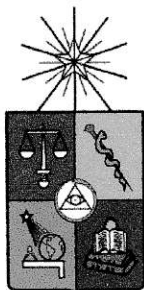


UCH - Q. Ambiental
M491p
C.1



UNIVERSIDAD DE CHILE - FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA DE PREGRADO

“PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA COMUNA DE TALAGANTE”

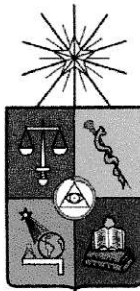
Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental.

ANDREA CATALINA MEDINA VALERIA

Directora del Seminario de Título:
Ing. Agrónomo Victoria Arqueros Moreno

Profesor Patrocinante:
Mag. Julio Hidalgo Carvajal

Junio 2014
Santiago – Chile



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por la Srta

ANDREA CATALINA MEDINA VALERIA

"PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS ORGÁNICOS PARA LA COMUNA DE TALAGANTE"

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Químico Ambiental.

Ing. Agrónomo Victoria Arqueros Moreno
Director Seminario de Título

Una firma manuscrita en tinta negra sobre una línea horizontal.

Mag. Julio Hidalgo Carvajal
Profesor Patrocinante

Una firma manuscrita en tinta negra sobre una línea horizontal.

Comisión Revisadora y Evaluadora

Dra. Isel Cortés Nodarse
Presidente Comisión

Una firma manuscrita en tinta negra sobre una línea horizontal.

M. Cs Héctor Bravo Vergara
Corrector

Una firma manuscrita en tinta negra sobre una línea horizontal.

Santiago de Chile, junio 2014



Nace un 15 de junio de 1987, en la comuna de Las Condes. Vivió desde sus primeros años en Talagante, comuna que la vio criarse y formarse como una persona con carácter y decidida en sus objetivos.

Sus estudios los inició en el jardín Las Brujitas, para luego continuar su enseñanza básica y media en el Colegio Alcántara de Talagante. La educación recibida más el apoyo de sus padres le permitió ingresar a estudiar la carrera de Química Ambiental en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile.

En la Universidad, los distintos profesores, áreas del conocimiento cursadas, amigos, compañeros y entorno le entregaron herramientas de gran valor para su desarrollo profesional, académico y personal.

Dedicado a mi padres, tatá y hermanos que me han acompañado y apoyado en este largo camino, los quiero...

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mis padres por apoyar cada decisión que he tomado y estar siempre acompañando los pasos que he dado durante mi vida. A mi tatá por alimentar mis deseos de avanzar. A mis hermanos Claudia y Mario por su ayuda y soporte incondicional no solo en este proceso académico que hoy culmina sino en todos los aspectos de mi vida.

Agradecer a la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato de la Municipalidad de Talagante y en especial a su Directora Sra Victoria Arqueros M, por darme la oportunidad de realizar mi seminario de título con ellos. A Julio, Naty y los Juanes por su colaboración, disposición y buena energía en el proceso.

Agradezco a los profesores correctores Isel Cortés y Héctor Bravo, y a mi profesor patrocinante Julio Hidalgo por sus conocimientos y aportes a mi trabajo. Especialmente agradezco a la profesora Sylvia Copaja, por su enseñanza y dedicación a lo largo de mi formación profesional.

Por último, agradecer a todos con los que he compartido durante todo este tiempo, que de una u otra forma han sido parte de este gran aprendizaje académico y personal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Revisión Bibliográfica	5
1.1.1 Legislación nacional sobre residuos sólidos	5
1.1.2 Tipos de manejo de residuos orgánicos	8
- Compostaje	9
- Vermicompostaje	11
1.1.3 Manejo de residuos orgánicos	12
1.1.4 Planta de compostaje	13
1.1.5 Ejemplos nacionales de manejo de residuos orgánicos	14
1.2 Hipótesis	16
1.3 Objetivo general	17
1.4 Objetivos específicos	17
II. MATERIALES Y MÉTODOS	18
2.1 Área de estudio	18
2.2 Otros materiales	19
2.3 Métodos	19
2.3.1 Evaluar el comportamiento y manejo de generación de residuos sólidos domiciliarios por parte de la población de la comuna de Talagante	19
2.3.2 Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Talagante	21
2.3.3 Diseñar las bases para la implementación de un plan de manejo de residuos orgánicos en la comuna de Talagante	25
2.3.4 Análisis estadístico	25

III. RESULTADOS	26
3.1 Caracterización población de la comuna de Talagante	26
3.1.1 Identificación de conceptos	28
3.1.2 Manejo de residuos	28
3.1.3 Visión de la población	30
3.2 Caracterización residuos sólidos domiciliarios (RSD)	31
3.2.1 Zona rural	31
3.2.2 Zona urbana	33
- Zona poniente	33
- Zona centro	35
- Zona oriente	37
- Zona urbana de la comuna de Talagante	39
3.2.3 Resumen caracterización RSD en la comuna de Talagante	39
- Generación residuos sólidos domiciliarios (RSD)	39
3.3 Residuos sólidos domiciliarios depositados en relleno sanitario	42
3.4 Generación de poda, mantención de áreas verdes y ferias libres	44
3.5 Factibilidad de la planta de compostaje	45
3.6 Técnicas de compostaje	46
- Biorreactor de compostaje prefabricado modular (BRCP)	47
- Vermicompostaje	48
3.7 Diseño planta de compostaje	49
IV. DISCUSIÓN	51
V. CONCLUSIONES	62

VI. BIBLIOGRAFÍA	64
VII. ANEXOS	68
Anexo I	69
Anexo II	71
Anexo III	73
Anexo IV	74

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Ventajas y desventajas del compostaje	10
TABLA 2: Ventajas y desventajas del vermicompostaje	11
TABLA 3: Niveles de compostaje	12
TABLA 4: Delimitación zona urbana de la comuna de Talagante	22
TABLA 5: Clasificación RSD	23
TABLA 6: Clasificación de plásticos	24
TABLA 7: Caracterización de población encuestada en la comuna de Talagante	27
TABLA 8: Identificación de conceptos de la población encuestada en la comuna de Talagante	28
TABLA 9: Residuos reciclados en la comuna de Talagante	29
TABLA 10: Conocimiento de disposición final y uso de recolección de voluminosos en la comuna de Talagante	29
TABLA 11: Visión de la población encuestada frente a la responsabilidad de los residuos en la comuna de Talagante	30
TABLA 12: Necesidad por parte de la población de un punto limpio en la comuna de Talagante	30
TABLA 13: Resultados muestras zona rural, Lonquén	32
TABLA 14: Resultados muestras zona poniente de la comuna de Talagante	34
TABLA 15: Resultados muestras zona centro de la comuna de Talagante	36
TABLA 16: Resultados muestras zona oriente de la comuna de Talagante	38
TABLA 17: Tonelaje de RSD comuna de Talagante	43
TABLA 18: Factibilidad técnica planta de compostaje para la comuna de Talagante	46
TABLA 19: Características del BRCP	47
TABLA 20: División zona urbana comuna de Talagante	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Proceso de descomposición de la materia orgánica.	8
FIGURA 2: Mapa comuna de Talagante	18
FIGURA 3: Porcentajes de RSD para la zona rural de la comuna de Talagante	32
FIGURA 4: Porcentajes de RSD en la zona poniente de la zona urbana de la comuna de Talagante	34
FIGURA 5: Porcentajes de RSD en la zona centro de la zona urbana de la comuna de Talagante	36
FIGURA 6: Porcentajes de RSD en la zona oriente de la zona urbana de la comuna de Talagante	38
FIGURA 7: Porcentajes de RSD de la zona urbana de la comuna de Talagante	39
FIGURA 8: Tipos de plásticos generados en la comuna de Talagante	40
FIGURA 9: Porcentajes de RSD en los distintos sectores de la comuna de Talagante	41
FIGURA 10: Porcentajes promedios de RSD de la comuna de Talagante	42
FIGURA 11: Tonelaje RSD comuna de Talagante, período 2005-2012	43
FIGURA 12: Lugar de depósito actual de residuos de mantención de áreas verdes	44
FIGURA 13: Biorreactor de compostaje prefabricado modular	48
FIGURA 14: Lombricultera cargada de compost	49
FIGURA 15: Diseño de planta de compostaje para la comuna de Talagante	50
FIGURA 16: Zona urbana de la comuna de Talagante.	71
FIGURA 17: Zona poniente de la comuna de Talagante	71
FIGURA 18: Zona centro de la comuna de Talagante	72
FIGURA 19: Zona oriente de la comuna de Talagante	72
FIGURA 20: Sector rural. Lugar de toma de muestra, Lonquén. Comuna de Talagante	73

FIGURA 21: Recolección RSD zona rural, Lonquén. Comuna de Talagante	74
FIGURA 22: Recolección RSD zona rural, Lonquén. Comuna de Talagante	74
FIGURA 23: Recolección zona urbana, sector poniente de la comuna de Talagante	75
FIGURA 24: Recolección RSD, zona urbana, sector oriente de la comuna de Talagante	75
FIGURA 25: Lutocar de 360 litros	76
FIGURA 26: Camioneta de transporte para recolección de RSD	76
FIGURA 27: Balanza digital	77
FIGURA 28: Proceso de pesaje de bolsas de basura	77
FIGURA 29: Proceso de separación de RSD	78

LISTA DE ABREVIATURAS

3R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

APC: Asistencia para proyectos comunitarios de seguridad humana.

BRCP: Biorreactor de compostaje prefabricado modular.

CEMPRE: Compromiso Empresarial para el Reciclaje.

CSM: Consorcio Santa Marta.

DAO: Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Municipalidad de Talagante.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

INECC: Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, México D.F.

MAGRAMA: Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y Marino.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

REP: Responsabilidad Extendida del Productor.

RSD: Residuos sólidos domiciliarios.

RSU: Residuos Sólidos Urbanos.

SNCAE: Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos

RESUMEN

Hoy en día existe un nuevo desafío que busca crear conciencia y hacer ambientalmente responsable a la población de los residuos que genera, lo que hace imperioso tener planes de manejo para disminuir el impacto que estos producen.

Debido a esto, el siguiente proyecto tiene como objetivo desarrollar un plan de manejo de residuos orgánicos para la comuna de Talagante, teniendo como finalidad un desarrollo sostenible de los nuevos planes en materia medio-ambiental en la comuna.

Para ello, se analizó a la población de la comuna de Talagante determinando que un 41,75% de la población reconoce lo que es separación de origen, un 74,52% recicla algún residuo y un 7,48% de la población recicla materia orgánica. Además, la población de la comuna tiene un per-cápita de 0,80 kg/habitante-día, principalmente materia orgánica (55,25%) y en menor cantidad residuos de latas y aluminio (1,32%) y tetra pak (0,62%).

Finalmente, el plan de manejo de residuos más óptimo y compatible con las características de la población y sus necesidades, es un sistema mixto con un biorreactor de compostaje prefabricado modular (BRCP) y lombriculteras (vermicompostaje).

Palabras claves

Residuos sólidos domiciliarios, residuos orgánicos, compostaje, plan de manejo.

ABSTRAC

Nowadays, there is a new challenge looking to create awareness and make environmentally responsible to the people of their waste, this makes it imperative to have management plans to reduce the impact these residues generated.

Because of this, the next project is to develop a plan for organic waste management in the Talagante commune, having as purpose to establish a sustainable development in the environmental field in the commune.

Order to do this, the population of the commune of Talagante was analyzed determining a 41.75% of the population recognizes what is source separation, a 74.52% perform recycling of some residue and 7.48% of the population recycled organic waste. Furthermore, the population of commune it was determined that is generated 0.80 kg of waste per capita in a day, these residues are mainly composed of organic matter (55.25%) and least amount of aluminum (1.32%) and tetra pack (0.62%).

Finally, it can be concluded that the waste management plan that support characteristics and needs of the population is a mixed system with a modular prefabricated bioreactor composting (BRCP) and *lombriculteras* (vermicomposting).

Key words

Residential solid waste, organic waste, composting, management plan.

I. INTRODUCCIÓN

La Constitución Política de la República de Chile, en su artículo 19 N° 8, señala “El derecho a vivir en un ambiente libre de contaminación”, sin embargo la vida moderna, las nuevas tecnologías y la mejora en la calidad de vida de la población ha llevado consigo un aumento en la generación de residuos sólidos y su disposición final se ha convertido en los últimos años en un problema por solucionar.

Hoy en día Chile cuenta con normativas y leyes que regulan la gestión de los residuos sólidos, desde la ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente del año 1994, que los incorpora al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) en su artículo 10 letras i) y o) hasta la ley orgánica de municipalidades N°18.695. Esta última estipula, que son las municipalidades las encargadas de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) (Ley orgánica de municipalidades, 2006).

En general se entiende como RSD, a aquellos residuos que se generan de forma habitual en una casa habitación, tales como papeles, cartón, vidrio, restos de alimentos, plásticos, entre otros, donde además, se incluyen los residuos producidos por oficinas, establecimientos educacionales, locales comerciales y similares (CONAMA, 2005). Otro tipo de residuos que generan gran cantidad de materia orgánica son los denominados residuos municipales que provienen principalmente de las podas, residuos de ferias libres, mantenimiento de áreas verdes y limpieza de calles en general, algunas veces también son incorporados en la definición de RSD (CONAMA,

2005). Otra definición, agrupa a los RSD y municipales, denominándolos como residuos sólidos urbanos (RSU) (Mendoza y col, 1998).

También, se encuentran los residuos voluminosos tales como refrigeradores, colchones, televisores, etc., que la población ya no ocupa y los cuales generalmente no son eliminados adecuadamente. Estos residuos terminan por ejemplo, en riberas de ríos o sitios eriazos formando vertederos o micro basurales ilegales (CONAMA, 2005).

Según datos entregados por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA, 2011) los RSD están compuestos principalmente de materia orgánica (48%), seguidos por plásticos (11%), otros residuos (11%), papeles y cartones (10%), vidrios (7%), voluminosos (7%), metales (3%) y telas (3%). Lo que muestra que más del 70% del material producido como RSD son elementos que pueden ser reciclados y tratados antes de llegar a los rellenos sanitarios. El promedio de RSD producido a nivel nacional es de 1,4 kg/ habitante-día (MMA, 2011).

La comuna de Talagante, cuenta con un servicio externo de recolección y transporte de RSD (realizado por la Empresa C.T.S.) y la disposición final de los residuos se realiza en el relleno sanitario Santa Marta (DAO, 2013).

El relleno sanitario Santa Marta, se encuentra ubicado en el predio Rústico Santa Elena de Lonquén de la comuna de Talagante (CSM, 1998), y es el lugar donde se disponen los residuos producidos por la población, principalmente de la zona sur de la región Metropolitana. Sin embargo, se hace necesario ser más eficientes e implementar planes de manejo para los RSD, separándolos en materiales inorgánicos

y orgánicos, pudiendo algunos de ellos ser tratados mediante diversos procedimientos que permiten reducir los residuos transportados al relleno sanitario. Con estas formas de tratamiento, lo que se hace es cumplir con las nuevas formas de jerarquización ambiental (MMA, 2010, 2011), donde el fin es la prevención, con la cual se busca evitar la generación del residuo, si esto no es posible se debe minimizar, utilizando el concepto 3R (reducir, reutilizar y reciclar). La materia que no pueda ser minimizada debe ser tratada por procedimientos tales como el reciclaje, compostaje, incineración, entre otros (MMA, 2011). Así, finalmente, llegarán al relleno sanitario solo una pequeña parte de los residuos generados, aumentando la vida útil de estos y disminuyendo los costos asociados al transporte y disposición por parte de los municipios (MMA, 2010).

En relación a los residuos voluminosos generados en la comuna de Talagante, el municipio presenta un sistema de recolección diaria, mediante la instalación de contenedores en distintos lugares de la comuna, los cuales pueden ser solicitados por la población¹. Así, diariamente los residuos voluminosos son recolectados y llevados para su disposición final por un camión recolector (DAO, 2013).

Por su parte, los residuos orgánicos domiciliarios, corresponden a la fracción de los RSD compuesta por restos de frutas, hortalizas, poda y jardín, entre otros, los cuales tienen como característica común que son fácilmente compostables (NCh 2880, 2004).

¹ El contenedor se solicita llamando o acercándose a la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato de la Municipalidad de Talagante.

Esto se produce debido a que en la descomposición de la materia orgánica se forma dióxido de carbono (CO_2), agua, elementos minerales y sustancias húmicas que facilitan este comportamiento (MAGRAMA, 2099).

Los residuos orgánicos cuando llegan al relleno sanitario, a pesar de las mejoras en las condiciones de estos, del aumento de legislación y fiscalización, producen emanación de olores producto de su descomposición, contaminación de napas subterráneas (por filtraciones de líquidos percolados), provocando malestares generalizados en la comunidad vecina al lugar, sin contar con la disminución de su calidad de vida y la baja en el precio de las viviendas (CONAMA, 2010).

Uno de los procesos más utilizados para tratar la materia orgánica es el compostaje, el cual consiste en una degradación controlada de factores tales como temperatura, humedad, pH, etc. (Biohuerto UC, 2011). Consiste en un proceso de tipo físico, químico y microbiológico de transformación de la materia orgánica producido en condiciones aeróbicas, cuyo resultado es generar compost, dióxido de carbono, agua, calor y la higienización del material final (NCh 2880, 2004).

Para una adecuada implementación de un plan de manejo, lo primero es realizar una caracterización de los residuos (CONAMA, 2001), es decir, conocer el tipo de residuo que elimina la comunidad y así establecer el mejor método para su tratamiento. En general, la comuna de Talagante genera una gran cantidad de residuos orgánicos por el estilo de vida de la población, de las actividades económicas, el crecimiento de las

feria libres, entre otras. A esto se suma la mantención de áreas verdes por parte del municipio, donde semanalmente se generan residuos de poda y corte de pasto.

La implementación del plan de manejo de residuos orgánicos debe ser un proceso integral que no solo involucre las políticas municipales sino que se acompañe de educación ambiental a la comunidad, donde se enseñe a ser responsable de los residuos que genera, se interese por como éstos son tratados y cuál es el destino final de ellos. Todos estos procesos, tienen como finalidad mejorar la calidad de vida de la población y crecer como comuna con una visión de desarrollo sostenible.

1.1 Revisión bibliográfica

1.1.1 Legislación nacional sobre residuos sólidos

La legislación relacionada con el manejo de los RSD a nivel nacional está definida por normativas, códigos y disposiciones legales vigentes. Por su parte, los temas relacionados al manejo y fiscalización de los RSD, son aspectos de competencia directa de los servicios de salud (SESMA, en la región Metropolitana) y de los municipios a nivel comunal (Instituto del Medio Ambiente, GYLANIA, 2001).

- Código sanitario, en su artículo 4 indica que son las municipalidades las encargadas de atender los asuntos de orden sanitario y se establecen sus atribuciones y obligaciones sanitarias. El artículo 11, letra b) señala que son los municipios los encargados de recolectar, transportar y eliminar las basuras, residuos y desperdicios

que se depositen o produzcan en la vía urbana. El párrafo III del título II del código en sus artículos del 78 al 81, se refieren a los desperdicios y basuras (MINSAL, 2011).

- Decreto ley N° 3.063/79, establece normas sobre rentas municipales, donde se indica la facultad de los municipios de cobrar por la extracción de basura y aseo domiciliario en las comunas (artículos 5 al 11) (Ministerio del Interior, 1979).
- Ley N° 18.695, ley orgánica de municipalidades de 1988, la cual indica en su artículo 3 letra f), como función de las municipalidades los temas de aseo y ornato de la comuna. Además, dice que son las municipalidades las encargadas de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domiciliarios (Ley 18.695, 1988).
- Decreto Supremo N° 685/92, ratifica el “Convenio de Basilea” sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Indica que “los Estados deben tomar las medidas necesarias para que el manejo de los desechos peligrosos y otros desechos, incluyendo sus movimientos transfronterizos y su eliminación, sea compatible con la protección de la salud humana y del medio ambiente, cualquiera que sea el lugar de su eliminación” (Diario Oficial, 1992).
- Ley 19.300 sobre bases generales del medio ambiente del año 1994 (y su posterior modificación, ley 20.417 del año 2010), incorpora la regulación de los residuos sólidos al sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) en el artículo 10 letras i) y o). En el artículo 70 letra g) establece como responsabilidad del Ministerio del

Medio Ambiente proponer y formular normas, planes y programas en materia de residuos (Ley 19.300, 1994).

- Política de gestión integral de residuos sólidos domiciliarios, Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), del año 1997. Esta política busca integrar a todos los actores involucrados (Estado, comunidad, privados, etc.) en el manejo de los RSD, desde la base de la reducción, regularización y fiscalización, teniendo como objetivo el desarrollo sustentable (CONAMA, 2005).
- Política de gestión integral de residuos sólidos, del año 2005. La cual tiene como objetivo incentivar la valorización como componente fundamental para la minimización de los RSD (CONAMA, 2010).
- Decreto Supremo N° 189 del año 2008, regula las condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios, del Ministerio de Salud (MINSAL). El decreto establece regulaciones para evitar contingencias de carácter sanitarias ambiental, en relación a la disposición final de los RSD y asimilables, que permitan el desarrollo normal de las actividades de las zonas cercanas al relleno sanitario (MINSAL, 2008).
- Ley general de residuos del año 2010. Tiene como objetivo regular la gestión sustentable de residuos, orientada a la prevención de generación de residuos y el fomento de su valorización, con el fin de proteger el medio ambiente (MMA, 2010).

- Proyecto Ley marco para la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor (REP) del año 2013. Tiene como finalidad incorporar la valorización de los residuos, incluyendo instrumentos de gestión ambiental en la materia que entre algunas cosas aumente los niveles de reciclaje de los residuos que se disponen en rellenos sanitarios o vertederos ilegales. Además, de incorporar el concepto de REP (MMA, 2013).

1.1.2 Tipos de manejo de residuos orgánicos

El manejo de los RSD es uno de los nuevos desafíos para la población a nivel mundial. Dentro de los RSD se encuentran los residuos orgánicos, que llegan a los rellenos sanitarios para su disposición final, perdiendo los beneficios que pudiesen obtenerse de su descomposición. Para aprovechar los productos de la descomposición de la materia orgánica (Figura 1) existen diversas técnicas para su tratamiento. Entre las técnicas más comúnmente utilizadas por la comunidad se encuentran el compostaje y vermicompostaje (Biohuerto UC, 2011).

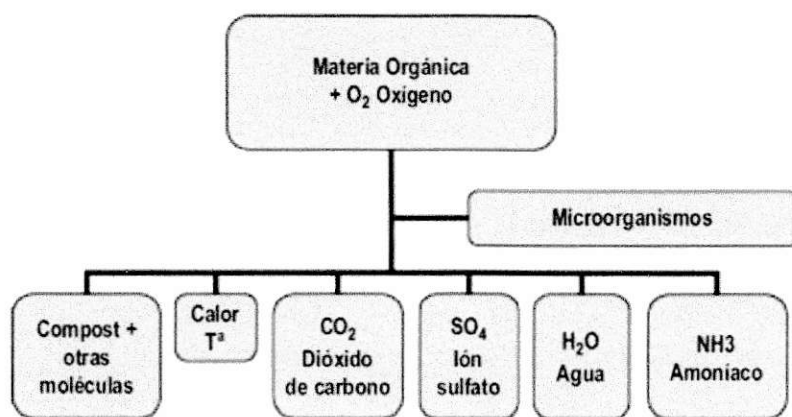


Figura 1: Proceso de descomposición de la materia orgánica (MAGRAMA, 2009).

➤ **Compostaje**

El objetivo del compostaje es lograr que la actividad de múltiples poblaciones de microorganismos trabajen en condiciones aeróbicas mesotérmicas entre 10° C y 40° C y termogénicas 40° C Y 75° C para asegurar la pasteurización del producto. Este proceso genera finalmente un producto estable, maduro, de color marrón oscuro o negro ceniza, sin olores desagradables, denominado compost. Los procesos deben ser letales para organismos patógenos, parásitos y elementos germinativos como esporas y semillas (NCh 2880, 2004).

La norma chilena 2880, define el compost como el producto que resulta del proceso del compostaje. Está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada, donde se reconoce su origen, puesto que se degrada generando partículas más finas y oscuras (NCh 2880, 2004). Las ventajas y desventajas del compostaje se presentan en la tabla 1.

Tabla 1: Ventajas y desventajas del compostaje (Martín, 1998).

Ventajas	Desventajas
Disminución de impactos por descomposición como el gas metano, dióxido de carbono, líquidos percolados y malos olores.	Debe contar con un sistema eficiente de separación de origen de residuos, para obtener un buen compost.
Disminución de posibles vectores cercanos al lugar de deposición final.	Algunos sistemas operacionales pueden ser de alto costo a corto plazo.
Aprovechamiento del material orgánico produciendo compost, nutriente que mejora física, química y biológicamente el suelo. Utilizado principalmente en la agricultura.	Disponibilidad de terreno.
El compost producido, puede ser utilizado en las áreas verdes y/o jardines de la comuna, disminuyendo los costos del uso de fertilizantes para su mantención.	Problemas de olor, por mal manejo en el proceso de compostaje.

Hay varios factores que intervienen en el proceso del compostaje, encontrándose como los más importantes la temperatura, humedad y aireación (MAGRAMA, 2009). La temperatura debe ser controlada para que cada etapa del proceso de descomposición de la materia orgánica se realice de forma óptima.

La humedad en el compostaje no debe ser elevada, ya que eliminaría el oxígeno presente, provocando cambio en el ambiente de aeróbico a anaeróbico, lo que no permitiría el desarrollo de los microorganismos y provocaría la putrefacción del compost y por lo tanto, generación de malos olores (MAGRAMA, 2009). Esto, último se relaciona con la aireación del compost, por lo que se debe constantemente mover los materiales para permitir el intercambio de oxígeno en el ambiente y además evitar la compactación de los residuos (Santos & Urquiaga, 2010).

➤ Vermicompostaje

El vermicompostaje (o lombricultura), es el proceso en el cual las lombrices son quienes se alimentan de los restos orgánicos en descomposición, de forma paralela a los microorganismos existente en el medio natural, tales como hongos, bacterias, levaduras. Las lombrices al digerir los residuos orgánicos, generan un abono rico en nutrientes, denominado humus. El cual, es usado como fertilizante para las plantas (Biohuerto UC, 2011).

La lombriz más utilizada para la producción de vermicompost es *Eisenia foetida*, conocida como lombriz roja californiana y tiene un promedio de vida de 15 años en condiciones óptimas de temperatura, pH y humedad. Además, se reproduce fácilmente (Biohuerto UC, 2011). En la tabla 2 se presentan ventajas y desventajas del vermicompostaje.

Tabla 2: Ventajas y desventajas del vermicompostaje (Santos & Urquiaga, 2010).

Ventajas	Desventajas
Su producto final, humus, es rico en nutrientes para uso en suelos y plantas.	Puede producir malos olores si se utiliza muchos residuos de alimentos.
Puede realizarse en cualquier época del año.	Se necesita tener mayor volumen de residuos orgánicos para procesar cantidades similares de compost.
Es una técnica de fácil manejo por parte de la población.	Las lombrices <i>Eisenia foetida</i> requieren de ciertas atenciones y cuidados.

1.1.3 Manejo de residuos orgánicos

El manejo de residuos orgánicos, sirve para aprovechar los residuos que se puedan tratar tales como restos de poda, de comida, residuos de jardín, entre otros. El tratamiento de estos componentes se realiza comúnmente mediante el compostaje. El cual, es un método sencillo y económico, que puede ser aplicado tanto a nivel municipal como doméstico. En general, el compostaje puede darse en tres niveles: compostaje industrial, colectivo y doméstico (Tabla 3).

Tabla 3: Niveles de compostaje (Alcolea & González, 2000).

Tipo	Características
Industrial	Se realiza a gran escala, utilizando una gran cantidad de materia orgánica. Las plantas usan distintos sistemas de descomposición, por ejemplo puede ser un digestor, túneles o pilas, según las necesidades.
Colectivo	Sistema de tratamiento intermedio entre el compostaje industrial y el doméstico, debido a la cantidad de materia orgánica tratada como por la cantidad de personal que se necesita para su funcionamiento. Los lugares donde se ubican generalmente son espacios comunes, tales como jardines, escuelas, plazas etc.
Doméstico	Se realiza en el jardín, huerto o terraza de una vivienda, con los residuos orgánicos generados a nivel familiar. Es un proceso sencillo y de bajo costo, solo requiere conocimientos básicos para realizarlo.



1.1.4 Planta de compostaje

Indistinto al tipo de tecnología que se utilice, hay ciertas consideraciones que deben tenerse en cuenta a la hora del diseño de una planta de compostaje, en menor o mayor escala, desde una planta a nivel industrial hasta una compostera domiciliaria. (CEMPRE, 1998):

- Recepción, sector donde se fiscaliza la entrada (residuos orgánicos) y salida del material (compost y/o humus). Aquí se debe tener una balanza, que si bien no es prioritaria en el proceso, permite tener un registro de la cantidad de materia prima que entra y de compost que sale.
- Patio de recepción, lugar de descarga y clasificación de los residuos.
- Patio de compostaje, lugar donde ocurre el tratamiento (descomposición microbiológica) de la materia orgánica.
- Acondicionamiento y almacenamiento, el acondicionamiento, se realiza tamizando el compost obtenido, para hacerlo más manejable y fácil de transportar. El almacenamiento debe realizarse bajo techo.
- Otras instalaciones, para un correcto funcionamiento de la planta, es necesario tener instalaciones eléctricas, instalaciones para los trabajadores que operen la planta, sistema de agua potable, baño, lugar de descanso, etc. Si el presupuesto lo permite instalar un pequeño laboratorio para analizar el compost obtenido.

1.1.5 Ejemplos nacionales de manejo de residuos orgánicos

En Chile, hay varias municipalidades que están optando por el tratamiento de los residuos orgánicos debido a las ventajas, tanto a nivel económico, como social, ya que la población juega un rol activo para el correcto funcionamiento de estos planes (MMA, 2011). La mayoría de estos planes comenzaron hace 10 años, y se encuentran en funcionamiento, aunque con algunas variantes, adaptándose a los nuevos tiempos y necesidades de la comunidad.

En la comuna de Talagante, se han realizado distintos proyectos sobre manejo de residuos orgánicos pero a nivel domiciliario, entregando composteras a familias que fueron capacitadas en el uso de estas. Los proyectos fueron impulsados por la Dirección de medio ambiente, aseo y ornato de la municipalidad de Talagante, en los años 1999, 2001, 2003 y 2004, entregándose un total de 250 composteras (Opazo, 2005). Recientemente, se está realizando un catastro de las composteras que siguen en funcionamiento (comienzo del catastro octubre del 2013).

La comuna de La Pintana, realiza un manejo de residuos orgánicos diferenciado para residuos de ferias y domiciliarios. Para el primero se usa un sistema de compostaje y para los residuos orgánicos domiciliarios se realiza un sistema mixto de compostaje y lombriculturas (vermicompostaje). El primer proyecto de compostaje fue en el año 1999 a nivel educativo y en el año 2002 postularon a fondos para la instalación de una planta de compostaje (Opazo, 2005), actualmente en funcionamiento.

En la comuna de La Reina comenzaron en el año 1992 con el tratamiento de los residuos orgánicos. La municipalidad facilitó el terreno de instalación y la recolección del material orgánico se realiza casa a casa, una vez a la semana además, de los residuos obtenidos en ferias libres y mantención de áreas verdes. En la actualidad cuenta con un programa de compostaje domiciliario donde se realizan diversos talleres de capacitación para la comunidad. Los productos generados, compost y humus, son utilizados por los vecinos en la formación de huertos comunitarios (CONAMA, 2006).

En la comuna de Conchalí, en el año 1996, se entregaron, composteras de uso domiciliario. La entrega fue acompañada de capacitación y de un plan de seguimiento al funcionamiento y uso de las composteras. El proyecto fue complementado con el reciclaje de algunos residuos inorgánicos, como papel, vidrio y cartón (Opazo, 2005).

La comuna de Providencia, presenta desde el año 2003 un programa de reciclaje de basura orgánica. El cual consiste en la entrega de composteras familiares a los vecinos de la comuna. El programa contó con el apoyo de Compost Chile (CONAMA, 2006).

La comuna de Maipú en el año 2005, mediante la capacitación y sensibilización de la comunidad por parte del municipio y con participación de empresas privadas, instalaron 10 composteras y 1 lombricultera de uso comunitario, generando compost y humus respectivamente, para fomentar la formación de huertos orgánicos comunitarios y construcción de más áreas verdes. También, cuenta desde el 2007, con un biorreactor de compostaje acelerado para tratar los residuos de ferias libres y de la Villa 4 Álamos (EMUH, 2013).

1.2 Hipótesis

Para disminuir los impactos producidos por la generación de residuos sólidos domiciliarios (RSD) en la comuna de Talagante es necesario contar con planes de manejo que permitan el tratamiento de estos residuos, lo que disminuiría la cantidad de residuos que son transportados al relleno sanitario Santa Marta.

1.3 Objetivo general

Desarrollar un plan de Manejo de residuos orgánicos para la Comuna de Talagante.

1.4 Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento y manejo de generación de residuos sólidos domiciliarios por parte de la población de la comuna de Talagante.
- Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Talagante.
- Diseñar bases para la implementación de un plan de manejo de residuos orgánicos en la comuna de Talagante.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la comuna de Talagante, perteneciente a la provincia de Talagante de la región Metropolitana. Ubicada en el valle central a 35 km. al sur- oeste de Santiago, entre los $33^{\circ} 37'$ y $33^{\circ} 47'$ de latitud sur y los $70^{\circ} 48'$ y $71^{\circ} 01'$ de longitud oeste. Sus límites están dados al norte por la comuna de Peñaflor; al sur por la comuna de Isla de Maipo, al este por la comuna de Calera de Tango y al oeste por la comuna de El Monte.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para el periodo 2009 la comuna de Talagante presentaba 74.844 habitantes, de los cuales el 21% vivía en zonas rurales y 79% en sectores urbanos (CASEN, 2009).



Figura 2: Mapa Comuna de Talagante (Mapas Google).

2.2 Otros materiales

Para la caracterización de residuos y la correspondiente toma de muestras se utilizaron materiales tales como lutocares (contenedores) de 360 litros, guantes, mascarillas, contenedores pequeños, balanza digital, plumones, libretas, y computador para procesar los datos.

La revisión bibliográfica se realizó con libros, documentos, publicaciones, tesis y legislación nacional que aborden las temáticas correspondientes al manejo y/o tratamiento de residuos sólidos domiciliarios (RSD).

2.3 Métodos

2.3.1 Evaluar el comportamiento y manejo de generación de residuos sólidos domiciliarios por parte de la población de la comuna de Talagante

La conducta de la población en cuanto a la generación de residuos y su visión frente a las problemáticas medio ambientales asociadas, se analizó mediante una encuesta cerrada.

La encuesta de "Caracterización de residuos domiciliarios" (Anexo I), se realizó en las zonas rural y urbana de la comuna de Talagante. Tiene como objetivo determinar la relación entre el nivel socioeconómico y la generación de residuos, obteniéndose

información sobre el comportamiento y conocimiento de la ciudadanía frente a la temática.

La encuesta consta de 16 preguntas, que buscan caracterizar a la población, identificando entre otros aspectos el nivel socioeconómico. Además, es específica sobre el tema de residuos, contemplando preguntas que ayudan a determinar el conocimiento de términos técnicos y nivel de educación ambiental por parte de la población, además de saber que hacen con los residuos que generan. En la encuesta se utilizó el término basura como sinónimo de residuo para un mejor entendimiento por parte de los encuestados.

El tamaño de la muestra es el número de individuos a los cuales se debe encuestar. La fórmula utilizada fue (Spiegel & Stephens, 2005):

$$Tamaño_{muestra} = \frac{k^2 Npq}{e^2(N-1) + k^2 pq}$$

donde N: tamaño de la población.

k: Constante dependiente del nivel de confianza.

p: Proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio.

q: Proporción de individuos que no poseen esa característica.

e: Error.

La población de la comuna de Talagante se estimó en aproximadamente 78.887 habitantes (INE, 2012), considerando un margen de error del 5% y un nivel de confianza del 95%, el tamaño muestral calculado fue de 400 personas, con la cual se obtuvieron estimaciones y análisis estadísticos confiables.

Para lograr ese nivel de participación se abarcó la comuna mediante entrega de encuestas a apoderados y/o jefes (as) de hogar de diferentes establecimientos de la comuna (municipales, particulares subvencionados y particulares pagados). Además, de encuestar a distintas personas que viven en la comuna, tanto en la zona rural como urbana. Finalmente, se utilizó la plataforma de internet, usando, las redes sociales y correos electrónicos. Paralelamente, se creó una encuesta on-line para los funcionarios de la municipalidad de Talagante. La entrega y circulación de la encuesta se realizó en un período de 3 meses.

2.3.2 Caracterizar los residuos sólidos domiciliarios de la comuna de Talagante

La caracterización de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) generados por la comuna de Talagante, se realizó contemplando la zona rural y urbana (Anexo II), ya que se infirió que los residuos generados por ambos sectores difieren en contenido y cantidad. Para ello, se dividió la comuna en su zona urbana en 3 sectores: zona poniente, zona centro y zona oriente (Anexo II), delimitado de la siguiente forma (Tabla 4):

Tabla 4: Delimitación zona urbana de la comuna de Talagante.

Zona	Ubicación
Poniente	Desde Calle Uno Poniente hasta Libertad.
Centro	Desde Libertad hasta Darwin Vargas.
Oriente	Desde Volcán Maipo hasta San Luís.

Las delimitaciones de la zona urbana de la comuna de Talagante, se realizaron en función de los días de recolección de RSD por parte de la empresa encargada.

Luego para la caracterización de los RSD se realizaron los siguientes procedimientos:

- Recolección de basura en la zona urbana, con muestras tomadas dos veces a la semana para las zonas oriente y poniente de la comuna, en la zona centro se tomaron tres muestras a la semana. En el sector C1 (Anexo III) se realizaron dos muestreos.
- Recolección de basura en la zona rural, se tomaron dos muestras a la semana.
- La basura se recolectó en lutocares de 360 litros, en todas las zonas muestreadas. Para la zona centro, en el sector C1, la toma de muestra contempló dos lutocares por muestreo.
- La toma de las muestras se realizó de forma aleatoria en cada sector delimitado (Anexo IV).
- Se pesó en balanza digital cada bolsa recolectada.








- El contenido de las bolsas de basura, se separó en distintos componentes. Los residuos se separaron en 10 grupos, los cuales fueron:

Tabla 5: Clasificación RSD.

Nº Grupos	Grupos por contenido
1	Latas, aluminio y metal.
2	Plásticos.
3	Cartón y papel (revistas, papel blanco, papel craft, etc.).
4	Tetra pak.
5	Textil.
6	Higiene (papel higiénico, pañales, higiene femenina, servilletas, toallas de papel).
7	Vidrio.
8	Tierra (cenizas, piedras, cerámicos. Colillas etc.).
9	Materia orgánica (restos de comida en general, huesos, ramas, heces de mascotas, etc.).
10	Otros (todos los materiales que no entran en las clasificaciones anteriores).

Los plásticos se clasifican de la siguiente manera (Tabla 6):

Tabla 6: Clasificación de plásticos.

Plástico	Símbolo	Contenido
PET		Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, artículos de farmacia, bandejas, etc.
PEAD/ HDPE		Envases de alimentos, detergentes, artículos para el hogar, shampoo, bolsas, juguetes, cascos, rodilleras.
PVC		Marcos de ventanas, tuberías rígidas, tarjetas de créditos, cables aislantes, mangueras.
PEBD/LDPE		Sacos y bolsas plásticas, film para invernaderos, juguetes, vasos, platos, cubiertos.
PP		Tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Artículos de bazar y menaje.
PS		Envases de yogur, cajas de CD, cuchillas de afeitar, recipientes de comidas, envases de alimentos congelados, rellenos.
Otros		Adhesivos e industria plástica, asas de recipientes, espuma de colchones, enchufes, ensaladeras, etc.

- El contenido de cada grupo fue pesado en balanza digital (Anexo IV).

Todos los procedimientos previos permitieron realizar las estimaciones correspondientes sobre generación de RSD en la comuna de Talagante.

La cantidad de residuos generados por la población rural y urbana de la comuna de Talagante y su comportamiento se realizó mediante la revisión de papeletas (ticket) de ingreso de residuos depositados en el relleno sanitario Santa Marta y en la estación de transferencia de los camiones recolectores de la empresa C.T.S., desde el año 2005 al 2013.

2.3.3 Diseñar las bases para la implementación de un plan de manejo de residuos orgánicos en la comuna de Talagante

Con los datos obtenidos de la caracterización de la población y de los RSD generados, se desarrolló un plan de manejo de residuos orgánicos tales como restos de poda, ferias libres y domésticos, que sea más óptimo y eficiente para la comuna de Talagante.

2.3.4 Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para los datos obtenidos en el proceso de encuesta y caracterización de residuos. Ordenando los datos en tablas y gráficos que permitieron un adecuado manejo de la información (Glantz & Slinker, 2001).

III. RESULTADOS

3.1 Caracterización de la población de la comuna de Talagante

Para la elección de un plan de manejo de residuos orgánicos que sea compatible con la población de la comuna de Talagante, se utilizó como herramienta la implementación de una encuesta cerrada que permitió conocer el comportamiento y conocimiento de la población en relación a la generación de RSD.

Del universo de población encuestada, un 62,25% corresponden al género femenino y un 37,75% al masculino. De estas un 73% vive en la zona urbana y un 27% en la zona rural de la comuna de Talagante. Los encuestados corresponden principalmente al rango etario que va entre los 41 y 65 años (33%). En cuanto, a sus niveles de estudios un 42% de la población presenta solo enseñanza media y un 23,25% es profesional universitario. En relación al ingreso mensual del grupo familiar el 15,25% percibe menos de 250 mil pesos, el 23,5% entre 451 mil y 680 mil pesos, mientras que un 21,5% tiene un ingreso superior al millón de pesos mensuales (Tabla 7).

Tabla 7: Caracterización de la población encuestada en la comuna de Talagante.

Característica	Variables	N° habitantes	Porcentaje (%)
Género	Femenino	249	62,25
	Masculino	151	37,75
Zona de residencia	Rural	108	27,00
	Urbana	292	73,00
Edad	Menos de 18 años	79	19,75
	Entre 18 y 25 años	53	13,25
	Entre 26 y 40 años	113	28,25
	Entre 41 y 65 años	132	33,00
	Más de 65 años	23	5,75
Nivel de estudios	Básica	45	11,25
	Media	168	42,00
	Técnica	54	13,50
	Técnica Universitaria	40	10,00
	Profesional Universitaria	93	23,25
Renta mensual del grupo familiar	Menos de 250 mil	61	15,25
	Entre 251 mil – 450 mil	86	21,50
	Entre 451 mil – 680 mil	94	23,50
	Entre 681 mil – 1 millón	73	18,25
	Más de 1 millón	86	21,50



3.1.1 Identificación de conceptos

La población encuestada identificó conceptos sobre residuos como RSD (55,5%) y en menor medida reconoció el término de “separación de origen” (41,75%) (Tabla 8).

Tabla 8: Identificación de conceptos de la población encuestada en la comuna de Talagante.

Concepto	Variable	Nº habitantes	Porcentaje (%)
Residuo Sólido Domiciliario (RSD)	Si	222	55,50
	No	178	45,50
Residuo Voluminoso	Si	197	49,25
	No	203	50,75
Separación de origen	Si	167	41,75
	No	233	58,25
Compost	Si	325	81,25
	No	75	18,75

3.1.2 Manejo de residuos

Un 72,33% de los encuestados bota sus residuos para ser recogidos por el camión recolector de basura, un 18,97% indica que recicla y/o reutiliza alguno de los residuos que genera, un 5,14% composta la materia orgánica y un 3,36% realiza algún proceso de quema.

Del total de encuestados un 74,52% indicó reciclar por lo menos un tipo de residuos y un 25,48% no realiza ningún tipo de reciclaje (Tabla 9).

Tabla 9: Residuos reciclados en la comuna de Talagante.

Tipo de residuos	N° de habitantes	Porcentaje (%)
Plástico	91	12,60
Materia orgánica	54	7,48
Papel	74	10,25
Latas	91	12,60
Botellas de vidrio	143	19,81
Cartón	85	11,77
Ninguno	184	25,48

Del destino final que tienen los RSD generados por la comunidad, un 57,25% de la población encuestada sabe el lugar donde son depositados y un 42,75% no sabe donde finalizan sus residuos (Tabla 10). Un 27% de la población ha utilizado el servicio de recolección de voluminosos que entrega la municipalidad de Talagante (Tabla 10).

Tabla 10: Conocimiento de disposición final y uso de recolección de voluminosos en la comuna de Talagante.

Disposición final	Variable	N° habitantes	Porcentaje (%)
RSD	Si	229	57,25
	No	171	42,75
Residuo voluminoso	Si	108	27,00
	No	292	73,00

3.1.3 Visión de la población

Las personas encuestadas consideraron que la comuna presenta problemas en relación a la basura (68,5%). Las cuales atribuyeron principalmente la responsabilidad al municipio en conjunto con la población (75,5%), un 15,25% que es responsabilidad de la municipalidad, un 8% cree que es la población en general y un 1,25% "otros" indicando a la empresa externa que presta los servicios de recolección como la única responsable (Tabla 11).

Tabla 11: Visión de la población encuestada frente a la responsabilidad de los residuos en la comuna de Talagante.

Responsable	N° de habitantes	Porcentaje (%)
Municipalidad	61	15,25
Población	32	8,00
Municipalidad y población en conjunto	302	75,50
Otro	5	1,25

En relación a la necesidad de un punto limpio o zona de reciclaje en la comuna de Talagante un 98,25% de los encuestados cree que es necesario (Tabla 12).

Tabla 12: Necesidad por parte de la población de un punto limpio en la comuna de Talagante.

	Variable	N° habitantes	Porcentaje (%)
Punto limpio	Si	393	98,25
	No	7	1,75

3.2 Caracterización residuos sólidos domiciliarios (RSD)

La caracterización de RSD es un procedimiento fundamental para reconocer la necesidad o no de un plan de manejo, ya sea a menor o mayor escala.

La comuna de Talagante se dividió en 4 zonas (poniente, oriente, centro y rural) por lo tanto, los resultados se presentan para cada zona y finalmente se determinan los porcentajes de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) totales para la comuna.

3.2.1 Zona rural

Esta zona presenta una población bastante heterogénea, se mezclan parcelaciones con casas habitacionales de gran tamaño con otras más modestas y con zonas de viviendas sociales. La recolección de basura, se realizó en un lugar de similares características de edificación para un mejor análisis.

Se realizaron 2 tomas de muestras en la zona rural, las cuales fueron realizadas en un sector de Lonquén (Anexo II). El camión recolector de basura pasa 2 veces a la semana, por lo que las muestras se tomaron los días lunes y jueves de la misma semana, con anticipación al paso del camión. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 13. De acuerdo a los resultados obtenidos (Figura 3) se observó una mayor tendencia a la generación de residuos de origen orgánico (65%), compuesto principalmente de alimentos sin procesar. Seguido de los elementos de higiene (10,74%), correspondiendo principalmente a pañales de niños.

Tabla 13: Resultados muestras zona rural, Lonquén.

Componente	Día 1 (kg)	Día 2 (kg)	Total (kg)	Porcentaje %
Latas, aluminio, metal	0,875	0,401	1,276	1,20
Plásticos	3,823	3,632	7,455	7,02
Cartón y papel	1,878	1,774	3,652	3,44
Tetra pak	0,351	0,159	0,510	0,48
Textil	1,612	1,282	2,894	2,73
Higiene	4,848	6,558	11,406	10,74
Vidrio	1,347	0,324	1,671	1,57
Tierra	2,378	3,675	6,053	5,70
Materia orgánica	24,21	44,838	69,048	65,04
Otros	0,846	1,351	2,197	2,07
Total (kg)	42,169	63,994	106,163	100%

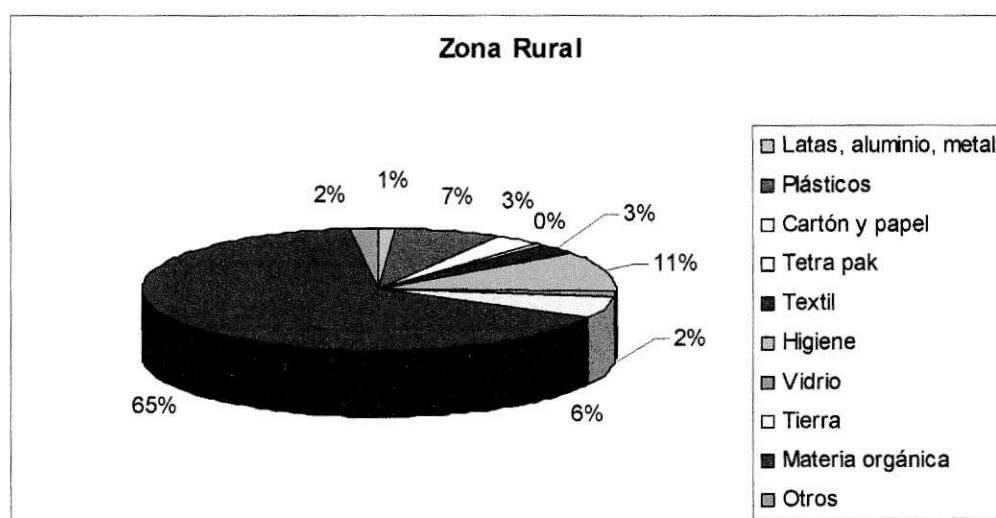


Figura 3: Porcentajes de RSD para la zona rural de la comuna de Talagante.

3.2.2 Zona urbana

La zona urbana de la comuna de Talagante se dividió en 3 zonas (Anexo II) poniente, centro y oriente:

➤ Zona poniente

La zona poniente se caracteriza por tener varias poblaciones nuevas, uniéndose a poblaciones más antiguas, es una zona de alta densidad poblacional.

Cuenta con recolección 2 veces a la semana. El muestreo se realizó antes del paso del camión recolector de basura, en los tres sectores delimitados (Anexo II). Los tres sectores muestreados en la zona poniente de la comuna (P1, P2 y P3), no presentan grandes diferencias en la generación de residuos (Tabla 14). La mayor diferencia se aprecia en la sección de higiene en el sector P1, el cual presenta mayor cantidad de poblaciones nuevas, encontrándose principalmente pañales de niños. Así, en la zona poniente de la comuna de Talagante la materia orgánica es la predominante (53,69%) y en menor medida tetra pak (0,56%) (Figura 4).

Tabla 14: Resultados muestras zona poniente de la comuna de Talagante.

Sector Componente	Poniente P1(kg)	Poniente P2 (kg)	Poniente P3 (kg)	Total (kg)	Porcentaje %
Latas, aluminio, metal	0,448	0,689	0,736	1,873	1,14
Plásticos	3,496	6,078	5,239	14,813	8,99
Cartón y papel	1,640	2,582	4,093	8,315	5,05
Tetra pak	0,245	0,311	0,369	0,925	0,56
Textil	5,683	4,234	7,426	17,343	10,53
Higiene	11,856	5,224	4,389	21,469	13,03
Vidrio	0,635	2,361	0,553	3,549	2,15
Tierra	0,995	4,419	2,005	7,419	4,50
Materia orgánica	24,244	24,455	39,739	88,438	53,69
Otros	0,321	0,000	0,256	0,577	0,35
Total (kg)	49,563	50,353	64,805	164,721	100%

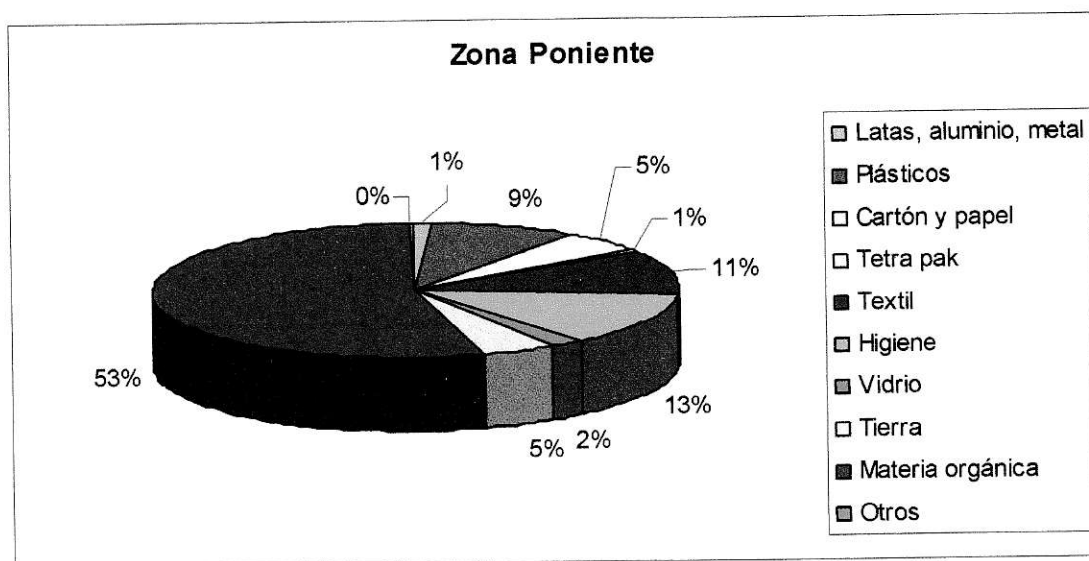


Figura 4: Porcentajes de RSD en la zona poniente de la zona urbana de la comuna de Talagante.

➤ **Zona centro**

Los sectores C2 y C3 presentan recolección 2 veces por semana. En cambio, el sector C1 la recolección es diaria (de lunes a sábado). Además, el sector C1, no solo presenta residuos generados en hogares sino también provenientes del sector comercial (oficinas, bancos, librerías, locales de comida, etc.). Por lo tanto, en los sectores C2 y C3 se tomaron muestras con 1 lutocar para cada uno, y para el sector C1 se tomaron dos muestras con 2 lutocares cada una (Tabla 15).

En el sector C1 se observó una menor generación de residuos orgánicos (47,72%), en comparación a los demás sectores y su composición principal son restos de comida, cortes de pasto y heces de mascotas. Hay un aumento significativo en el ítem de cartón y papel, debido a la presencia de tiendas comerciales, bancos, oficinas, etc. Los residuos plásticos, son mucho más predominantes en el sector C1 que en los dos sectores restantes (C2 y C3), aquí se encontraron una mayor cantidad de bolsas, envases de bebidas y envases de alimentos preparados (Figura 5).

Tabla 15: Resultados muestras zona centro de la comuna de Talagante.

Sector Componente	Centro C1 (kg)	Centro C2 (kg)	Centro C3 (kg)	Total (kg)	Porcentaje %
Latas, aluminio, metal	2,543	0,835	0,461	3,839	1,36
Plásticos	25,354	5,171	4,646	35,171	12,50
Cartón y papel	15,404	5,785	5,026	26,215	9,32
Tetra pak	1,689	0,493	0,637	2,819	1,00
Textil	14,141	1,493	1,483	17,117	6,09
Higiene	16,472	9,376	4,298	30,146	10,72
Vidrio	2,991	2,536	1,290	6,817	2,42
Tierra	11,623	2,438	6,502	20,563	7,31
Materia orgánica	66,465	23,528	30,173	120,166	42,72
Otros	17,095	0,847	0,469	18,411	6,55
Total (kg)	173,777	52,502	54,985	281,264	100%

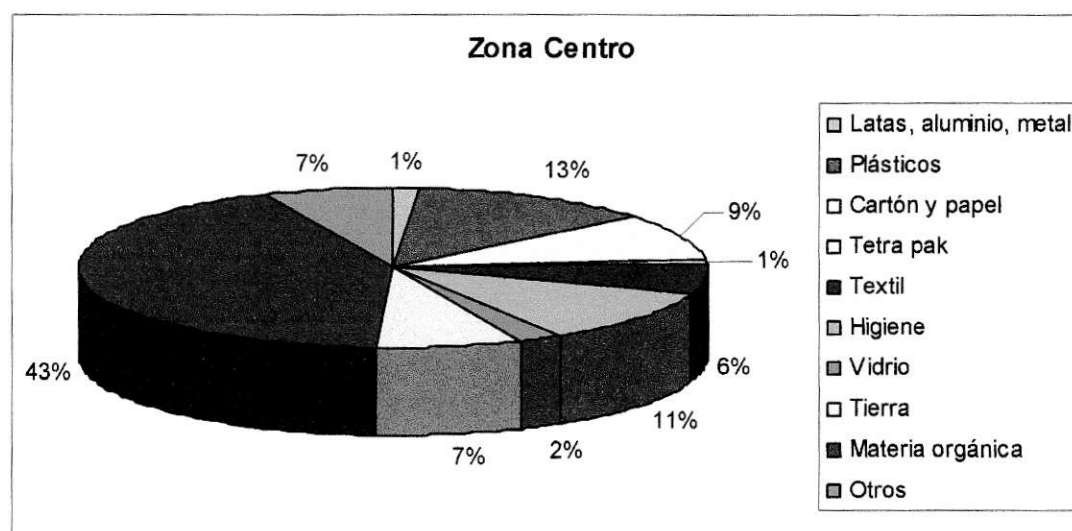


Figura 5: Porcentajes de RSD en la zona centro de la zona urbana de la comuna de Talagante.

➤ **Zona oriente**

La recolección de RSD es realizada 2 veces por semana por el camión recolector de basura. Es una zona con características "dormitorio", ya que su población mayormente se desplaza hacia sectores fuera de la comuna para trabajar y/o estudiar durante el día.

La composición de materia orgánica es comida envasada y procesada además, de presencia de restos de pastos y hojas propias del mantenimiento de los jardines de las residencias. El sector O2, cuenta con un lugar de parcelaciones, por lo que se observó un aumento en la generación de plásticos (Tabla 16, Figura 6), especialmente bolsas y envases de alimentos.

Tabla 16: Resultados muestras zona oriente de la comuna de Talagante.

Sector Componente	Oriente O1 (kg)	Oriente O2 (kg)	Total (kg)	Porcentaje %
Latas, aluminio, metal	1,482	0,597	2,079	1,57
Plásticos	4,459	8,641	13,100	9,86
Cartón y papel	3,714	3,784	7,498	5,65
Tetra pak	0,229	0,374	0,603	0,45
Textil	2,378	1,689	4,067	3,06
Higiene	4,067	4,898	8,965	6,75
Vidrio	3,323	0,803	4,126	3,11
Tierra	4,750	6,706	11,456	8,63
Materia orgánica	48,002	31,079	79,081	59,55
Otros	0,000	1,827	1,827	1,38
Total (kg)	72,404	60,398	132,802	100%

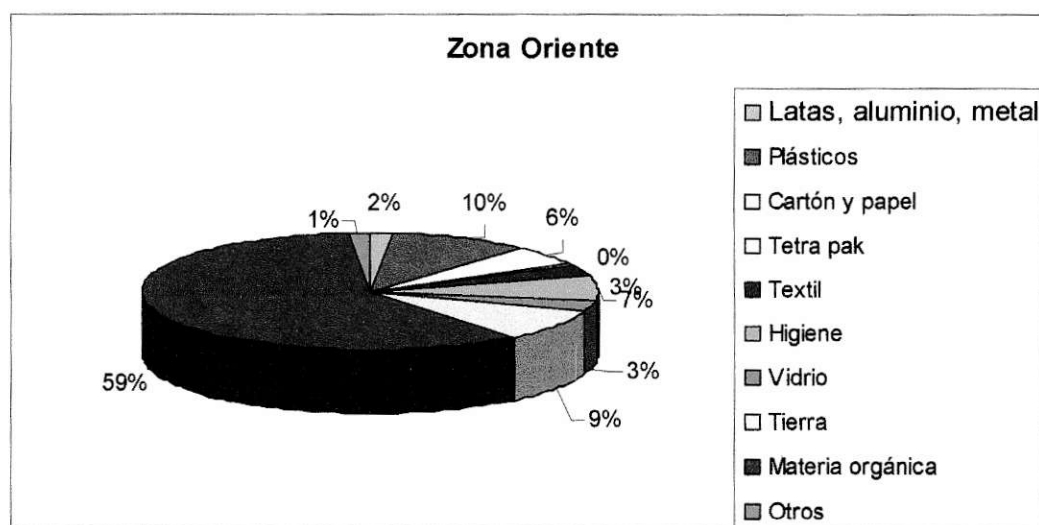


Figura 6: Porcentajes de RSD en la zona oriente de la zona urbana de la comuna de Talagante.

➤ Zona urbana de la comuna de Talagante

Al analizar la zona urbana completa de la comuna de Talagante, correspondientes a las zonas poniente, centro y oriente, se observó que los RSD se componen principalmente de materia orgánica (51%), seguido de los elementos de higiene (10%) y en menor porcentaje tetra pak (1%) (Figura 7).

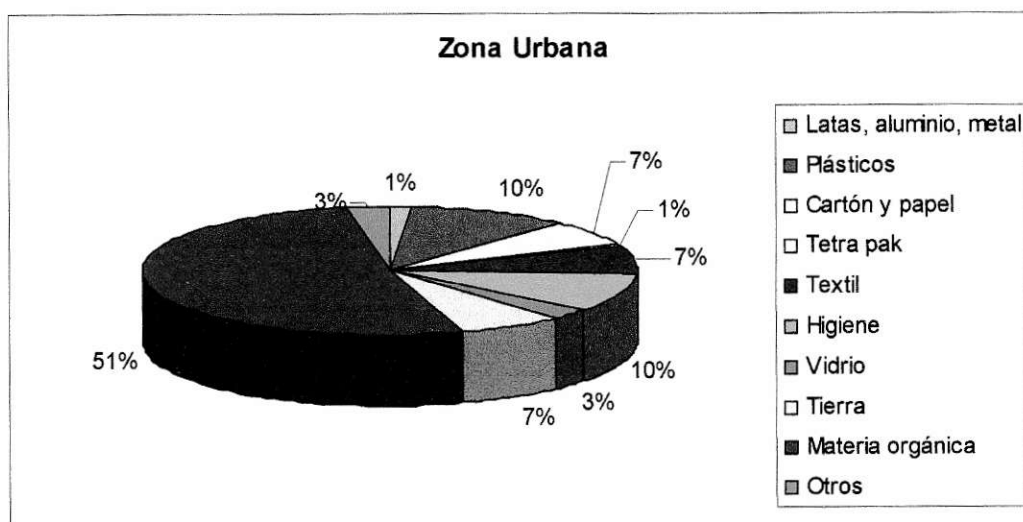


Figura 7: Porcentajes de RSD de la zona urbana de la comuna de Talagante.

3.2.3 Resumen caracterización RSD en la comuna de Talagante

➤ Generación residuos sólidos domiciliarios (RSD)

Los plásticos generados en la comuna de Talagante (Figura 8) corresponden principalmente a:

- PEBD/LDPE (34%), son en su mayoría bolsas de supermercados.

- PET (23%), envases de bebidas y jugos principalmente.
- PEAD/ HDPE (22%), envoltorios de alimentos.
- Otros (12%), desde bolsas de supermercados a envases de alimentos.
- PS (7%) compuesto por envases de yogurt y recipientes de comida.
- PP (1%).
- PVC (0,15%).

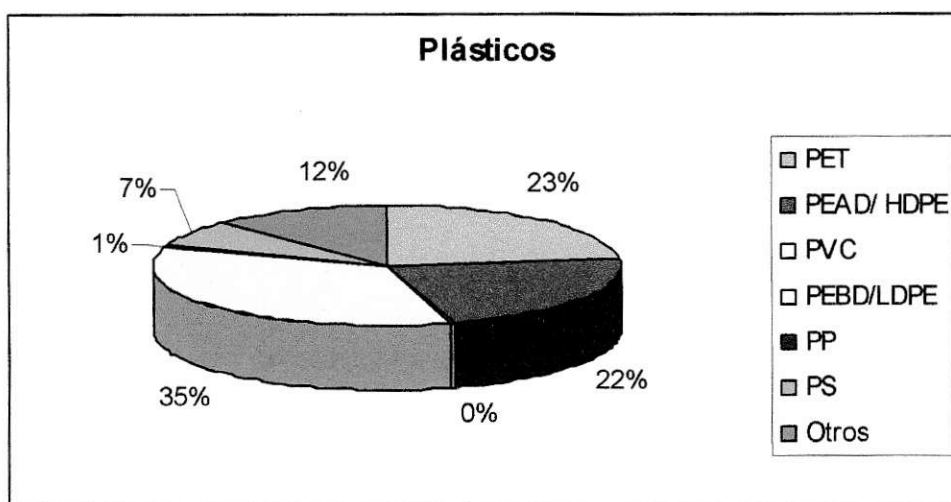


Figura 8: Tipos de plásticos generados en la comuna de Talagante.

Por su parte, de los resultados obtenidos para la zona rural y urbana de la comuna, se observaron diferencias en la generación de RSD en cada sector muestreado. En la figura 9 se aprecia como varía la composición de los residuos generados por la población dependiendo del lugar en el cual vive. De esto se desprende que en la zona urbana es menor la generación de materia orgánica en comparación a la zona rural (65,04% en la zona rural versus un 51,99% en la zona urbana). Esto también, se reafirma con la generación de plásticos, que en la zona rural es mucho menor que en

las zonas urbanizadas (un 7,02% y un 10,45% respectivamente). Por su parte, la cantidad de cartón y papel en la zona urbana prácticamente dobla a lo encontrado en zonas rurales (un 6,67% para la zona urbana y un 3,44% en la zona rural). Lo mismo ocurre en el caso de los textiles donde en la zona urbanizada se genera tres veces más que en la zona rural (6,56% y 2,73%, respectivamente).

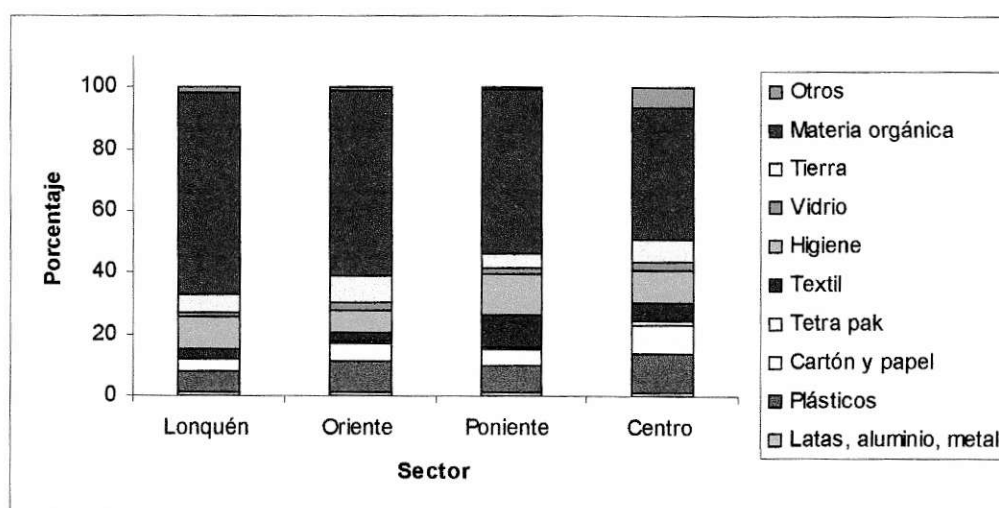


Figura 9: Porcentajes de RSD en los distintos sectores de la comuna de Talagante.

Si bien, hay diferencias en la composición de los residuos, como por ejemplo existen más botellas plásticas en zonas urbanas que rurales, los porcentajes de cada uno de los componentes clasificados no presentan grandes diferencias y se aprecia una tendencia similar en ambas zonas de la comuna de Talagante (Figura 9). Así, finalmente con los datos obtenidos para cada zona (rural y urbana) se determina el porcentaje de RSD que genera la población de la comuna de Talagante (Figura 10).

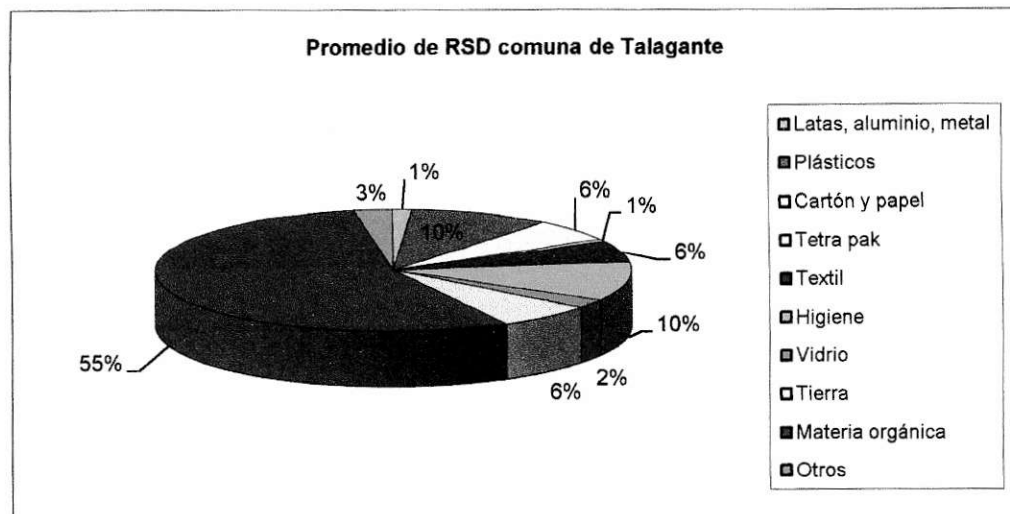


Figura 10: Porcentajes promedios de RSD de la comuna de Talagante.

3.3 Residuos sólidos domiciliarios depositados en el relleno sanitario

En la tabla 17 se muestra las cantidades de RSD que son llevados al relleno sanitario Santa Marta y/o a la estación de transferencia para su disposición final por parte de la municipalidad de Talagante.

De acuerdo a los datos obtenidos, la comuna de Talagante produce aproximadamente 1.882 toneladas de RSD mensuales (Figura 11) y presenta una población aproximada de 78.887 habitantes según el Censo del 2002 (INE, 2012), por lo cual la estimación de la producción de RSD per-cápita para el año 2013 es de 0,80 kg/habitante-día.

Tabla 17: Tonelaje de RSD comuna de Talagante.

Año	Promedio mensual (ton)	Total anual (ton)
2005	1.432	17.179
2006	1.472	17.660
2007	1.527	18.322
2008	1.450	17.397
2009	1.493	17.912
2010	1.647	19.761
2011	1.724	20.683
2012	1.872	22.454
2013*	1.882	11.292

Datos Dirección Medio Ambiente, Aseo y Ornato, Municipalidad de Talagante.

* Datos periodo enero-junio 2013.

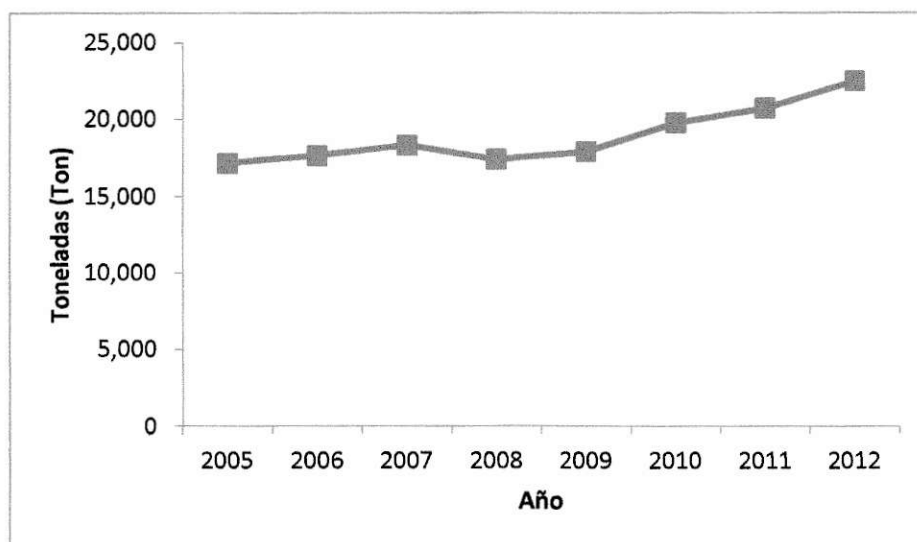


Figura 11: Tonelaje RSD comuna de Talagante, período 2005-2012.

3.4 Generación de poda, mantención de áreas verdes y ferias libres

La cantidad de residuos orgánicos en la comuna de Talagante, se determina por los residuos generados tanto por la población como por la municipalidad de Talagante (mantención de áreas verdes). Los datos exactos de la cantidad de material de poda y mantención de áreas verdes de la comuna no existen por lo tanto, se realizó una estimación de esta fracción.

Los residuos de mantención de áreas verdes y podas son depositados en el Parque Tegualda de la comuna de Talagante, donde se dejan al aire libre sin tratamiento alguno para su descomposición (Figura 12). Este lugar es de libre acceso tanto para el personal de la municipalidad como para las empresas encargadas del barrido de calles (empresa C.T.S.) y mantención de áreas verdes (Ecogreen). Como no tiene ninguna limitación en su acceso, los residuos orgánicos se mezclan con residuos voluminosos, por lo que en la práctica no cumple ninguna función en particular.



Figura 12: Lugar de depósito actual de residuos de mantención de áreas verdes.

Se estimó que los vehículos, tanto de la municipalidad como de las empresas externas, ingresan en promedio de 3 a 4 veces al día, 3 veces a la semana, con lo que se calculó un volumen aproximado de 3 m³ a la semana. Este valor varía dependiendo de la época del año, asumiendo que en periodos previos al comienzo de otoño y primavera, estos valores aumentan.

La cantidad de residuos orgánicos generados por las ferias libres no fue posible cuantificarlo. Esto debido a que algunos de los residuos son dejados en los basureros públicos cercanos a las ferias por lo tanto, recolectados por personal de barrido de calle. Los demás residuos orgánicos se recogen con el paso del camión recolector, pero al no ser la totalidad de los residuos generados por la feria, no permite hacer estimaciones certeras, en cuanto a la cantidad y tipo de residuo. Finalmente, la cantidad de residuos orgánicos producidos por las ferias libres no es un dato utilizado para el diseño de la planta de compostaje para la comuna de Talagante.

3.5 Factibilidad de la planta de compostaje

Para ver la factibilidad de realizar una planta de compostaje por parte de la municipalidad de Talagante se deben responder algunas interrogantes como ¿Cuál es el mercado del producto generado? ¿La institución tiene capacidad económica de solventar el plan? ¿Existe educación de la comunidad en la materia? ¿Se cuenta con la materia prima necesaria para su funcionamiento? y ¿Cómo se financia el proyecto? (INECC, 2007) (Tabla 18).

Tabla 18: Factibilidad técnica planta de compostaje para la comuna de Talagante.

	Observaciones
Mercado del compostaje	El presente proyecto no tiene, en primera instancia, como fin el comercializar el compost y humus generados, sino que es será para uso municipal.
Capacidad institucional	Debe ser parte de un plan de desarrollo municipal. El plan de manejo de residuos orgánicos tiene como finalidad complementar al plan de manejo de residuos inorgánicos.
Conciencia ciudadana	Se debe iniciar un plan de educación ambiental relacionado al reciclaje.
Materia prima	<ul style="list-style-type: none"> - Poda y corte de pasto (mantención de las distintas áreas verdes de la comuna). - Residuos de ferias libres. - Residuos orgánicos domésticos.
Financiamiento del proyecto	El presente proyecto se postuló a un programa de "Asistencia para proyectos comunitarios de seguridad humana- APC" año 2014 de la embajada de Japón en Chile.

Finalmente, según las características de los residuos orgánicos generados y las necesidades de la municipalidad, es que se eligieron las siguientes técnicas para el funcionamiento de la planta.

3.6 Técnicas de compostaje

Dos son las técnicas que se plantearon para el funcionamiento de la planta de compostaje para la comuna de Talagante y el desarrollo del plan de manejo.

➤ **Biorreactor de compostaje prefabricado modular (BRCP)**

En el biorreactor se producen las condiciones óptimas para las variables que intervienen en el proceso de compostaje, tales como: relación carbono/nitrógeno, humedad, pH, temperatura, aireación, desarrollo microbiológico, tamaño de partículas y confinamiento. Las características principales del BRCP, son detalladas en la tabla 19.

Tabla 19: Características del BRCP (EMUH, 2013).

Características		
BRCP	Compostaje acelerado.	Compostaje de residuos de ferias libres.
	No genera olores.	Compostaje de residuos de jardín y poda.
	No genera líquidos percolados.	Compostaje de residuos de alimentos.
	Fácil de operar.	Bajo consumo eléctrico.

El BRCP, se compone principalmente de un filtro biológico de gravilla y una cámara para los líquidos percolados, haciéndose cargo de la recolección y del retorno de extracción de los percolados. Cuenta con un sistema de inyección y extracción forzado de aire y gases. Contiene además, un filtro para olores, una escotilla para carga y descarga a las cuales se suma una tercera escotilla lateral para inspección del material procesado (Figura 13).

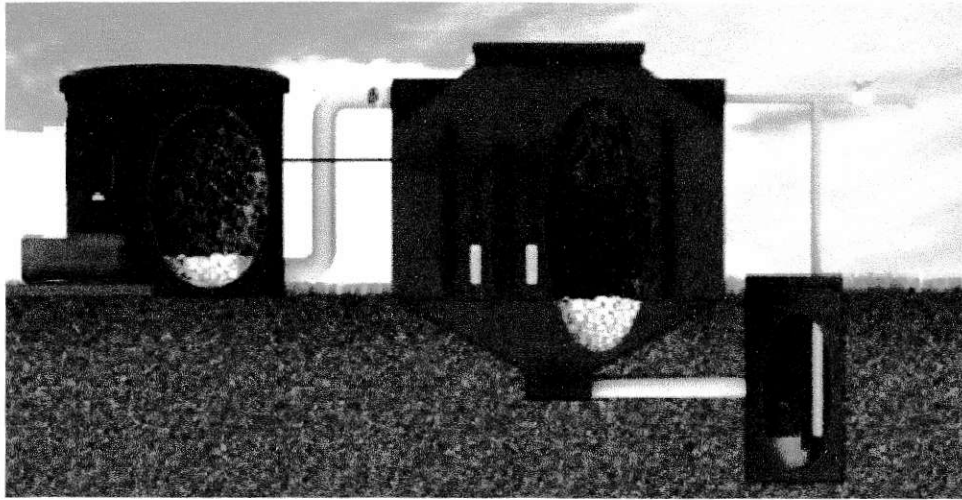


Figura 13: Biorreactor de compostaje prefabricado modular (EMUH, 2013).

Para los restos de podas, se recomienda una chipeadora para dejar las ramas en un tamaño apto (se facilita la degradación, homogenización y mezcla de los materiales) para el tratamiento en el biodigestor.

El material orgánico es estabilizado en un tiempo de 20 a 30 días, obteniendo un compost inmaduro de color café oscuro y sin olor desagradable, el cual es un buen alimento para las lombrices, por lo tanto, es apto para comenzar el proceso de vermicompostaje en las lombriculteras.

➤ **Vermicompostaje**

Luego de procesado el material orgánico en el biorreactor, el compost inmaduro formado va a las lombriculteras para la obtención de humus. Este proceso dura

aproximadamente 3 a 4 meses. Después de transcurrido este tiempo, el humus se encuentra en condiciones para su uso en plantas y jardines.

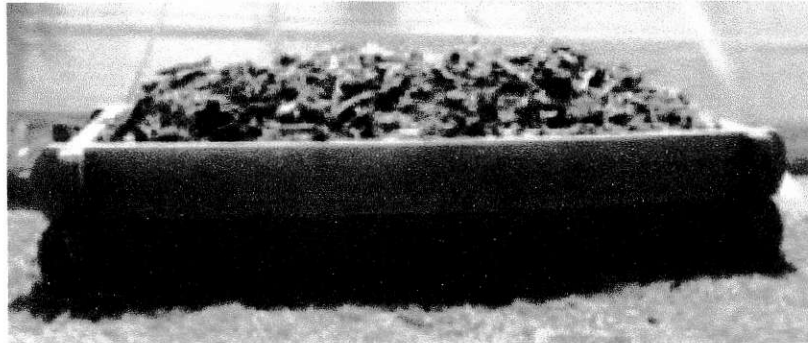


Figura 14: Lombricultera cargada de compost (EMUH, 2013).

3.7 Diseño planta de compostaje

La planta se situaría en el interior del parque Tegalda de la comuna de Talagante (terreno perteneciente a la municipalidad de Talagante). Para una generación aproximadamente de 4 toneladas de residuos orgánicos al mes (residuos ferias libres y mantención de áreas verdes), el montaje final (Figura 15) contempla 1 chipeadora para reducción de restos de podas, 1 BRCP de 8 m³ para descomponer materia orgánica, 16 lombriculteras de 500 litros para finalizar el proceso de descomposición de materia orgánica (paso de compost a humus) y dos personas para operar el biorreactor. Se estima que se generaría aproximadamente unos 600 kg de humus por mes.

Finalmente, con este manejo mixto, se esperaría recuperar aproximadamente el 20% de los residuos orgánicos generados por la mantención de áreas verdes, ferias libres y vecinos de la comuna (en una próxima etapa del proyecto).

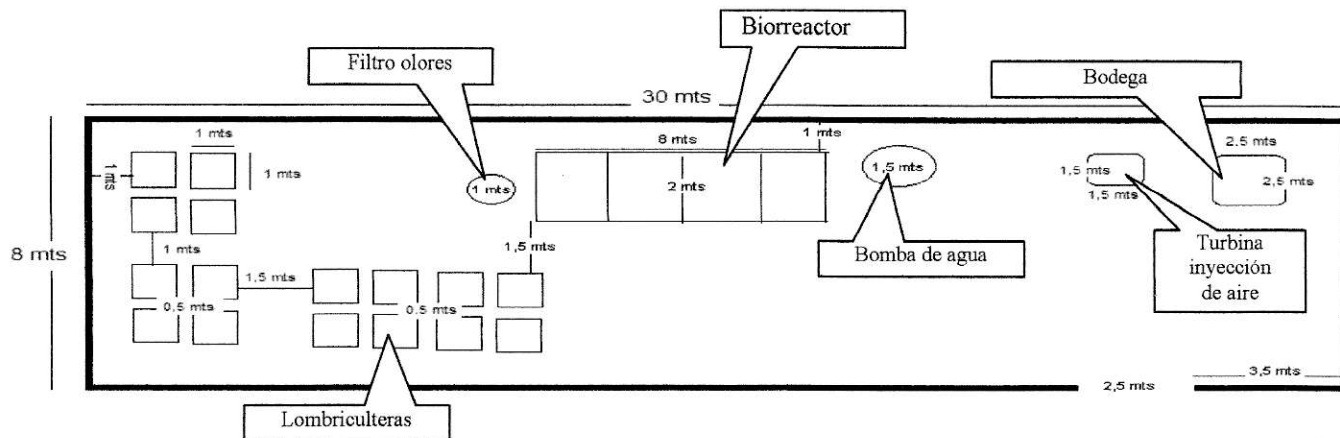


Figura 15: Diseño de planta de compostaje para la comuna de Talagante.

IV. DISCUSIÓN

Todos los planes y políticas que tengan relación con el manejo de los residuos, tienen que ir acompañados del concepto de sostenibilidad y de las 3R, que permiten una mejor gestión y manejo de los recursos naturales, teniendo como eje principal la población, quien es en definitiva quien sostiene, recibe y proyecta estos planes en el tiempo.

La comuna de Talagante es principalmente una zona agrícola, por lo que sus residuos, como se aprecia en los resultados, son mayoritariamente orgánicos (Figura 10) y su destino final es un relleno sanitario, donde no se obtiene ningún beneficio de ellos, sino más bien se genera un problema debido a su proceso de descomposición.

Un adecuado tratamiento de los residuos orgánicos tiene una gran cantidad de ventajas, que no solo ayudan a una mejor calidad de vida de la población sino también, conlleva beneficios a los suelos y plantas que han sido tratados con los productos generados de la descomposición de la materia orgánica (compost y humus). Por ejemplo, los suelos son más ricos en nitrógeno, fósforo, calcio y magnesio, aumentan sus condiciones de drenaje, mejora la aireación de las raíces y se encuentra mayor presencia de sustancias antibacterianas (Biohuerto UC, 2011).

Para un correcto funcionamiento en la gestión de los RSD se debe mejorar la información en relación a las cantidades y características de los residuos generados, sus fuentes de generación, y el manejo actual de estos considerando todas sus etapas,

desde su generación hasta su valorización o eliminación, pasando por la recolección, almacenamiento y transporte de los mismos (MMA, 2011).

La clave del funcionamiento de un plan de manejo de residuos orgánicos para la comuna de Talagante, está en que la población se interese por los residuos que genera y lo que sucede con ellos después de eliminarlos y de que sepa aprovechar los beneficios que pueden obtener del compost y humus formados en el proceso.

Como se menciona, la población juega un rol fundamental por lo que la visión de esta en las distintas temáticas ambientales es clave para poder lograr los objetivos de los distintos planes que se quieran implementar en los municipios. Para ello se utilizó un sistema de encuesta cerrada (Anexo I) a la población de la comuna de Talagante, permitiendo tener una visión amplia de los habitantes de la comuna y por lo tanto de las necesidades que presentan respecto al manejo de los RSD generados.

Una de las consultas importantes es saber si la población reconoce a la basura (o residuo) como un problema. Como se observa en la tabla 11 un 68,50% de los encuestados cree que la comuna presenta en algún grado problemas con la basura, ya sea desde falta de basureros en la vía pública hasta problemas con la recolección. El otro 31,50% expresó que la comuna en términos generales no tiene problemas con los residuos generados. Un dato importante es que de las personas que cree que no hay problemas de basura un 71,43% pertenece a la zona urbana de la comuna. Esto puede deberse a que los mayores problemas con presencia de vertederos y micro basurales ilegales, se ubican en la periferia de las zonas urbanas (MMA, 2011).

En el año 2006 la comuna de Talagante presentaba un per cápita de 0,79 kg/hab-día (CONAMA, 2006) para el año 2013 se registra un per cápita de 0,80 kg/hab-día. El aumento de la generación de RSD se asocia al aumento de los ingresos de los habitantes (MMA, 2011). En Talagante en el año 2006 el ingreso promedio familiar fue de \$652 mil (CASEN, 2009) y el promedio obtenido entre los encuestados para el año 2013 se encuentra entre 451 mil – 680 mil (Tabla 7). Por lo que se observa que el ingreso familiar en la comuna de Talagante se encuentra en un mismo rango entre los años 2006 y 2013, lo que justificaría la menor variación.

Con estos resultados la comuna de Talagante, se encuentra por debajo del promedio de generación de RSD, tanto a nivel nacional como de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE (al cual Chile pertenece desde al año 2009). Así, la comuna de Talagante presenta alrededor de 300 kg por habitante al año, a nivel nacional es de aproximadamente 400 kg por habitante al año y los países de la OCDE presentan cerca de 550 kg por habitante al año (CONAMA, 2010).

El componente de voluminosos, indicado en los datos del MMA, no se analizó en el presente trabajo, debido a que el municipio cuenta con un sistema diferenciado de recolección para dichos elementos. La recolección de residuos voluminosos es un beneficio que entrega el municipio a la comunidad y que años tras año va siendo más importante y solicitado por la población. En el año 2012 la municipalidad de Talagante retiró 919 toneladas de residuos voluminosos, en los distintos operativos realizados (DAO, 2013).

Si bien, hay un aumento de la recolección de voluminosos, la comunidad aún no tiene incorporado el término. Esto se apreció en que un 49,25% de la población reconoció el concepto pero no necesariamente por saber con exactitud a que se refiere sino que asoció el término a componentes de gran tamaño o volumen (Tabla 8). En esta misma línea, se encontró que un 16,25% de los encuestados no sabe que son los residuos voluminosos pero si ha utilizado el servicio de recolección. Del total de población que utiliza el sistema de recolección de voluminosos (Tabla 10), un 84,26%% pertenece a la zona urbana de la comuna de Talagante. Esto se puede explicar, debido al mayor ingreso familiar y estilos de vida de las zonas urbanizadas de la comuna.

En relación al tratamiento de los residuos orgánicos, la encuesta mostró que un 5,14% de la población dice compostar sus residuos orgánicos, pero cuando se les preguntó sobre que compuestos recicla un 7,48% marcó la opción de materia orgánica (Tabla 9), por lo que se infiere la población no reconoce bien el concepto de compostar. Del total de personas que realiza compostaje, un 6,50% pertenece a la zona urbana e indica compostar y/o reciclar la materia orgánica, lo cual es un dato importante ya que la planta de compostaje se situará en la zona urbana de la comuna de Talagante. Este mismo comportamiento se observa a nivel nacional donde de un total de 3.008.000 toneladas de residuos orgánicos generados a nivel nacional solo un 10% es valorizado (CONAMA, 2010)

También, la encuesta mostró que un 18,97% optó por la alternativa de reciclar y/o reutilizar cuando se les consultó qué hacían con sus residuos, pero al momento de preguntar el tipo de reciclaje que practicaba un 74,52% respondió reciclar por lo menos algún componente (plástico, materia orgánica, papel, latas, botellas de vidrio y/o

cartón) (Tabla 9). Esto se relaciona a que la gente recicla sus residuos pero no asocia su comportamiento con el término de reciclaje.

De las ferias libres que se instalan en la comuna, los residuos generados se los lleva el camión recolector de basura los días y horas correspondientes a cada sector, y algunas veces son los encargados de barrido de calle y mantención de áreas verdes quienes hacen retiro de los residuos, debido a que estos, son dejados en los basureros públicos ubicados en las cercanías de las ferias. Por ello, debe haber una mejor comunicación entre los integrantes de las ferias libres y la municipalidad, que permita un correcto funcionamiento de la recolección. Se sugiere, tener un sistema de recolección diferenciada para estas.

De los datos obtenidos en la caracterización de RSD, se observa que los residuos se componen principalmente de materia orgánica (55,25%) y en menor medida de latas, aluminio y metal tanto en la zona urbana como rural de la comuna de Talagante (Figura 9). A nivel nacional estos valores son similares con un 48% de materia orgánica y en menor cantidades metales y telas (MMA, 2011).

La baja presencia de vidrios (2,31%), tetra pak (0,62%) y latas, aluminio y metal (1,32%) en las muestras (Figura 9), puede deberse al concepto de reciclaje de la población hacia estos elementos. Además, en distintos sectores de la comuna hay campanas de reciclaje de vidrio y años anteriores se podían encontrar en algunos supermercados de la comuna contenedores para tetra pak. Por su parte, latas, aluminio y metal pueden ser vendidos, por lo que hay un incentivo económico de por medio. Lo mismo ocurre con los cartones, generalmente provenientes del comercio

más que de casas habitacionales. A pesar de ello, hay personas que al dejar su basura en la calle para su retiro, dejan separado los cartones para que no se ensucien y puedan ser reciclados por los “cartoneros”. Realizando separación de origen, de forma innata, pudiendo ni siquiera reconocer el concepto (Tabla 8).

Cuando se analizaron los resultados por separado de la zona rural y urbana, se observó que hay mayor generación de materia orgánica en la zona rural que en la urbana (Figura 9). Esto puede ser producto de las diferencias en los estilos de vida, costumbres de los habitantes y características propias de cada zona.

En la generación de plásticos, se observa una mayor producción en las zonas urbanizadas (Figura 9), en las cuales generalmente se adquieren los alimentos envasados y/o procesados para el consumo. Lo que se suma a la presencia de comercio que genera un mayor volumen de material plástico, como bolsas, recipientes de comida, etc. Además, en la zona urbana hay una mayor cantidad de residuos de cartón y papel, encontrándose boletas, facturas, cajas de embalaje, diarios, etc. (Figura 9).

Por su parte, la recolección de basura en Lonquén muestra pequeñas diferencias entre los dos días muestreados (Tabla 13) siendo el más importante la generación de materia orgánica en el segundo día de la toma de muestras, con un poco menos de doble. Los residuos orgánicos recolectados el segundo día, fueron principalmente restos de frutas y hortalizas, debido a la presencia de ferias libres en el sector

La zona poniente (Anexo II) presenta diferencias entre los tres sectores muestreados. El sector P1, que corresponde a poblaciones nuevas, mayoritariamente conformada por familias jóvenes, sobresale en la generación de residuos de higiene, compuesto principalmente por pañales de niños. Se resalta que en este sector la población es ordenada en como deja las bolsas de basura los días que pasa el camión ya que, las bolsas, a primera vista, son fáciles de identificar en su contenido. El sector P2 presenta mayor cantidad de tierra y el sector P3 de materia orgánica.

En la zona centro (Anexo II), el sector que más destaca es el C1, que mezcla zonas residenciales, de servicios y comercio. Todos los componentes recolectados son diferentes en el sector C1 en relación a los sectores C2 y C3, que son en gran medida residenciales. Por lo cual, la gran cantidad de plásticos encontrados en C1 en comparación a C2 y C3 no es de extrañar (Figura 5).

Los sectores O1 y O2 (Tabla 16), de la zona oriente (Anexo II) son de características similares, son lugares de alta densidad poblacional, con casas con patio, lo que lleva a encontrar en el componente de materia orgánica (55,59%) no solo restos de comida procesada y envasada sino que también un importante porcentaje de cortes de pastos y ramas de arbustos.

Hoy en día las comunidades al ser más consciente de su entorno y de lo importante del legado a las generaciones futuras, tienen nuevas necesidades en el desarrollo de su vida cotidiana, principalmente bajo el concepto de un desarrollo sostenible, en donde sus acciones no dañen o perjudiquen el porvenir de los que vienen además, de sentirse parte de los proyectos en su comunidad. Como se aprecia en las comunas de

La Pinta (Opazo, 2005) y Maipú (EMUH, 2013) estas iniciativas son bien vistas y aprovechadas para la comunidad no sólo por su importancia en la reducción de los residuos orgánicos generados sino también por su relevancia social.

Para la implementación de una planta de compostaje, lo primero es asegurar que hay cantidad de residuos mínimos necesarios para el funcionamiento de la planta (Rodríguez & Córdova, 2006) e identificar los tipos de residuos que se ocuparan para la generación del compost y humus. Además, los planes de reciclaje en general, necesitan que la población tome un rol protagonista para conseguir el éxito en este tipo de iniciativas. Ya que no solo se requiere que aprendan a separar en origen sus residuos sino también que conozcan cómo funcionan los procesos involucrados en el desarrollo de estos planes (MMA, 2011). Por lo tanto, se debe iniciar un plan de educación y sensibilización ambiental relacionado al reciclaje.

En general, la población cree que es necesaria una zona de reciclaje (Tabla 12) en la comuna de Talagante con un 98,25%, sugiriendo además, contenedores de reciclaje para pilas y baterías. El 1,75% que no consideró necesario una zona de reciclaje fue principalmente personas de más de 65 años, con niveles de estudios medios, ellos mostraron desconocimiento frente al término y lo asociaron a un lugar que acumularía desechos de forma desorganizada y que finalmente ensuciaría la comuna, no viendo el beneficio asociado a estas prácticas.

La separación de origen, es un concepto fundamental para que el plan de manejo de residuos orgánicos funcione en la comuna, por lo tanto se debe enseñar cómo realizarla y mostrar cuales son los beneficios asociados a esta actividad, ya que un

58,25% de la población no sabe que significa (Tabla 8). Además, el plan busca que el compost y humus producido pueda, después de una primera etapa de funcionamiento, ser utilizado de forma directa por los vecinos. La idea es iniciar un piloto con la Villa Modelo, donde la junta de vecino participa activamente de las iniciativas del municipio y así, poder incorporar los residuos orgánicos domésticos al plan de compostaje de forma paulatina e ir incluyendo en etapas futuras a otras juntas de vecinos.

La educación es reconocida como fundamental para contribuir a mejorar los graves impactos generados por el ser humano al medio ambiente y así promover el desarrollo sostenible (MMA, 2011). Por ello, se hace necesario realizar distintos planes de educación a la población desde sus comunidades y colegios.

Las actividades a realizar con la comunidad de la Villa Modelo, consta de charlas sobre manejo de residuos, la importancia de realizar reciclaje y capacitación sobre el tema de compostaje comunitario y domiciliario. Esto puede realizarse a través de los programas como “barrios verdes” que tienen como objetivo iniciar un proceso de integración del factor ambiental en los barrios para internalizarlos con el desarrollo sostenible de su comunidad (MMA, 2011). Para ello, se necesita la coordinación de la municipalidad con las juntas de vecinos y/o comunidad organizada.

A nivel de colegios se recomienda promover la educación ambiental. Esto se puede realizar mediante el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos (SNCAE), el cual es un programa coordinado del MMA, MINEDUC, CONAF y la UNESCO. La SNCAE persigue transmitir conocimientos sobre conceptos de protección ambiental, que buscan que la comunidad escolar tome comprensión y

conciencia sobre las problemáticas ambientales, desarrollando conductas y hábitos que prevengan y/o resuelvan los problemas, en relación a lo que establece el artículo 6 de la ley 19.300/94 (MMA, 2014). Está orientado por tanto, a toda la comunidad escolar: directores, profesores, auxiliares, estudiantes, padres y apoderados, además de la comunidad cercana al establecimiento (juntas de vecinos) (MMA, 2011).

Otras formas de sensibilizar a la población es realizar en lugares públicos las celebraciones de las efemérides ambientales y realizar difusión de buenas prácticas que permite intercambiar experiencias nacionales e internacionales en distintas materias ambientales (MMA, 2011).

Dependiendo de la recepción de la comunidad, se deberá establecer los períodos de recolección diferenciada de la materia orgánica, generada a nivel domiciliario es decir, hacer recolección 1, 2 veces por semana o todos los días. Por la cantidad de materia orgánica compostable, que se visualizó en la caracterización de residuos, se recomienda recolección diferenciada 2 veces a la semana. La recolección se deberá efectuar por un camión distinto a los que retiran los residuos domiciliarios. El sistema puede ser más eficiente si se entrega a la población bolsas de color, que sea identificable para los residuos orgánicos compostables y así incentivar la separación de origen de los residuos orgánicos. Lo que además, ayudará a la separación previa al tratamiento en la planta.

En el último tiempo, el mercado del compostaje y humus ha ido en aumento debido a los beneficios que se le asocia a este tipo de actividad, que es más económica (a largo plazo) y amigable con el medio ambiente (CEMPRE, 1998). Además, se asocia a

actitudes de comprensión de lo importante que es cuidar nuestros recursos y el medio en el cual nos desarrollamos.

Hay que considerar los costos iniciales y de funcionamiento de la planta. Particularmente, este proyecto no tiene costo de terreno, ya que se plantea situarlo en un terreno municipal, específicamente al interior del Parque Tegalda. El monto calculado es de \$ 39.057.963, lo cual contempla un camión $\frac{3}{4}$ (para la recolección del material), una chipeadora, un BRCP, 16 lombriculteras, cierre perimetral del sitio donde se emplazaría la planta y herramientas de trabajo tales como, palas, rastrillos, guantes, etc. Este presupuesto no considera recursos humanos y capacitaciones que sean necesarias.

El costo inicial de una planta de compostaje puede ser considerado alto a corto plazo, por esto el presente proyecto se postuló a un programa de "Asistencia para proyectos comunitarios de seguridad humana- APC" año 2014 de la embajada de Japón en Chile. Los fondos de este programa permitirían iniciar durante el 2014 las obras para el funcionamiento de la planta de compostaje en la municipalidad de Talagante.

El plan de manejo de residuos orgánicos, compuesto por un sistema mixto con un BRCP y lombriculteras, tiene como finalidad complementar el proyecto de reciclaje de residuos inorgánicos (plásticos, papel, cartones, pilas, etc) que se está impulsando desde la Dirección de Medio Ambiente, Aseo y Ornato de la Municipalidad de Talagante.

V. CONCLUSIONES

- La población de la comuna de Talagante reconoce los problemas ambientales asociados a la generación de sus residuos y lo importante de contar con tratamientos de los RSD generados.
- Un 74,52% de la población realiza algún tipo de reciclaje y por tanto hace separación de origen de estos, pero solo un 41,75% reconoce el concepto. Del manejo de los RSD un 5,14% realiza compostaje y un 81,25% sabe cómo se forma el compost.
- La comuna de Talagante genera residuos compuestos principalmente de materia orgánica (55,25%), seguido de elementos de higiene (10,31%) y en menor medida compuestos de tetra pak (0,62%).
- Se requiere incentivar a la comunidad a realizar separación de origen de sus residuos, para disminuir los residuos de tipo orgánico que van a disposición final al relleno sanitario Santa Marta. Además, de sensibilizar a través de su comunidad escolar por ejemplo mediante la SCNAE y a la población en sus comunidades con distintas iniciativas como “barrio verde”.
- El plan de manejo de residuos orgánicos busca utilizar los residuos que se generan por la mantención de las distintas áreas verdes de la comuna de

Talagante. Además, poder incorporar los residuos de ferias libres, que hoy no tienen ningún tipo de recolección especial.

- El manejo de residuos orgánicos que mejor se adapta a las condiciones de la población de la comuna de Talagante es un sistema mixto de compostaje y vermicompostaje, compuesto por un biorreactor de compostaje prefabricado modular (BRCP) y lombriculteras.

VI. BIBLIOGRAFÍA

ALCOLEA, M; GONZÁLES, C. 2000. Manual de compostaje doméstico. Barcelona, España.

BIOHUERTO UC. 2011. Técnicas de manejo de residuos orgánicos: Compostaje y lombricultura. Pontificia Universidad Católica.

CÓDIGO SANITARIO. 2011. Ministerio de Salud Pública,. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=5595>. [Consultado Septiembre 2013]

COMISIÓN EUROPEA (CE), Dirección General de Medio Ambiente. 2000. Ejemplos de buenas prácticas de compostaje y recogida selectiva de residuos. Comunidades Europeas. ec.europa.eu/environment/waste/publications/pdf/compost_es.pdf [Consultado Noviembre 2013]

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, CONAMA. 2001. Estructura de un Plan de Gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, CONAMA. 2005. Política de gestión integral de residuos sólidos. http://www.sinia.cl/1292/articles-26270_pol_rsd. [Consultado Septiembre 2013]

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, CONAMA. 2006. Informe final: Estudio caracterización de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana. Santiago, Chile.

COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE, CONAMA. 2010. Primer reporte sobre manejo de residuos sólidos en Chile. Santiago, Chile. <http://www.conama.cl> [Consultado Octubre 2013]

CONSORCIO SANTA MARTA S.A. (SCM). Relleno Sanitario Santa Marta. <http://www.csmarta.cl/relleno-sanitario/>. [Consultado Septiembre 2013]

COMPROMISO EMPRESARIAL PARA EL RECICLAJE, CEMPRE.1998. Residuos sólidos urbanos: Manual de gestión integral. Montevideo, Uruguay.

CRUZ, A. 2010. Tesis: La composta como alternativa para la gestión de residuos sólidos municipales en Miahuatlán de Porfirio Díaz, Oaxaca, 2009. Universidad de la Sierra Sur, Oaxaca, México.

DECRETO DE LEY 3.063. 1979. Ministerio del Interior. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=7054>. [Consultado Diciembre 2013]

DECRETO SUPREMO 189. 2008. Ministerio de Salud. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. <http://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=268137>. [Consultado Diciembre 2013]

DECRETO SUPREMO 685.1992. Ministerio de Relaciones Exteriores. Diario Oficial de Chile. <http://www.ingeachile.cl/> [Consultado Diciembre 2013]

DIRECCIÓN DE MEDIO AMBIENTE, ASEO Y ORNATO (DAO) de la Municipalidad de Talagante. 2013. Informe de gestión del año 2012. EMUH, 2013. Ecotecnologías. <http://www.emuh.cl/>. [Consultado Agosto 2013]

ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA NACIONAL, CASEN. 2009. Ministerio de Desarrollo Social. http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen_obj.php. [Consultado Septiembre 2013]

GLANTZ, S; SLINKER, B. 2001. Primer of applied regression and analysis of variance. 2da. Ed, New York: McGraw Hill.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO, INECC. 2007. Planta Municipal de Compostaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/499/planta.html> [Consultado Noviembre 2013]

INSTITUTO DEL MEDIO AMBIENTE, GYLANIA. 2001. Programa de capacitación para proyectos municipales de minimización de residuos sólidos domiciliarios: Manual para funcionarios municipales.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, INE. 2012. Censo 2002 y Proyección de Población. <http://www.ine.cl/>. [Consultado Septiembre 2013]

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN CHILE, INN. 2004 Norma Chilena Oficial: Compost –Clasificación y requisitos. NCh 2880.Of2004.

LEY 19.300 SOBRE BASES GENERALES DEL MEDIO AMBIENTE. República de Chile. 1994.

LEY GENERAL DE RESIDUOS. 2010. División Política y Regulación Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Chile (MMA).

LEY ORGÁNICA CONSTITUCIONAL DE MUNICIPALIDADES Nº 18.695. Ministerio del Interior - Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo.

MARTÍN, R. 1998. Nuevo ordenamiento de la basura. 1^{era} Edición. Madrid, España. Proyecto MECESUP.

MIDIA. 2010. Chile Verde: Energía y Medio Ambiente, la suma que multiplica.



MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CHILE, MMA. 2011. Informe del Estado del Medio Ambiente. www.mma.gob.cl/1304/w3-article-52016.html. [Consultado Septiembre 2013]

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTES, CHILE, MMA. 2013. Proyecto Ley marco para la Gestión de Residuos y la Responsabilidad Extendida del Productor (REP). 2013. http://www.mma.gob.cl/1304/articles-55497_ProyectoLey.pdf [Consultado Diciembre 2013]

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, CHILE, MMA. 2014. Portal de educación ambiental. <http://www.mma.gob.cl/educacionambiental/1319/w3-propertyvalue-16354.html> [Consultado Febrero 2014]

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (MAGRAMA), DEL GOBIERNO DE ESPAÑA. 2009. Manual de compostaje: Experiencias realizadas años 2004 -2008. http://www.magrama.gob.es/es/calidadydevaluacionambiental/publicaciones/manual_compostaje_tcm7-146319.pdf [Consultado Noviembre 2013]

MENDOZA, J; MONTAÑÉS, M^a ; PALOMARES, A. 1998. Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial Servicio de Publicaciones.

MUNROE, G. 2009. Manual of On- Farm Vermicomposting and Vermiculture. Organic Agriculture Centre of Canada, OACC. Oacc.info/docs/vermiculture_farmermanual_gm.pdf [Consultado Noviembre 2013]

SPIEGEL, M; STEPHENS L. 2009. Estadística. 4^{ta} edición, Mc Graw-Hill. México.

NORMA CHILENA OFICIAL 2880. 2004.

OPAZO, N. 2005. Memoria de Título: Estimación de la producción de los residuos sólidos domiciliarios de tipo vegetal urbanos, bases para un modelo de reciclaje bajo gestión municipal, comuna de Colina, Región Metropolitana. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

O'RYAN, J; RIFFO, M. 2007. Manual: El compostaje y su utilización en agricultura. Santiago, Chile.

PIZARRO, J; CAPUZ-RIZO, S. 2011. Análisis de la gestión de los residuos domiciliarios en Chile. Tendencias y comparación con otros países. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Huesca, 6-8 de julio de 2011. http://aeipro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1228_1242.3334.pdf. [Consultado Octubre 2013]

RODRÍGUEZ, M; CÓRDOVA, A. 2006. Manual de compostaje municipal, Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México D.F. ISBN: 970-9983-05-9.

ROJAS, J; SALAZAR, R; SEPÚLVEDA A, M; SEPÚLVEDA C, M; SANTELICES, I. 2006. Residuos Sólidos domiciliarios: Logística, una herramienta moderna para enfrentar este antiguo problema. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile.

RÖBEN, E. 2002. Manual de compostaje para municipios. Ilustre Municipalidad de Loja, Ecuador. www.ded.org.ec. [Consultado Noviembre 2013]

ROMÁN, P; MARTÍNEZ, M; PANTOJA, A. 2013. Manual del compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Chile.

SANTOS, S; URQUIAGA, R. 2010. Compostaje y vermicompostaje domésticos. Asociación Cultural "Siempre en Medio".
<http://www.columbares.org/hogaresverdes/documentos/compostajeyvermicompostaje.pdf>. [Consultado enero 2014]

SECRETARÍA COMUNAL DE PLANIFICACIÓN, SECPLA. 2006. Plan Regulador Comuna de Talagante. <http://www.munitalagante.cl/direcciones/secpla/secpla.html>. [Consultado Septiembre 2013]

TELLO, P; MARTÍNEZ, E; DAZA, D; SOULIER, M; TERRAZA, H. 2011. Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID). IDB-MG-115

VII. ANEXOS

ANEXO I: Encuesta

**Encuesta:
"Caracterización residuos domiciliarios."**

Marque con una X donde corresponda.

1- ¿Cuál es su género?

	Femenino
	masculino

2- ¿En que zona de la comuna de Talagante vive?

	Zona rural
	Zona urbana

3- Indique su rango de edad

	Menos de 18 años
	Entre 18 y 25 años
	Entre 26 y 40 años
	Entre 41 y 65 años
	Más de 65 años

4- ¿Cuál es su nivel de estudios?

	Básica
	Media
	Técnica
	Técnica Universitaria
	Profesional Universitaria

5- ¿Renta mensual del grupo familiar, aproximado?

	Menos de 250 mil
	251 mil – 450 mil
	451 mil – 680 mil
	681 mil – 1 millón
	Más de 1 millón

6- ¿Cree que el tema de la basura es un problema en la comuna de Talagante?

	Si
	No

7- ¿De quien cree que es la responsabilidad de la basura?

	Municipalidad
	Población
	Municipalidad y población en conjunto
	Otro (Indique)

8- ¿Sabe ud. que significa residuos sólidos domiciliarios?

	Si
	No

9- ¿Qué hace con su basura? (puede marcar más de una alternativa)

<input type="checkbox"/>	Botar en el camión de la basura
<input type="checkbox"/>	Reciclar / reutilizar
<input type="checkbox"/>	Quemar
<input type="checkbox"/>	Compostar
<input type="checkbox"/>	Otros (Indique)

10- ¿Sabe a donde va la basura que ud. bota y se lleva el camión?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

11- ¿Sabe qué son residuos voluminosos?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

12- ¿Ha utilizado el servicio de recolección de voluminosos (colchones, televisores, refrigeradores, etc.) que entrega el municipio?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

13- ¿Reconoce el término "separación de origen"?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

14- ¿Qué tipo de reciclaje practica usted? (puede marcar más de una alternativa)

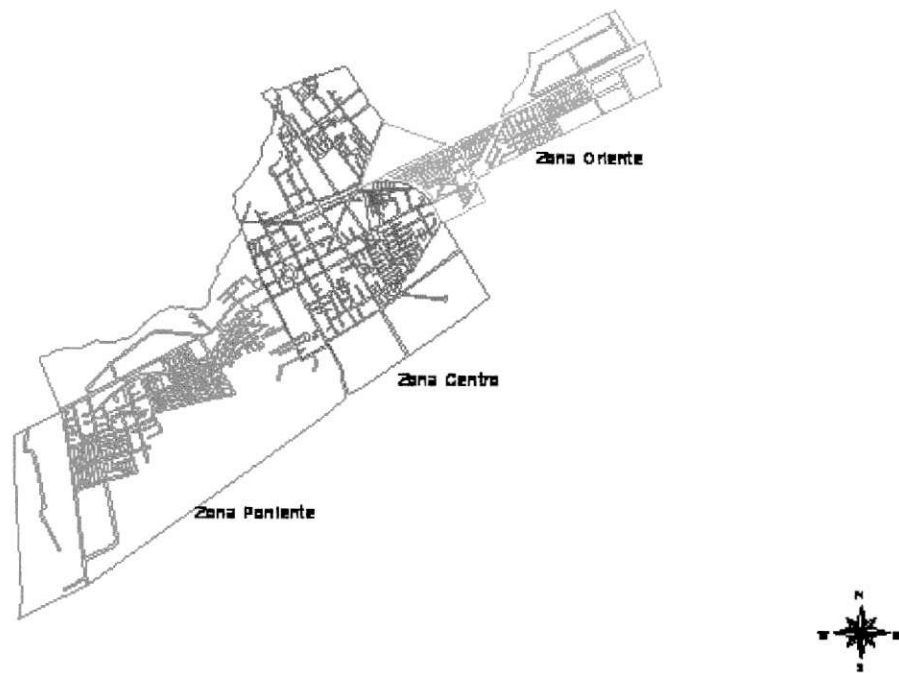
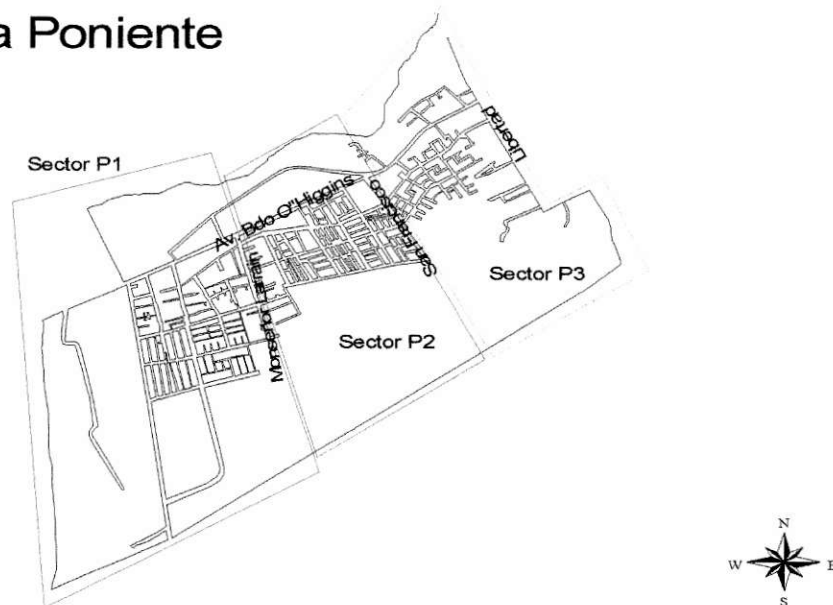
<input type="checkbox"/>	Plástico
<input type="checkbox"/>	Materia orgánica
<input type="checkbox"/>	Papel
<input type="checkbox"/>	Latas
<input type="checkbox"/>	Botellas de vidrio
<input type="checkbox"/>	Cartón
<input type="checkbox"/>	Ninguno

15- ¿Sabía que con algunos tipos de basura como restos de comida, verduras, hojas, se puede hacer abono orgánico (compost)?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

16- ¿Cree que es necesario un punto limpio (zona de reciclaje) en la comuna?

<input type="checkbox"/>	Si
<input type="checkbox"/>	No

ANEXO II: División de la comuna de Talagante.**Figura 16:** Zona urbana de la comuna de Talagante.**Zona Poniente****Figura 17:** Zona poniente de la comuna de Talagante.

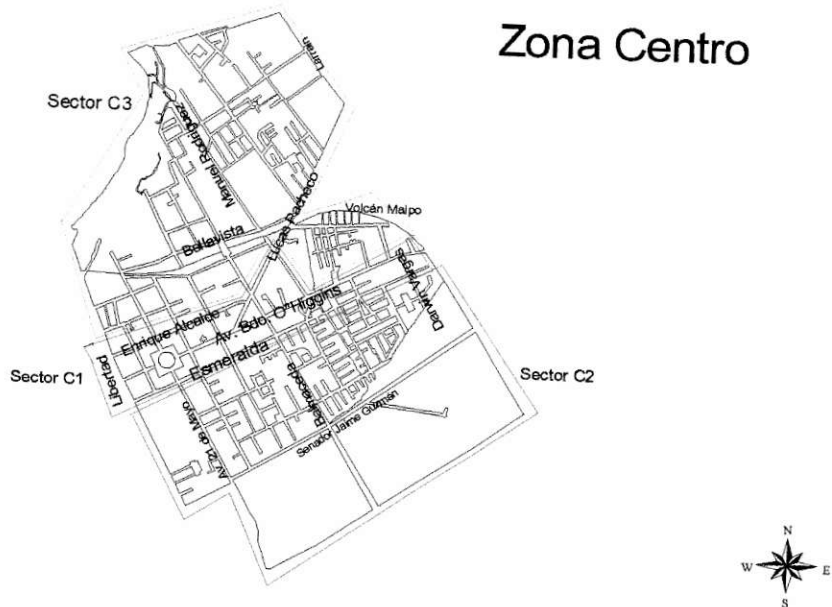


Figura 18: Zona centro de la comuna de Talagante.

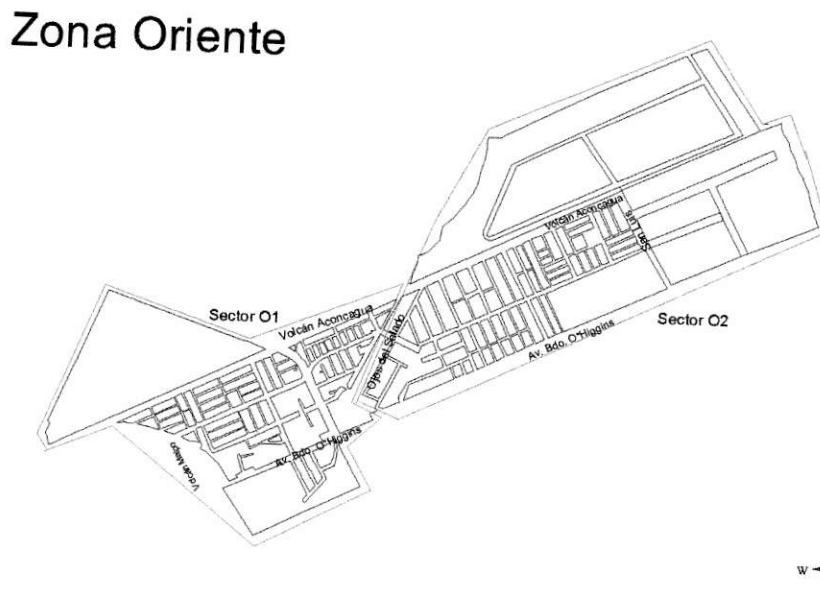


Figura 19: Zona oriente de la comuna de Talagante.

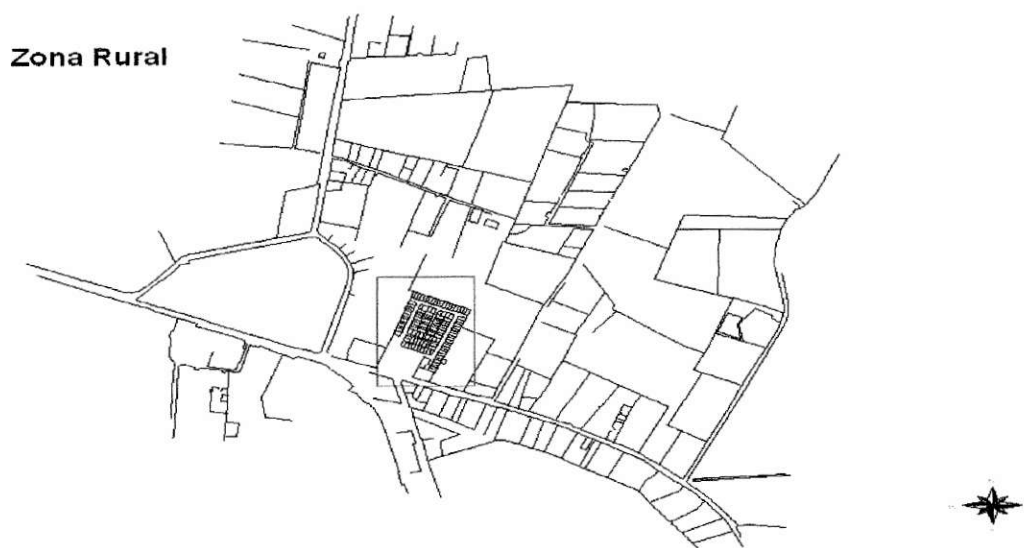


Figura 20: Sector rural. Lugar de toma de muestra, Lonquén. Comuna de Talagante.

ANEXO III: División zona urbana de la comuna de Talagante.

Tabla 17: División zona urbana comuna de Talagante.

Zona	División	Ubicación
Poniente	P1	Desde Calle Uno Poniente hasta Monseñor Larraín.
	P2	Desde Monseñor Larraín hasta San Francisco.
	P3	Desde San Francisco hasta Libertad.
Centro	C1	Desde Esmeralda hasta Enrique Alcalde.
	C2	Desde Esmeralda hasta Senador Jaime Guzmán.
	C3	Desde Enrique Alcalde hasta Ribera del río.
Oriente	O1	Desde Volcán Maipo hasta Ojos del Salado.
	O2	Desde Ojos del Salado hasta San Luís.

ANEXO IV: Toma de muestras para la caracterización de RSD en la comuna de Talagante.



Figura 21: Recolección RSD zona rural, Lonquén. Comuna de Talagante.



Figura 22: Recolección RSD zona rural, Lonquén. Comuna de Talagante.



Figura 23: Recolección zona urbana, sector poniente de la comuna de Talagante.



Figura 24: Recolección RSD, zona urbana, sector oriente de la comuna de Talagante.



Figura 25: Lutocar de 360 litros.



Figura 26: Camioneta de transporte para recolección de RSD.



Figura 27: Balanza digital.



Figura 28: Proceso de pesaje de bolsas de basura.



Figura 29: Proceso de separación de RSD.

