), 4456. https://doi.org/10.3390/su12114456

16. Waqas, M., Hashim, S., Humphries, U. W., Ahmad, S., Noor, R., Shoaib, M., Naseem, A., Hlaing, P. T., & Lin, H. A. (2023). Composting Processes for Agricultural Waste Management: A Comprehensive Review. *Processes, 11*(3), 731. https://doi.org/10.3390/pr11030731

17. Amuah, E. E. Y., Fei-Baffoe, B., Sackey, L. N. A., Douti, N. B., & Kazapoe, R. W. (2022). A review of the principles of composting: Understanding the processes, methods, merits, and demerits. *Organic Agriculture, 12*(4), 547–562. https://doi.org/10.1007/s13165-022-00408-z

18. Thakur, A., Kumar, A., Kumar, C. V., Kiran, B. S., Kumar, S., & Athokpam, V. (2021). A review on vermicomposting: By-products and its importance. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology, 22*(11–12), 156–164. https://ikprress.org/index.php/PCBMB/article/view/5993

19. Amante, G. (2024). Advancing agricultural sustainability: Vermicomposting as a biochemical pathway for improved soil health and climate resilience. *Middle East Research Journal of Agriculture and Food Science, 4*(2), 86–94. https://kspublisher.com/media/articles/MERJAFS_42_86-94.pdf

20. Subsecretaría de Turismo de Chile. (s.f.). *Estadísticas*. Recuperado el 25 de abril de 2025, de https://www.subturismo.gob.cl/estadisticas-y-estudios/agenda-de-difusion/estadisticas/

21. Servicio de Impuestos Internos (SII). (s.f.). *Servicios online*. Recuperado el 25 de abril de 2025, de https://www.sii.cl/servicios_online/1039-1186.html

22. Rivera, L. (2024). *Censo Cafetero 2022: Informe preliminar*. ExpoCafé Chile. Recuperado el 20 de abril de 2025, de https://www.expocafechile.cl/wp-content/uploads/2024/01/Censo_Cafetero_2022_3_1.pdf

23. World Bank. (2018). *Trends in solid waste management*. Recuperado el 27 de abril de 2025, de https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html

24. Bullor, L., Braude, H., Monzón, J., Cotes Prado, A. M., Casavola, V., Carbajal Morón, N. y Risopoulos, J. (2023). Bioinsumos: Oportunidades de Inversión en América Latina - Direcciones de Inversión No. 9. Roma: FAO. https://doi.org/10.4060/cc9060es

25. Ministerio del Medio Ambiente. (2020). *Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos Chile 2040*. Gobierno de Chile. https://www.mma.gob.cl/residuos-organicos/

26. Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2024). *Síntesis nacional: Diagnóstico y catastro nacional de residuos sólidos domiciliarios y asimilables (RSDyA)*. División de Desarrollo Regional, Departamento Gestión de Inversiones Regionales, Unidad de Gestión de Inversiones.

27. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (2025). Bases técnicas del concurso para las provincias cordilleranas de la Región de Valparaíso 2025: Sistema de Incentivos para la Sustentabilidad Agroambiental de los Suelos Agropecuarios (SIRSD-S). Gobierno de Chile

28. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. (1994). Ley N° 19.300: Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Diario Oficial de la República de Chile. https://www.bcn.cl/leychile

29. Instituto Nacional de Normalización (INN). (2016). NCh 3382:2016 – Compost – Clasificación y requisitos.

30. Instituto Nacional de Normalización (INN). (2015). NCh 2880:2015 – Compost – Requisitos de calidad.

31. Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Ley N° 20.920: Establece Marco para la Gestión de Residuos, la Responsabilidad Extendida del Productor y Fomento al Reciclaje. Diario Oficial de la República de Chile. https://www.bcn.cl/leychile

32. Ministerio del Medio Ambiente. (2013). Decreto Supremo N° 1: Reglamento del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC). Diario Oficial de la República de Chile.

33. Ministerio de Salud. (1968). Decreto con Fuerza de Ley N° 725: Código Sanitario. Diario Oficial de la República de Chile.

34. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (1992). Decreto Supremo N° 47: Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Instrumentos de Planificación Territorial. Diario Oficial de la República de Chile.

35. Peró, J., & García, G. (2021). *La institucionalidad al debe: Desafíos legales para fomentar el reciclaje y compostaje domiciliario en Chile* [Informe ejecutivo]. Kyklos. https://kyklos.cl

36. Miguel, C., Martínez, K., Pereira, M., & Kohout, M. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidad para una recuperación transformadora* (Documentos de

Proyectos, LC/TS.2021/120). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

37. Céspedes, C. (2019). *Elaboración y uso del lombricompost o vermicompost* (Ficha Técnica N° 41). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). https://www.iniacl

38. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Núcleo Biotecnología Curauma. (2024). Estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y asimilables generados a nivel municipal en Chile: Informe N°6 Informe Final Consolidado (Licitación ID: 761-17-LR23).

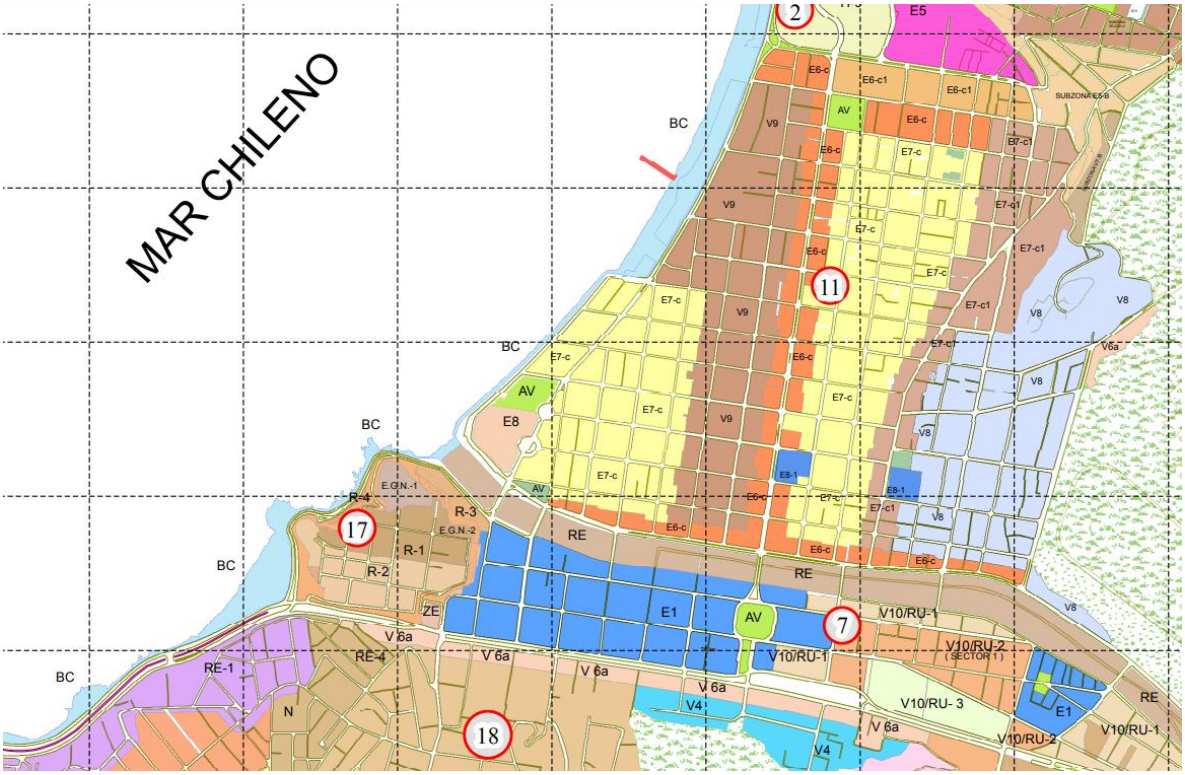
39. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2022). *VIII Censo Agropecuario y Forestal – Resultados finales 2021*. Recuperado de https://www.ine.gob.cl/estadisticas/economia/agricultura-agroindustria-y-pesca/censos-agropecuarios

40. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). (s. f.). *Pauta técnica: Aplicación de compost (Conc. 1-2-3), región Atacama*. Recuperado de https://www.sag.gob.cl/sites/default/files/pauta-tecnica-aplicacion-de-compost-conc.1-2-3_region_atacama.pdf

41. Instituto Nacional de Estadísticas (INE). (2024). *Censo 2024*. Recuperado de https://censo2024.ine.gob.cl/

# ANEXOS:

## ANEXO 1: Plan regulador comunal



El Plan Regulador Comunal (PRC) de Viña del Mar es un instrumento esencial de ordenamiento urbano y ambiental. Establece un ordenamiento físico espacial coherente en la comuna, buscando mejorar la calidad de vida urbana y ambiental de sus habitantes y prevenir los efectos no deseados de un crecimiento urbano acelerado y desorganizado. Funciona como un instrumento regulador global que establece las condiciones básicas para la localización y características de las actividades y usos, así como las densidades, alturas y construcciones permitidas en cada una de las zonas y sectores de la comuna. Además, promueve la eficiencia en el uso de la infraestructura y el equipamiento urbano y busca proteger los recursos naturales y disminuir los riesgos ambientales.

**Principales Zonificaciones y su Uso de Suelo**

El Plan Regulador divide el territorio de Viña del Mar en zonas y áreas distintas, cada una con normas específicas de uso de suelo y condiciones de edificación. Esta zonificación es el mecanismo central para organizar el paisaje urbano y rural, buscando un desarrollo armónico y eficiente. El uso de suelo dentro de estas zonas especifica qué tipos de actividades están permitidas o prohibidas, determinando las características funcionales de cualquier proyecto. El territorio urbano de Viña del Mar se caracteriza por ser de carácter mixto, salvo las zonas predominantemente residenciales.

A continuación, se detallan las principales zonificaciones y sus usos de suelo:

**Zonas Predominantemente Residenciales (R):**

Estas zonas están destinadas principalmente a la vivienda. El Plan las categoriza según su densidad:

- R1 (Residencial de media y baja densidad): Permite desarrollos residenciales de menor densidad.
- R2 (Residencial de media densidad): Autoriza densidades residenciales moderadas.
- R3, R4, R5, R6 (Residencial de alta y muy alta densidad): Posibilitan mayores densidades residenciales, siendo R4 la única que también permite usos comerciales.

Las normativas son estrictas en cuanto a la densidad (ej. número de viviendas por hectárea) y parámetros de edificación (ej. altura máxima, coeficientes de ocupación y constructibilidad) para preservar el carácter y la calidad de vida residencial. Por ejemplo, en la Zona Z1 se permite el uso "Habitacional: Vivienda" y "Equipamiento: Hotel, Hostería, Residencial", junto con "Comercio: Restaurante, Bar".

**Zonas de Usos Múltiples y Mixtas (ZM):**

Caracterizadas por la coexistencia de actividades habitacionales, productivas y de equipamiento. Su propósito es promover el uso eficiente de la infraestructura y acercar los servicios a los residentes.

En las Zonas ZM se permite una amplia gama de usos, incluyendo residencial, varios tipos de equipamiento (comercial, servicios profesionales, culturales, de salud, educativos) e incluso algunas actividades productivas a pequeña escala.

**Zonas de Equipamiento (E):**

Estas zonas están destinadas a actividades complementarias a la vivienda y al trabajo que requieren instalaciones y espacios específicos. Se subdividen en varias categorías de equipamiento:

E1 (Centro de la ciudad): Destaca por su gran variedad de usos permitidos, constituyendo el principal centro de actividades diversas.

**Zonas Industriales (I) y Zonas de Almacenamiento e Industrias Peligrosas (AI):**

Están destinadas a actividades industriales, de almacenamiento y servicios automotores especializados. Su regulación se debe a la naturaleza de estas actividades, que pueden generar ruido, contaminación o riesgos de seguridad.

Los proyectos en estas zonas se limitan a instalaciones industriales, almacenes o grandes centros de servicio automotor. Los usos residenciales suelen estar prohibidos o severamente restringidos para evitar conflictos.

**Zonas Cívicas (ZC) y Subcentros (SC):**

Las Zonas Cívicas (ZC) se relacionan con el equipamiento cívico. Los Subcentros (SC) funcionan como núcleos secundarios de actividad respecto a los centros principales.

En las áreas ZC, los proyectos podrían incluir edificios municipales, oficinas gubernamentales o centros de servicios públicos. En las zonas SC, los proyectos serían versiones a menor escala de desarrollos de uso mixto que se encuentran en las áreas centrales, proporcionando servicios locales y actividades comerciales para las zonas residenciales circundantes.

**Borde Costero (BC):**

Esta zona es una franja costera con regulaciones específicas orientadas a proteger el patrimonio natural y escénico y a gestionar la relación entre el uso público y privado.

El desarrollo en el borde costero está altamente regulado para preservar el acceso público, las vistas y los valores ambientales. Los proyectos pueden incluir hoteles, instalaciones recreativas o edificios residenciales, pero con estrictos controles de altura, diseño e impacto para asegurar la preservación del paisaje costero y el disfrute público.

**Áreas Verdes (AEV) y Áreas Especiales Militares (AEM):**

- Las AEV se refieren a espacios verdes públicos y privados como parques y plazas.
- Las AEM son zonas militares.

**Zonas de Extensión Urbana (ZEU):**

Estas son áreas designadas para el futuro desarrollo urbano. Inicialmente menos desarrolladas, están planificadas para un crecimiento futuro.

Los proyectos en las zonas ZEU representan oportunidades para desarrollos planificados a gran escala. El Plan establece directrices generales para su urbanización futura, pero las normas detalladas de subdivisión y edificación pueden definirse mediante planes específicos posteriores. Esto permite comunidades integradas con espacios residenciales, comerciales y verdes, así como infraestructura y equipamiento planificados.

**Zona Rural (ZR):**

Esta zona está destinada al desarrollo de actividades agropecuarias y de explotación de recursos naturales.

La zona rural suele limitarse a actividades agrícolas, forestales o relacionadas, con muy bajas densidades y estrictos controles sobre los usos no agrícolas para preservar el carácter rural y el medio ambiente natural.

# ANEXO 2: Incentivos gubernamentales para la Inversión Turística en Chile

A continuación, se presenta una tabla que resume los incentivos gubernamentales relacionados con la inversión turística en Chile consolidando un alto nivel de interés político en el crecimiento de la industria.

Tabla: Incentivos Gubernamentales para la Inversión Turística en Chile

| Nombre | Entidad Responsable(s) | Descripción | Condiciones y Beneficios Clave |
|---|---|---|---|
| **Garantías para Inversión y de Capital de Trabajo FOGAIN** | Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) | Programa que busca mejorar las condiciones de acceso y financiación para empresas que desarrollan un proyecto de inversión o requieren capital de trabajo, otorgando garantías a las instituciones financieras. | Dirigido a Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPymes) productoras de bienes y/o servicios, con ventas hasta por aproximadamente USD 3,5 millones al año. Los montos máximos de garantía varían según el tamaño de la empresa: hasta USD 160.000 para Microempresas; hasta USD 380.000 para Pequeñas empresas; y hasta USD 570.000 para Medianas empresas, dependiendo del plazo de la operación. |
| **Incentivos para proyectos de inversión en zonas extremas (Ley 20.655)** | Gobierno de Chile (aplicable a través de Servicio de Impuestos Internos) | Fomenta la inversión en territorios específicos: Regiones de Arica-Parinacota y Tarapacá, provincias de Chiloé y Palena (Región de Los Lagos), y Regiones de Aysén y Magallanes. Incluye bienes físicos depreciables directamente vinculados a la producción o prestación de servicios, como | Otorga un crédito tributario de entre 10% y 40% sobre el Impuesto de Primera Categoría (IDPC) para la inversión en activos físicos, dependiendo de la localización, el monto y la actividad productiva. Además, ofrece una bonificación a la mano de obra del 17% de las remuneraciones imponibles de los empleados permanentes en estas regiones. Requiere una inversión superior a aproximadamente USD 16.000. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | construcciones nuevas para fines turísticos. | |
| **Zonas Francas** | Gobierno de Chile (aplicable en regiones específicas) | Son lugares físicos delimitados en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Magallanes, donde se transan mercancías exentas de derechos arancelarios e impuestos. | Las importaciones no pagan aranceles, y las ventas a otras zonas francas y al extranjero están exentas de IVA. También se beneficia de una exención del Impuesto a la Renta corporativo. Los extranjeros que exporten mercancías compradas en una Zona Franca pueden solicitar la devolución del IVA y del impuesto específico a bebidas. |
| **Crédito Tributario para Investigación y Desarrollo (I+D) (Ley 20.241)** | CORFO | Ofrece un beneficio tributario a la inversión en investigación y desarrollo (I+D) realizada directamente o con el apoyo de terceros inscritos en el registro de CORFO. | Permite rebajar hasta un 35% de la inversión en I+D del total del Impuesto de Primera Categoría. El monto restante (65%) puede rebajarse como gasto. Se requiere una inversión mínima de aproximadamente USD 3.115, con un crédito anual máximo de alrededor de USD 470.000. |
| **Exención de IVA para Turismo** | Servicio de Impuestos Internos (SII) | La Ley de IVA establece la exención para los ingresos en moneda extranjera que las empresas hoteleras registradas perciban por servicios prestados a turistas internacionales sin domicilio ni residencia en Chile. | Los turistas que pagan en dólares en hoteles y agencias de viajes están exentos del 19% de IVA. |
| **Programas de Capital de Riesgo (FET, FT, FC)** | CORFO (Venture Capital Chile by CORFO) | Fomenta la creación de Fondos de Inversión que a su vez invierten en el capital de pequeñas y medianas empresas chilenas en etapas tempranas o de expansión, incluyendo aquellas de base tecnológica. | Se han aprobado líneas de crédito para estos fondos que ascienden a USD 1.029 millones, de los cuales USD 722 millones han sido desembolsados y han resultado en inversiones totales de USD 1.109 millones, beneficiando a aproximadamente 450 empresas, con un 74% de la inversión destinada a MiPymes. Algunos de estos fondos han invertido en empresas relacionadas con el turismo. |
| **Startup-Chile** | CORFO | Es la primera aceleradora pública del | Ofrece fondos que van desde USD 12.500 (para la fase Build) hasta |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | mundo, que busca potenciar los emprendimientos de base tecnológica provenientes de Chile y otros países, a través de programas de pre-aceleración y aceleración. | USD 100.000 (para la fase Growth), libres de participación accionarial, junto con mentoría y apoyo para escalar negocios. |
| **Fondos Concursables de SERCOTEC (Capital Semilla Emprende, Capital Abeja Emprende, Crece)** | Servicio de Cooperación Técnica (SERCOTEC), dependiente del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo | Ofrece subsidios para emprendedores que inician un negocio (Capital Semilla Emprende y Capital Abeja Emprende, este último enfocado en mujeres) y para fortalecer la gestión y el crecimiento de Micro y Pequeñas Empresas (MiPymes) (Fondo Crece). | Proporciona subsidios de hasta USD 3,5 millones (para Capital Semilla Emprende) y hasta USD 5 millones (para Crece), que pueden destinarse a acciones de gestión empresarial, asistencia técnica, capacitación, marketing e inversiones en activos, infraestructura y capital de trabajo. |
| **Crédito Impulso Turístico Rural** | Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), dependiente del Ministerio de Agricultura | Ofrece alternativas de financiación para impulsar el turismo rural, apoyando proyectos rentables que generen empleo y fomenten el desarrollo en zonas rurales. | Consiste en créditos reembolsables de corto (1 año) y largo plazo (10 años). |
| **Programa Transforma Turismo** | CORFO (lidera), SUBTURISMO, SERNATUR, InvestChile, entre otros | Es una alianza público-privada que busca impulsar y dinamizar la innovación en el sector turístico a nivel nacional y descentralizado, generando un diálogo entre los principales actores de la industria. | Aunque no es un incentivo monetario directo, crea un ecosistema de apoyo que incluye el fomento de inversiones en transformación digital e innovación turística, y lidera programas regionales específicos como Enoturismo Chile y Ruta Escénica Lagos y Volcanes. También ofrece capacitación y mentoría. |
| **Programas de Sostenibilidad Turística (Compromiso de** | SERNATUR | Herramientas diseñadas para que los proveedores de servicios turísticos (restaurantes, alojamientos, tour operadores, agencias | Otorga una certificación y reconocimiento público por la adopción de buenas prácticas. Incluye acceso a un curso gratuito de Turismo Sustentable. Si bien no es un incentivo monetario directo, este distintivo puede mejorar la |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Turismo Sustentable, Sello Sustentabilidad "S")** | | de viajes) inicien y demuestren su compromiso con la sostenibilidad. El "Sello S" certifica el cumplimiento de criterios globales de sustentabilidad en ámbitos socio-cultural, medioambiental y económico. | eficiencia de costos, el valor de marca y la satisfacción de los huéspedes, atrayendo inversiones en sostenibilidad. |
| **Crédito Verde** | CORFO (Ministerio de Economía) | Programa de financiamiento a través de instituciones financieras para proyectos que mitiguen los efectos del cambio climático y/o mejoren la sostenibilidad ambiental en las empresas, impulsando energías renovables, eficiencia energética y la economía circular. | Proporciona financiamiento para proyectos con impacto ambiental positivo, lo que se alinea con la gestión sostenible de recursos y residuos, aunque no se especifica para residuos orgánicos. |

# ANEXO 3: Situación tributaria actual en Chile

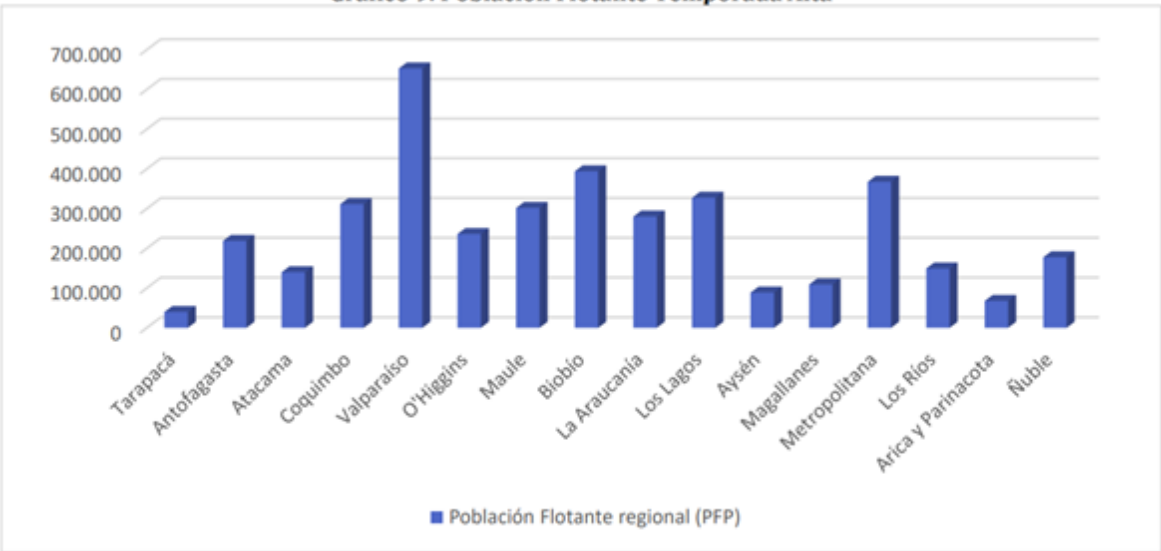
| Impuesto | Actores afectados | Descripción/Tasa (Chile) |
|---|---|---|
| **IVA (Ventas y Servicios)** | HORECA, Empresa de valorización, Agricultores (compradores) | Impuesto al valor agregado general 19% (vigente desde 2003) sobre la venta de bienes y servicios gravados. Por ejemplo, cada etapa de comercialización del abono orgánico (compost) incurre en 19%. HORECA cobra IVA en sus ventas (servicios de alimentos), la planta de compost cobra IVA al vender fertilizante, y el agricultor pagaría IVA al adquirirlo (salvo regímenes especiales). |
| **Impuesto a la Renta (Primera Categoría)** | Empresa de valorización (compost), HORECA, Agricultores | Impuesto sobre utilidades empresariales (27% en la mayoría de los casos actuales). Afecta a empresa como plantas de valorizacion de residuos (y a las empresas HORECA sobre sus ganancias). Por ejemplo, la tasa general es hoy 27% de las ganancias antes de distribuir beneficios. Los agricultores pueden tributar por renta efectiva o bajo un régimen presunto especial para agricultura. |
| **Patente Municipal** | HORECA, Empresa de | Impuesto habilitante municipal: licencia anual para realizar actividad comercial en un inmueble. Es un “impuesto habilitante” calculado |

| | | |
|---|---|---|
| **(licencia comercial)** | compostaje, Agricultores con negocio | por cada comuna según rubro y capital declarados. Por ejemplo, un restaurante (HORECA) paga patentes comerciales y de alcoholes; la planta de compostaje paga patente industrial y/o comercial según su giro. |
| **Contribuciones Bienes Raíces (Propiedad)** | Agricultores (terrenos agrícolas), HORECA (locales) | Impuesto territorial a la propiedad raíz. Para suelo urbano habitacional/comercial es hasta 1% del avalúo fiscal. Para suelos agrícolas, tras el reavalúo de 2020 aplica una tasa muy baja (~0,514% del avalúo afecto). Por ejemplo, un campo agrícola o un local de HORECA paga contribuciones anuales basadas en su avalúo catastral (los agricultores con "casa patronal" tienen un beneficio adicional). |
| **Derechos de Aseo (municipal)** | HORECA (propietarios de locales), Municipios | No es un impuesto nacional sino un cargo municipal por recolección de basura domiciliaria/comercial. Las municipalidades cobran "derechos de aseo" a los dueños de inmuebles (residenciales, comerciales o eriazos) para cubrir retiro de basura. Así, restaurantes e industrias pagan estas tarifas al municipio por el servicio de aseo y disposición final de residuos. |

# ANEXO 4: Informe SUBDERE población flotante

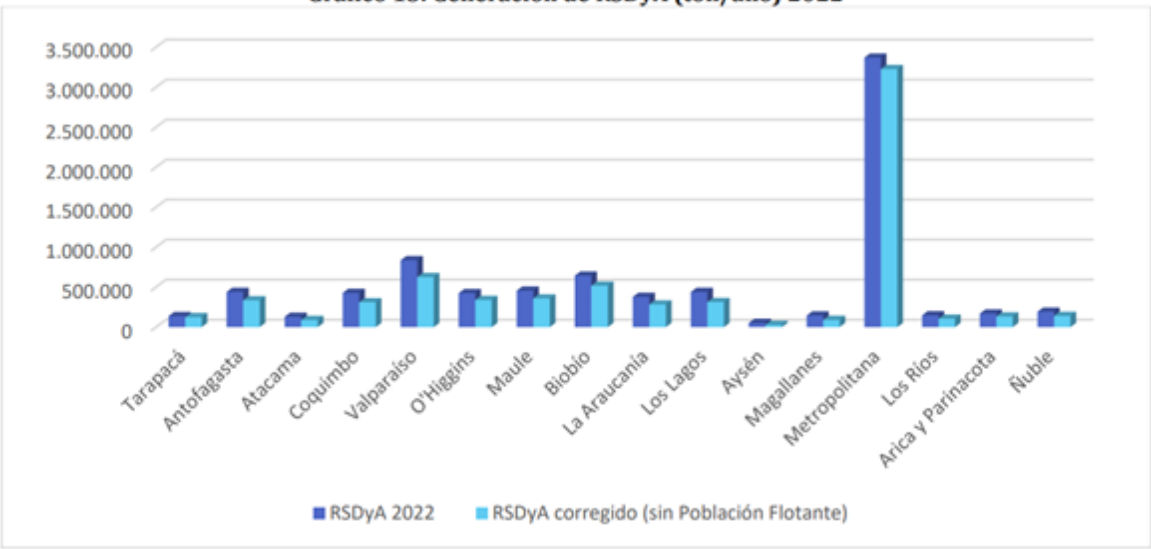
| REGIÓN | RSDyA 2022 (TON) | Población Atendida (PRA) 2022 | Población Total Atendida (PTA) 2022 | % RSDyA Nacional | RSDyA corregido (sin Población Flotante) |
|---|---|---|---|---|---|
| Valparaíso | 835.823 | 1.943.682 | 2.596.688 | 10,0% | 625.633 |
| Metropolitana | 3.368.427 | 8.271.775 | 8.639.232 | 40,2% | 3.225.156 |
| Total País | 8.381.822 | 19.138.692 | 23.000.432 | 100% | 7.015.215 |

**Gráfico 9: Población Flotante Temporada Alta**




Elaboración propia en base a INE y SINIM: Población flotante total Estimada para 2022 en Base técnica FCM 2023

**Gráfico 15: Generación de RSDyA (ton/año) 2022**

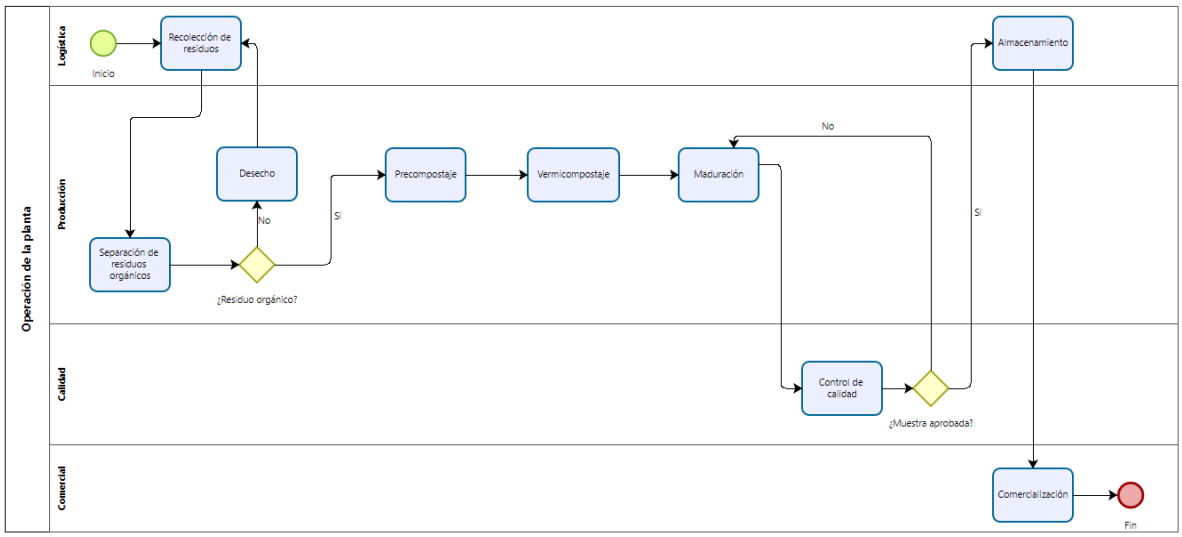



Fuente: Elaboración propia en base a INE, SINADER y Encuesta SUBDERE 2023

Tabla: Generación de RSDyA en Región de Valparaíso y Metropolitana (2022)

Fuente: INE, SINADER y Encuesta SUBDERE 2023.

# ANEXO 5: Simulación de tiempo de producción de la planta




| | |
|---|---|
| **Unidad de tiempo** | Días |
| **Duración** | 120,00:00:00 |

# ANEXO 6: CLUSTERING

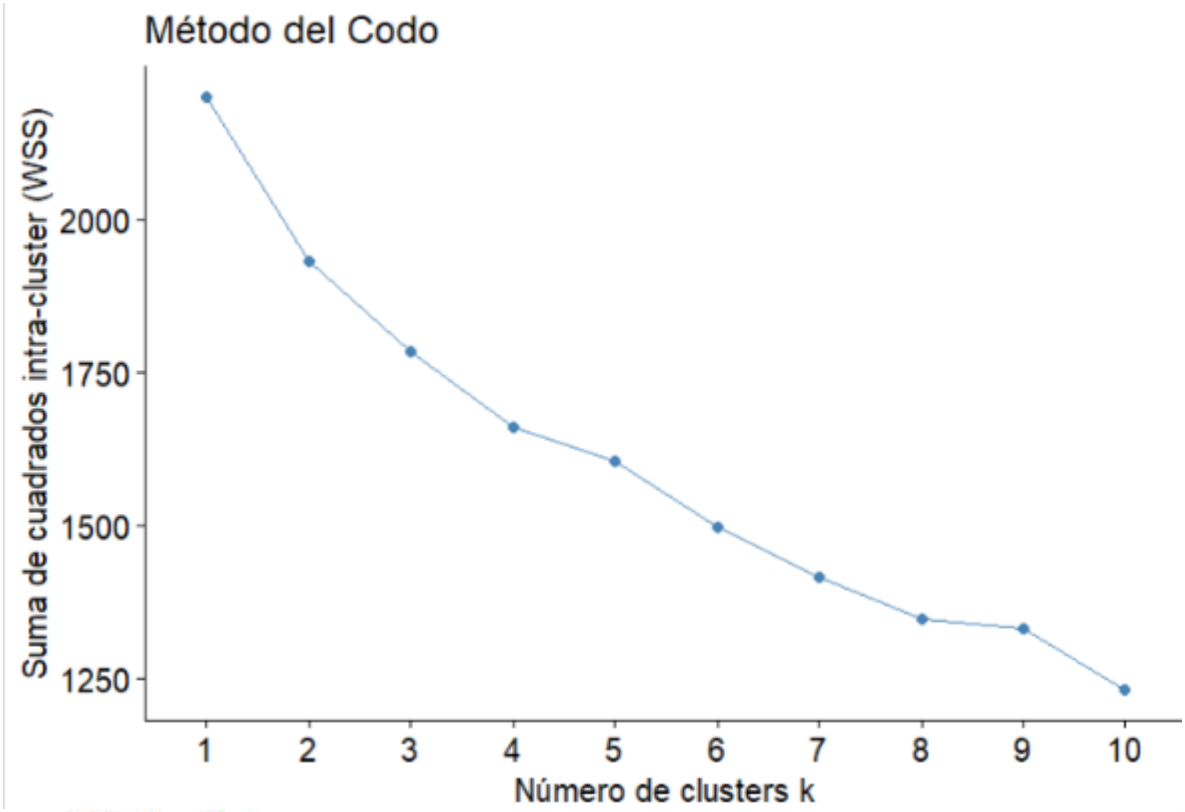
```r
# Cargar librerías necesarias para el análisis
library(readxl)         # Para leer archivos Excel
library(factoextra)     # Para visualizar resultados de análisis multivariado (como k-means)
library(dplyr)          # Para manipulación eficiente de datos

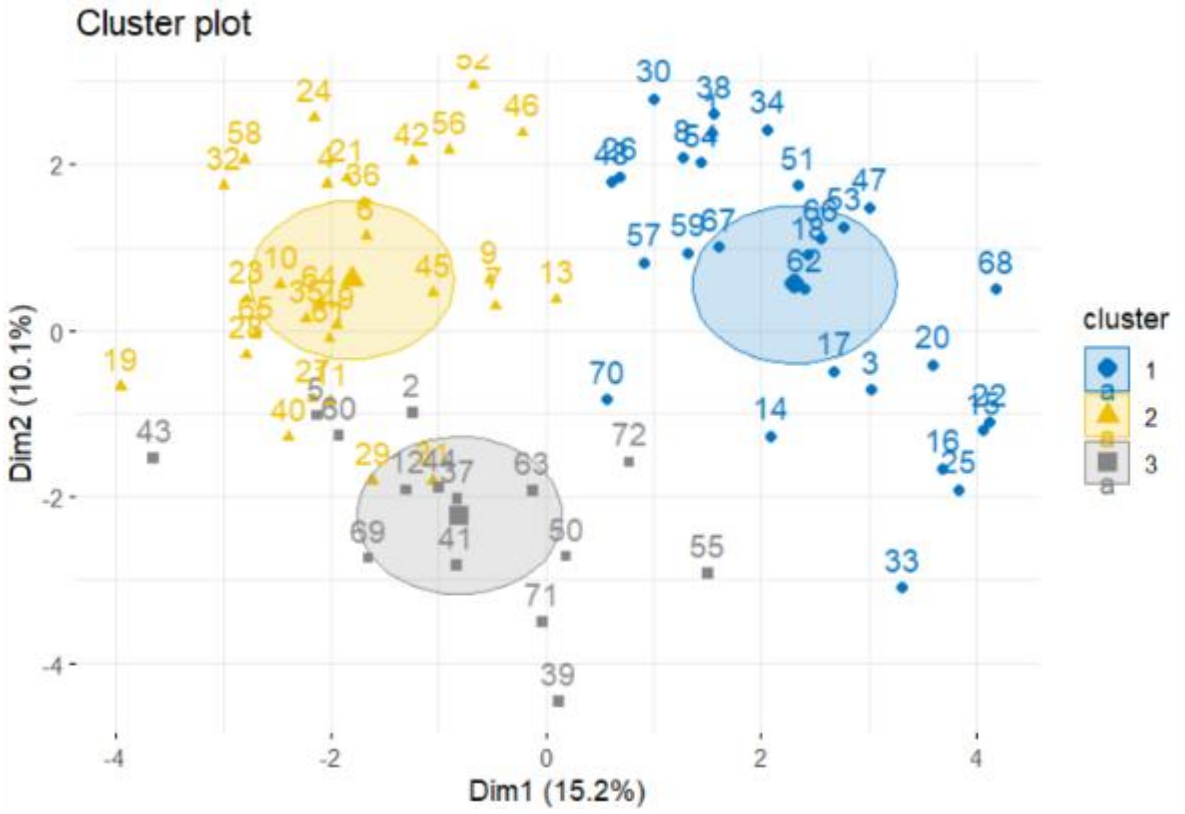
# Leer los datos desde Excel
datos <- read_xlsx("C:/Users/tomas/Downloads/clustersss/datospreprocesados.xlsx")

# Seleccionar solo las columnas numéricas, excluyendo la columna 'ID'
datos_numericos <- datos %>%
  select_if(is.numeric) %>%   # Selecciona columnas numéricas
  select(-ID)                 # Excluye la columna ID si está presente
# Estandarizar los datos (media = 0, desviación estándar = 1) para aplicar k-means correctamente
datos_estandarizados <- scale(datos_numericos)
# Instalar 'factoextra' si aún no está instalado
install.packages("factoextra")  # Solo si no la tienes instalada
# Determinar el número óptimo de clusters usando el método del codo (WSS = Within Sum of Squares)
fviz_nbclust(datos_estandarizados, # Datos ya estandarizados
             kmeans, # Método de agrupamiento
             method = "wss", # Método del codo basado en WSS
             k.max = 10) + # Evaluar hasta 10 posibles clusters
  labs(title = "Método del Codo", # Título del gráfico
       x = "Número de clusters k", # Eje X
       y = "Suma de cuadrados intra-cluster (WSS)")  # Eje Y
set.seed(123)  # Para que los resultados sean reproducibles
# Aplicar algoritmo k-means con 3 clusters y 25 inicializaciones diferentes
kmeans_resultado <- kmeans(datos_estandarizados, centers = 3, nstart = 25)
# Visualizar los clusters encontrados sobre los datos
fviz_cluster(kmeans_resultado,
             data = datos_estandarizados,
             ellipse.type = "euclid",
             palette = "jco",
             ggtheme = theme_minimal())
# Mostrar la cantidad de observaciones en cada cluster
table(kmeans_resultado$cluster)
# Agregar la información de cluster al dataset original de datos numéricos
datos_clusterizados <- datos_numericos %>%
  mutate(Cluster = kmeans_resultado$cluster)

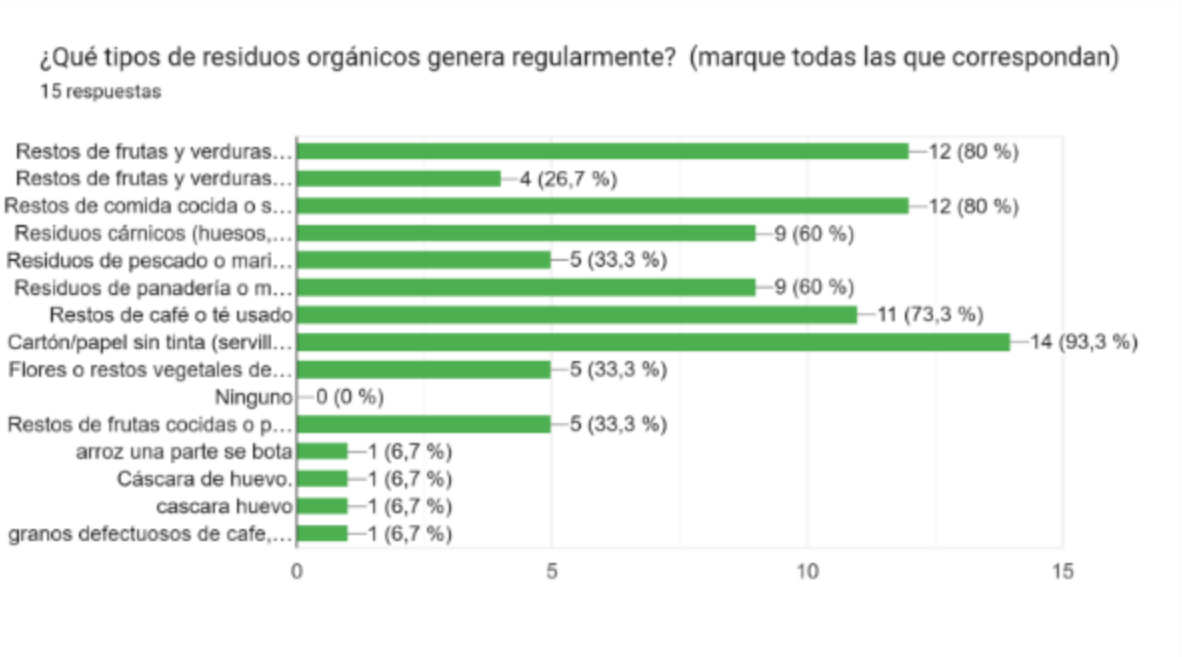
# Calcular estadísticas resumen (promedio y mediana) por cada cluster
resumen_clusters <- datos_clusterizados %>%
  group_by(Cluster) %>%
  summarise(across(everything(), list(promedio = mean, mediana = median), .names = "{.col}_{.fn}"))

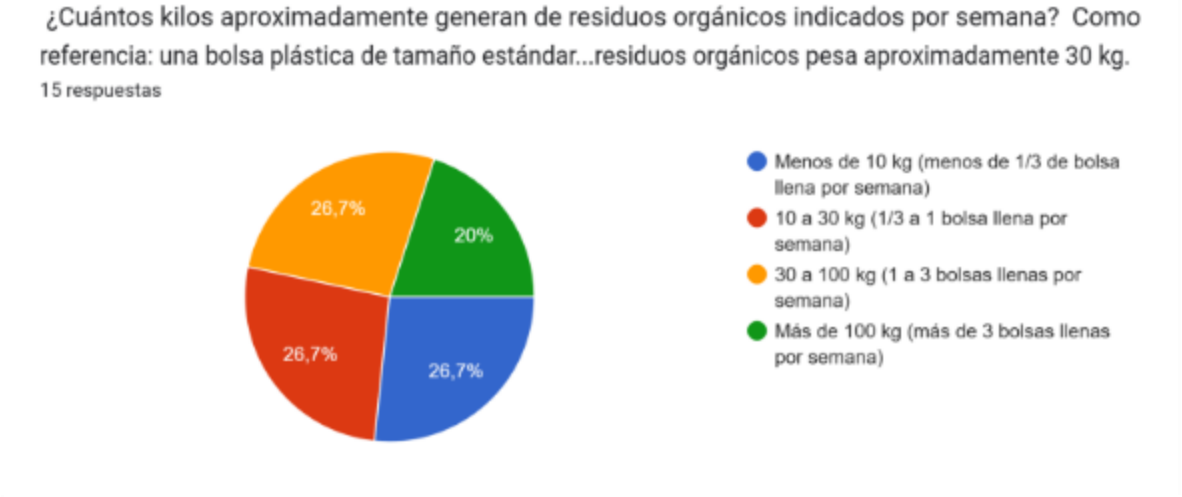
print(resumen_clusters)
install.packages("writexl")
# Guardar los datos resumen por cluster en un archivo Excel
write_xlsx(resumen_clusters, "resumen_por_cluster.xlsx")
# Guardar los datos con etiquetas de cluster asignadas en otro archivo Excel
write_xlsx(datos_clusterizados, "datos_clusterizados.xlsx")
```


Método del Codo
Suma de cuadrados intra-cluster (WSS)
2000
1750
1500
1250
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Número de clusters k


Cluster plot
Dim2 (10.1%)
Dim1 (15.2%)
cluster
1
2
3

# ANEXO 7: ENCUESTA



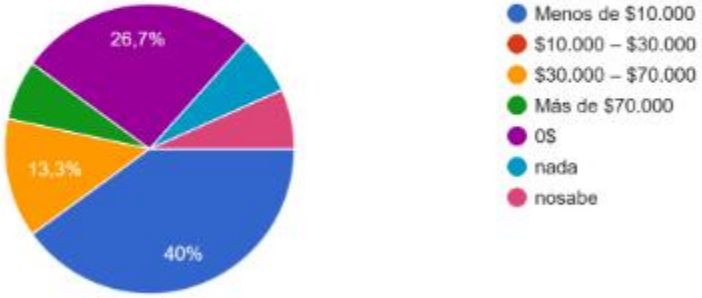
¿Cómo dispone actualmente estos residuos?

15 respuestas



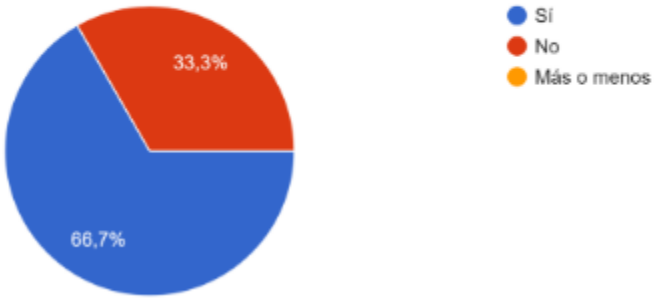

¿Cuánto gasta mensualmente en la disposición de residuos (aproximadamente)?

15 respuestas



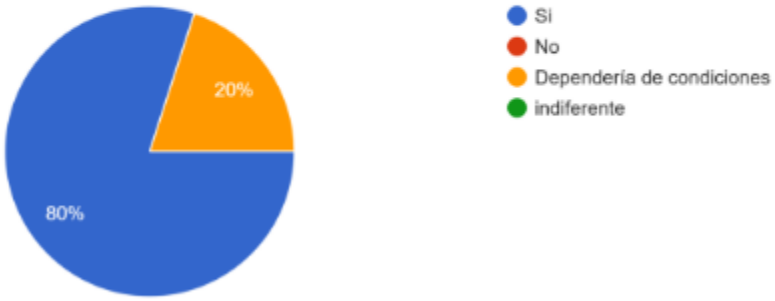

¿Conoce el concepto de economía circular?

15 respuestas



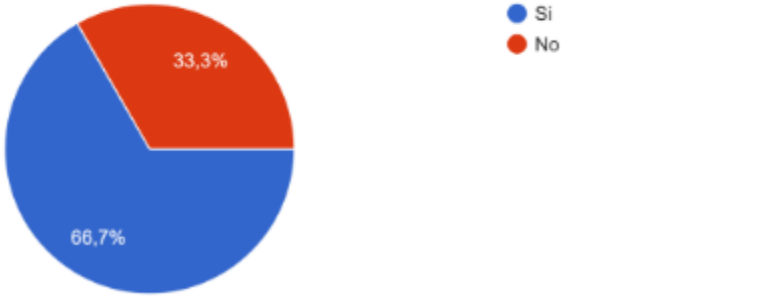
¿Vería posible implementar un sistema de separación y recolección de residuos orgánicos crudos en su establecimiento?

15 respuestas



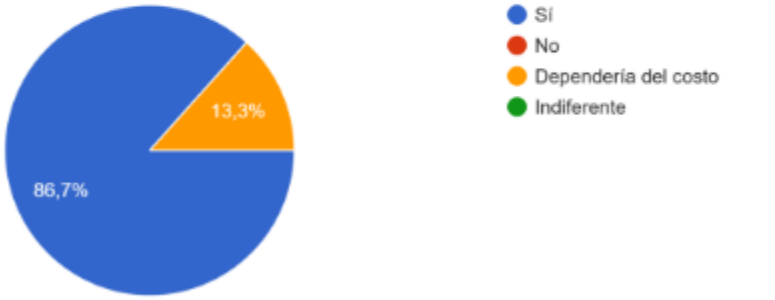

¿Tiene espacio físico para almacenar temporalmente los residuos separados?

15 respuestas



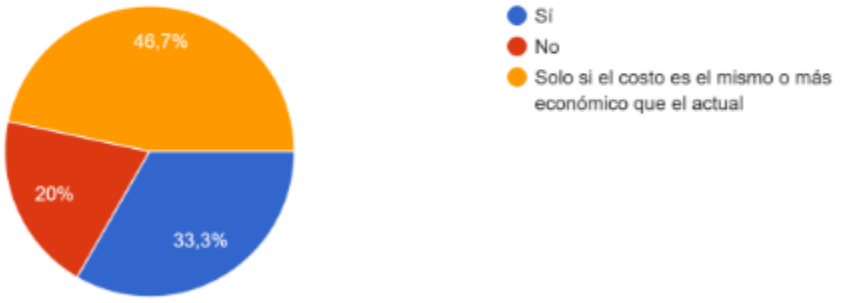

¿Le parecería viable integrarse a una red colaborativa de empresas que aproveche estos residuos como insumo productivo?

15 respuestas



Si existiera un servicio de recolección de residuos orgánicos con trazabilidad y certificación, ¿estaría dispuesto/a a pagar por él?

15 respuestas




En base a su experiencia o percepción, ¿Cuál cree que podría ser un valor mensual razonable para este servicio, considerando que reemplaza o complementa el retiro actual de residuos?

12 respuestas

