

UNIVERSIDAD DE CHILE
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADÉMICOS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO Y POSTITULO
Programa Inter facultades

**EFFECTO AMBIENTAL DEL USO DE LAS COMPOSTERAS EN EL MANEJO
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UNA COMUNA
URBANO-RURAL**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL

Victoria Isabel Morales Aravena

Hugo Romero Aravena
Director de Tesis

José Arellano Vaganay
Co-Director de Tesis

Santiago – Chile

2005

**UNIVERSIDAD DE CHILE
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADÉMICOS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO Y POSTITULO
Programa Inter facultades**

**EFFECTO AMBIENTAL DEL USO DE LAS COMPOSTERAS EN EL MANEJO
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UNA COMUNA
URBANO-RURAL**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN
AMBIENTAL**

Victoria Isabel Morales Aravena

Profesores Directores:

Hugo Romero Aravena

Dirección: Diagonal Paraguay N°
257,

Torre 15 Of. 801, Santiago.

E- mail: hromero@uchile.cl

Teléfono: 56-2-678-3107

José Arellano Vaganay

Dirección: Silvana Hurtado N°1782,
Providencia.

E-mail: jarellano@coicaproactiva.cl

Teléfono: 56-2-336-1241

Santiago – Chile

2005

UNIVERSIDAD DE CHILE
VICERRECTORIA DE ASUNTOS ACADÉMICOS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO Y POSTITULO
Programa Inter facultades

EFFECTO AMBIENTAL DEL USO DE LAS COMPOSTERAS EN EL MANEJO
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EN UNA COMUNA
URBANO-RURAL

Victoria Isabel Morales Aravena

Calificaciones

Director de Tesis
Prof. Hugo Romero

Co-Director
Prof. José Arellano

Comision de Evaluación de Tesis

Presidenta
Prof. Carmen Luz de la Maza

Profesores Informantes

Prof. Alfredo Rihm

Prof. Santiago Truffa

Santiago – Chile

2005

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por la entrega siempre desinteresada de su amor, confianza y las herramientas necesarias no solo para lograr este puntual objetivo sino que para ser una persona de bien.

A Germán por brindarme su amor y apoyo permanente

A mis hermanas Angela y Paulina por su siempre positiva disposición a ayudarme.

A los empleados del Departamento de Aseo y Ornato de la Ilustre Municipalidad de Talagante, especialmente a su directora Señora Victoria Arqueros y a su secretaria Claudia, que nunca dudaron a prestarme su desinteresada ayuda.

A la Señora Ana Maria Montemurro por su apoyo y disposición entregados en todo momento.

A las Señoras pertenecientes a la junta vecinal de la población Juan Guzmán Cruchaga por su colaboración en los muestreos y su siempre excelente disposición.

A la señora Carmen Luz de la Maza, señorita Alexia Pereira y señores Hugo Romero y José Arellano por el profesional y personal apoyo brindado en todo momento.

A G.C.S. Ingeniería por la ayuda y apoyo técnico prestado.

A todos los que anónimamente contribuyeron a que esta Tesis llegara a buen fin.

INDICE

RESUMEN	
SUMMARY	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 PROBLEMA	2
1.2 BASES TEÓRICAS	3
1.2.1 <i>Desarrollo Sustentable</i>	3
1.2.2 <i>Minimización de Residuos</i>	6
1.2.3 <i>Economía Ambiental</i>	7
2. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	10
2.1 SISTEMA DE MANEJO TRADICIONAL DE LOS RSD	11
2.2 COMPOSTAJE	13
2.2.1 <i>Proceso de Compostaje</i>	13
2.2.2 <i>Factores que intervienen en el Proceso de Compostificación</i>	14
2.2.3 <i>Métodos de Compostificación</i>	17
3. SITUACIÓN ACTUAL	20
3.1 MANEJO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RSD EN CHILE	20
3.2 SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL MANEJO Y MINIMIZACIÓN DE RSD	22
3.3 SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL COMPOSTAJE	25
4. OBJETIVOS	29
4.1 OBJETIVO GERNERAL	29
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
5. HIPÓTESIS DE TRABAJO	29
6. MATERIAL Y MÉTODO	30
6.1 MATERIAL	30
6.1.1 <i>Antecedentes generales de la comuna de Talagante</i>	30
6.1.2 <i>Situación Actual de los RSD en la comuna</i>	30
6.1.3 <i>Proyectos de Compostaje realizados en la comuna</i>	31

6.2 MÉTODO	34
6.2.1 <i>Efectividad de la compostera en la transformación de la materia orgánica a compost y en la reducción de la cantidad de RSD</i>	
a. Análisis de la estimación de los cambios de masa	34
b. Muestreos de basura	38
6.2.2 <i>Factores que influyen en la aceptación de la compostera y posterior uso permanente de ésta</i>	40
a. Encuestas	40
b. Entrevistas	43
c. Experiencias internacionales	44
6.2.3 <i>Determinación de efectos ambientales, económicos y sociales que tendría el uso masivo de las composteras</i>	45
a. Descripción de Efectos	45
b. Análisis Económico Comparativo	45
7. RESULTADOS	50
7.1 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA COMPOSTERA	50
7.1.1 <i>Estimación de los cambios de masa de los RSD procesados en la compostera</i>	50
7.1.2 <i>Caracterización de la cantidad y composición de los RSD en la comuna de Talagante</i>	53
a. Zona Urbana Sin Compostera	53
b. Zona Urbana Con Compostera	53
c. Zona Rural Sin Compostera	54
d. Zona Rural Con Compostera	55
7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACEPTACIÓN DE LA COMPOSTERA Y SU POSTERIOR USO	56
7.2.1 <i>Encuestas</i>	56
a. Caracterización de los representantes de cada vivienda y de su grupo	57
b. Encuestas administradas a viviendas que tienen compostera en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante	58
c. Encuestas administradas a viviendas que no tienen compostera en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante	60

7.2.2	<i>Entrevistas</i>	62
7.2.3	<i>Experiencias Internacionales</i>	65
7.3	DETERMINACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES QUE TENDRÍA EL USO MASIVO DE LAS COMPOSTERAS	67
7.3.1	<i>Efecto ambiental, social y económico que tiene el uso de la compostera en el manejo de los RSD</i>	67
a.	Efecto Ambiental	67
b.	Efecto Social	70
c.	Efecto Económico	72
7.3.2	<i>Análisis económico comparativo</i>	75
8.	DISCUSIÓN	78
8.1	EFICIENCIA DE LA COMPOSTERA EN LA REDUCCIÓN DE RSD	78
8.2	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISPOSICIÓN A UTILIZAR LA COMPOSTERA	80
8.3	EFECTOS QUE GENERA LA COMPOSTERA	83
8.4	BASES PARA UN PROGRAMA DE MIRSD EN LA COMUNA DE TALAGANTE	85
9.	CONCLUSIONES	91
10.	RECOMENDACIONES	93
11.	BIBLIOGRAFÍA	95
12.	APÉNDICES	99
13.	ANEXOS	124

ABREVIATURAS

CONAMA:	Comisión Nacional De Medio Ambiente (Chile).
EPA:	Environmental Protection Agency (EE.UU.).
EE.UU.:	Estados Unidos de América.
DEFRA:	Department for Environment, Food & Rural Affaire (U.K.).
DSW:	Domestic Solid Waste.
DSWM:	Domestic Solid Waste Management.
FDA:	Fondo de Las Américas.
GIRSD:	Gestión Integral de los Residuos Sólidos Domésticos.
INE:	Instituto Nacional de Estadísticas.
IVA:	Impuesto al Valor Agregado.
MIRSD:	Manejo Integral de Residuos Sólidos Domiciliarios.
MRSD:	Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios.
ONG:	Organización No Gubernamental.
OPS:	Organización Panamericana de Salud.
PNUD:	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
RS:	Residuos Sólidos.
RSD:	Residuos Sólidos Domésticos.
SERVIU:	Servicio de Vivienda y Urbanismo.
U.K.:	United Kingdom.
UNPADE:	Institución de Formación y Capacitación de Jóvenes Discapacitados Mentales, filial comuna de Talagante.

RESUMEN

En la comuna de Talagante desde el año 1999 se han desarrollado cuatro proyectos pilotos relacionados con el uso de composteras¹ y producción de compost a nivel residencial. Estos estudios, realizados tanto en la zona urbana como rural, no fueron orientados a determinar si el uso de estas composteras efectivamente tiene un efecto real en el manejo de los residuos sólidos domésticos. Justamente por tal razón esta Tesis de Magíster buscó determinar los efectos ambientales de las composteras en el manejo integral de los residuos sólidos domésticos en comunas urbano-rurales.

La metodología utilizada consistió en realizar un estudio para estimar los cambios de masa que sufren los residuos que ingresan a una compostera en una vivienda estándar. Este estudio, que se llevó a cabo en el periodo primavera-verano, permitió cuantificar la pérdida de masa que sufre el componente orgánico de los residuos en el proceso de compostificación. En forma paralela, para demostrar la eficiencia de las composteras desde la perspectiva de remoción de materia orgánica desde los RSD, se realizó un muestreo de basura en viviendas que tenían este artefacto y en viviendas que no lo tenían tanto en la zona urbana como rural de Talagante. Esto además permitió verificar la variación en el peso y composición de los residuos que posteriormente van al sistema de recolección.

Posteriormente, para determinar los factores que influyen en la aceptación y uso de las composteras, se administraron en la zona urbana y rural de la comuna dos tipos de encuestas; una para viviendas con y otra para viviendas sin estos dispositivos. Además se realizaron entrevistas a personas que han participado en proyectos y programas nacionales e internacionales de cosmpostaje.

Por último se realizó un análisis de los efectos ambientales, económicos y sociales que genera el uso masivo de las composteras, así como también un análisis económico

¹ Son recipientes contruidos especialmente para hacer compost a nivel domiciliario, su función es ser un biodigestor continuo para residuos de tipo orgánico.

comparativo para determinar los ahorros monetarios que éstas generan en el costo total del MRSD en la comuna de Talagante.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: La compostera produjo compost, se demoró aproximadamente tres meses en formarse y se determinó que el proceso de compostificación reduce en promedio un 36% la masa original del componente orgánico.

El muestreo de los residuos arrojó que más del 50% de los residuos generados por esta comuna son de tipo orgánico. Las viviendas que no compostan eliminan un 28.3% y un 77,5% más de residuos que las que si compostan en la zona urbana y rural respectivamente.

Los principales factores que influyeron en la utilización de composteras fueron: espacio disponible en las viviendas para colocar las composteras, educación, capacitación y apoyo técnico permanente, seguimiento continuo y entrega del dispositivo subsidiado.

Finalmente, con esta Tesis se comprobó que el uso de la compostera tiene un efecto ambiental porque produce una significativa minimización de los RSD en la comuna de Talagante y promueve a la GIRSD. Tiene un efecto social porque las personas adquieren el hábito de separar y reciclar sus residuos y, mejoran su calidad de vida debido a que se sienten partícipes y responsables del cuidado del medio ambiente. Tiene un efecto económico porque se generan ahorros en el MRSD de la comuna de Talagante, especialmente en las etapas de recolección, transporte y disposición final.

SUMMARY

In Talagante since the year, 1999 four projects related to the home composters² and compost production have been developed at a residential level. In these studies, carried out as much in an urban area as rural, the main objective to determined if the use of these home composters had a real impact. Exactly for such a reason, this Master Thesis looked for determining the environmental effects of home composters in the integral domestic solid waste management in urban-rural areas.

The methodology used consisted of carrying out a study to analyze the changes in mass resulting from the organic waste added to a home composter in a standard house. This study was carried out during the spring and summer seasons which allowed the loss of mass resulting from the organic waste in the composting process to be quantified. At the same time, this study checked the home composter's efficiency from the reduction of the organic fraction of the DSW. A waste sampling was done in houses with and without this device in urban and rural Talagante's areas. This also allowed verification of the variation in the weight and composition of domestic waste that is later deposited in a gathering system.

To determine the factors that influence the acceptance and use of the home composters, two kinds of surveys were administered in Talagante's urban and rural areas, one for houses with and another for houses without these devices. People were interviewed that have participated in national and international composting projects and programs.

Lastly, an analysis of environmental, economic and social effects that generates the massive use of home composters was made as well as a comparative economic analysis to determine the monetary savings they generate in the total cost of the DSWM in Talagante.

² Home composter is a box or barrel, used to collect organic materials and to produce compost.

The obtained results were the following: The home composter produced compost in a period of approximately three months where the composting process reduced on average 36% of the original mass of the organic component.

The sampling of the residential waste showed that more than 50% of the residuals generated by Talagante is organic. Urban and rural houses that didn't make compost produced 28,3% and 77,5% more waste respectively than those that did make compost.

The main factors that influenced home composter use were: availability of yard space, education, training, permanent and continuous technical support and some kind of subsidy to purchase this device.

In conclusion, this Thesis has proved that home composter use has an environmental effect because it produces a significant minimization of DSW and it promotes integral DSWM in Talagante. Home composters also have a social effect because people acquire the habit of separation and recycling their waste and they improve their own quality of life because they feel integrated with the environment and responsible for environmental care. There is an economic effect, too, because big savings are generated in the DSWM in Talagante, especially in the gathering, transport and final disposition stages.

1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido de la economía en Chile ha involucrado un incremento en el consumo de la población, y consecuentemente, en la producción de RSD. Así por ejemplo, en la Región Metropolitana cada año la cantidad generada de residuos per cápita aumenta cerca del 3% (Rivas *et al*, 1992: SESMA, 2000). La gestión de RSD ha abordado principalmente la recolección, transporte y disposición final de los residuos, pero no ha considerado un manejo integral de éstos. A la fecha, no está en práctica ninguna medida que tenga el propósito de disminuir, no sólo la cantidad de residuos generados, sino también la cantidad de residuos aportados por los usuarios del servicio, pero la idea está contemplada en la política chilena de gestión integral de RS (CONAMA, 2000d).

Otro punto importante a considerar es que en comunas urbano-rurales³, las áreas urbanas⁴ concentran la mayor cantidad de población y en la mayoría de los casos existe una infraestructura de accesos y caminos que permiten a sus habitantes integrarse al sistema de manejo municipal de RSD de manera adecuada. Sin embargo, sus áreas rurales⁵, que coinciden con ser las más pobres y estar localizadas en la periferia, en general tienen problemas de integración fluida con el servicio de aseo porque el acceso es más difícil y la recolección es más cara, lo que implica que en estas zonas el manejo de los RSD sea ineficiente.

Por lo tanto, un requisito imprescindible para promover y mejorar la gestión integral de los RSD en el país y específicamente en las comunas urbano-rurales, es contar con información reciente y consistente acerca de los efectos que tiene el manejo de los residuos de tipo orgánico en el interior de las viviendas, utilizando composteras como una alternativa viable y eficiente de minimización.

Cabe señalar que el título del presente estudio hace sólo referencia al efecto ambiental, sin embargo, en la tesis también se analizan los efectos económicos y sociales, que produce el uso de las composteras en el manejo integral de los residuos sólidos domésticos en una comuna urbano-rural, como lo es la comuna de Talagante. Esto se logró determinando la eficiencia de la compostera en la reducción y transformación de la materia orgánica a compost y si el uso de ésta genera una disminución en la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección. También se realizó un análisis de los factores que influyen en la aceptación de la compostera y su posterior uso. Por último, se determinó el efecto ambiental, económico y social que tiene el uso masivo de las composteras en todo el Manejo Integral de RSD a nivel municipal y domiciliario y, se determinaron los ahorros que el uso de la compostera genera comparando tres posibles escenarios: 100% del total de las viviendas de Talagante no utiliza compostera, 30% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utiliza compostera y

³ La comuna es el último nivel de la división político administrativa del país y es la unidad básica de Administración del territorio. Para efectos estadísticos, se utilizan conceptos geográficos-censales relacionados con los asentamientos humanos, los cuales dividen a algunas comunas en entidad urbana y entidad rural, por lo que una comuna urbana-rural está formada por entidades urbanas y rurales (INE, 2002).

⁴ Entidad urbana: Conjunto de viviendas concentradas con más de 2000 habitantes, o entre 1001 y 2000 habitantes, con el 50 % o más de su población económicamente activa dedicada a actividades secundarias y/o terciarias (INE, 2002).

⁵ Entidad rural: Asentamiento Humano, concentrado o disperso, que posee 1000 o menos habitantes o entre 1.001 y 2.000 habitantes y no cumple requisito para ser considerado como Pueblo (INE, 2002).

el resto no y, un 50% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utilizan compostera y el resto no.

1.1 PROBLEMA

Chile ha experimentado un notable aumento en la producción de sus desechos. Esto se debe, por un lado, al crecimiento económico del país y por otro al aumento de la población urbana. Así por ejemplo, la Región Metropolitana pasó de tener una producción de 0,6 Kg/hab/día en 1977 a 1,1 Kg/hab/día de RSD en 1999, lo que significó un aumento cercano al 50% en un lapso de poco más de 22 años (CONAMA, 2001a). Este aumento es incompatible con el principio de minimización de residuos acordado y firmado por Chile en la Cumbre de Río en 1992 y establecido en la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos (CONAMA, 2000d).

Si bien la producción de RSD es una característica que afecta a toda la población, los mayores volúmenes se concentran en áreas urbanas consolidadas, debido a que son las que presentan mayor concentración de personas, 86,6 % del total en Chile (CENSO, 2002). El 90% de la población urbana a nivel nacional dispone de servicios de recolección y la mayoría de las ciudades chilenas tienen una cobertura del servicio que se aproxima al 100% (OPS, 1998). En las comunas urbano-rurales, el manejo de los RSD en su área urbana tiene una cobertura de casi un 100% ya que las viviendas están localizadas en áreas densamente pobladas y en la mayoría de los casos existe una infraestructura de accesos y caminos que permiten a sus habitantes integrarse al sistema de manejo municipal de manera fluida. Sin embargo, la zona rural de la comuna tiene problemas de integración con el servicio de aseo porque el acceso es más difícil (calles sin pavimentar, geografía accidentada) y la recolección es más cara (mayor distancias que abarcar y baja densidad poblacional). Esto conlleva a que en estas áreas el manejo de los RSD sea ineficiente, muy caro, se generen presencia de microbasurales ilegales en sus espacios públicos y que se transforme en un problema de manejo para este tipo de comunas.

Por otro lado, el mayor porcentaje de RSD que generan las comunas urbano-rurales, es de tipo orgánico que se puede manejar con fines para producir compost (OPS, 1998). El manejo en Chile de los residuos se ha basado sólo en la recolección, transporte y

disposición final de los RSD en rellenos sanitarios y vertederos y ha considerado la minimización en forma muy aislada.

El problema de investigación analizado en este trabajo es que el MRSD en comunas urbano rurales no es eficiente; la mayor proporción de los residuos está compuesto por materia orgánica (más del 50%) que se puede reciclar y transformar en compost utilizando composteras. Se sabe que éste proporciona diferentes tipos de beneficios, pero no se conoce con precisión el impacto ambiental, económico y social que las composteras tienen realizando un MIRSD en comunas urbano-rurales.

1.2 BASES TEÓRICAS

El estudio se basa principalmente en tres planteamientos teóricos: Desarrollo Sustentable, Minimización de Residuos y Economía Ambiental.

1.2.1 *Desarrollo Sustentable*

El término desarrollo sustentable fue presentado en el “Informe Nuestro Futuro Común” preparado por la Comisión Brundtland en 1987. En él se definió como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias necesidades”. El desarrollo sustentable o sostenible tiene tres dimensiones principales: crecimiento económico, equidad social y protección al medio ambiente. Estas dimensiones se relacionan entre sí estableciendo que “mientras el crecimiento económico es esencial para satisfacer las necesidades humanas básicas, el desarrollo sostenible implica compatibilizar dicho crecimiento con la protección de los recursos naturales, la capacidad de carga del medio ambiente y el mejoramiento del bienestar de la población” (Brundtland, 1987).



En la base de la dimensión económica está el principio de que el bienestar de la sociedad debería alcanzar su nivel máximo y de que debería erradicarse la pobreza

mediante la utilización óptima y eficiente de los recursos naturales. El aspecto social concierne a la relación entre la naturaleza y los seres humanos, el mejoramiento del bienestar de la población, el mejoramiento del acceso a los servicios básicos de salud y educación, el cumplimiento de las normas mínimas de seguridad, el respeto de los derechos humanos, desarrollo de diversas culturas, la diversidad, el pluralismo y la participación efectiva del pueblo en el proceso de adopción de decisiones. La cuestión de la equidad, es decir, la distribución de los beneficios y el acceso a los recursos, es un componente esencial tanto de la dimensión económica como de la dimensión social al desarrollo sostenible. La dimensión ambiental, por otra parte, entraña la conservación y mejora de la base de recursos físicos y biológicos y de los ecosistemas (Brundtland, 1987).

La Agenda 21 propone que “para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas” los Estados deben reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas”. Este principio reconoce la necesidad de disminuir la cantidad de materias primas que se extraen del medio ambiente y de promover las actividades que fomenten la reducción, reutilización y reciclaje de los residuos. Además aplica el “Principio Preventivo” para la Gestión Integral de los residuos, lo que implica el deber de elaborar estrategias y medidas para minimizar la generación de residuos que promuevan a detener o revertir los efectos de la degradación ambiental en el contexto de los crecientes esfuerzos nacionales e internacionales para promover el desarrollo sostenible de todos los países (PNUD, 1992). Aquí se indica que la Gestión de Residuos es uno de los temas ambientales más relevantes y estratégicos para el desarrollo sostenible de los países (CONAMA, 2000b).

La Agenda 21 en su capítulo 21, establece que “la gestión ecológicamente racional de los desechos debe ir más allá de la simple eliminación o el aprovechamiento por métodos seguros de los desechos producidos y procurar resolver la causa fundamental del problema intentando cambiar las pautas no sostenibles de producción y consumo” (PNUD, 1992). Considera cuatro principales áreas:

- a. Reducción al mínimo de los desechos.

- b. Aumento máximo de la reutilización y el reciclado ecológicamente racionales de los desechos.
- c. Promoción de la eliminación y el tratamiento ecológicamente racionales de los desechos.
- d. Ampliación del alcance de los servicios que se ocupan de los desechos.

La Agenda propone implementar medidas de gestión, entre las cuales las más importantes son:

- Establecer incentivos para reducir las modalidades de producción y consumo no sostenibles.
- Elaborar planes nacionales para reducir al mínimo la generación de desechos.
- Iniciar o apoyar programas que busquen la reducción de desechos.
- Desarrollar, fortalecer y promover las capacidades nacionales de investigación, diseño de tecnologías ambientalmente adecuadas y adoptar medidas para reducir los residuos al mínimo.
- Examinar la eficacia de todos los instrumentos de reducción de desechos y determinar que nuevos instrumentos podrían utilizarse.
- Investigar las repercusiones sociales y económicas de la reducción de desechos.

1.2.2 Minimización de residuos

La minimización de los residuos sólidos consiste en acciones tendientes a disminuir la cantidad y nocividad de los residuos generados. Considera medidas tales como evitar y reducir la generación de residuos, así como también reutilizar y reciclar los productos y residuos producidos. Minimizar tiene dos grandes beneficios: Desde el punto de vista económico reduce los costos de recolección, tratamiento y disposición final y por otra parte, desde el punto de vista ambiental, reduce la generación de residuos descargados al ambiente natural (CONAMA, 1996).

El primer paso en la cadena de la minimización de residuos es "Evitar", que implica no generar residuos. Este proceso es complicado puesto que requiere un cambio en la

percepción y actitud en la población consumidora (ejemplo: uso exclusivo de productos con envases retornables). La “Reducción”, por otra parte, es un concepto orientado a la disminución de la cantidad de envases y recipientes descartables, sin alterar la calidad del producto contenido. Requiere que el consumidor transforme sus preferencias, favoreciendo aquellos productos con menos envoltorios; esto presiona a los productores a utilizar menor cantidad de embalaje posible. El evitar y reducir también promueven indirectamente el uso de materiales y sustancias que tienen un menor grado de toxicidad⁶. Las acciones de evitar y reducir son procedimientos que generan resultados a largo plazo y pasan por una modificación en los patrones de consumo individuales y masivos, generando transformaciones en los sistemas de producción. La Educación es fundamental para lograr este cambio.

Reutilizar es una técnica de reaprovechamiento de un material o producto, sin cambiar su forma o naturaleza original. El Reciclaje por su parte, es la transformación de ciertos materiales en materia prima para otros procesos productivos. La separación y acopio de los residuos para reciclar se puede realizar en el origen o después de su recolección. La reutilización y reciclaje son procesos mecánicos, manuales o industriales, mediante los cuales se pueden recuperar diferentes tipos de residuos. Ambos procesos se presentan como una alternativa a la disposición final, reduciendo los volúmenes de residuos dispuestos en rellenos sanitarios y transformándolos en un insumo más dentro de la cadena productiva que los generó. La reutilización y reciclaje generan resultados a corto plazo. Sin embargo estos procesos no son aplicables a todos los residuos, debido a que algunos no son recuperables, no existe mercado que los demande o no existe tecnología para su tratamiento.

A partir del comienzo de la década de 1990 la minimización de residuos ha cobrado una importancia creciente en empresas, gobiernos y comunidades. Muchos autores proponen que la prioridad fundamental es la reducción de residuos en el origen o fuente, debido a que es el método más efectivo para mejorar el desempeño ambiental de un “envase”, y además puede llevar a sustanciales ahorros en costos, tanto para fabricantes como para consumidores (CONAMA, 2000a). PNUD (1992) por su parte, propone que una de las maneras para hacer efectiva la minimización de residuos, es trabajar a escala local y/o

⁶ Por ejemplo la sustitución de pilas de mercurio por pilas sin este elemento nocivo y la sustitución de pinturas en base a solventes por pinturas en base de agua.

domiciliaria. Esto implica que aplicando políticas de concientización y educación a la población involucrada en relación a la reutilización y reciclaje de residuos se promueve una reducción en el origen.

La Minimización de residuos en los hogares puede llegar a tener un gran impacto en el manejo de residuos porque la mayor parte de la basura que generan es reutilizable y/o reciclable (INTEC, 2000).

1.2.3 Economía Ambiental

La economía ambiental trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la economía⁷. Se concentra principalmente en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. La economía ambiental propone tres alternativas para reducir la cantidad de materias primas tomadas del ambiente natural y también para disminuir los residuos descargados o vertidos a él Field (1995).

a. Reducir la cantidad de bienes y servicios generados por la economía. Se basa en el supuesto de crecimiento cero de la población, sin embargo el crecimiento económico incrementa el consumo de recursos independientemente del crecimiento de la población.

b. Reducir la cantidad de residuos generados en el proceso de producción de bienes y servicios. Supone la creación y/o adopción de nuevas tecnologías y prácticas de producción que generen menor cantidad de residuos por unidad de bien o servicio producido. Esta alternativa es viable técnica y económicamente y se denomina "*Producción Limpia*".

c. Incrementar los procesos de reducción, reuso y reciclaje, conocido como "tres R". Esta alternativa induce a corregir hábitos de consumo para reducir la cantidad de residuos generados, mejorar la calidad de los productos para posibilitar su reuso y reemplazar los materiales vírgenes por materiales recuperados.

⁷ La Economía es el estudio de cómo y por qué "las personas" (consumidores, firmas, organizaciones sin fines de lucro o agencias gubernamentales), toman decisiones sobre los recursos valiosos (Field, 1995).

La economía ambiental recomienda que para minimizar la cantidad de materias primas y la cantidad de residuos arrojados al medio ambiente, se deben incentivar a los productores y consumidores. Los productores pueden ser incentivados mediante beneficios económicos directos, tales como estímulos tributarios, o indirectos, a través de sellos ecológicos, marketing verde, prestigio para la empresa, etc. Los métodos propuestos por Olivier (1999) para incentivar a los productores son: (i) Implementar un sistema de estímulos tributarios que incentive disminuir el uso de las materias primas, (ii) promover la incorporación del concepto de minimización en el diseño de los productos de consumo domiciliario, de modo de dar la posibilidad de reuso o reciclaje de sus componentes (evitando o reduciendo el futuro residuo), (iii) estudiar la posibilidad de implementar un sistema normativo, que fomente la elaboración de productos manufacturados con material reciclado o con posibilidad de reuso, analizando si es posible absorber los costos involucrados, (iv) regular el uso de conceptos vinculados a la reutilización o reciclaje de los productos e (v) incentivar al productor indirectamente a través de las preferencias del consumidor.

Por otra parte, los consumidores pueden ser incentivados a minimizar a través de campañas de educación tendientes a modificar conductas y hábitos de consumo, o mediante la implantación de cobros por cantidad de residuos generados (sistemas tarifarios diferenciados). Para ello Olivier (1999), propone aplicar las siguientes medidas: (i) Implantar un sistema de separación de los residuos en el origen, facilitando la reutilización y el reciclaje (por ejemplo, promover la separación y reciclaje de los residuos orgánicos a través del uso de las composteras), (ii) instaurar un sistema tarifario de residuos diferenciado según la cantidad generada, que establezca como uno de sus objetivos la minimización, (iii) incentivar el consumo de envases retornables y productos elaborados de material reciclado o reciclable, (iv) definir criterios para identificar los residuos especiales y presentar alternativas para evitar estos residuos.

Dentro de un sistema de manejo adecuado, la principal meta es evitar al máximo la generación de residuos, lo que implica adoptar nuevas alternativas tecnológicas que maximicen la utilización de las materias primas y generen menor cantidad de residuos por unidad de bien o servicio producido (INTEC, 2000). La tarea de reducir la generación de RSD pasa por incorporar a los productores, consumidores e intermediarios en el proceso, lo que implica un desafío para el Estado, así como para el resto de los actores sociales

que intervienen en las decisiones, debido a que constituye un elemento central en la sustentabilidad de la gestión de residuos (Orcozupa, 2002).

La reducción en la fuente es una de las más efectivas alternativas para mejorar el desarrollo de la gestión de residuos y puede llevar a sustanciales ahorros en los costos, tanto para los fabricantes como para los consumidores (INTEC, 2000). Para llevar adelante estas medidas y alcanzar los objetivos de la minimización, es necesario antes que nada, implementar un programa de educación y difusión dirigido a productores y consumidores (Frederik, 2001). La ley 19.300 señala que “es deber del Estado facilitar la participación ciudadana y promover campañas educativas destinadas a la protección del medio ambiente” (González, 2004).

Una forma de minimizar la generación de residuos es a través de programas de reciclaje. Estos programas buscan recuperar los residuos factibles de reciclar, transformándolos en materia prima e ingresándolos nuevamente al proceso productivo.

Con el propósito de crear un mercado de reciclaje estable, se propone implantar barreras arancelarias a la importación de material usado subsidiado por programas de reciclaje de otros países, y aplicar restricciones a la composición de los envoltorios de los productos importados (ejemplo: la llegada de plásticos imposibles de reciclar) e introducir a largo plazo el principio de “responsabilidad del productor sobre sus residuos”. Este principio pretende incentivar a los productores a poner mayor atención en el diseño de sus productos, obligando además a que los costos de recolección y transporte se expresen en el precio de mercado de dicho producto (CONAMA, 1996).

2. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

El crecimiento de la población como así mismo el desarrollo de la conciencia ambiental, en especial, lo que se refiere a vivir en un ambiente libre de contaminación y el evitar el agotamiento de las reservas naturales, ha provocado un cambio en el enfoque del manejo tradicional de residuos hacia una gestión integral de ellos. La Gestión Integral de residuos sólidos domiciliarios establece la necesidad de prevenir la generación de residuos y manejar de una forma segura los residuos que no han sido posibles evitar. Aplica un

concepto preventivo a partir de una visión ampliada del ciclo de vida del producto. La Gestión Integral define una serie de opciones de manejo y tratamiento a desarrollar, destinadas a reducir la cantidad de residuos generados, reducir la cantidad de residuos que llegan a la disposición final y maximizar la recuperación de recursos. Se habla de una estrategia jerarquizada de manejo de los residuos sólidos, siendo esta jerarquía primordialmente de carácter ambiental y operativo (CONAMA, 2001).

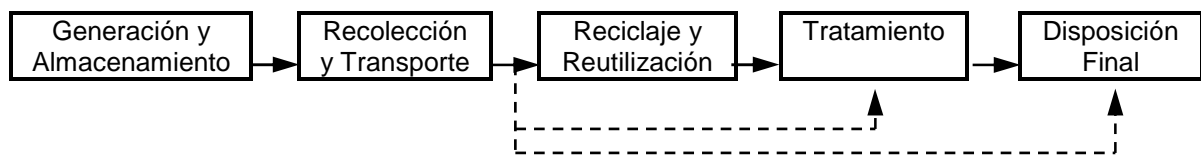
La Gestión Integral de Residuos se diferencia principalmente del Sistema Tradicional de Manejo de residuos sólidos porque sugiere la necesidad de implementar una estrategia de manejo de residuos jerarquizada, lo que significa que desde un punto de vista ambiental, el mejor criterio es prevenir, en primer lugar, evitando la generación de un residuo; en segundo lugar, si no es posible evitar, se debe buscar su minimización; en tercer lugar, si no es posible minimizar se debe buscar tratamiento, quedando como última opción, la disposición final del residuo (CONAMA, 2000d). Por lo tanto la Gestión Integral de los residuos sólidos hace hincapié en las etapas de Evitar y Minimizar.

* Evitar	
* Minimizar	Reducir Reutilizar Reciclar
Tratar	Compostaje Incineración Otros Tratamientos físicos, químicos y biológicos
Disponer	Relleno Sanitario

2.1 SISTEMA DE MANEJO TRADICIONAL DE LOS RSD

El Sistema de Manejo corresponde a un conjunto de prácticas y procedimientos que conforman un sistema de gestión⁸ de residuos sólidos domiciliarios en el que están involucradas tanto entidades públicas como privadas, por lo que es necesario que todos los componentes se encuentren coordinados y relacionados (CONAMA, 2001). En el manejo de los residuos sólidos domésticos es posible distinguir etapas que tienen características propias, las cuales deben ser consideradas cuando se buscan soluciones a los problemas que estos residuos originan. Estas etapas son: generación y almacenamiento, recolección y transporte, minimización, tratamiento y disposición final (CONAMA, 2000). El esquema de manejo queda dado por la figura 1:

Figura N° 1: Esquema de Manejo y Gestión Integrado de RSD (CONAMA, 2000)



Generación y Almacenamiento: corresponde a la etapa en que el residuo es producido y almacenado temporalmente en el lugar donde ha sido generado.

⁸ El concepto de gestión es más amplio, pues incluye además aspectos operativos, aspectos políticos de planificación y sociales.

Recolección y Transporte: es la etapa en que se recoge y traslada el residuo desde los puntos de generación y almacenamiento hacia su destino. En esta etapa se establecen las condiciones técnicas de funcionamiento de este servicio, tales como: rutas de recolección óptimas, características de los camiones recolectores y frecuencia de recolección mínima por sector; esta última es determinada en función de la cantidad de residuos generados, del tipo de residuo y de las condiciones de acopio del generador. Esta etapa representa un 60 a 70 % del costo total del manejo de los residuos.

Minimización: El manejo tradicional de RSD en Chile considera en forma muy parcializada sólo dos alternativas, la reutilización y el reciclaje.

Tratamiento de residuos: tiene como objetivo modificar las características físicas, químicas o biológicas de cualquier residuo, de modo de reducir su nocividad, volumen o simplemente hacerlo susceptible de recuperación. Existen tratamientos que reducen la cantidad de residuos, pero son notablemente más caros que la disposición final de los residuos en un relleno sanitario. Estos tratamientos⁹ pueden ser físico-químicos tales como: sodificación, deshidratación, incineración, pirólisis y gasificación o biológicos, tales como compostaje (CONAMA, 1996).

Disposición Final: consiste en el confinamiento definitivo de los residuos. Los residuos son depositados en un sistema que asegura que su interacción con el medio ambiente, no atenta contra la calidad de vida de las personas ni está asociado a un riesgo relevante para el medio ambiente (CONAMA, 2000).

Las situaciones originadas en la primera y segunda etapa, tienen que ver con el manejo de residuos al interior de las viviendas y con el manejo de los residuos en las calles y vías de transporte; los problemas derivados de un mal manejo de estas etapas son propios del saneamiento urbano. A su vez, los problemas de manejo de grandes cantidades de residuos en los tratamientos y/o disposición final están vinculados en mayor medida con las alteraciones del medioambiente y con la salud pública (OPS, 1998).

⁹ Para mayor información de los tipos de tratamientos de Residuos Sólidos Domiciliarios que existen, ver Anexo N° 1, página N° 125.

2.2 COMPOSTAJE

Compostaje es un proceso controlado en el cual los microorganismos descomponen la materia orgánica transformándola en un material estable llamado “compost”. El proceso consiste en manejar la descomposición de la materia orgánica optimizando su eficiencia y minimizando cualquier potencial daño o problema medioambiental que pudiese ocurrir (EPA 1994). En el proceso de compostaje se pueden utilizar materia orgánica proveniente de los residuos sólidos domiciliarios tales como hojas, pastos, residuos vegetales de cocina y otros.

El compost, que es el producto del proceso de compostaje, es un sólido de color café oscuro o negro y huele a tierra. Se caracteriza porque mejora la textura y apariencia del suelo, aumenta su fertilidad, mejora la estructura y aireación, aumenta la habilidad del suelo para retener agua y nutrientes, modera la temperatura, reduce la erosión y suprime el crecimiento de malezas y la aparición de enfermedades en las plantas (EPA, 1994). Se utiliza en la agricultura, horticultura, paisajismo, viveros, residencias y otros y, sirve para acondicionar suelos, enmendar suelos y/o como cubierta protectora. También se utiliza en biorremediación, prevención de la contaminación, control de la erosión, reforestación, restauración de humedales, rehabilitación de hábitat, etc. (EPA, 1997).

2.2.1 *Proceso de compostaje*

En el proceso de compostaje se produce una sucesión de actividades de diferentes microorganismos. En el proceso de descomposición de la materia orgánica participan activamente bacterias y hongos. En menor grado participan en una etapa inicial otros microorganismos tales como nemátodos, colémbolos, escarabajos, lombrices y otros, que ayudan a mover, masticar y reducir el tamaño del material orgánico. El proceso de compostaje tiene tres fases, pero la mayor actividad de la descomposición de la materia orgánica ocurre en las dos primeras (De la Maza, 2001):

Fase Mesofílica: Corresponde a la digestión de carbohidratos y sacáridos de bajo peso molecular por medio de la población microbiana presente. Esta población se desarrolla en temperaturas que fluctúan entre los 25°C y 45°C y el pH tiene un valor promedio

comprendido entre 4,5 y 5,5. La actividad continua de los microorganismos hace que la temperatura de los residuos se eleve dando origen a la 2ª fase (Arellano, 2002).

Fase Termofílica: En esta fase se descomponen las proteínas y carbohidratos superiores mediante la acción de microorganismos termofílicos que proliferan en esta etapa entre los 45°C y los 70°C. A consecuencia de la descomposición de proteínas y otros compuestos nitrogenados aumenta el pH por acumulación de amoníaco llegando a valores entre 8 y 9. Por efecto de la temperatura se desarrolla un proceso de pasteurización del producto lo que garantiza la esterilidad del mismo y la ausencia del contenido de sustancias patógenas¹⁰ (EPA, 1994).

Fase de Enfriamiento: Esta fase se caracteriza por la disminución de la actividad microbiológica, lo que hace nuevamente disminuir la temperatura. La digestión de la celulosa se realiza principalmente durante la etapa termofílica y en menor medida en esta fase de disminución de la temperatura. El agotamiento de la materia orgánica del desecho y la consecuente disminución de la actividad microbiológica produce la estabilización del compost. En esta fase también puede tener lugar la nitrificación, que es el proceso mediante el cual bacterias del género *nitrosomas* y *nitrobacter* convierten el amoníaco acumulado en las etapas anteriores en nitrato orgánico, todo esto a través de un proceso de oxido-reducción del cual las bacterias obtienen su energía (EPA, 1994). Esta fase final convierte entonces el desecho orgánico en un compuesto estable con contenido de nitrato, fosfato, potasio y otros componentes que dependen del tipo de desecho. Esto es lo que da origen al "compost" (De la Maza, 2001).

2.2.2 Factores que intervienen en el proceso de compostificación (EPA, 1994)

Los microorganismos son esenciales en el proceso de compostificación, por lo que si las condiciones ambientales para la actividad microbiana son maximizadas favorablemente la tasa de compostificación se acelerará. Los factores que influyen en la actividad microbiológica y consecuentemente en el proceso de compostaje son el tamaño de las partículas del material disponible para la descomposición, el contenido de humedad, el nivel de oxígeno, la temperatura, el pH, el balance carbono /nitrógeno y la composición de

¹⁰ Por lo general el material orgánico proveniente de los residuos sólidos domiciliarios es bastante inocuo y no contiene metales pesados.

los desechos. Todos estos factores están interrelacionados y deben ser cuidadosamente monitoreados y controlados para que el proceso de compostificación se realice en forma eficiente (FAO, 1977).

Trituración de la basura: Los residuos sólidos domiciliarios orgánicos son demasiado gruesos e irregulares, por lo que para responder bien a la compostificación se deben triturar. Con la trituración se mezclan los residuos y forman una masa homogénea, se logra aumentar la superficie disponible para el ataque de los microorganismos porque se destruye la estructura celular y se liberan fluidos lo que predispone a la descomposición del material. Por otro lado, una trituración muy fina disminuye la permeabilidad de la masa total, impidiendo una adecuada aireación y por ende inhibiendo el proceso de compostificación (EPA, 1994a).

Contenido de humedad: La humedad está interconectada con muchos parámetros tales como el contenido de humedad de la materia orgánica, la actividad microbiana, los niveles de oxígeno y la temperatura. Los microorganismos requieren humedad para asimilar los nutrientes, metabolizar nuevas células y reproducirse, por lo que producen agua en el proceso de descomposición (EPA, 1994a).

El contenido de humedad en la descomposición aeróbica puede variar entre el 30 y el 100%. La experiencia práctica indica que el óptimo de la actividad se produce con contenidos de humedad entre el 40 y 60%. Un mayor contenido de humedad es perjudicial ya que dificulta el acceso de aire a los microorganismos descomponedores y en consecuencia favorece la formación de un ambiente anaeróbico. Inversamente, un bajo contenido de humedad inhibiría la acción biológica de los organismos presentes. Cuando el contenido de humedad es mayor a 60% se puede reducir secando el material húmedo o agregando material seco. Por el contrario, cuando el contenido de humedad es menor al 40% se debe agregar agua (Arellano, 2002).

Aireación: Es uno de los factores más importantes para obtener un buen producto final porque el oxígeno que se incorpora al proceso es necesario para que los microorganismos aeróbicos estén presentes. El oxígeno puede agregarse al proceso de diferentes maneras dependiendo del tipo de compostificación. La cantidad de oxígeno que será necesario introducir a la masa dependerá básicamente del tipo de proceso, del nivel

de asimilación de los microorganismos, del tipo de basura, del agua disponible, de la superficie de contacto disponible y del grado y tipo de agitación (EPA, 1994a).

Temperatura: La temperatura es un factor crítico en el proceso debido a que determina la tasa de descomposición. La temperatura de la masa debe mantenerse entre 45 y 60°C para obtener una alta eficiencia en el proceso aeróbico que se desarrolla y para destruir organismos patógenos, huevos y larvas de insectos. Si la temperatura es menor a 20°C los microorganismos no proliferan y la descomposición se hace lenta. Si las temperaturas son mayores 60°C algunos organismos son inhibidos o mueren, se reduce la diversidad de éstos lo que produce una descomposición más lenta (EPA, 1994a).

pH: El valor del pH de la masa depende de la composición de la basura pero, durante el proceso de estabilización, se controla automáticamente por la aireación y la temperatura. La basura fresca tiene un pH que es ligeramente ácido (pH 6 a 7), siendo sensiblemente más ácido al cabo de uno o dos días (pH 5 a 6). Durante el proceso aeróbico el pH puede usarse como índice, ya que cuando comienza la reacción el pH baja a valores entre 4,5 y 5,5, luego después de 24 a 72 horas de la fase inicial, el pH sube y a medida que la temperatura crece y se acerca a la etapa termofílica, la reacción se torna alcalina con pH entre 8 y 9. Por último al final del proceso el pH se acerca al valor neutro (7), lo que implica que el compost, que es el producto final, tiene un pH cercano a neutro (EPA, 1994a).

Relación Carbono/Nitrógeno: Esta relación expresa la cantidad relativa de carbono por cada unidad de nitrógeno presente. Las cantidades de C y N¹¹ dependen básicamente del carácter y origen de los desechos mismos. Se ha comprobado que la descomposición es máxima para valores de C/N entre 25 y 35 y en casi todos los casos es óptima para C/N = 30 (EPA, 1994a).

Composición de los desechos: De este factor depende la velocidad del proceso de descomposición, ya que tiene una fuerte influencia en los factores anteriormente mencionados.

¹¹ Los microorganismos requieren carbono como su fuente de energía, y también necesitan carbono y nitrógeno para sintetizar proteínas, construir células y reproducirse.

2.2.3 Métodos de Compostificación

Existen diferentes métodos para hacer compost. Los más utilizados son los de pilas descubiertas, vermicomposting (lombrices) y **composteras**. Las *pilas al aire libre*, es un procedimiento industrial y es el más difundido, eficiente y económico. El material debidamente acondicionado¹², se acomoda en pilas de altura entre 1,5 m a 1,8 m con una base de 2,4 m a 3,6 m de diámetro. La humedad en las pilas se regula mediante riego por sistemas de aspersión o mangueras. Para lograr una adecuada aireación existen distintos métodos propuestos, siendo el más eficaz el volteo periódico de la pila sobre si misma o a un sitio adyacente, moviéndola con máquinas o manualmente (brazo y pala). Lo importante es que al remover la pila el material que antes estaba en la superficie pase a ocupar el centro de la nueva pila. En la figura 2 se observa una planta de compostaje que utiliza pilas al aire libre, localizada en High Point, Carolina del Norte, EE.UU.



Figura N2: Pilas al aire libre.

El vermicomposting es un sistema diseñado para compostar restos de frutas y vegetales utilizando lombrices rojas (*Eisenia foetida*). En cajas oscuras de plástico o madera de tamaños variables y con orificios para la circulación de aire, se coloca 1 vez por semana una cama de residuo orgánico previamente acondicionado, luego se cubre con una cama de sustrato para sostén y protección de las lombrices, esta cama puede ser hecha de hojas secas, diario picado, cartón o aserrín humedecido. Las lombrices comienzan a descomponer la materia orgánica y la transforman en compost de alta calidad que puede

¹² Se refiere a que el residuo orgánico ha sido clasificado y triturado a un tamaño homogéneo.

ser utilizado en el jardín. El compost demora en formarse aproximadamente 9 meses. Este proceso se realiza en viviendas que no disponen de patio para colocar una compostera (Seattle Public Utilities, 2003).

Las **composteras**, por su parte, son recipientes contruidos especialmente para hacer compost; pueden ser hechas artesanalmente o con artefactos especializados. Generalmente son compactas, pequeñas y son ubicadas en el patio de las viviendas. Las composteras están provistas de ventilaciones para facilitar las condiciones de aireación, humedad y temperatura para la fabricación de compost. Este recipiente puede recibir todos los desechos orgánicos que generan los hogares tales como: hojas secas, césped, plantas de jardín, maleza, tierra, cáscaras y desperdicios de frutas y verduras, cáscaras de huevo, hojas o bolsas de té, café, recortes de papel reciclable y otros. En la figura 3 se presentan tres tipos de composteras domiciliarias.



Figura N°3: *Ejemplos de composteras domiciliarias*

El compost realizado a base de los desechos orgánicos domiciliarios tiene características similares a la tierra de hoja, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Mejora las propiedades físicas del suelo porque favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad y aumenta la capacidad de retención de agua, obteniendo suelos más esponjosos. Mejora las propiedades químicas porque aumenta el contenido de micro y macronutrientes y la capacidad de intercambio catiónico. Las propiedades químicas dependerán de la cantidad, tipo y variedad de residuos orgánicos que se depositen en la compostera. Mejora la actividad biológica del suelo porque actúa como soporte y alimento de los microorganismos que viven a expensas del humus y contribuyen a su

mineralización. La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo (EPA, 1994a).

Por lo tanto, el compostaje es una manera de reciclar y disminuir los residuos domésticos ya que con el uso de la fracción orgánica de éstos, sumado a condiciones adecuadas de temperatura, humedad y oxígeno se logra su estabilización, lo que implica su disminución en volumen y peso. Por otro lado se reduce la cantidad de residuos para la recolección y disposición final y se obtiene un material mejorador de suelo (De la Maza, 2001).

En la figura 4 se puede observar el compost fabricado en composteras domiciliarias.



Figura N°4: *Compost fabricado en composteras*

3. SITUACIÓN ACTUAL

3.1 MANEJO Y MINIMIZACIÓN DE LOS RSD EN CHILE

Los RSD consisten en residuos sólidos orgánicos (combustibles) e inorgánicos (incombustibles) de zonas residenciales y establecimientos comerciales. Típicamente la fracción orgánica de los RSD está formada por materiales tales como restos de comida, papel de todo tipo, cartones, textiles, goma, cuero, madera y residuos de jardín. La fracción inorgánica esta formada por vidrio, cerámica, plásticos, latas, aluminios, metales féreos, suciedad, etc. (CONAMA, 1998). La composición y producción de los RSD es muy variable y en ella influyen una serie de factores tales como las características y nivel socioeconómico de la población, la época de producción de residuos, el clima, las costumbres, los hábitos de consumo; las actividades económicas, políticas existentes sobre reducción, clasificación en origen y reciclaje de residuos, entre los más importantes (MIDEPLAN, 1997).

A pesar de que la Política Nacional de Gestión de Residuos Sólidos chilena, tiene como una de sus líneas de acción prioritarias la disminución en la producción de residuos por la vía de evitar y minimizar su generación, “modificando algunas características de oferta de bienes de mercado (retornable sobre lo desechable) e incentivando el reciclaje y la valoración de residuos”, en Chile el manejo se ha limitado en gran medida a la recolección, transporte, estación de transferencia¹³ y disposición final (CONAMA, 2000d). Las etapas de reducción, reciclaje, reutilización y tratamiento se encuentran en sus fases iniciales, por lo que el sistema Integral de residuos no es del todo eficiente a nivel nacional. En la mayor parte de las regiones los residuos no se reciclan ni se tratan e incluso en algunas de ellas no existen rellenos sanitarios adecuados (CONAMA, 2001).

En Chile la cobertura de recolección de los RSD es bastante satisfactoria con valores cercanos al 100 %, no así la disposición final de éstos que mayoritariamente no cumple con los estándares más adecuados (CONAMA, 2000d). En la mayoría de las ciudades con más de 100.000 habitantes existen rellenos sanitarios o vertederos controlados; sin

¹³ Estación de Transferencia: son instalaciones donde se reciben y transfieren los residuos sólidos domiciliarios a grandes contenedores sellados, los que por medio de camiones trailers, son llevados hasta el relleno sanitario, reduciendo el impacto visual y el costo de transporte. Estas estaciones pueden incluir áreas de recuperación de materiales, mediante la separación manual o mecánica.

embargo, en localidades urbanas pequeñas y rurales (menos de 20.000 habitantes) y zonas ocupadas por la población de menores ingresos, los residuos recolectados se disponen en basurales a cielo abierto, vertederos clandestinos y microbasurales (OPS, 1998).

En relación a los servicios de recolección, transporte y disposición final la oferta es bastante monopólica y los costos de la gestión son elevados y pocos eficientes, no siempre acordes con sus precios reales. Hay municipios que pagan costos diferentes de recolección de los mismos tipos de residuos con respecto a los municipios aledaños, lo que pone en evidencia un problema institucional en la gestión de los residuos por parte del sector público descentralizado (CONAMA, 2000d). En general los mayores costos de manejo de RSD comunales se destinan a las etapas de recolección y transporte (60 a 70%) y luego a la disposición final, en la cual se considera la estación de transferencia y relleno sanitario que cobran por tonelada dispuesta (OPS, 1998).

En el país recién se están realizando programas sistemáticos de enseñanza en el campo medioambiental, separación en origen y reciclaje de residuos sólidos domésticos, y se está comenzando a educar a los niños en estas materias¹⁴. El reciclaje se realiza en forma informal y muy localizada en algunas comunas del país, a través de recolectores independientes, que recolectan los residuos reciclables y los llevan a centros de acopio. En los últimos años muchas municipalidades han tomado iniciativas para incentivar el reciclaje, tales como La Reina, Santiago, San Joaquín, Estación Central y otras, pero estas experiencias han sido locales y no han sido permanentes en el tiempo. Municipios como Talagante han comenzado a realizar iniciativas de reciclaje y compostaje. Otras iniciativas, con fines de ayuda social para organizaciones como CODEF, COANIQUEN y otras han fomentado la separación y reciclaje voluntario de las personas las cuales depositan sus residuos en puntos de acopio ubicados en lugares de concurrencia masiva tales como supermercados, centros comerciales y escuelas. Sin embargo, las personas separan sus residuos con el objetivo de ayudar a las instituciones de beneficencia y no porque exista una conciencia medioambiental en el tema de reducción de residuos.

¹⁴ La Reforma Educacional iniciada en 1994, incorpora a la Educación Ambiental en las asignaturas de los colegios.

Las iniciativas de separación y reciclaje en origen en el país lamentablemente han sido vistas por las autoridades y ciudadanos como medidas de solución marginal al manejo de residuos, pero no como una gran ventaja económica, ambiental y social, que puede ser realizada en forma integrada y masiva. La OPS establece que la reducción en el origen es una de las más efectivas alternativas para mejorar el desarrollo de la gestión de residuos y genera sustanciales ahorros en los costos de manejo. Esto implica que cualquier estrategia de gestión de RSD que fomente e incorpore la reducción, separación, tratamiento y/o reciclaje en origen puede reducir la cantidad total de residuos que son dispuestos, lo que dependiendo del tipo de contrato de recolección, transporte y disposición final de los residuos puede manifestarse en la disminución de los costos asociados en la comuna.

3.2 SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL MANEJO Y MINIMIZACIÓN DE RSD

Los países desarrollados llevan más de 10 años realizando actividades que promuevan la gestión sustentable de los residuos considerando como pilares fundamentales reducir, reciclar y reutilizar. En gran parte de las ciudades se han implementado programas de gestión de materiales residuales domésticos, que se basan en la separación en origen de materiales reciclables, recolección diferenciada de éstos, reciclaje y compostaje.

Países europeos, norteamericanos y de Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), llevan desarrollando programas de gestión de residuos hace más de 10 años, cada uno con sus características propias. Uno de sus principales objetivos ha sido disminuir la cantidad de residuos que van a los rellenos sanitarios, debido a la falta de espacios para la disposición final.

En Canadá por ejemplo, en 1989 el Distrito regional de Vancouver partió con un Plan de Manejo de residuos sólidos en el cual la meta de reducción fue el 50%. El Plan se enfocó en un manejo responsable de los residuos y consideró la reducción, reutilización y reciclaje por parte del distrito y sus municipalidades. Este Plan fue apoyado por el Consejo de la ciudad y aprobado por el Ministerio de Medio Ambiente, Tierras y Parques en 1995. La meta de este Plan se basó en reducir la cantidad de disposición de residuos sólidos de 1,8 ton/persona/año en 1990 a 0,69 ton/persona/año para el 2000. La meta se logró cumplir en 1998, con una reducción del 51,5% (City of Vancouver, 2003).

La estrategia de reducción incluyó el reciclaje de diferentes tipos de materiales y compostaje, consideró también como punto importante la participación y educación de la comunidad, la separación en origen y el compostaje domiciliario e industrial. En 2002 estas iniciativas lograron conseguir una reducción de más del 50 % de los residuos que van al relleno sanitario de Vancouver (City of Vancouver, 2002).

Todas las municipalidades que utilizan el relleno sanitario de Vancouver tienen su propio programa de reciclaje. Estos programas consideran el reciclaje de diversos elementos (como diarios, papeles y cartones de todo tipo, plásticos, vidrios y tarros) colectados en cajas azules. También consideran el compostaje domiciliario utilizando composteras y el vermicomposting. El más importante incentivo que tienen estas municipalidades para que desarrollen programas de minimización y reciclaje, es que todas las cargas de residuos reciclables que llegan al relleno son dispuestas gratuitamente y manejadas posteriormente por éste. En el relleno sanitario de Vancouver se reciclan una gran cantidad de materiales tales como: plásticos, papeles, aluminio, colchones, neumáticos, pinturas, filtros de aceites, refrigeradores, equipos de aire acondicionado, entre otros. También cuenta con una planta de compostaje industrial que procesa aproximadamente 41.000 ton de residuos de jardín, este compost es vendido a los mismos ciudadanos y/o es donado a diversas entidades estatales (City of Vancouver, 2002).

En Estados Unidos en 1999 más de 9.000 programas de reciclaje se han aplicado a la mitad de la población total. 12.000 centros de entrega de materiales reciclables han sido aprobados en todo el país y la mayoría de los municipios de todos los Estados desarrollan este tipo de programas (EPA, 2004a). En el año 2001 las actividades de reciclaje y compostaje evitaron que 68 millones de toneladas de residuos fueran dispuestas en rellenos sanitarios e incineradores. Hasta la fecha, año 2004, el 28 % del total de los residuos se reciclan, lo que es una tasa de más del doble que hace 15 años (EPA, 2004a). La legislación de cada Estado ha influenciado y ha promovido el desarrollo de programas de reciclaje y compostaje.

La principal fuente de reducción de residuos municipales en este país ha sido por el reciclaje de residuos de jardín (grasscycling). Los residuos reciclados que más han

crecido en porcentaje son: 42% el papel, 40% las botellas de plástico¹⁵, 55% las latas de aluminio provenientes de cervezas y bebidas, 57% el embalaje de acero y 52% el reciclaje de los electrodomésticos.

EE.UU. ha establecido algunas acciones relacionadas con el manejo de residuos tales como: gravámenes con impuestos a determinadas industrias que no fomentan el reciclaje, autorización a instalaciones de disposición final de residuos sólo para recibir residuos después de tratamiento previo, creación de plantas de compostaje subsidiadas por el Estado, fomento a la utilización de composteras y otros (EPA, 1994b).

Por ejemplo en Santa Mónica, California, el principal material que se recicla es el residuo de la construcción, luego los desechos orgánicos y el papel. El 40% de los materiales reciclados son comerciados en el mercado doméstico y el resto, principalmente papel y cartón, son exportados. New York City, comenzó en 1989 su programa de reciclaje que estableció por ley la separación de materiales reciclables. En 1992 el programa fué expandido incluyendo a toda la ciudad y en 1995 el programa incluyó el reciclaje de más tipos de papel, metal, vidrio y plástico. La tasa de reciclaje en el sector doméstico ha aumentado de 12% en 1996 a 22% en 2001. Por otro lado, Seattle, Washington, comenzó su programa de reciclaje en 1980. Entre los años 1988 y 1995 los residentes ahorraron más de 12 millones de dólares a causa del reciclaje y compostaje. La entidad pública encargada de la gestión de los RS establece que es más caro manejar el relleno sanitario que reciclar (DEFRA, 2001).

En la Unión Europea la jerarquía de principios que se establecen en su política de gestión de residuos es: prevención, reciclado, recuperación de energía y eliminación sin riesgos. El porcentaje medio de reciclado de RSD es del 26 % pero varía enormemente de un país a otro (del 8% al 63%) (UE, 2003). Por ejemplo en Dinamarca cada autoridad local es responsable de toda la basura generada en su municipalidad. Cerca de 2/3 de los RS municipales son reciclados en Aarhus, Dinamarca. El 93% de los residuos de la construcción y demolición son reciclados, casi un 100% de los residuos de jardín son reciclados como compost y un 27% de los residuos domésticos son reciclados. La comunidad debe pagar impuestos por la cantidad de residuos que generan. En Niort,

¹⁵ En EE.UU. en general las bebidas se venden en botellas desechables, no existen las botellas retornables.

Francia, el programa de reciclaje comenzó a mediados de 1990 y se ha focalizado en la responsabilidad del productor de residuos. El compostaje de residuos provenientes de cocina, jardines y parques ha sido la más significativa actividad de reciclaje. En Monza, Italia, una gran proporción de los RS municipales domésticos y comerciales que se reciclan corresponden a los de tipo orgánico, siguiendo el papel y vidrio. El principal incentivo en el programa de reciclaje ha sido los altos costos de disposición que cobra el relleno sanitario en la región de Lombardy. Por último en Arnhem, Holanda, la mayor actividad de reciclaje doméstico se concentra en los residuos orgánicos, luego el papel y el vidrio. El compostaje ha sido altamente promovido y los mercados para su venta han crecido considerablemente (DEFRA, 2001).

En Canberra, Australia, desde los años 80 que se están desarrollando programas de reciclaje. Los principales materiales reciclados son de los provenientes de la construcción y demolición, jardines y fibra de papel. La estrategia de manejo de las entidades públicas ha sido la creación de mercado para los productos reciclados, buena infraestructura para la separación y recolección e información y educación pública (DEFRA, 2001).

3.3 SITUACIÓN INTERNACIONAL DEL COMPOSTAJE

Las composteras de patio son consideradas en países como Canadá y USA como una alternativa viable para reducir la cantidad de RSD que van al sistema de recolección. Son utilizadas como un complemento en los programas de reciclaje, por lo que no todas las municipalidades las incluyen en sus programas de minimización de residuos. Cabe destacar que todos los municipios incluyen el compostaje de residuos orgánicos provenientes del jardín en sus programas de reciclaje. Este proceso se realiza retirando una vez por semana este tipo de residuos en las viviendas en donde la gente los separa claramente del resto. Estos residuos son transformados en compost en pilas al aire libre localizadas en plantas de compostaje municipales específicas (EPA, 2004).

El distrito de Vancouver, Canadá, comenzó a compostar en el año 1989. La compostera industrial ubicada cerca del relleno sanitario tiene un tamaño de 1,8 ha y recibe residuos de jardín como pasto, hojas, ramas y otros. La recolección de este tipo de residuo se realiza dos veces por semana. En el año 2002 se procesaron más de 41.000 toneladas de

residuos de jardín, de los cuales 31.272 m³ de compost fueron vendidos y 891 m³ fueron donados a diversas organizaciones.

Desde 1990 City of Vancouver ha promovido programas de compostaje domiciliario como una forma de reducir la cantidad de RSD. Desde esa fecha ha subsidiado la venta de composteras de patio. En el 2002, 1.793 composteras fueron vendidas, generando un total hasta esa fecha de 33.560 composteras, cubriendo un 37,5% de las viviendas en Vancouver. City of Vancouver establece que el uso de las composteras es una excelente forma de reducir la cantidad de RSD que van al sistema de recolección, ayuda a disminuir los costos de manejo de los residuos, permite al dueño de la vivienda obtener un material mejorador de suelos y permite que las personas se involucren y trabajen en el manejo de los RSD (City of Vancouver, 2002). En 1993 comenzó el programa de compostaje con lombrices (vermicomposting) dirigido a las viviendas y edificios que no tienen patio. Desde esa fecha 3.070 cajas para hacer vermicomposting han sido subsidiadas y entregadas en Vancouver.

El compostaje de patio y el vermicomposting reciben aproximadamente 250 y 60 kilos al año respectivamente de residuos orgánicos, lo que permite que aproximadamente 8.560 toneladas de éstos no sean depositados en el relleno sanitario.

City of Vancouver trabaja directamente con la gente, realiza campañas de educación pública, incluyendo colegios y está asociada a una organización sin fines de lucro "City Farmers", los cuales se dedican a educar a la gente en este tema y tienen jardines demostrativos.

Por otro lado, en Estados Unidos el compostaje es una forma muy atractiva para manejar y reducir los RSD. En muchas comunidades el compostaje ha sido la manera económicamente más eficiente y segura de manejo de los residuos orgánicos en comparación con enviarlos a un relleno sanitario y/o incinerarlos. Muchos Estados tienen ambiciosas metas de reciclaje para sus jurisdicciones debido a que el compostaje puede potencialmente reducir la cantidad de RSD municipales entre un 30 a un 60% (EPA, 1993) y tiene una gran variedad de usos que van desde la agricultura al paisajismo.

La legislación de cada Estado ha promovido el desarrollo de programas basados en siete estrategias diferentes para compostar residuos orgánicos destacando: plantas de compostaje públicas utilizando y retirando los residuos de jardín de casas particulares, de centros comerciales e instituciones; subsidio y utilización de composteras de patio; compost realizado en dependencias de universidades, hospitales y colegios; entre otras (EPA, 1999). El éxito de los programas de compostaje ha dependido de la selección o combinación de cada estrategia de acuerdo a las características de cada caso en particular. Es destacable comentar que aproximadamente un 36% de los RS municipales de EE.UU. están disponibles para compostar utilizando las tecnologías y estrategias existentes. Dependiendo del tipo de residuo y método de compostaje seleccionado, el promedio nacional de ahorro sobre la disposición final en relleno sanitario o incinerador varía entre los \$9 y \$39 dólares por tonelada (EPA, 1999).

Cada Estado en EE.UU. cuenta con por lo menos tres plantas de compostaje industrial (EPA, 1994a). Estados como Washington, Connecticut, Massachussets, New Jersey, New York, Rodhe Island, Carolina del Norte, Georgia y otros han promovido el uso complementario de composteras de patio a través de la promoción, uso de jardines demostrativos, subsidio de composteras, educación a la comunidad y asistencia técnica.

EPA (1999), establece que de las 7 estrategias para manejar materiales orgánicos el uso de composteras de patio podría captar 30,6 millones de toneladas de residuos orgánicos (7,9 y 22,7 millones de toneladas de residuos de cocina y residuos de jardín respectivamente) y establece que el costo promedio de un programa utilizando compostera es de aproximadamente \$ 12,9 dólares la tonelada de residuos orgánico manejado.

Por ejemplo, City of Seattle, Washington, comenzó en 1980 un programa piloto de reciclaje y compostaje, que incluyó educación y difusión a la comunidad. En octubre de 1988 dictó una ordenanza en que los residentes debían separar la basura de jardín para reciclarla. En 1994 Seattle cuenta con 3 programas de compostaje: "Clean Green" centros de acopio de residuos de jardín, composteras de patio y recolección semanal de residuos de jardín (EPA, 1994a).

En Escocia, Lochaber y en el resto de las tierras altas, cerca de un 25% de los residuos domiciliarios son reciclados a través del compostaje. Lochaber en el verano del 2000 comenzó un programa de compostaje domiciliario, cuyo objetivo fue reducir la cantidad total de residuos que van al relleno sanitario. Fueron vendidas a precio reducido 290 composteras a casas que tenían jardín. El programa fue difundido a través de radio y carteles informativos. Los primeros resultados obtenidos fueron que de una muestra de 100 viviendas que comportan, 7,11 toneladas no van al relleno sanitario. Esto significa que el compostaje domiciliario juega un rol importante en la reducción de residuos que van al relleno sanitario de Lochaber. Si 1.500 de las 10.000 viviendas que hay en Lochaber compostaran, la cantidad de basura que no iría al relleno sanitario sería entre 100 y 350 toneladas. (Entre el 1 y 3% del total) (Smolka, 2001).

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar los efectos ambientales que tiene el uso masivo de las composteras en el manejo integral de los residuos sólidos domésticos en comunas urbano-rurales.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la efectividad de la compostera en la reducción y transformación de la materia orgánica a compost y si el uso de ésta genera una disminución en la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección en la comuna de Talagante.
- Análisis de los factores que influyen en la aceptación de la compostera y posterior uso permanente de ésta.
- Determinar los efectos ambientales, económicos y sociales que tendría el uso masivo de las composteras en todo el Manejo Integral de residuos sólidos domésticos a nivel municipal y domiciliario en una comuna urbano-rural.

5. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El uso de composteras en una comuna rural como Talagante genera un efecto ambiental, porque promueve la minimización de los RSD. También su uso produce ahorros económicos en las etapas de recolección, transporte y disposición final, además de beneficios sociales porque incentiva a que las personas se involucren y se hagan responsables en el manejo de sus residuos.

6. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. MATERIAL

6.1.1 Antecedentes generales de la comuna de Talagante

La comuna de Talagante se encuentra ubicada en el valle central de Chile a 35 Km al suroeste de Santiago, entre los 33°; 37' y 33°; 47' de latitud sur y los 70°; 48' y 71°; 01' de longitud oeste. Forma parte de la Provincia de Talagante, Región Metropolitana y sus límites están dados al norte por la comuna de Peñaflores, 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.

La comuna de Talagante tiene una población total de 59.383 habitantes (INE, 2002). Se caracteriza por concentrar el 85% de su población en zonas urbanas (extensión de 53 Km²) y un 15 % de la población en zonas rurales que abarcan una superficie de 119 Km².

6.1.2 Situación actual de los RSD en la comuna

Las áreas rurales de la comuna se encuentran alejadas del casco central y su población es muy dispersa por lo que la recolección y transporte de la basura es de un alto costo. A pesar de esto, la municipalidad de Talagante asume directamente el trabajo de retiro y disposición final de la basura domiciliar. Utiliza un sistema mixto en que los 4 camiones recolectores y los 4 choferes son municipales y se le paga a la empresa contratista Servicios y Asesoría Swan Chile S.A. por las personas que realizan la recolección y el barrido de las calles. Los residuos sólidos de la comuna son transportados desde Talagante hasta la estación de Transferencia Quilicura y desde allí a su destino final, el relleno sanitario de Til-Til. En este caso la municipalidad se hace cargo directamente del costo de procesar la basura en la estación de transferencia y de su disposición final en el relleno.

La producción de basura diaria de Talagante varía desde 35 toneladas hasta alrededor de 50 toneladas, generándose la mayor cantidad de residuos en los meses de verano. La producción per-cápita de residuos sólidos domiciliarios alcanza entonces

aproximadamente 0.7 Kilogramos por habitante día, de los cuales cerca del 60 % corresponden a materia orgánica, porcentaje superior que otras comunas de la Región Metropolitana en la cual la basura domiciliaria esta compuesta en un 49.3 % por materia orgánica, 18.8 % por papeles y cartones, 10.2 % por plásticos y, escorias, cenizas y lozas 6%, y en menor cantidad se encuentran los textiles, metales, latas, huesos, pañales y plumavit (Rivas, 1992).

El costo de recolección por tonelada es de aproximadamente \$ 15.220¹⁶. Este monto incluye costos de disposición intermedia y final, servicio de provisión y administración de personal para efectuar los servicios de recolección de residuos sólidos y limpieza y barrido de calles de la comuna, transporte de residuos al vertedero, salarios de los choferes, recolectores y otros gastos por concepto de engrases, lavado de camiones e imprevistos. La tarifa aplicada por KDM S.A. es de \$ 5.727 por tonelada de basura, la que se desglosa en \$ 2.889 más IVA para la estación de transferencia y \$ 2.828 para el relleno sanitario.

En total, el municipio gastó durante el año 2000 por concepto de recolección de residuos sólidos domiciliarios un 11,63 % de su presupuesto anual, es decir \$ 288.451.244 de un presupuesto total de \$ 2.480.199.000¹⁷.

6.1.3 *Proyectos de Compostaje realizados en la comuna*

El Municipio de Talagante ha sido pionero en promover la iniciativa del tratamiento de basura en origen. Entre los años 1999 y 2002 se han realizado cuatro proyectos relacionados con el uso de residuos orgánicos y la técnica del compostaje: dos Proyectos del Fondo de Protección de descontaminación de CONAMA, un Proyecto con financiamiento del Fondo de CONAMA Región Metropolitana y el último con financiamiento del Fondo de las Américas.

Los dos primeros, “Proyecto de Producción de Compost” (que utilizó un método distinto al de las composteras) y el “Proyecto Utilización de Compost para el Cultivo de Huertos

¹⁶ Moneda local (peso) por un dólar: 627.

¹⁷ Arqueros, Victoria, 23 de junio 2003. Directora de Aseo y Ornato de la Ilustre Municipalidad de Talagante. Comunicación personal.

Caseros Orgánicos y Recuperación de Suelos Eriazos”, fueron realizados en la Villa Manuel Rodríguez y Población San Luis. El tercer proyecto “Reciclaje, Compostaje y Creación de Huerto Orgánico”, se realizó en Villa Las Arenas. El cuarto proyecto, “Instalación de composteras unifamiliares para reciclar y reducir desde el origen la basura domiciliaria”, fue realizado en la Población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén. Los tres primeros proyectos se desarrollaron en la zona urbana de la comuna y nunca se realizó una evaluación formal de la eficiencia del uso de las composteras en la disminución de los residuos sólidos domiciliarios. Sólo el último proyecto realizado en la zona rural, fue evaluado y entregó resultados formales. Mayor información sobre los detalles de cada proyecto se encuentra en el Anexo N°2, página 127.

El proyecto realizado en la población Juan Guzmán Cruchaga fue el más completo y exitoso, debido a que se cumplieron todos los objetivos propuestos; es decir, se logró implementar un sistema de compostaje domiciliario que permitió transformar los residuos orgánicos de las viviendas en compost y se logró una disminución de un 59 % de los residuos sólidos domiciliarios en las viviendas que compostaron (Marín, 2002).

Los proyectos realizados en la villa Manuel Rodríguez y la población San Luis también tuvieron buenos resultados, puesto que contribuyeron a disminuir en alrededor de un 30% la basura domiciliaria¹⁸.

¹⁸ Arqueros, Victoria, 6 de noviembre 2002. Directora de Aseo y Ornato de la Ilustre Municipalidad de Talagante. Comunicación personal.

Tabla N° 1 : Resumen de los proyectos de compostaje y sus resultados.

Nombre del Proyecto	Fecha	Financiamiento	Zona	Compostera (N°)	Reducción de RSD (%)
Producción de Compost	1999-2000	CONAMA	Urbana	No uso	S/I*
Utilización de compost para cultivo de huertos caseros orgánicos y recuperación de sitios eriazos	2000-2001	CONAMA	Urbana	144	30**
Reciclaje, compostaje y creación de huerto orgánico en Villa Las Arenas	2001	CONAMA	Urbana	63	S/I
Instalación de composteras unifamiliares en la Villa Juan Guzmán Cruchaga para reciclar y reducir en origen la basura domiciliaria	2002	FDA***	Rural	126	59

* S/I: Sin Información.

** Dato aproximado, no existen evaluaciones formales de los resultados del proyecto.

*** FDA: Fondo de Las Américas.

6.2. MÉTODO

La metodología se realizó de acuerdo a los objetivos específicos propuestos:

6.2.1 *Determinar la efectividad de la compostera en la reducción y transformación de la materia orgánica a compost y si el uso de ésta genera una disminución en la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección en la comuna de Talagante.*

a. Análisis de la estimación de los cambios de masa

Para determinar la efectividad de la compostera en la reducción y transformación de la materia orgánica a compost, se realizó un análisis de la estimación de los cambios de masa de los residuos que son procesados en la compostera, mediante la utilización de una compostera instalada en una vivienda de clase media, ubicada en la comuna de San Miguel, Región Metropolitana. La superficie de la vivienda utilizada para analizar la compostera fue 400 m², donde 300 m² eran construidos y el resto patio y antejardín. En la casa vivían 4 personas y los días de recolección de la basura eran lunes, miércoles y viernes entre las 8 am y 10 am.

Se hicieron en época primaveral cuatro muestreos iniciales de basura para caracterizar la cantidad y composición de los residuos sólidos generados por la vivienda antes de utilizar la compostera, para así poder evaluar luego, el potencial campo de acción de la compostera cuando se comienza a usar.

Posteriormente, para el análisis de la estimación de los cambios de masa de los residuos que fueron procesados en la compostera, se utilizaron residuos sólidos domiciliarios orgánicos provenientes de la vivienda en estudio y se utilizó “the Earth machine” (ver figura N°3, ubicada en la página 18 y anexo N°3, p. 130), una compostera diseñada para uso doméstico producida por la empresa canadiense Norseman Plastics e importada por la empresa Compost Chile. Esta compostera ha sido utilizada en los proyectos de compostaje realizados en la comuna de Talagante con anterioridad. La compostera se caracterizó por ser circular, de plástico reciclado negro y fue fijada al suelo con estacas. Estaba formada de cuerpo, tapa y puerta. El cuerpo de la compostera tenía ranuras de

ventilación que permitían la oxigenación del material y evitaban la entrada de roedores. La tapa, ubicada en la parte superior permitía depositar el material orgánico y tener acceso a la pila de compost. Por último, la puerta inferior permitió sacar el compost una vez que estuvo listo e impidió la entrada de animales.

Para estimar los cambios de masa de los residuos orgánicos que ingresaron a la compostera se realizaron dos repeticiones, las que duraron aproximadamente tres meses cada una y se realizaron en el periodo primavera-verano del año 2002 y 2003.

Para determinar la efectividad de la compostera en la producción del compost, en cada repetición se registró dos a tres veces por semana el peso de los residuos orgánicos generados en la vivienda y que ingresaron a la compostera. También se midió con esta frecuencia la temperatura en la mañana del material que con anterioridad estaba acumulado en la compostera a una altura de 5 cm y 15 cm. Para este análisis se utilizó una balanza de contrapeso con precisión de décimas de kilo. Para medir la temperatura se utilizó un termómetro de mercurio.

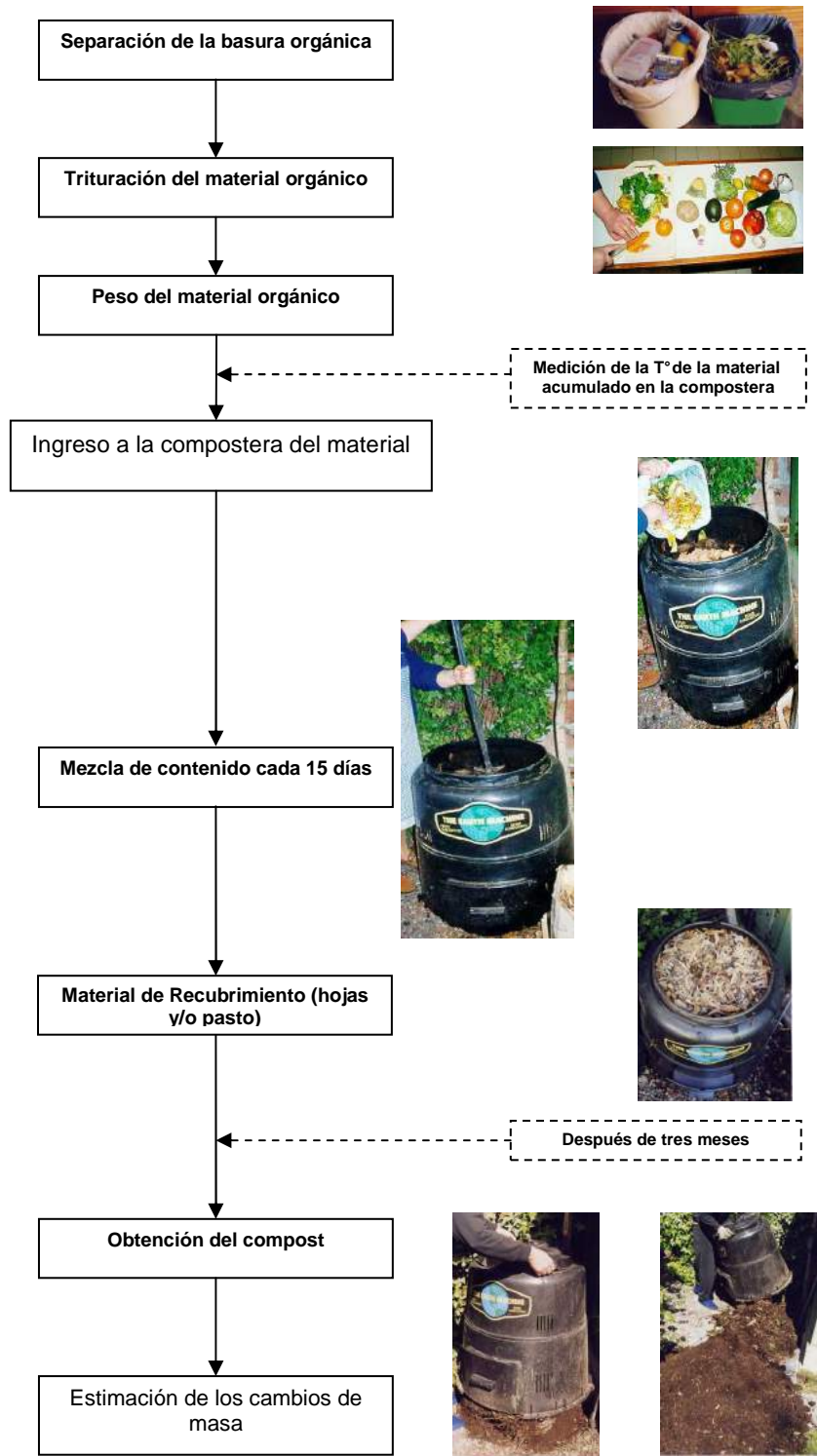
A la compostera en estudio sólo se le colocaron residuos orgánicos originados en la cocina y jardín. Como material de recubrimiento se colocó pasto y hojas para evitar que aparecieran mosquitos. Este material también fue pesado y medido. El material orgánico proveniente de la cocina, antes de ingresarlo a la compostera, se trituró en trozos de aproximadamente 5 cm de diámetro, se pesó, se colocó en la compostera, se revolvió, se cubrió con hojas y pasto y finalmente la compostera se tapó. Se realizó el mismo procedimiento de trituración manual del material orgánico de igual forma que las viviendas que compostaban en la zona urbana y rural de Talagante. También en este proceso se verificó visualmente que las condiciones de aireación y humedad del material que se estaba compostando fueran las óptimas. En el caso que existiese un exceso de humedad (exceso de agua) y poca aireación se revolvió y aireó el material. Por el contrario, si el material en proceso de compostificación no tenía suficiente humedad, se le incorporó agua hasta quedar a capacidad de campo. Cada 15 días se mezcló el material orgánico que estaba al interior de la compostera para airearlo.

Después de aproximadamente tres meses (cada análisis) y una vez que el compost estaba formado, se realizó una estimación de los cambios de masa de los residuos que

ingresaron a la compostera. Esta estimación se hizo calculando la diferencia que existía entre la sumatoria de los pesos de los residuos orgánicos registrados al momento de ingresarlos a la compostera y del peso total final que tenía el material compostado acumulado en el interior de la compostera. Con este análisis se pudo determinar la efectividad de la compostera en la disminución de la masa de los residuos y el tiempo necesario para transformar la materia orgánica en compost.

A continuación la figura 5 muestra el procedimiento utilizado en esta investigación para hacer compost en la compostera.

Figura Nº 5: Procedimiento utilizado para hacer compost en la compostera.



b. Muestreos de basura

Para determinar si el uso de la compostera en las viviendas de la comuna de Talagante genera una reducción en la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección, se hizo un muestreo de basuras que provinieron de viviendas que tenían y utilizaban la compostera y de viviendas que no la tenían. Se caracterizó la cantidad y composición de los residuos generados para así determinar si se produjeron diferencias significativas.

Debido a las limitaciones de presupuesto se muestreó la basura de 120 viviendas, 80 en la zona urbana y 40 en la zona rural, todas con similar nivel de vida (similar ingreso, nivel educacional y cantidad de moradores).

En la zona urbana el muestreo se realizó el 25 de noviembre y el 2 de diciembre del año 2002 en las Villas San Luis y Manuel Rodríguez, poblaciones ubicadas al norte de la comuna de Talagante. Las viviendas muestreadas en este sector se caracterizaron por ser similares en superficie construida (promedio 100 m²), pero muy diferentes en cuanto a superficie del terreno. En Villa San Luis la mayor parte de las viviendas tenían superficies de terreno del orden de 300 m² promedio y poseían en su interior huertos de pequeña escala. En la población Manuel Rodríguez la mayoría de las viviendas muestreadas se caracterizaron por tener patios de 10 m² aproximadamente.

La recolección municipal de residuos en esta zona se realiza los días martes y viernes entre las 8:00 y 10:00 am, motivo por el cual los muestreos de basura en las viviendas sin y con composteras (supuestamente en uso) se llevaron a cabo los días lunes.

En la zona rural el muestreo se realizó el 17 de noviembre del año 2002 en la población Juan Guzmán Cruchaga, la que se encuentra ubicada en la localidad de Lonquén. Las viviendas muestreadas se caracterizaron por ser viviendas sociales SERVIU de 42m² construidos, aproximadamente. La recolección Municipal de basura se hace en esta zona los días lunes y jueves entre las 8:00 am y 10:00 am, por lo que los muestreos de basura en las viviendas que no tienen y tienen composteras se llevaron a cabo un día domingo.

La basura muestreada se clasificó en las siguientes categorías: materia orgánica, papeles y cartones, tierra y otros materiales finos, plásticos y bolsas, textiles, latas y metales, vidrios, huesos y otros. La categoría otros incluyó todos los residuos que no pueden clasificarse en las categorías mencionadas anteriormente tales como pañales y toallas higiénicas, además de algunos residuos orgánicos perjudiciales para la compostificación como grasa, alimentos con contenido de aceite, pan y otros. La basura muestreada se retiró en la mañana y el almacenamiento de ésta fue de tres días.

Los materiales utilizados en los muestreos fueron bolsas de basura, 1 harnero, 4 receptáculos de plásticos de 10 litros, 2 balanzas (1 de contrapeso y otra de resorte), plumones para marcar (rojo y azul) y etiquetas autoadhesivas. Las personas que hicieron el muestreo utilizaron guantes, mascarillas y delantal como indumentaria de seguridad e higiene. La figura N° 6 constituye el registro foto gráfico de los muestreos de residuos realizados en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante.



ZONA URBANA



ZONA RURAL

Figura N°6: *Muestreos realizados en la zona urbana y rural*

6.2.2 Análisis de los factores que influyen en la aceptación de la compostera y posterior uso permanente de ésta.

Para analizar los factores que influyeron en la aceptación de la compostera y su posterior uso permanente, se administraron encuestas en terreno para conocer la opinión de los usuarios, se realizaron entrevistas a personas representantes de los organismos participantes de los proyectos y a gente de la comunidad. Por último también se utilizó información basada en experiencias e investigaciones internacionales relacionadas con el tema.

a. Encuestas

Se realizaron dos tipos de encuestas que tenían como objetivo, determinar el nivel de aceptación del uso de la compostera e identificar los factores que influyen en la aceptación de su uso. Un tipo de encuesta se administró en hogares que tenían compostera y la otra en hogares que no contaban con ella. El formato de los dos tipos de encuestas se puede observar en el Apéndice N° 1, página 100. Los dos tipos de encuestas fueron aplicados en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante.

En la elaboración y aplicación de la encuesta según lo propuesto por Kish (1971) se consideraron los siguientes puntos:

Objetivo de la encuesta: Determinación del nivel de aceptación del uso de la compostera e identificación de los factores que influyen en la aceptación de su uso.

Población objetivo: Todas las viviendas de la comuna de Talagante ubicadas en la zona urbana y rural.

Población marco: Conjunto de unidades de muestreo que conforman la población encuestada. En este caso el grupo de viviendas que fueron encuestadas.

Datos colectados: La encuesta consideró una serie de temas relacionados con el compostaje y el uso de la compostera, adicionalmente consideró preguntas relacionadas con el tamaño del grupo familiar, composición de edades del grupo, nivel de educación y

otros. La encuesta destinada a las viviendas que tenían compostera consideró temas relacionados con el compostaje, reciclaje, el uso de la máquina compostera y la disposición a pagar por ésta. La encuesta destinada a las viviendas hogares que no tenían compostera consideró temas relacionados con el reciclaje, conocimiento del compost y de la compostera.

Nivel de precisión deseado: Se fijó un nivel de precisión de un 90%.

Método de medición: Se aplicó la encuesta a las viviendas seleccionadas de la zona urbana y rural de la comuna. Se entrevistó a un representante por grupo.

Unidad muestral: La unidad muestral correspondió a las viviendas encuestadas con y sin compostera, ubicadas en la zona urbana (Villa San Luis y Población Manuel Rodríguez) y en la zona rural de la comuna (Población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén), siendo la unidad de análisis el representante de cada vivienda encuestada.

Selección de la muestra: Las viviendas fueron seleccionadas en cada estrato en forma aleatoria y sistemática.

Encuesta piloto: Una vez construida la encuesta, ésta fue aplicada a un número reducido de viviendas que tenían y no tenían compostera para detectar errores que podrían sesgar la información obtenida.

Tamaño muestral: Para definir el número de encuestas a administrar se recurrió a la fórmula de tamaño muestral establecida por Cochran (1971), señalada a continuación. La población en estudio fue la cantidad total de viviendas que existen en la comuna (15.902), la cual se estratificó en viviendas ubicadas en la zona urbana (13.137) y rural (2.432) que no tienen compostera y, viviendas de la zona urbana (207) y rural (126) que tienen compostera. El tamaño muestral tuvo un error de estimación del 10%, un coeficiente de confianza del 90% y varianza máxima.

La ecuación utilizada corresponde a (Cochran 1971):

$$\begin{aligned} \text{Ecuación 1:} \quad n_o &= t^2 * P * Q/d^2 \\ n_o &= 1,96^2 * 0,5 * 0,5 / 0,1^2 \\ n_o &= 96,04 \end{aligned}$$

donde:

n_o = tamaño de la muestra sin ajustar

t = valor de t Student

P y Q = proporciones para varianza máxima

d = error de estimación

La ecuación 1 ajustada y aplicada a las viviendas urbanas y rurales que tienen compostera corresponde a:

Para 207 viviendas urbanas (N):

$$\begin{aligned} n &= n_o / (1 + (n_o - 1) / N) \\ n &= 96 / (1 + (96 - 1) / 207) \\ n &= 65.8 \\ n &= 66 \end{aligned}$$

Para 126 viviendas rurales (N):

$$\begin{aligned} n &= n_o / (1 + (n_o - 1) / N) \\ n &= 96 / (1 + (96 - 1) / 126) \\ n &= 54,733 \\ n &= 55 \end{aligned}$$

Diseño de la muestra: Se utilizó una muestra probabilística, estratificada geográficamente (urbano - rural) y de acuerdo al uso de la compostera.

Estrato	Tamaño Universo	Tamaño Muestral	Margen de Error
Urbano con compostera	207	66	10 %
Urbano sin compostera	13.137	96	10 %
Rural con compostera	126	55	10 %
Rural sin compostera	2.432	96	10 %

Organización del trabajo de campo: Las encuestas fueron aplicadas diariamente en la zona urbana y rural de la comuna, en las viviendas que tenían y no tenían compostera. El horario de administración de la encuesta fue por lo general entre las 9 am y 17 pm.

Resumen y análisis de la aceptación e identificación de factores.

b. Entrevistas

Para identificar los principales factores que influyeron en la aceptación y uso permanente de la compostera se realizaron entrevistas de comunicación personal y telefónica a personas que participaron en los proyectos realizados en la comuna de Talagante.

El proyecto realizado en Villa Las Arenas, fue presentado por la Ilustre Municipalidad de Talagante a través del Departamento de Aseo y Ornato y no tuvo organismos participantes asociados. Por tal razón se entrevistó personalmente a su directora, la Sra. Victoria Arqueros, debido a que ésta fué la responsable técnica del proyecto y además ha participado directamente en todos los otros proyectos de compostaje que se han realizado en la comuna, debido a que el Departamento de Aseo y Ornato ha sido el organismo ejecutor de éstos.

Para los proyectos realizados en la Villa Manuel Rodríguez y la población San Luis se entrevistó telefónicamente al Sr. Hugo Fuentes González proveniente de la Corporación CIAL (organismo participante a cargo del apoyo técnico del proyecto). Esta persona fue el representante legal del proyecto y estuvo a cargo de realizar las evaluaciones e informes finales. También para conocer la opinión de la comunidad en donde se realizaron estos proyectos se entrevistó personalmente a la Sra. Hilda Valdebenito, presidenta de la

Unidad Vecinal San Luis y representante de Villa Manuel Rodríguez y población San Luis en el proyecto.

Por último se entrevistó personalmente a la Sra. Silvia Salgado, ONG Cordillera, encargada territorial del proyecto realizado en la población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén y a las Sras. Cecilia Cruzat, Aurora Cisternas, Marta Narbona y Carolina Vera, monitoras y pobladoras participantes del proyecto. Se entrevistó también a la Sra. Ana Maria Montemurro, Profesora de educación básica, experta en el uso de composteras caseras y Asesora Técnica en los tres últimos proyectos de compostaje realizados en la comuna de Talagante.

c. Experiencias e investigaciones internacionales

A través del uso de bibliografía, entrevistas personales y video conferencia se obtuvo información acerca de los factores que determinan el uso de las composteras. Se consideró las experiencias realizadas en Vancouver- Canadá, Lochaber - Escocia y EE.UU.

6.2.3 Determinación de los efectos ambientales, económicos y sociales que tendría el uso masivo de las composteras en el Manejo Integral de residuos sólidos domésticos a nivel municipal y domiciliario en una comuna urbano-rural.

a. Descripción de Efectos

Se realizó un análisis exhaustivo y por separado de los beneficios que tiene el uso de la compostera en todo el manejo de los residuos sólidos domésticos tanto a nivel municipal como domiciliario. Se describieron los efectos ambientales, sociales y económicos.

		→ Efecto Ambiental	→ Nivel municipal
			→ Nivel domiciliario
Uso de la compostera	→ Análisis	→ Efecto Social	→ Nivel municipal
			→ Nivel domiciliario
		→ Efecto Económico	→ Nivel municipal
			→ Nivel domiciliario

b. Análisis Económico Comparativo

Se realizó también un análisis económico comparativo donde se evaluaron 3 diferentes escenarios para reflejar el ahorro monetario que genera el uso de las composteras en los costos del MRSD. Las características de cada escenario fueron las siguientes:

Escenario I A	<ul style="list-style-type: none"> - 100% de las viviendas en la comuna no utilizan compostera*. - En la zona urbana sin compostera, la producción per cápita de residuos es 0,6 Kg/hab/día y 4 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda. - En la zona rural sin compostera, la producción per cápita de residuos es 0,6 Kg/hab/día y 5 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda.
---------------	--

Escenario II A	<ul style="list-style-type: none"> - 70% de las viviendas en la comuna no utilizan compostera.** - 30% de las viviendas en la comuna utilizan compostera. - En la zona urbana con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,43 Kg/hab/día y 4 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda. - En la zona rural con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,135 Kg/hab/día y 5 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda.
Escenario III A	<ul style="list-style-type: none"> - 50% de las viviendas en la comuna no utilizan compostera.*** - 50% de las viviendas en la comuna utilizan compostera. - En la zona urbana con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,43 Kg/hab/día y 4 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda. - En la zona rural con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,135 Kg/hab/día y 5 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda.

* No fueron consideradas las 333 composteras que estaban distribuidas en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante.

** Para el 70% de las viviendas que no tenían compostera se utilizaron los mismos valores y promedios del escenario I A.

*** Para el 50% de las viviendas que no tenían compostera se utilizaron los mismos valores de producción per cápita y promedios del escenario I A.

En cada escenario se determinó el costo total mensual que tiene el manejo de los residuos sólidos domésticos en la comuna de Talagante. Para esto se determinaron los costos fijos y los costos variables.

El costo total para cada escenario se calculó utilizando la siguiente fórmula:

Costo Total	=	Costo Fijo	+	Costo variable zona urbana	+	Costo variable zona rural
-------------	---	------------	---	-------------------------------	---	------------------------------

Los ítems considerados como costos fijos fueron: pago de servicios a la empresa contratista SWAN Chile S.A. que está encargada del proceso de recolección y aseo en la comuna, uso y mantención de 4 camiones recolectores, 4 choferes, y combustible para los camiones. Para los tres escenarios se utilizaron los mismos costos fijos.

Por su parte, los costos variables considerados fueron los relacionados con la estación de transferencia y disposición final porque varían de acuerdo a la cantidad de residuos generados por cada una de las zonas (urbano y rural) de la comuna. Para calcular la cantidad de residuos generados en la comuna en 1 mes, considerando los diferentes escenarios, se utilizó la información poblacional entregada en el último Censo 2002, el cual establece que existe un total de 15.902 viviendas, 13.344 en la zona urbana y 2.558 en la zona rural. También se utilizó la información obtenida en el muestreo de residuos domésticos realizado en la comuna de Talagante, acerca de la producción de residuos domésticos por vivienda en la zona urbana y rural y en las viviendas que tenían y no tenían compostera.

Comuna	N° de viviendas	N° de viviendas	N° de viviendas
Talagante	Total	Sin compostera	Con compostera
Zona Urbana	13.344	13.137	207
Zona Rural	2.558	2.432	126
Total	15.902	15569	333

Una vez obtenidos los costos finales de los tres escenarios, se comparó el primero (I A) con el segundo (II A) y luego el primero (I A) con el tercero (III A) y así se determinó la reducción de los costos en el MRSD y el porcentaje de ahorro monetario que genera el uso masivo de las composteras.

Posteriormente se realizó un segundo análisis comparativo, debido a que la variación de los costos totales del MRSD bajo los tres distintos escenarios no fué relevante. Esto se debió a que las viviendas del área urbana representaron un 84% del total de viviendas de la comuna y en ellos la diferencia en la eliminación de residuos entre las viviendas que compostaban y las que no lo hacían fue sólo de un 28,3%. Esto debido a que en el área

urbana el uso de las composteras no ha sido permanente en el tiempo, algunas viviendas han dejado de usarlas y las que las utilizan no realizan un manejo adecuado de éstas.

El segundo análisis comparativo se realizó nuevamente bajo tres escenarios I A, II B y III B. Los escenarios II B y III B sólo consideraron los resultados de la zona rural con compostera ya que en esta área se produce una marcada diferencia en la cantidad de basura generada para el sistema de recolección por parte de las viviendas con y sin composteras (77,5 %), lo que implica que éstas hacen un reciclaje más eficiente de sus residuos orgánicos e inorgánicos. Para este nuevo análisis, entonces, se utilizó el supuesto de que la reducción de basura lograda en la zona rural es aplicable a la zona urbana. Las características de los escenarios II B y III B fueron las siguientes:

Escenario II B	→	<ul style="list-style-type: none"> - 70% de las viviendas en la comuna no utilizan compostera.* - 30% de las viviendas en la comuna utilizan compostera. - En la zona urbana y rural con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,135 Kg/hab/día. Sin embargo 4 y 5 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda respectivamente.
Escenario III B	→	<ul style="list-style-type: none"> - 50% de las viviendas en la comuna no utilizan compostera.** - 50% de las viviendas en la comuna utilizan compostera. - En la zona urbana y rural con compostera, la producción per cápita de residuos es 0,135 Kg/hab/día. Sin embargo 4 y 5 es el número promedio de personas que vive en cada vivienda respectivamente.

* Para el 70% de las viviendas que no tenían compostera se utilizaron los mismos valores y promedios del escenario I A.

** Para el 50% de las viviendas que no tenían compostera se utilizaron los mismos valores de producción per cápita y promedios del escenario I A.

Una vez obtenidos los costos finales de los tres escenarios, se comparó el escenario I A con el II B y luego el I A con el III B y así se determinó la reducción de los costos en el

MRSD y el porcentaje de ahorro monetario que genera el uso masivo de las composteras cuando la reducción de residuos es significativa.

c. Por último y en forma adicional, se propusieron las bases para una Gestión ambiental adecuada del manejo integral de residuos sólidos domiciliarios, de acuerdo a la realidad de la comuna de Talagante.

7. RESULTADOS

7.1 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA COMPOSTERA EN LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS

7.1.1 Estimación de los cambios de masa de los RSD procesados en la compostera

El promedio de los cuatro muestreos realizados para caracterizar la cantidad y composición de los residuos sólidos generados por la vivienda en estudio antes de utilizar la compostera, entregó los siguientes resultados: la mayor proporción de residuos corresponde a materia orgánica (74,8%), seguido de papeles y cartones (16%), plásticos y bolsas (4,6%) y vidrios (2,9%), como se puede apreciar en la figura 7 y en el apéndice N°2, cuadro N°1, página 105.

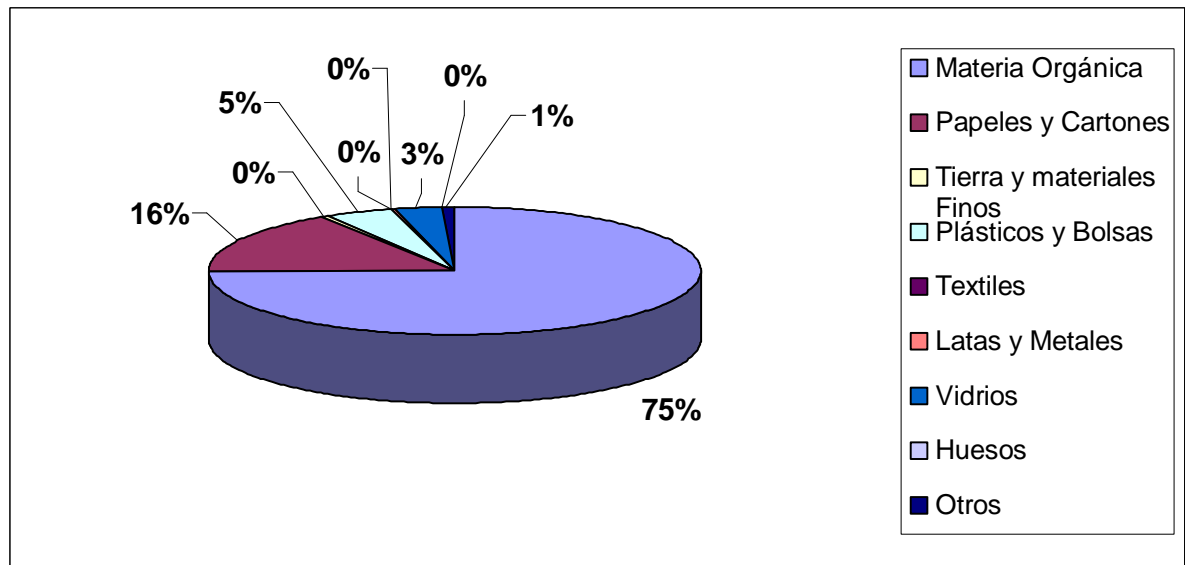


Figura N°7: Composición de residuos sólidos de la vivienda con Compostera.

Durante los 6 meses de análisis, la cantidad total promedio de material orgánico que ingresó a la compostera fue de 56,32 Kilos, por lo que el promedio diario fue de 0,6 K/día. El detalle se entrega en el apéndice N°2, cuadro N°2, página 105. La temperatura inicial promedio del material en estudio fue 18°C a los 5 cm de profundidad e indeterminada a los 15 cm, debido a que el volumen inicial del desecho depositado no alcanzaba esta altura y no permitía realizar la medición.

A medida que pasó el tiempo y el material se fue transformando en compost, la temperatura fue incrementándose hasta llegar a un máximo de 76°C; luego la temperatura comenzó a bajar hasta estabilizarse a los 22°C, como se puede observar en el apéndice N° 2, cuadro N° 2, página 105 y en la figura N° 8. La disminución y estabilización de la temperatura fue un indicador de la formación del compost.

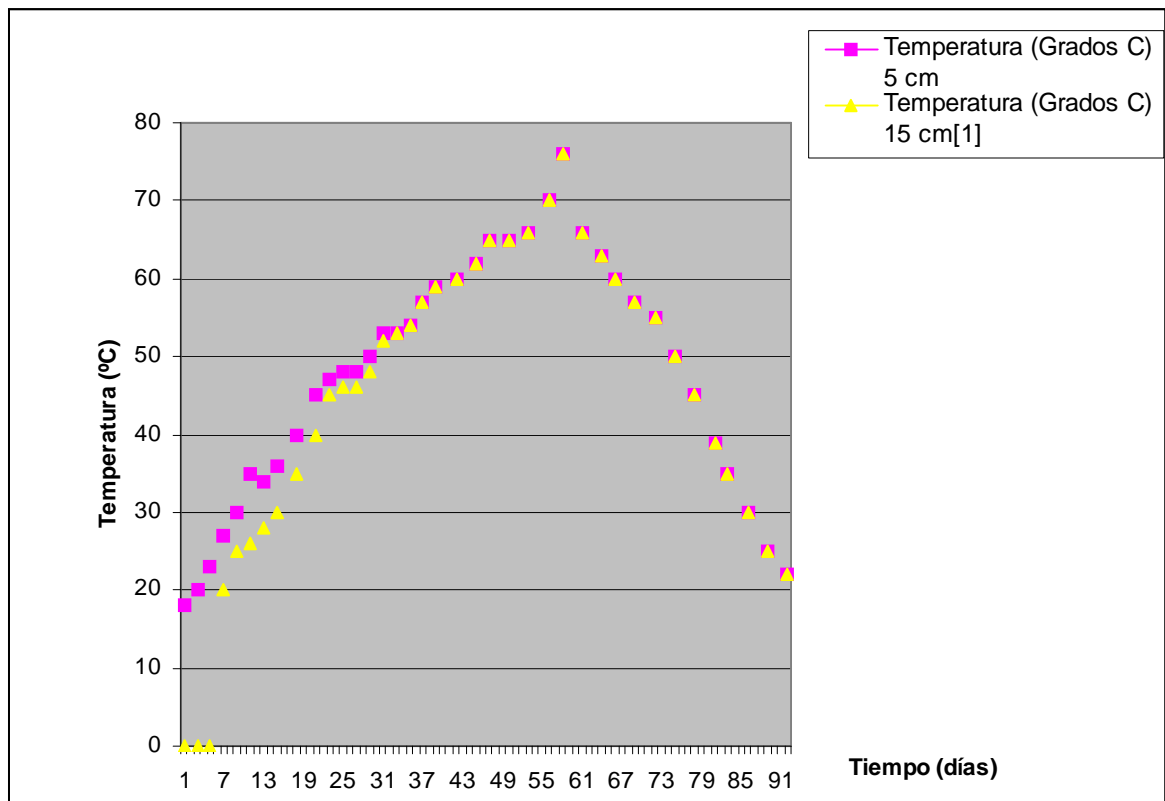


Figura N°8: Variación de las temperaturas promedio a los 5 y 15 cm de profundidad en el proceso de descomposición de la materia orgánica para las dos repeticiones.

Donde primero se formó compost fue en la parte inferior de la compostera debido a que el material más antiguo fue el primero que se descompuso. En la fase inicial de la descomposición del material orgánico (etapa mesofílica), se observaron diferentes tipos de microorganismos, principalmente lombrices, hormigas, escarabajos y colémbolos. Posteriormente cuando el material orgánico ya estaba suficientemente desintegrado por los microorganismos, aparecieron hongos y bacterias (se observaron las hifas) que

aumentaron la temperatura. Cuando el material logró una temperatura mayor a 45°C pasó a la llamada fase termofílica donde aparecieron otro tipo de bacterias y hongos descomponedores que podían resistir temperaturas mayores.

El compost una vez hecho, se acumuló en la parte inferior de la compostera y no se mezcló con las partes superiores. Finalmente el material al interior de la compostera se vió estratificado, en donde las capas inferiores eran compost, las del centro material en proceso de descomposición y las capas superiores material orgánico recién ingresado, como se puede observar en la figura N°9.

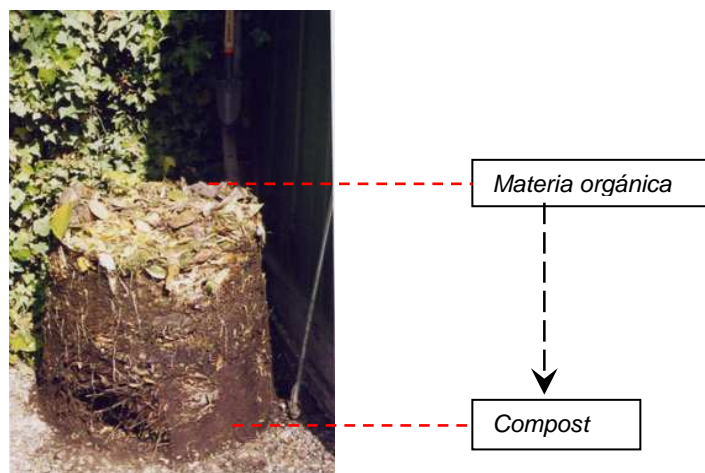


Figura N°9: Transformación de la materia orgánica a compost.

El compost una vez producido pesó 36 Kilos en promedio, es decir se produjo un 36% de pérdida de masa del componente orgánico que ingresó a la compostera durante el proceso de compostificación.

El compost se caracterizó por tener color café oscuro y textura arcillo-arenosa, aparentando características similares a la tierra de hojas. El compost presentó elementos que no se descompusieron en los meses de análisis, tales como: corontas de choclo y cáscaras de cebolla y choclo. Estos materiales se consideraron en el peso final ya que le dan buena porosidad y textura al material¹⁹.

¹⁹ Muchas personas que hacen compost harnean el material antes de utilizarlo, ya que prefieren utilizarlo sin elementos que entorpezcan su maniobrabilidad sobre todo cuando lo usan en recipientes pequeños.

7.1.2 Caracterización de la cantidad y composición de los RSD en la comuna de Talagante

a. Zona urbana sin Compostera

El número total de viviendas muestreadas fue 40 y el total de residuos muestreados fue de 288 kilos. De este total, la mayor cantidad correspondió a materia orgánica (63,5%), seguido de papeles y cartones (11,6%), plásticos y bolsas (6,8%) y otros (5,3%), como se puede apreciar en el apéndice N° 2 cuadro N° 3, página 106. Se estimó en 4 el número promedio de personas que vive en cada vivienda y la producción de residuos por habitante antes de la recolección fue de 1,8 Kg. La producción per cápita de basura resultó ser 0,6 Kg/hab/día. La figura 10 muestra el gráfico acerca de la composición de residuos sólidos de viviendas que no tienen compostera ubicadas en la zona urbana.

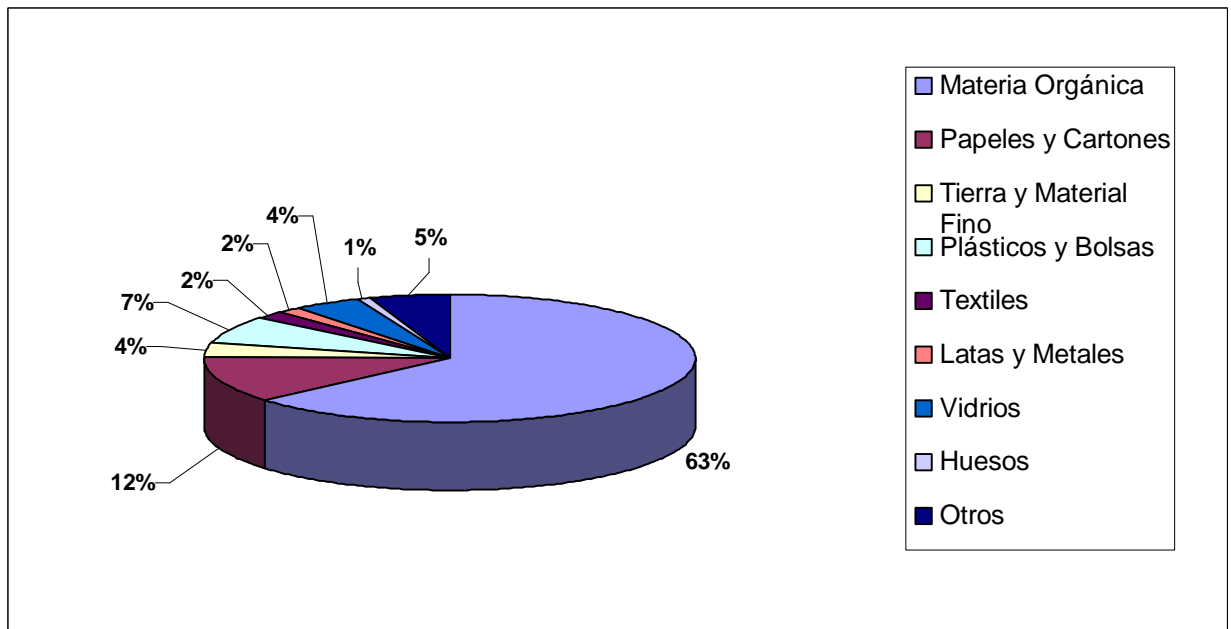


Figura N° 10: Composición de residuos sólidos de viviendas que no tienen composteras ubicadas en la zona urbana

b. Zona urbana con Compostera

El número total de viviendas muestreadas fue 40 y el total de residuos muestreados 208,8 kilos. De este total, la mayor cantidad correspondió a materia orgánica (23%), seguido de papeles y cartones (20,6%), plásticos y bolsas (16%) y otros (12,8%), como se puede

apreciar en el apéndice N° 2 cuadro N° 4, página 10 7. Se estimó en 4 el número de personas promedio que vive en cada vivienda y la producción de residuos por habitante antes de la recolección fue de 1,3 Kg. La producción per cápita de basura resultó ser 0,43 Kg/hab/día. La figura 11 muestra el gráfico acerca de la composición de residuos sólidos de viviendas que tienen compostera ubicadas en la zona urbana.

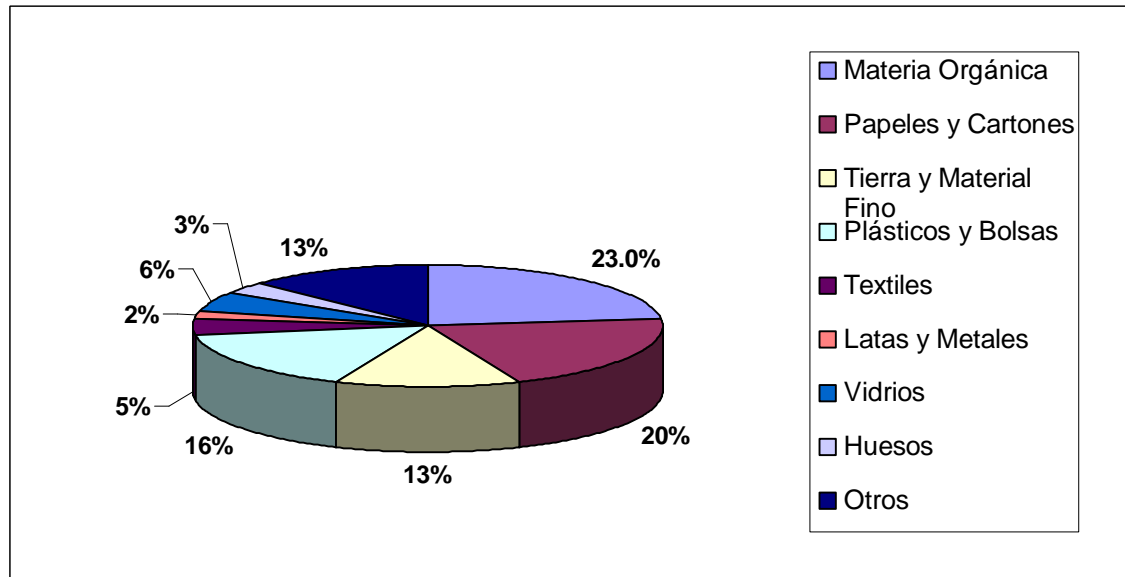


Figura N° 11: Composición de residuos sólidos de viviendas que tienen compostera ubicadas en la zona urbana

c. Zona rural sin Compostera²⁰

En la zona rural sin compostera el número total de viviendas muestreadas fue 20 y el total de basura muestreada 180 kilos. De este total, la mayor cantidad correspondió a materia orgánica (54,66%), seguido de papeles y cartones (13,39%), otros (11,45%) y tierra y materiales finos (9,69%), como se puede apreciar en el apéndice N° 2, cuadro N° 5, página 107. Una mínima cantidad correspondió a vidrios debido a que este grupo recicla este tipo de material. Se estimó en 5 el número promedio de personas que vive en cada vivienda y la producción de residuos por habitante antes de la recolección fue de 1,8 Kg. La producción per cápita de basura resultó ser 0,6 Kg/hab/día. La figura 12 muestra el

²⁰ En la zona rural que no tienen compostera existe una mezcla de personas que reciclan productos como papeles, cartones y botellas y otro grupo que bota todo. El primer grupo coincide con los hogares que tienen niños que asisten a la escuela El Pino Viejo de Lonquén o que pertenecen al grupo scout del mismo colegio. De las viviendas muestreadas 8 cumplieron esta condición.

gráfico acerca de la composición de residuos sólidos de viviendas que no tienen compostera ubicadas en la zona urbana.

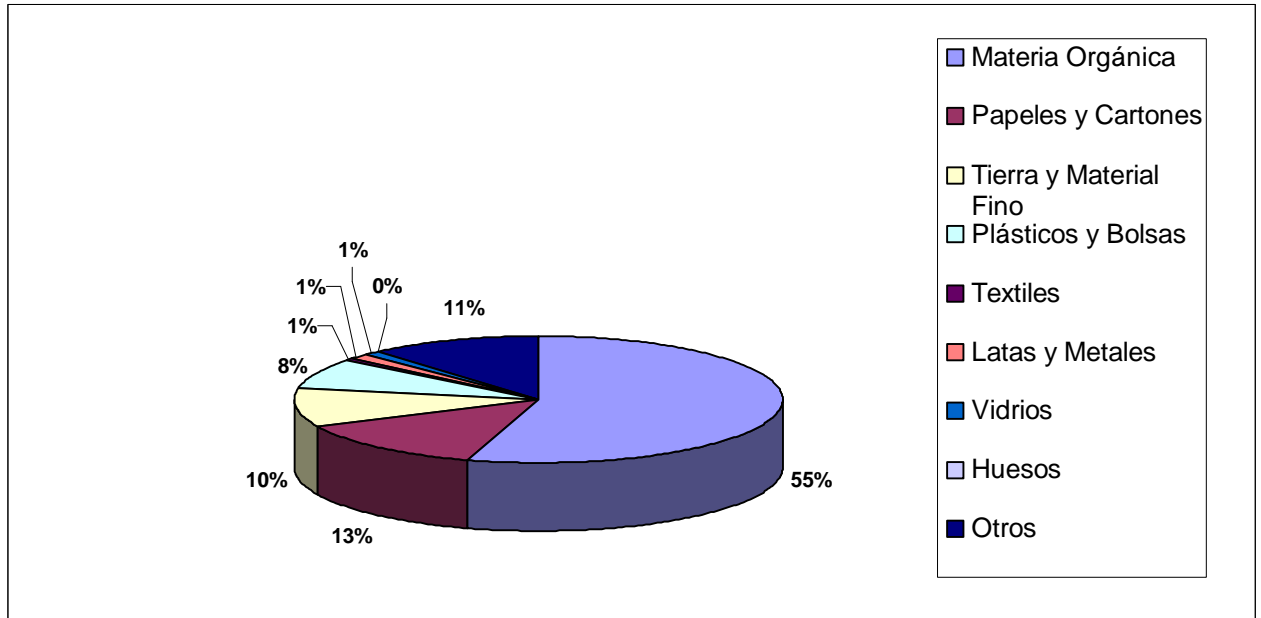


Figura N° 12: Composición de residuos sólidos de viviendas que no tienen compostera ubicadas en la zona rural

d. Zona rural con Compostera

El número total de viviendas muestreadas fue 20 y el total de residuos muestreados 40,5 kilos. De este total, la mayor cantidad correspondió a otros (30,37 %), seguido de tierra y materiales finos (25 %), papeles y cartones (20,35 %) y plásticos y bolsas (13,09 %), como se puede apreciar en el apéndice N°2, cuadro N°6, página 108. Se estimó en 5 el número de personas promedio que vive en cada vivienda y la producción de basura por habitante antes de la recolección fue 0,4 Kg. La producción per cápita de residuos fue 0,135 Kg/hab/día. La figura 13 muestra el gráfico acerca de la composición de residuos sólidos de viviendas que no tienen compostera ubicadas en la zona urbana.

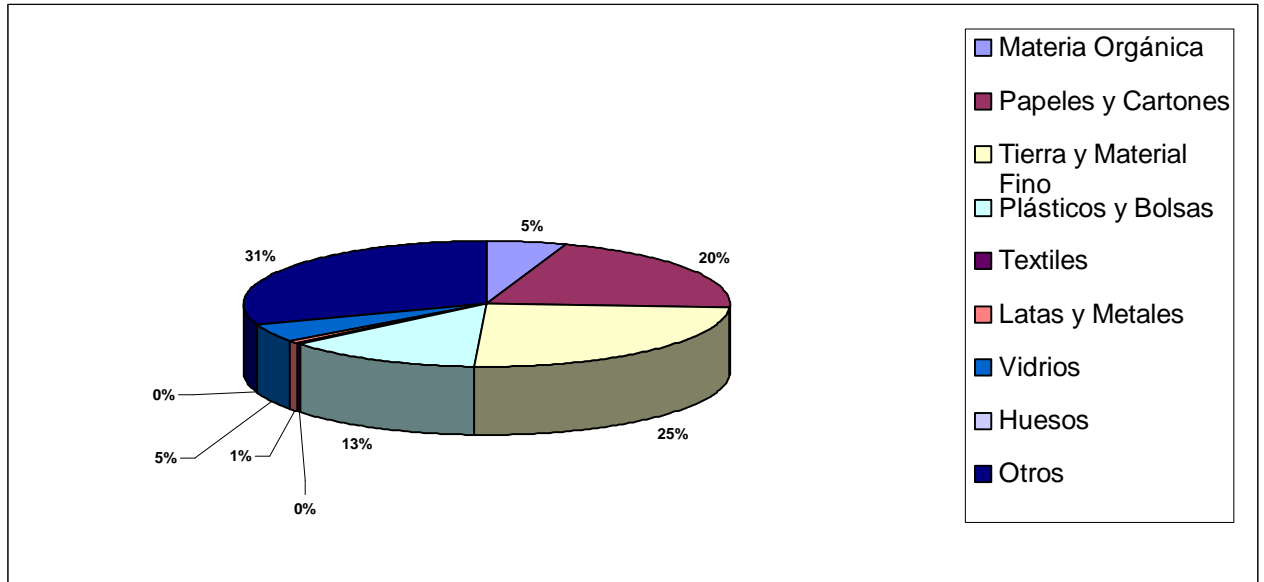


Figura N°13: Composición de residuos sólidos en viviendas que tienen compostera ubicadas en la zona rural

7.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ACEPTACIÓN DE LA COMPOSTERA Y SU POSTERIOR USO

7.2.1 Encuestas

A continuación se presenta un resumen de los resultados de las dos encuestas administradas en la comuna de Talagante. Cada encuesta caracterizó al representante de la vivienda y a su grupo familiar. Se utilizó una encuesta para las viviendas que tenían compostera y otra para las viviendas que no la tenían; ambas encuestas fueron administradas en la zona urbana y zona rural de la comuna. Se administraron 121 encuestas a las viviendas que tenían compostera: 66 en el área urbana y 55 la zona rural. Por otro lado, para viviendas sin compostera se administraron 195 encuestas: 98 en la zona urbana y 97 en la zona rural. El formato de las dos encuestas administradas en la comuna de Talagante se puede observar en el Apéndice N°1, página 100 y los resultados en el Apéndice N°3, Cuadro N°1, página 109.

a. Caracterización de los representantes de cada vivienda encuestada y de su grupo

Identificación de los encuestados

Sexo: De un total de 316 encuestas administradas en la comuna de Talagante, 251 fueron realizadas a mujeres y 65 a hombres. En las dos encuestas se mantuvo similar proporción, es decir, en las viviendas que tienen composteras y las que no tienen, más de la mitad de las personas que contestaron la encuesta fueron mujeres, como se puede apreciar en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 2, página 109. La mayor parte de las mujeres que contestaron la encuesta eran dueñas de casa (67%) y los hombres (7%) jubilados. La disposición para responder la encuesta fue muy similar entre ambos sexos y coincidió que la encuesta, por lo general, fue contestada por la persona que atendía a la puerta en cada vivienda. Se observó también, que las personas que provenían de la zona rural de la comuna fueron más receptivas para contestar la encuesta que las que provenían de la zona urbana.

Edad: La mayor parte de los entrevistados fue gente adulta cuyo rango de edad fluctuó entre los 18 y 40 años (43,4%), también existió una gran cantidad de encuestados cuyo rango de edad fue de 41 a 60 años (36%). La edad promedio de los encuestados fue 44 años, la edad más repetida 24 años, la edad mínima 18 años y la máxima 92 años. Resultados similares se observan en cada una de las encuestas como se observa en el Apéndice N°3, Cuadro N°3, página 109.

Educación: El nivel de educación formal de la mayor parte de las personas representantes de los grupos es básica (47,7%) y media (39,6%). Este resultado es similar en cada una de las encuestas, como se puede apreciar en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 4, página 109. Se observó que más del 50% de las personas que contestaron los dos tipos de encuestas en la zona rural tienen enseñanza básica.

El nivel educacional básico a medio que tienen los encuestados se manifestó en primera instancia en un nivel regular de comprensión de algunas preguntas, lo que demandó que estas preguntas fueran explicadas con un nivel mayor de detalle.

Características de los grupos encuestados en la comuna de Talagante, incluyendo a los representantes de cada grupo.

Número total de hombres y mujeres: El número total de personas que conformaron las 316 viviendas encuestadas fue 1491, de los cuales 738 fueron mujeres y 753 hombres. El tamaño medio de los grupos familiares encuestados fue de 5 personas, mientras que el tamaño más repetido fue 4. Esto podría significar que en las viviendas en su mayoría viven grupos pequeños. Este resultado es similar para ambas encuestas como se puede apreciar en el Apéndice N°3, Cuadro N°5, página 1 10.

Edad: En la mayoría de las viviendas viven adultos-jóvenes cuya edad fluctúa entre los 18 y 40 años (37,8%). También se presenta una importante cantidad de niños y adolescentes entre los 0 y 17 años (32,2%) y de adultos con edades entre los 41 y 60 años (22,3%), como se observa en el Apéndice N°3, Cuadro N°6, página 110.

La clasificación por edades puede ser un elemento importante, debido a que el uso de la compostera puede estar más marcado en un segmento que en otro.

Educación: La mayor parte de las personas adultas integrantes de los grupos familiares tienen un nivel de educación básico (47,1%) y medio (35,2%). El grupo que menor nivel educacional presenta es el que pertenece a la zona rural. Más del 50 % de las personas encuestadas tiene nivel de educación básico, como se observa en el Apéndice N°3, Cuadro N°7, página 110.

El pequeño porcentaje de personas que fueron calificadas como "sin educación", corresponde a niños menores de 4 años.

b. Encuestas administradas a viviendas que tienen compostera en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante

Uso de la Compostera: La mayor parte de las viviendas encuestadas que poseen composteras hace uso de ellas (96,7%). En las viviendas donde la compostera se encuentra presente la mayor parte del grupo familiar la utiliza (72,7%), como se muestra en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 8, página 110 y Cuadro N° 10, página 111. A un gran número de encuestados (96%) les agrada utilizar la compostera porque les sirve para

obtener tierra (55,2%), disminuir su basura (15,5%) y para mejorar sus plantas (12,1%), como se observa en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 11 y N° 12, página 111. Un pequeño grupo encuestado no le agrada hacer uso de la compostera, porque no tiene espacio en su hogar o porque no le ha dado resultado (Apéndice N° 3, Cuadro N° 13, página 111).

En general a los encuestados no les genera ningún problema utilizar la compostera (93,4%) y estarían dispuestos a cambiar su compostera por otra nueva (87,6%), como se aprecia en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 14 y N° 15, página 112. El tiempo promedio que las viviendas llevan utilizando la compostera en la zona urbana es de 23 meses y en la zona rural de 12 meses. Al consultarles a los encuestados su disposición a pagar por una nueva compostera²¹ en la zona urbana, éstos en promedio están dispuestos a pagar \$2.300. Por su parte, en la zona rural están dispuestos a pagar el doble de esta cifra \$4.153. Esto indica que las personas de la zona rural de la comuna valorizan más la compostera que las personas de la zona urbana.

Frecuencia de depósito de basura: La mayor parte de los encuestados depositan su basura orgánica todos los días (47,1%) o dos a tres veces por semana (41,3%) (Apéndice N° 3, Cuadro N° 16, página 112). Esta frecuencia se debe a que la descomposición de la materia orgánica es rápida y genera malos olores.

Compost: La mayoría de los encuestados logró obtener compost (70,2%). Lo extraían cada dos meses (46,3%) y lo utilizan en el jardín de su vivienda (66,1%), como se puede apreciar en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 17 página 112 y Cuadro N° 19 y N° 20 página 113. El promedio de compost que sacan las personas en la zona urbana y rural de la comuna es 13 kilos por mes. Cabe destacar que la cantidad de compost que se saca de una compostera es muy variable porque depende netamente del proceso de producción del compost, es decir, de la cantidad y tipo de basura que ingresa a la compostera, la temperatura a que la compostera está expuesta, la aireación que ésta tiene y la estación del año en que se saca. Generalmente después de dos meses de uso de la compostera se comienza a obtener compost y la mayoría de las personas sacan la cantidad que necesitan.

²¹ Al analizar la disposición a pagar por la máquina compostera, la pregunta hizo referencia a la condición previa de no tener una compostera.

Existe un grupo de encuestados que tienen compostera pero que sin embargo, no hicieron compost. Las razones que éstas dieron fueron las siguientes: tenían hace menos de dos meses la compostera (25%), la persona responsable del manejo está enferma y no puede vigilar el proceso de compostaje (19,4%) o no tiene tiempo para dedicarle a la compostera por lo tanto no la usa o no realiza bien el proceso (13,9%) (Apéndice N° 3, Cuadro N° 18, página 112). Es importante destacar que un grupo pequeño de personas en la zona rural en forma esporádica vende su compost a un precio promedio de 465 \$/Kg.

Reciclaje: Un 86% de las personas encuestadas sabe lo que es reciclar; la mayoría recicla algún producto (95%) y los entregan a lugares de beneficencia (59%). Los materiales que principalmente reciclan son materia orgánica (94,2%), papeles y cartones (52%), vidrios (51,2%) y, un pequeño porcentaje recicla latas de aluminio (15,7%) y plásticos (14%), como se aprecia en el Apéndice N° 3, Cuadro N°s 21 y 22, página 113 y cuadros N°s 23 y 24 página 114.

En este grupo existe una notable conciencia del reciclaje. Reciclan la mayor parte de su basura y tienen muy claro que al realizar esta actividad ayudan a mantener limpio su entorno y pueden obtener beneficios. Las personas de la zona rural son las que tienen mayor conciencia de este aspecto, percibiéndose una mayor motivación y compromiso.

Proteger la Naturaleza: La mayor parte de las personas encuestadas 94,2%, tiene muy claro que al estar reciclando ayudan a cuidar la naturaleza y que a la vez pueden obtener beneficios directos, tales como el compost. (Apéndice N°3, Cuadro N°25, página 114).

c. Encuestas administradas a viviendas que no tienen compostera en la zona urbana y rural de la comuna de Talagante

Reciclaje: En este grupo, la mayor parte de las personas encuestadas (74,4%) sabe que es reciclar, pero en contraste con las personas que tienen compostera en su hogar, sólo un 41% recicla algún material. Las viviendas que hacen reciclaje, reciclan

principalmente vidrios (30%), papeles y cartones (28,7%), materia orgánica²² (16,4%) y latas (10,3%). En gran parte estos materiales son entregados (87,5%) y utilizados para beneficio personal (8,7%), como se aprecia en el Apéndice N° 3, Cuadro N° 26, página 114 y Cuadros N°s 27, 28 y 29, página 115.

Al preguntar a los encuestados en forma específica, si alguna vez han reciclado residuos orgánicos, éstos respondieron que sí lo han hecho (79%), como se observa en el Apéndice N°3, Cuadro N°31, página 115.

Proteger la Naturaleza: La mayor parte de las personas encuestadas, 87,78%, tiene muy claro que al reciclar ayudan a cuidar la naturaleza y que a la vez pueden obtener beneficios directos sin embargo, como se observó en el análisis anterior, sólo un 41% recicla algún material en su hogar (Apéndice N°3, Cuadro N°30, página 115).

Compost: La mayor parte de los individuos encuestados no sabe qué es el Compost (65,6%) y nunca lo ha hecho (77,9%), como se aprecia en el Apéndice N°3, Cuadro N° 32 y N°33, página 116. Cabe mencionar que, cuando los individuos no sabían que era el compost, se les dió una breve explicación, debido a que mucha gente conoce el proceso de compostaje, pero el material obtenido no lo conocen por Compost. Cabe destacar que las personas de la zona rural conocían un poco más del compost porque han visto el proceso, debido a que en áreas rurales donde las superficies de los terrenos son mayores, es común ver a la gente haciendo Compost en forma artesanal a partir de sus desechos agrícolas. Las personas que han hecho compost alguna vez en su vida, lo hicieron principalmente en el jardín de su casa (74,4%), realizando un hoyo en la tierra e introduciendo sus restos de jardín en éste (72%). Existe un porcentaje no despreciable (18,6%), especialmente en la zona rural de la comuna que tuvieron composteras, hicieron compost, pero que las devolvieron (Apéndice N°3, Cuadro N°34 y N°35, página 116).

Composteras: En relación a las composteras, un 53% de las personas encuestadas conocía las composteras y un 58% las había visto (Apéndice N° 3, Cuadro N° 36, página 116 y Cuadro N° 37, página 117). En el proceso de toma de encuestas, cuando las personas no sabían que era la compostera, se les dio una breve explicación y

²² La materia orgánica la usan principalmente en la zona rural y es para uso personal, la utilizan como alimento para los animales.

luego, se les pregunto si habían visto alguna, ya que mucha gente las conocía pero no sabían su nombre.

Una vez dada una breve explicación de las composteras, se les preguntó si la aceptarían de regalo y la utilizarían, un 62% las aceptó (Apéndice N°3, Cuadro N°38, página 117). Las razones de porque la utilizarían son: por la tierra de buena calidad que ésta entrega (37,2%), por la disminución de basura que ésta genera (15,7%) y porque sirve para reciclar desechos (12,4%) (Apéndice N°3, Cuadro N° 39, página 117). Las personas que no utilizarían la compostera dieron las siguientes razones: no tienen espacio suficiente (29,7%), no tienen tiempo (25,7%) y no les interesa (13,5%), como se aprecia en el Apéndice N°3, Cuadro N°40, página 117.

Reciclaje: Un 83% de las personas encuestadas les gustaría reciclar porque ayudan a proteger el medio ambiente, como se observa en el Apéndice N°3, Cuadro N°41, página 116. Las razones que dan las personas que no les gustaría reciclar son: no tienen tiempo (36,4%), no les interesa (30,3%) y no tienen espacio (15,2%), como se aprecia en el Apéndice N°3, Cuadro N°42, página 118.

Las personas que provienen de viviendas que no tienen composteras, en general tienen interés en el tema del reciclaje, por lo que se les debe incentivar y motivar para que comiencen a practicarlo en forma cotidiana, ya que muchas personas saben lo qué es y conocen sus beneficios.

7.2.2. Entrevistas

En los proyectos realizados en Villa Las Arenas y las poblaciones Manuel Rodríguez y San Luis, los factores que influyeron en el uso de las composteras fueron²³:

- Trabajo de motivación por parte del Municipio a la comunidad.
- Educación teórica y práctica a la comunidad acerca del manejo de las composteras.
- Seguimiento y apoyo técnico permanente para la comunidad.

²³ Arqueros, Victoria, 6 de noviembre 2002. Directora de Aseo y Ornato de la Ilustre Municipalidad de Talagante. Comunicación personal.

- Contar con un asesor técnico que dependa del Departamento de aseo y Ornato y que esté a cargo de la asesoría técnica, supervisión y manejo de las composteras en las diferentes poblaciones y villas donde estén repartidas en la comuna. Esta persona debe establecer una conexión entre el municipio y la comunidad de modo de conocer y mantener al día las estadísticas acerca del uso de las composteras, reducción de residuos sólidos domésticos y apoyar técnicamente a la comunidad.
- El Asesor técnico debe ser estable (sin rotación), de modo que cree un vínculo entre la comunidad y la municipalidad.

Por su parte en los proyectos realizados en Villa Manuel Rodríguez y Población San Luis los factores identificados fueron²⁴:

- La ejecución de los proyectos debe estar a cargo de una institución o grupos con alto nivel de gestión.
- Educación, capacitación, apoyo y seguimiento técnico permanente para la comunidad.
- Deben existir incentivos directos o indirectos para quienes se esfuerzan por mejorar la gestión de residuos y reducirlos, en este caso la comunidad.
- Subsidiar las composteras.

Sin embargo, la comunidad participante²⁵ identificó que los factores que influyen en el uso de la composteras en esta zona fueron:

- Presentación del proyecto a la comunidad, estableciendo objetivos, plazos y resultados claros.
- Educación en relación al uso de la compostera.
- Motivación y apoyo técnico permanente.
- Obtención de compost en cada vivienda donde se instalan composteras.
- Seguimiento permanente del proyecto por parte de sus responsables.
- Compromiso y responsabilidad de los ejecutores del proyecto para llegar a su fin con resultados, ya que siempre en el tiempo se diluyen los esfuerzos.
- No rotación de personas que trabajan directamente con la comunidad como asesores técnicos en el manejo y uso de la compostera.

²⁴ Fuentes, Hugo, Ingeniero Agrónomo, Director de la Corporación CIAL. 21 de septiembre de 2004. Comunicación telefónica.

²⁵ Valdebenito, Hilda. Presidenta Junta vecinal Villa San Luis y pobladora de Villa san Luis, Talagante. 17 de noviembre del 2002. Comunicación personal

Los factores identificados por el equipo profesional ejecutor del proyecto realizado en la población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén, y que fueron claves para que éste se desarrollara adecuadamente y cumpliera sus objetivos fueron²⁶:

- Talleres de motivación puerta a puerta, de modo que la gente conociera el proyecto (objetivos), qué eran las composteras, para qué servían, cómo se manejaban y el producto que obtenían.
- Seguimiento continuo por parte de los encargados del proyecto.
- Apoyo técnico mayor que los proyectos anteriores realizados en la comuna de Talagante.
- Participación en forma directa de profesionales expertos en el tema y que tenían responsabilidades y funciones específicas en el proyecto y con la comunidad, ver anexo N°3, página 127.
- No rotación de personal asesor que trabajaba directamente con la gente (creación de lazos de confianza).
- Capacitación y apoyo técnico y operativo de miembros de juntas vecinales que ya habían participado en proyectos similares, tales como vecinos de Villa San Luis.
- Capacitación y fortalecimiento de la Organización social de la población Juan Guzmán Cruchaga para que éstos mismos realizaran el monitoreo del uso de las composteras, de modo que el proyecto tuviera continuidad y fuera sostenible en el tiempo.

Sin embargo, los profesionales participantes del proyecto determinaron la necesidad de un acompañamiento técnico más directo a la comunidad durante los primeros años de implementación del compostaje domiciliario y concluyeron que es altamente viable un proyecto de estas características si hay una adecuada educación ambiental, capacitación y participación activa²⁷.

²⁶ Salgado, Silvia. Asistente Social de ONG Cordillera y encargada territorial del proyecto "Instalación de composteras unifamiliares para reciclar y reducir desde el origen la basura domiciliaria" realizado en la Población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén. 14 de Octubre 2002. Comunicación personal.

²⁷ Montemurro, Ana María. Profesora de educación básica, experta en el uso de composteras caseras y Asesora técnica en los 3 últimos proyectos de compostaje realizados en la comuna de Talagante, 10 de diciembre 2003. Comunicación personal.

Por su parte, la comunidad de la población Juan Guzmán Cruchaga identificó que los factores que más afectan el uso de las composteras en los proyectos son²⁸:

- Espacio disponible en la vivienda para colocar la compostera.
- Educación acerca de qué es y para qué sirve la compostera, y definir claramente qué beneficios tiene su uso.
- Apoyo técnico permanente.
- No rotación de los técnicos asesores del proyecto, de modo que siempre se trabaje con una persona definida y se cree confianza.
- Que la compostera no cause problemas de olores, aparición de insectos o roedores por su mala manipulación.
- Que las personas de la comunidad obtengan compost.

7.2.3 Experiencias Internacionales

En City of Vancouver, Canadá, establece que los factores que determinan que la gente utilice las composteras son²⁹:

- Trabajo directo con la gente.
- Educación y campañas publicas a la comunidad³⁰.
- Educación en colegios locales, ya que permite que los niños aprendan en su sala de clases y lleven el conocimiento al hogar, enseñando a sus familias.
- Apoyo de una institución sin fines de lucro que ayude a educar, motivar y realizar seguimiento de los programas. Además se deben realizar talleres para demostrar a la gente cómo se hace y para qué sirve el compost en terreno.
- Subsidio para la adquisición de composteras.

²⁸ Cruzat, Cecilia; Cisternas, Aurora; Narbona, Marta y Vera, Carolina. Monitoras y participantes del proyecto "Instalación de composteras unifamiliares para reciclar y reducir desde el origen la basura domiciliaria" realizado en la Población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén. 13 de noviembre de 2002.

²⁹ Van Vliet, Kevin. Solid Waste Management Engineer. City of Vancouver, B.C. 27 de septiembre. Comunicación vía correo electrónico.

³⁰ Levenston, Michael. Director ejecutivo. City Farmer. Canada's Office of Urban Agriculture. 26 de septiembre del 2004. Comunicación vía correo electrónico.

En Lochaber, Escocia los proyectos realizados por Lochaber Environmental Group, establecen que los factores que determinan la disposición a utilizar la compostera son³¹:

- Presencia de jardín en la vivienda.
- Interés y conocimiento por el medio ambiente, ya que motiva la disseminación de información y del proyecto.
- Educación acerca del manejo de las composteras.
- Apoyo técnico permanente a la comunidad.
- Subsidio de las composteras para que tengan un precio reducido.
- Difusión masiva del programa de compostaje a través de radio, carteles publicitarios y televisión.
- Comunicación fluida entre la comunidad y la entidad u organización a cargo del proyecto.
- Que la gente obtenga compost.
- Monitoreo permanente de las composteras y de la comunidad.

EE.UU. (EPA, 1999), establece que los factores que determinan que la gente utilice las composteras son:

- Educación y capacitación técnica la comunidad.
- Talleres demostrativos.
- Campañas publicitarias.
- Espacio para colocar la compostera.
- Subsidio de composteras.

³¹ Devey, Alison. Lochaber Environmental Group. Torlundy, Fort William. 20 de agosto del 2004. Comunicación vía correo electrónico.

7.3 DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES QUE TENDRÍA EL USO MASIVO DE LAS COMPOSTERAS EN EL MIRSD

7.3.1 *Efecto ambiental, social y económico que tiene el uso de la compostera en el manejo de los RSD*

a. Efecto Ambiental

El componente orgánico de la basura es el que causa los mayores problemas en el manejo de los RSD, por lo que el uso masivo de las composteras puede generar una disminución considerable de éste y provocar grandes beneficios ambientales a nivel municipal y domiciliario.

Nivel municipal

En Talagante más del 50% de los residuos generados son de tipo orgánico, por lo que el uso de la compostera promueve la reducción total de la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección en la comuna. Por ejemplo, en este estudio se comprobó que en la zona urbana las viviendas que no compostan eliminan un 28,3% más de residuos que las que si compostan. En la zona rural existe una diferencia aun más marcada, las viviendas que no compostan eliminan un 77,5% más de residuos que las que si comportan.

El uso de la compostera genera una disminución del componente orgánico en los RSD de la comuna. Al reciclar la materia orgánica de los residuos domiciliarios, sólo van al sistema de recolección los de tipo inorgánico, lo que provoca que el almacenamiento sea solamente de material inerte (no susceptible a la descomposición), que la basura pueda permanecer más tiempo en las casas y que las viviendas generen menor cantidad de bolsas de basura y receptáculos. Además la presentación a la recolección y transporte es más higiénica porque el material a retirar (bolsas y receptáculos), no es atractivo a animales y vectores.

La disminución de los residuos se traduce en menor cantidad de viajes de los camiones que recolectan y transportan la basura a la Estación de Transferencia Quilicura. Al disminuir la necesidad de viajes de los camiones se podría disminuir la frecuencia de recolección, lo que disminuiría la cantidad de camiones que viajan por la Región Metropolitana y por ende se produciría menos contaminación atmosférica, acústica y vial.

Al disminuir la frecuencia de los camiones que llegan al relleno sanitario, el movimiento y depósito de basura se distancia, lo que provoca que disminuya la cantidad de emisiones y material particulado generado por el movimiento del material que se utiliza para cubrir los residuos.

El relleno sanitario recibiría sólo residuos inorgánicos y un mínimo de residuos orgánicos, lo que generaría que existan menos problemas con los lixiviados y el biogas que son producidos por la descomposición de la materia orgánica. Esto provocaría que el relleno sanitario tenga un mejor control de los residuos y entregue una mejor imagen a la comunidad, debido a que el mayor rechazo que existe en relación a ellos es el relacionado con el mal control de los líquidos lixiviados que contaminan el suelo y aguas subterráneas y que producen muy mal olor. Además, el relleno sanitario al recibir menos cantidad de residuos domiciliarios tiene mayor vida útil, por lo que se retardaría la construcción de más rellenos sanitarios

Otro punto importante de destacar es que la compostera promueve la separación espontánea en origen y el reciclaje de otros componentes de los RSD, lo que genera una sinergia que reduce aun más la cantidad de RSD que van al sistema de recolección.

El uso de las composteras disminuye la probabilidad de que surjan basurales clandestinos en las comunas urbano – rurales, evitando así los serios riesgos de salud y para el medio ambiente que estos conllevan (OPS, 1998). Con el uso de las composteras el material orgánico, que es el más complicado en el MRSD se queda mayoritariamente en el hogar y el resto de componentes inorgánicos de la basura se pueden reciclar.

El compost producido en las composteras ayuda a mejorar el entorno de las viviendas que compostan porque va casi en un 100% destinado a mejoras del jardín, lo que puede

provocar una mejora en el paisaje general de la comuna aumentando a su vez las áreas verdes.

Nivel domiciliario

Desde un punto de vista medio ambiental el uso de la compostera promueve la reducción de basura orgánica generada en los hogares debido a que el material se deposita en la compostera y no se entrega al sistema de recolección, dejando el componente orgánico de los residuos al interior de las viviendas.

El proceso de compostificación realizado con la compostera al interior de las viviendas, disminuye el volumen y peso de los residuos orgánicos existiendo una pérdida de masa de aproximadamente un 36% de éstos³².

La reducción de basura orgánica domiciliar mediante la producción de compost, significa contar con un material mejorador de suelos con ciertas propiedades fertilizantes para uso en la agricultura y jardinería, lo que favorece la recuperación de la capa vegetal y evita la extracción de tierra de hoja de los bosques. En Chile no existe legislación relacionada con la extracción y venta de tierra de hoja. Muchas veces esta tierra proviene del mantillo de los bosques que las personas sacan ilegalmente o que sacan de sus predios al costo de disminuir la calidad de sus tierras y a desertificarla. La producción de compost puede ayudar a evitar esta situación.

La separación de materia orgánica promueve la sensibilización y concientización de la gente en el tema de la separación en origen y reciclaje de otro tipo de residuos tales como: papel y cartón, aluminio, vidrio, latas y plástico, ya que al implementar un sistema de reciclaje de residuos orgánicos se promueve la separación de otros materiales en forma espontánea.

La figura 14 muestra un esquema acerca de los efectos ambientales que genera el uso de la compostera.

³² En el estudio se comprobó que el proceso de compostificación produce un 36% de pérdida de masa del componente orgánico que ingresa a la compostera.

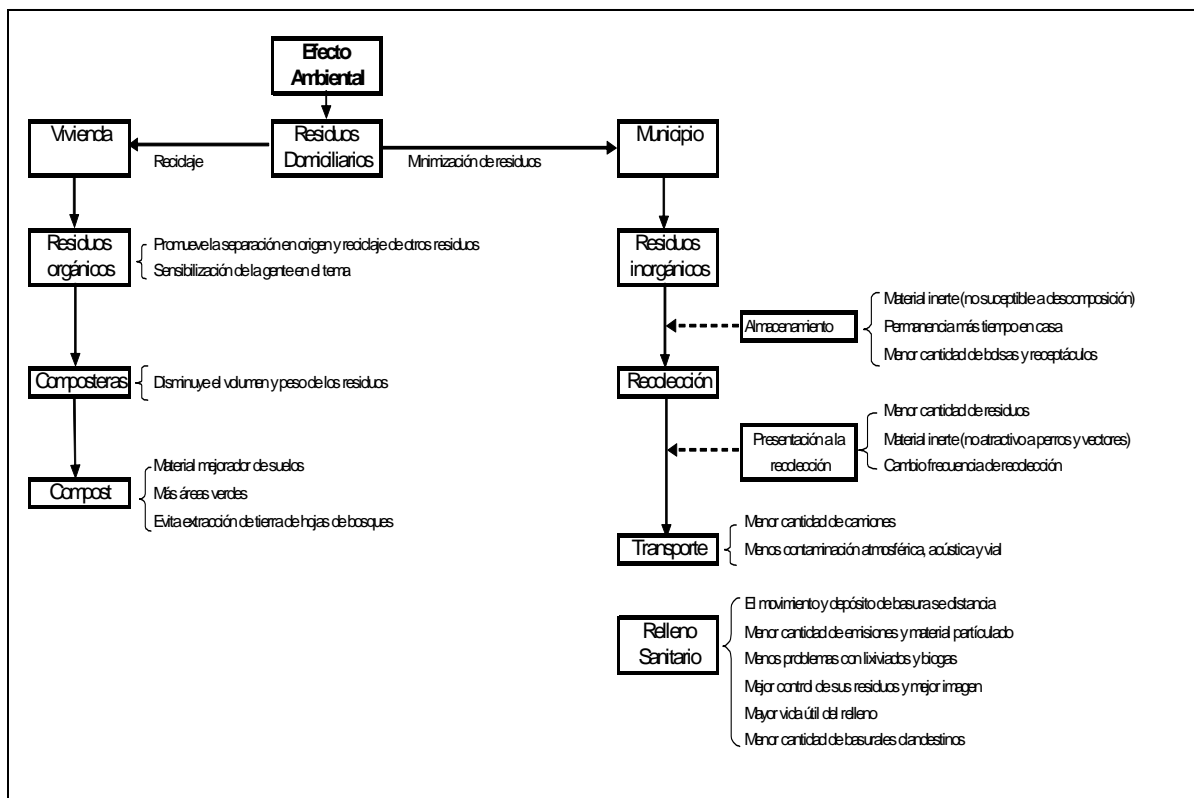


Figura N° 14: Esquema de los efectos ambientales que genera el uso de la compostera

b. Efecto Social

El uso de las composteras tiene una incidencia social sobre todo al interior de las viviendas, debido a que las personas que trabajan en la compostera expresan satisfacción y se sienten partícipes de las actividades realizadas en la comuna y de ayudar a mejorar su medio ambiente.

Nivel municipal

Realizar un Manejo eficiente de los RSD da a la comuna una excelente imagen externa, ya que sería pionera en abordar integralmente el manejo de la basura doméstica en Chile.

El municipio se relaciona directamente con la comunidad y la hace partícipe en el manejo de los residuos sólidos domésticos. Esto hace que la comunidad se sienta una pieza importante en las actividades que desarrolla la comuna relacionadas con el bien común.

Nivel domiciliario

En la población beneficiada existe un nivel básico y fértil de conciencia ambiental que se observa en la preocupación por la limpieza y mejora del entorno. Las composteras caseras motivan a las personas a reducir la basura orgánica generada en cada vivienda, estimula a que las personas se sientan involucradas directamente en el tema de la basura y sean responsables de la reducción de ella. El ánimo de las personas que utilizan la compostera es muy positivo y emprendedor, ya que se sienten partícipes e importantes colaboradoras de las actividades de su comuna. Además, el compost generado en sus composteras ayuda a mejorar su calidad de vida ya que pueden transformar su basura en un material de abono que va en directo beneficio de ellos. El compost ayuda a la creación, mantención y mejora de sus jardines y deja abierta la posibilidad para hacer huertos familiares. Las personas obtienen como beneficio la adquisición de la compostera y la producción permanente de compost. También el compost puede llegar a ser una fuente complementaria de ingreso si las personas desean venderlo.

La figura 15 muestra un esquema acerca de los efectos sociales que genera el uso de la compostera.

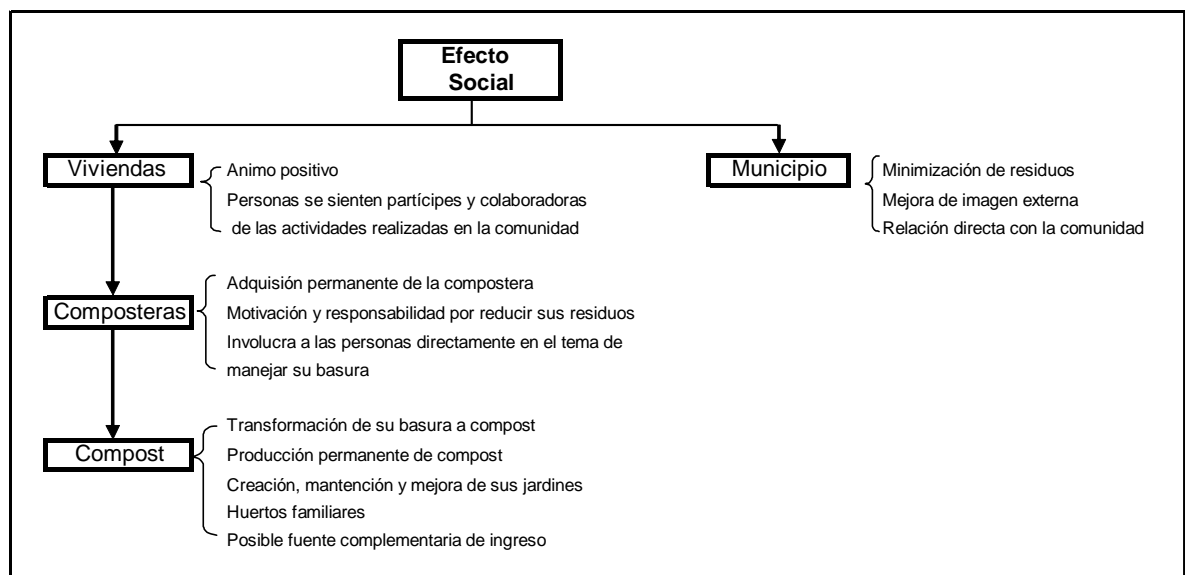


Figura N° 15: Esquema de los efectos sociales que genera el uso de la compostera.

c. Efecto Económico

Los principales costos de manejo de los residuos sólidos domiciliarios son absorbidos por las municipalidades, por lo que la incidencia económica más importante que tiene el uso de las composteras es en este nivel.

Los costos en las etapas de recolección, transporte, estación de transferencia y disposición final son proporcionales a la cantidad de basura producida, es decir, si en Talagante más del 50% de los residuos generados son de tipo orgánico y éstos se pueden reciclar a través del compostaje domiciliario, la cantidad de basura a manejar se podría reducir también en el orden del 50%.

Por otro lado, la modificación de la Ley N 3.063 sobre rentas municipales, a través del D.L. N 19.338, entregó a los municipios los elementos necesarios para llevar a cabo el cobro de una tarifa anual domiciliaria por retiro de residuos sólidos generados. Esta tarifa traspasa parte importante del costo de aseo a los usuarios, ya que a los predios con avalúo fiscal mayor a 25 UTM se les cobra y el resto es financiado por la municipalidad. La tarifa es estándar, es decir, todos pagan lo mismo sin importar la cantidad de basura que generen. Esto implica que los costos de manejo de los residuos sólidos domiciliarios son absorbidos por las municipalidades, pero son solventados mayoritariamente por el contribuyente, por lo que una disminución en el costo total del MRSD debería reflejarse en una reducción tributaria a los que pagan este tipo de impuesto (contribuyentes que poseen predios cuyo avalúo fiscal es mayor a 25 UTM). También esta disminución de costos se debería reflejar en una disminución del presupuesto de la municipalidad destinado al financiamiento del costo del manejo de los residuos a los usuarios que viven en predios cuyo avalúo fiscal es menor a 25 UTM.

Nivel municipal

Con el uso de las composteras la cantidad de residuos sólidos domésticos que van al sistema de recolección es menor, por lo que el gasto de retirar y transportar la basura disminuye. Recolectar y transportar menos cantidad de basura implica también una disminución en los costos de manejo de basura que llega a la estación de transferencia y posteriormente al relleno sanitario.

Reciclando el componente orgánico en las viviendas, el remanente de basura recolectada y transportada es principalmente inorgánico, por lo que no se descompone. El tiempo de almacenamiento puede aumentar y se debiera producir una disminución en el número y frecuencia de viajes de los camiones recolectores, lo que tendría una incidencia directa en la reducción de los costos. La reducción de los costos en estas etapas permite liberar recursos que pueden ser destinados a otras actividades importantes para la comuna.

Si los rellenos sanitarios recibieran mayoritariamente residuos inorgánicos y un porcentaje despreciable de residuos orgánicos, se les podría diseñar de una forma más sencilla. También implicaría que los costos del manejo del relleno sanitario al recibir residuos sin el componente orgánico disminuirían, porque las medidas de control de la contaminación, impermeabilización basal, tratamiento de lixiviados y sistema de captación de gases se realizaría a menor escala y en zonas puntuales del relleno.

El compostaje domiciliario promueve la separación y el reciclaje en origen de otros componentes de los residuos tales como inorgánicos: papel y cartón, vidrio, aluminio y otros, por lo que la cantidad total de RSD que van al sistema disminuye aún más y se produce una notable reducción en los costos del MIRSD. Esta actividad forzaría al municipio a crear un sistema de reciclaje de componentes inorgánicos, lo que al manejarse adecuadamente, puede llegar a ser una fuente importante de ingreso para la comuna.

Nivel domiciliario

Con la compostera y el uso del componente orgánico de los residuos, las viviendas obtienen compost de excelente calidad que pueden utilizar en sus jardines como tierra de hoja, por lo que disminuye la compra de materiales similares.

El costo monetario que tiene hacer el compost corresponde al tiempo que demanda trabajar en la compostera (separar el componente orgánico, picarlo, echarlo a la compostera y mezclarlo cada dos semanas para airearlo).

Algunas personas también venden su compost, pero este material no tiene un mercado estable y el costo y tiempo en producirlo no hace que sea rentable su venta; además la cantidad de material producido es mínimo para pensar en su uso a nivel industrial, a menos que se asociaran en cooperativas u otra forma de organización.

El compost generado por las viviendas puede ser utilizado para la producción de plantas y para cultivos agrícolas a escala pequeña. Algunas viviendas en la zona urbana de la comuna de Talagante utilizan su compost en pequeños huertos caseros y/o invernaderos artesanales generando productos que a veces llegan a vender de manera muy local y esporádica. Algunas viviendas, que son casos excepcionales, cuentan con más de una compostera. Ver Apéndice N° 4, página N° 119.

La figura 16 muestra un esquema acerca de los efectos económicos que genera el uso de la compostera.

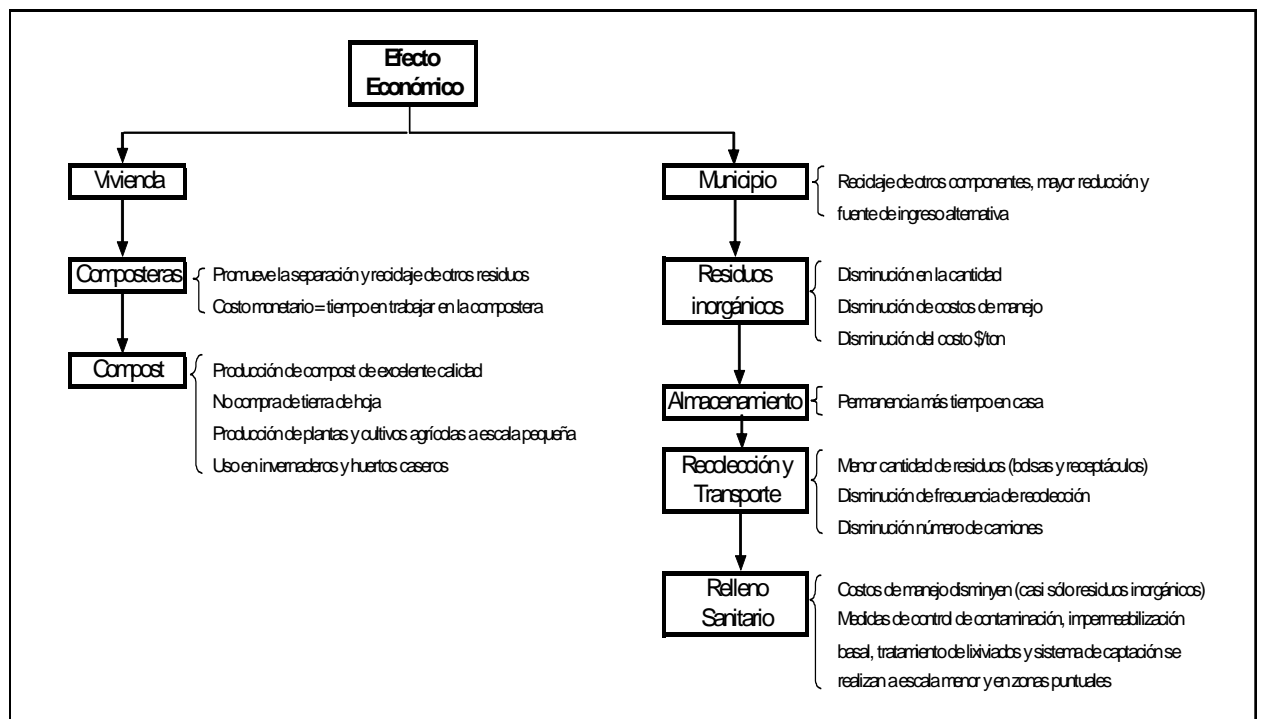


Figura N° 16: Esquema de los efectos económicos que genera el uso de la compostera

7.3.2 Análisis económico comparativo

Analizando los escenarios I A, II A y III A, se obtuvieron los siguientes resultados:

ESCENARIO I A: Un 100% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante no utiliza la compostera. No reciclan el componente orgánico generando 961 y 230 toneladas por mes de residuos en la zona urbana y rural respectivamente. El costo total del MRSD alcanzaría a \$19.820.857 en 1 mes y \$237.850.284 en 1 año, como se puede apreciar en el Apéndice N°5, página 120.

ESCENARIO II A: Un 30% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utiliza la compostera y recicla sus residuos orgánicos, llegando a producir en la zona urbana y rural un total de 881 y 177 toneladas de basura por mes respectivamente. Esto disminuiría el costo total del MRSD a \$19.060.311 en 1 mes y \$228.723.737 en 1 año, como se observa en el Apéndice N°5, página 120 .

ESCENARIO III A: Un 50% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utiliza la compostera y el resto no recicla sus residuos orgánicos, generando 829 y 141 toneladas de basura por mes en el área urbana y rural respectivamente. El costo total del MRSD se reduciría a \$18.553.472 en 1 mes y \$222.641.663 en un año, como se aprecia en el Apéndice N°5, página 121.

Comparando el escenario I A y II A, con un 30% de viviendas que compostan sus residuos orgánicos disminuyen los costos totales del MRSD en \$9.126.547 en 1 año, lo que equivale a un 3,8% del total original (ahorro comunal). Por otro lado, comparando el escenario I A y III A, aumentando al 50% la cantidad de viviendas que utilizan la compostera se produce una reducción de los costos totales del MRSD en \$15.208.621 en 1 año, lo que es equivalente a un 6,4% de ahorro. Esto implica que el uso de las composteras tiene un efecto económico directo en el MRSD en Talagante.

La figura 17 muestra el gráfico barras relacionado con los ahorros que genera el uso de la compostera en el costo total del MRSD en la comuna de Talagante, para los escenarios I A, II A y III A.

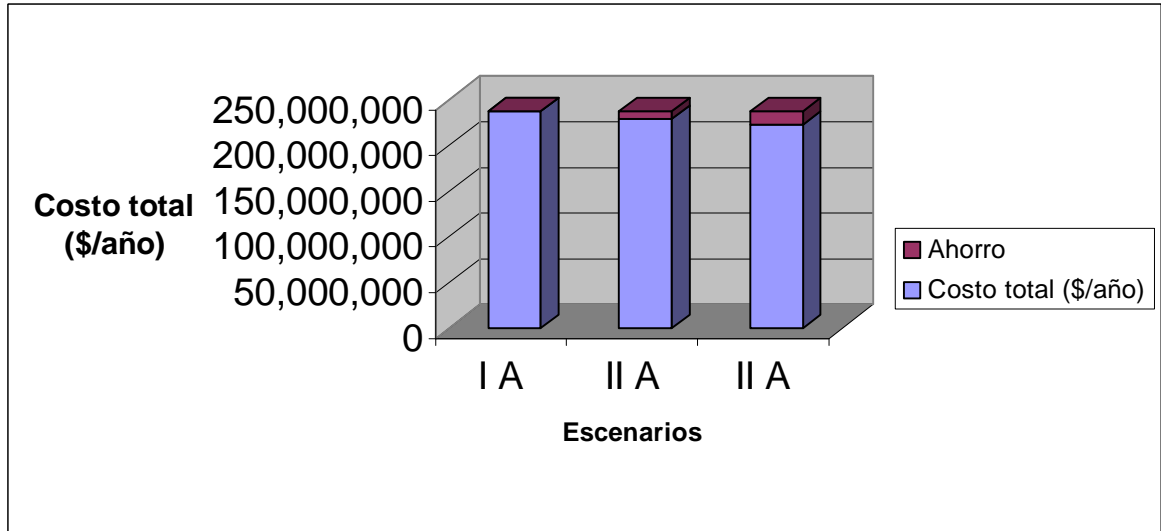


Figura N° 17: Ahorro que genera el uso de la compostera en el costo total del MRSD en la comuna de Talagante. Escenario I A, II A y III A.

Analizando los escenarios II B y III B, se obtuvieron los siguientes resultados:

ESCENARIO II B: Un 30% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utiliza la compostera y recicla sus residuos orgánicos llegando a producir en la zona urbana y rural un total de 737 y 177 toneladas de basura por mes respectivamente. Esto disminuiría el costo total del MRSD a \$18.235.051 en 1 mes y \$218.820.608 en 1 año, como se observa en el Apéndice N°5, página 122.

ESCENARIO III B: Un 50% de las viviendas urbanas y rurales de la comuna de Talagante utiliza la compostera y el resto no recicla sus residuos orgánicos, generando 589 y 141 toneladas de basura por mes en el área urbana y rural respectivamente. El costo total del MRSD se reduciría a \$17.177.847 en 1 mes y \$206.134.158 en un año, como se aprecia en el Apéndice N°5, página 122.

Comparando el escenario I A y II B, se obtiene que con un 30% de viviendas que compostan sus residuos orgánicos disminuyen los costos totales del MRSD en \$19.029.675,6 en 1 año, lo que equivale a un 8% de ahorro comunal. Por otro lado, si comparamos el escenario I A y III B, si aumentan al 50% la cantidad de viviendas que utilizan la compostera se produce una reducción de los costos totales del MRSD en

\$31.716.126 en 1 año, lo que es equivalente a un 13.3% de ahorro. Esto implica que el uso de las composteras tiene un efecto económico directo y destacable en el MRSD en Talagante.

La figura 18 muestra el gráfico de barras relacionado con los ahorros que genera el uso de la compostera en el costo total del MRSD en la comuna de Talagante para los escenarios I A, II B y III B.

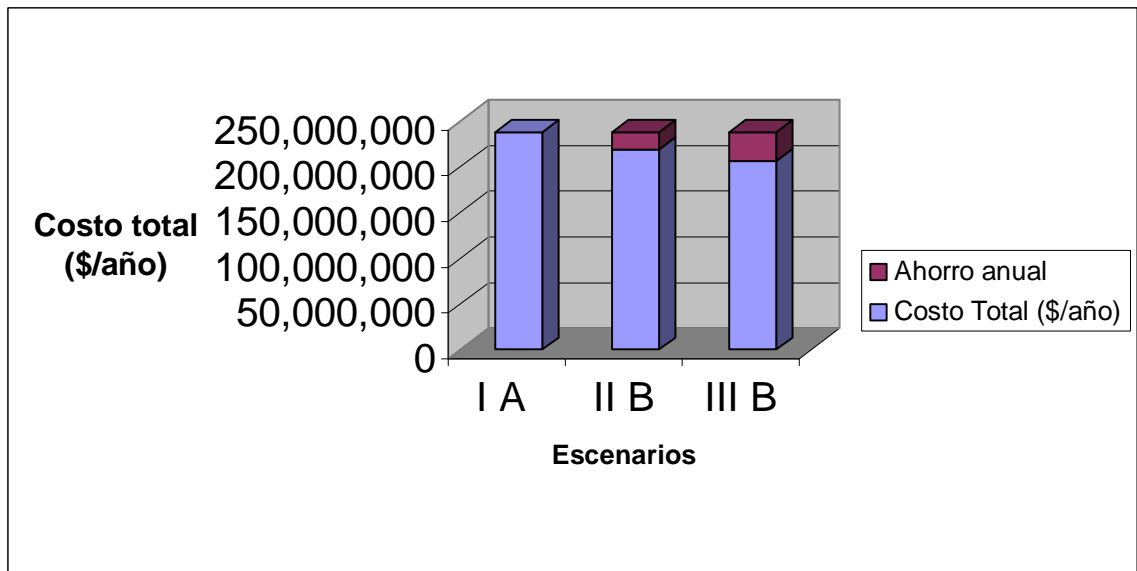


Figura N° 18: Ahorro que genera el uso de la compostera en el costo total del MRSD en la comuna de Talagante. Escenarios IA, IIB y IIIB.

8. DISCUSIÓN

8.1 EFICIENCIA DE LA COMPOSTERA EN LA REDUCCIÓN DE RESIDUOS

a. La compostera es eficiente en la reducción y transformación de materia orgánica a compost. En un principio la actividad de los microorganismos es lenta, pero una vez que hay condiciones adecuadas de temperatura, de humedad, de aireación y pH, los microorganismos comienzan a multiplicarse y el proceso se acelera.

La temperatura ambiental, humedad y aireación fueron factores que influyeron en forma importante en la velocidad del proceso de compostificación, por lo que la realización de esta experiencia en época primavera-verano ayudó a manejar de mejor forma estos factores ambientales. La temperatura ambiental fluctuó entre los 18°C y 32°C, por lo que se contó con temperaturas adecuadas que permitieron iniciar el proceso de compostificación. Temperaturas menores de 20°C inhiben el desarrollo de microorganismos y la descomposición se hace más lenta. Por otro lado, la humedad y aireación del material en descomposición fue fácil de controlar también porque cuando hubo poca humedad se le agregó agua y cuando hubo exceso, se aireó y dejó secar.

El proceso de compostificación no evidenció un retraso cuando se ingresó material orgánico nuevo a la compostera debido a que las capas inferiores, con condiciones ambientales adecuadas, siempre se estuvieron descomponiendo. Incluso cuando se revolvió el material acumulado de 15 días con el de las capas inferiores, éste ya había comenzado el proceso de descomposición y al mezclarse con el antiguo (que ya tenía alta actividad microbiana) el proceso se hizo más rápido.

El manejo diario de la compostera fue fácil e higiénico. La separación de la basura y el proceso de hacer compost en la vivienda se generó como costumbre, lo que a largo plazo pasó a ser un hábito para la mayor parte de las personas que vivían ahí. A pesar de esto, el trabajo de compostaje en la compostera requirió de compromiso, tiempo y constancia, ya que la producción de residuos orgánicos en la vivienda no cesaba y se requería de constante trabajo para separar, picar e ingresar el material a la compostera. También la manipulación de la compostera requirió fuerza para mover y mezclar el compost cada 10

a 15 días, debido a que la acumulación y peso del material producía compactación disminuyendo así la aireación y retardando el proceso de compostaje. En general una vez que se creó el hábito de separar los residuos para hacer compost también se comenzó a clasificar y a reciclar otros residuos, lo que produjo una notable disminución en la cantidad total de residuos que fueron a la recolección.

El compost obtenido en la compostera reemplazó el uso de la tierra de hojas debido a que su apariencia y calidad fue similar.

b. En relación a la caracterización de la cantidad y composición de los RSD realizada en la comuna de Talagante, en la zona urbana la diferencia entre cantidad de residuos sólidos generados por las viviendas que utilizan y no utilizan la compostera no fue relevante, las que usan compostera eliminaron sólo un 28,3% menos de residuos. Esto se debió a que los proyectos de compostaje en la zona han tenido una incompleta capacitación y educación relacionada con el reciclaje y uso de la compostera, falta de apoyo técnico permanente y bajo seguimiento por parte de las personas encargadas de los proyectos. Todo lo anterior ha provocado que el uso de las composteras no sea permanente en el tiempo, que el reciclaje no se realice en forma adecuada (muchos residuos orgánicos que pueden ir a la compostera son arrojados al sistema de recolección) y que algunas viviendas hayan dejado de utilizar la compostera.

Por su parte en la zona rural, la diferencia entre cantidad de residuos sólidos generados por las viviendas que utilizan y no utilizan la compostera fue más relevante, lográndose reducciones de un 77,5%. Esta diferencia se debió a que el único proyecto de compostaje y reciclaje realizado en esta zona tuvo una alta receptividad por parte de la comunidad principalmente porque la educación y capacitación se focalizó en el grupo familiar (adultos y niños). Los adultos aprendieron en talleres organizados en la junta vecinal de la población y los niños complementariamente aprendieron en la escuela de la población (El Pino Viejo de Lonquén).

En esta zona además la comunidad tuvo apoyo técnico permanente debido a que personas pertenecientes a la misma junta vecinal, fueron capacitadas como monitoras(es) para que guiaran el trabajo de reciclaje y compostaje durante el periodo en que duró el

proyecto y luego post proyecto (para que el proyecto tuviera continuidad y fuera sostenible en el tiempo).

La educación, capacitación y apoyo brindado reforzó el trabajo adecuado de reciclaje y compostaje realizado por parte de la comunidad, incluso viviendas que no tenían compostera también reciclaron. Por ejemplo, en la zona rural sin compostera existió una mezcla de viviendas que reciclaban algunos residuos tales como: papeles, cartones y botellas y otro grupo de viviendas que entregaban todos sus residuos al sistema de recolección. El primer grupo fueron 8 hogares que tienen niños que asisten a la escuela El Pino Viejo de Lonquén o que pertenecen al grupo scout del mismo colegio.

El grupo rural con compostera es el que generó menos residuos para el sistema de recolección municipal. La cantidad de basura que se entregó al camión recolector fue mínima debido a que la mayor parte de los residuos los separaron y los llevaron a puntos de acopio de materiales reciclables.

Si comparamos el grupo muestreado en la zona rural y urbana que tiene compostera, se destaca que el de la zona rural tiene muy incorporado el hábito de la separación en origen y los conceptos de reutilización y reciclaje de residuos sólidos domésticos porque todo el material residual que se puede reutilizar y reciclar lo aprovechan. Además este grupo tiene muy claro que esta actividad les genera beneficios directos a ellos y a su entorno.

8.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISPOSICIÓN A UTILIZAR LA COMPOSTERA

- Espacio: La aceptación y disposición a utilizar la compostera esta directamente relacionada con la superficie de terreno disponible, es decir, si no existe restricciones en cuanto a espacio es más probable que las personas estén dispuestas a usar la compostera.

- Educación: Según la experiencia tanto nacional como internacional la disposición a utilizar la compostera es muy buena siempre y cuando las personas sean previamente educadas en forma teórica y práctica acerca del tema de la reducción de RSD y del uso de la compostera.

- Sensibilización y Motivación: La gente debe ser sensibilizada en relación al problema de la basura para así motivarlas a usar la compostera. De esta manera se les permite participar y colaborar directamente en el tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios. Se recomienda talleres puerta a puerta.

- La ejecución de los proyectos de compostaje debería estar a cargo de una institución o grupos con alto nivel de gestión y contar con el apoyo de alguna institución que le brinde a la comunidad apoyo técnico permanente en el tiempo. Debe haber participación en forma directa de profesionales expertos en el tema y que tienen responsabilidades y funciones específicas en los proyectos de compostaje

- La capacitación y el apoyo técnico debe ser permanente y durar mínimo un año. Se estima que este tiempo es suficiente para que la gente aprenda a utilizar la compostera y a hacer su compost. El trabajo de capacitación debe estar enfocado en niños y adultos. Por ejemplo, en el colegio o escuela donde asisten los niños de la comunidad deberían realizarse actividades de compostaje y capacitar a profesores, alumnos y personal ya que este lugar mantiene contacto directo con los niños y sus familias y apoya el trabajo realizado por la comunidad en sus hogares. Por otro lado, la Junta de Vecinos de la población donde se realiza el proyecto debe ser un organismo involucrado y en ella se deberían realizar también actividades de capacitación y apoyo a los adultos.

- Creación de una institución sin fines de lucro que apoye el programa con jardines demostrativos y producción de compost en composteras.

- Seguimiento continuo: Los proyectos deben considerar la selección y capacitación más profunda de personas que pertenezcan a la misma comunidad, de modo que éstas trabajen como monitores(as), den apoyo técnico y resuelvan dudas por parte de la comunidad incluso una vez finalizado el proyecto. Además una institución como el municipio a través de su departamento de Aseo y Ornato debería realizar un seguimiento de las actividades de compostaje a lo largo del tiempo.

- Subsidio de las composteras: Según la experiencia nacional e internacional, la disposición a utilizar la compostera esta directamente relacionada con el costo de éstas. En general, la mayoría de la gente no está dispuesta a comprar una sobre todo las personas que no saben qué son y para qué sirven. Como se demostró en las encuestas, las personas que están dispuestas a pagar, desean pagar muy poco por ellas (menos del 6 % del costo total real de la compostera), por lo que para lograr que las personas las utilicen la municipalidad debe subsidiar, regalar o financiar la compra de las composteras. La recuperación de esa inversión por parte de la municipalidad debiera verse a largo plazo debido a que el costo del servicio de aseo debiera disminuir. Lo que sí se percibirá en el corto plazo es la mejora en la calidad de vida de los habitantes de la comuna a través de la mejora en su entorno (más áreas verdes) y eventualmente más ingresos para algunos pobladores.

- Objetivos, plazos y resultados claros: La factibilidad y potencialidad de utilizar las composteras depende de que el proyecto este bien hecho, es decir, que éste tenga objetivos y plazos claros, que todos los resultados y metas cumplidas sean públicos y que se expresen en informes para la comunidad. Para las personas participantes de los proyectos es muy importante conocer que es lo que sucede en su comunidad y si su trabajo está rindiendo los resultados esperados.

- Proyecto orientado a grupos específicos: el proyecto debe estar enfocado al grupo de personas que realmente va a usar las composteras, debido a que no todas las personas desean tener una. Algunas sencillamente no les agrada y otras no tienen tiempo. La factibilidad de la utilización de la compostera requiere del compromiso de las personas que las usan, ya que éstas deben tomarse el tiempo para picar los desechos, llevarlos a la compostera y revolverlos por lo menos dos veces por semana. Mucha gente no esta dispuesta a hacer esto.

- Perfil de las personas que utilizan la compostera: personas que disponen de tiempo y pasan la mayor parte de éste en la casa tales como dueñas(os) de casa y/o jubiladas(os). En general la gente que tiene menos recursos económicos es la que tiene la mejor disposición a trabajar con la compostera y con sus residuos, separándolos y

reciclandolos en el interior del hogar³³. Cabe destacar que existe un estrato de la población de la comuna que se interesa por el tema del reciclaje y compostaje, por lo que si se hace un esfuerzo comunal para entregar más composteras, se educa y capacita a la población a nivel de grupo familiar (adultos y niños) y se realiza un proceso de seguimiento continuo, se puede aumentar con éxito el uso de este aparato.

En países que llevan reciclando sus residuos más de 10 años, las personas tienen este hábito incorporado. En general las personas que tienen una superficie de patio suficiente para colocar una compostera compostan sus residuos orgánicos. Sin embargo, las que no, separan sus residuos de jardín para que éstos sean recolectados y llevados a plantas de compostaje municipales (Vancouver, 2003).

En el proyecto de compostaje realizado en la zona rural de Talagante se comprobó que una vez que la gente adquiere el hábito de separar su basura, éste permanece en el tiempo y que a partir de la separación de basura orgánica las personas en forma espontánea comienzan a separar y reciclar otros tipo de materiales, lo que genera una mayor disminución de basura (Marín, 2002).

8.3 EFECTOS QUE GENERA LA COMPOSTERA

Desde un punto de vista ambiental, social y económico la compostera genera efectos benéficos debido a que su uso promueve la separación en origen, reciclaje y reducción de los RSD. El componente orgánico de los residuos queda y es manejado en el interior de las viviendas, es transformado en compost disminuyendo su volumen y peso y, la vivienda se beneficia con un material mejorador de suelos. Por otro lado, el municipio recibe menos cantidad de residuos que son en su mayoría de tipo inorgánico. Esto tiene un efecto en el manejo debido a que el almacenamiento de residuos es sólo de material inerte, no susceptible a la descomposición por lo que la frecuencia de recolección disminuye y se requiere menos cantidad de camiones para el traslado. Lo anterior hace que los costos en la etapa de recolección y transporte disminuyan y que la municipalidad ahorre dinero por concepto de pago (\$/tonelada) a la estación de transferencia y al relleno sanitario.

³³ La mayor parte de los proyectos de compostaje realizados en la comuna de Talagante han trabajado con gente de escasos recursos económicos y los mejores resultados se han obtenido en este grupo poblacional.

Si el uso de las composteras es eficiente, es decir, si la vivienda recicla todos los residuos orgánicos que pueden ir a la compostera logrando hacer compost y, este uso se hace masivo, los ahorros que puede llegar a tener la comuna de Talagante son notables debido a que más de la mitad de los residuos que genera son de tipo orgánico. Como se demostró, si tan sólo un 30% del total de las viviendas en la comuna compostaran sus residuos orgánicos como lo hace la zona rural, se obtendría un ahorro para el municipio de un 8% anual. Si un 50% del total de las viviendas compostaran sus residuos como lo hace la zona rural, se obtendría un ahorro aún mayor, de 13,3%. Esta cifra puede no parecer muy relevante, pero si pensamos que en el año 2000 el presupuesto anual del municipio de Talagante por concepto de recolección de residuos sólidos fue de \$288.451.244, el 8% y el 13,3% es una cantidad significativa de dinero que puede ser destinado para satisfacer otras necesidades de la comuna.

Cabe destacar que el análisis comparativo de los tres escenarios se realizó considerando solamente como costos variables los relacionados con la Estación de Transferencia y relleno sanitario, que varían según la cantidad de residuos generados. No fueron considerados como costos variables las etapas de recolección y transporte, debido a la no disponibilidad de información detallada de los costos que tienen estos procesos en la comuna. Sólo se indicó por parte de la municipalidad que este pago es fijo y se hace a la empresa SWAN S.A. Sin embargo, si se analizaran más detalladamente las etapas de recolección y transporte, que equivalen aproximadamente al 72% del costo total del MRSD de la comuna, al disminuir la cantidad de residuos generados en la comuna también disminuyen y varían sus costos, debido a que la basura se puede almacenar más tiempo, lo que implica menor frecuencia de recolección, menor movimiento de camiones y/o menor número de camiones y mayor vida útil de éstos, menos combustible y menor cantidad de horas hombre por concepto de choferes y recolectores. Por lo tanto, si se evalúan los mismos escenarios considerando como costos variables todas las etapas del manejo RSD en la comuna probablemente los ahorros monetarios causados por el uso de las composteras serían aún mayores.

Por otro lado, es importante destacar que los resultados del análisis económico obtenidos en esta tesis habría que tomarlos con cierta cautela debido a que existen otros costos asociados con la implementación y monitoreo de un programa de MRSD usando

composteras tales como educación, supervisión, soporte técnico especializado, compra de composteras, etc., que podrían disminuir los ahorros informados en este estudio.

La frecuencia de la recolección de RSD en Chile es ineficiente desde el punto de vista del manejo integral. Como no se separa en origen la basura ni se recicla ningún tipo de residuo orgánico o inorgánico, la acumulación de éstos es excesiva. Esto obliga a que el camión recolector pase aproximadamente tres veces por semana. En países como EE.UU. y Canadá donde la gente tiene incorporado el hábito del reciclaje y se le ha dado las herramientas para llevarlo a cabo, la frecuencia de recolección es de una a dos veces por semana y pasan por lo general tres tipos de camiones recolectores: uno para los residuos orgánicos de jardín que se van a las plantas de compostaje, uno para los residuos reciclables y un tercero para los otros residuos. Por lo tanto si el sistema de manejo de RSD en Chile considerara un programa de reciclaje y compostaje en que la separación en origen fuera la clave y los residuos de tipo orgánico tuvieran como destino el compostaje de patio o industrial, los residuos reciclables inorgánicos tuvieran un mercado y sólo el resto de los residuos, imposibles de reciclar, fueran al relleno sanitario, se lograría disminuir la cantidad de RSD que van a la disposición final y por ende un manejo eficiente de los RSD.

8.4 BASES PARA UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RSD EN LA COMUNA DE TALAGANTE

Para lograr cambios en la comuna de Talagante se requeriría una política de gestión Integral de residuos que estuviese enfocada a la minimización de éstos, es decir, evitar la generación, reducir, así como reutilizar y/o reciclar los residuos inevitables. A mediano plazo se puede lograr disminuir la cantidad de residuos desarrollando más profundamente la gestión de manejo de los residuos sólidos domiciliarios a través de una mayor coordinación entre los entes involucrados tales como Municipalidad, Departamento de Aseo y Ornato, comunidad Talagantina, además de apoyo político y económico.

La gestión integral de residuos debería considerar la creación de un programa comunal de manejo de RSD de tipo orgánico e inorgánico que incorpore aspectos de minimización de residuos y contemple una gestión adecuada de éstos. Con un programa de estas

características se pueden obtener beneficios desde el punto de vista económico, ambiental y social.

El programa debería focalizarse en los siguientes cuatro instrumentos de Gestión Ambiental:

- **Educación e investigación continua** para así determinar cuales son las potencialidades económicas y ambientales que tiene la separación y el reciclaje de residuos domiciliarios.
- **Instrumentos económicos** que incorporen un sistema tarifario que regule el cobro a los usuarios y que éste sea en forma proporcional a la cantidad de residuos domésticos generados.
- **Participación ciudadana**, involucrar a la comunidad en el MIRSD, de modo que conozca lo que se está haciendo y los beneficios directos e indirectos que se están generando.

Para generar impacto, el programa debe enfocarse en el reciclaje de los componentes orgánicos e inorgánicos de la basura. El reciclaje de materiales inorgánicos debe realizarse como complemento del reciclaje de residuos orgánicos. Por lo tanto uno de los objetivos principales del programa debe ser fomentar el uso de la compostera y promover al mismo tiempo el reciclaje de componentes inorgánicos que son comúnmente generados en los RSD de la comuna tales como: papel y cartón, vidrio, aluminio y plástico.

El éxito del programa dependerá de que la gestión del MRSD sea eficiente y coordinada y de que las herramientas que se le entreguen a la comunidad, entre ellas, infraestructura³⁴, educación ambiental, capacitación y apoyo técnico, sean adecuadamente utilizadas.

El Programa debe ser evaluado técnica y económicamente de modo de mejorar su eficiencia para obtener el mayor efecto posible tanto en los aspectos ambientales como económicos y sociales. El Programa debe estudiar el mercado de los materiales

³⁴ Se refiere a composteras unifamiliares y contenedores de acopio de materiales inorgánicos

reciclados que existe en la Región Metropolitana analizando qué empresas los compran, los precios, tipo de recolección, transporte y otros, para así determinar si es realmente rentable hacer el reciclaje de algunos materiales inorgánicos.

El programa se debe focalizar en la separación y reciclaje de los residuos en origen ya que es el punto más relevante en toda la ruta de la basura, donde cualquier esfuerzo rinde máximos resultados y es naturalmente traspasado al resto de la cadena. Para estimular la separación en origen se deben crear puntos de acopio de fácil acceso³⁵ tales como colegios, centros comerciales, supermercados, plazas y/o juntas de vecinos y también implementar un sistema de recolección y transporte eficiente, que traslade los residuos hacia los centros de procesamiento sin mezclarlos.

Instrumentos de Gestión

a. Educación Ambiental

El común de las personas no sabe la importancia ambiental y económica que tiene hacer un manejo adecuado de los RSD tales como reducir y separar en el origen y reciclar los residuos, por lo que educarlas en este tema es fundamental. La Educación Ambiental debe considerar temas relacionados con el desarrollo sustentable, la protección ambiental, el manejo integral y minimización de los residuos.

La educación debe ir dirigida a generar un cambio de conducta en las personas en relación al manejo de sus residuos. La separación y reciclaje son procesos mecánicos que una vez que son aprendidos y se adquiere el hábito, se realizan sin mayor esfuerzo.

El programa debe siempre considerar la educación del grupo familiar como un todo. Las actividades educativas deben realizarse paralelamente en los colegios y en las juntas vecinales de la misma población de modo que los conocimientos adquiridos sean complementarios y se lleven a la práctica en el hogar.

³⁵ Es más cómodo y eficiente si los puntos de acopio tienen diferentes contenedores de colores de acuerdo a los elementos posibles de reciclar. Ejemplo: contenedor para vidrio, contenedor para papel y cartón, contenedor para aluminio y contenedor para plástico.

Los medios educativos utilizados en el programa de reciclaje de la comuna dependerán de muchos factores, entre los cuales reviste mayor importancia el presupuesto disponible y el nivel educacional y socioeconómico de la comunidad. Se proponen, en términos generales, campañas de educación tendientes a modificar conductas y hábitos de consumo de la comunidad a través de talleres, charlas, exposiciones, materiales escritos y campañas de difusión. Por otro lado, se propone que las actividades educativas sean sencillas, amenas, organizadas y pertinentes³⁶.

b. Participación Ciudadana

Es necesario incorporar a la gente como protagonistas activos del programa de reciclaje, a través de la entrega y capacitación del uso de las composteras y la colocación de contenedores de materiales inorgánicos reciclables cercanos a sus viviendas. La información relacionada con las metas, objetivos y logros del programa debe ser difundida a la comunidad. La información debe ser fluida y retroalimentada ya que es importante para la gente saber qué proyecto se está haciendo, por qué se está haciendo, qué comunidades están participando y si se están cumpliendo las metas.

Las campañas de difusión, educación y capacitación deben realizarse en zonas donde se aplicará el programa. Estas zonas deben ser lugares de fácil acceso y deben focalizarse en los colegios y juntas vecinales de la misma área. Las personas deben tener apoyo técnico permanente por lo que se requiere que la persona coordinadora del programa tenga contacto directo con los pobladores.

Programas de estas características en que se han cumplido las metas de reducción de RSD y se han obtenido logros desde el punto de vista ambiental, económico y social, deben ser difundidos y promocionados de tal modo que sean un ejemplo para la comunidad y se repitan en otras comunas.

³⁶ Se refiere a que la información entregada debe tener un significado y debe ser personal, es decir debe encontrar la forma de vincular lo que está siendo presentado con las personas.

c. Investigación Continua

El programa debe investigar los posibles cambios en función de las condiciones y posibilidades comunales acerca del manejo integral de residuos sólidos domiciliarios y su gestión. La municipalidad debe llevar estadísticas acerca de la composición y cantidad de residuos que se generan, e investigar acerca de los mercados de productos reciclables y reutilizables que existen y que están a su alcance, para así elegir en forma óptima y eficiente los métodos que deben utilizarse y los productos que se deben reciclar. Si las comunas urbano-rurales realizan una buena gestión de manejo de los RSD considerando la investigación continua se darán cuenta que la basura puede llegar a ser un “gran negocio” de donde pueden sacar grandes beneficios económicos, ambientales y sociales.

Otro punto importante es que el Programa debe investigar sobre posibles fondos económicos que entregan instituciones nacionales e internacionales que apoyan proyectos ambientales y sociales relacionados con minimización de residuos, tales como Ford Company, Fondo de Las Américas y otros, para así poder financiar a corto plazo la entrega de composteras a la comunidad.

d. Instrumentos Económicos

Para lograr que la minimización de residuos se produzca en la comuna y que los programas de reciclaje de basura tengan un efecto real, debería incorporarse legalmente un sistema tarifario que regule el cobro a los usuarios de acuerdo a la cantidad de residuos domésticos generados. Esto sería una forma directa de presión para promover la disminución de la cantidad de basura generada. Lamentablemente en la actualidad, el cálculo de esta tarifa depende del avalúo fiscal de la propiedad y no de la cantidad de basura generada. Por lo mismo, la municipalidad no tiene autoridad ni competencia para hacer cambios en este tema. Cualquier modificación referente al pago de impuestos debe hacerse vía Ley de la Republica³⁷.

Para lograr la minimización de residuos en la comuna a través del desarrollo de un Programa de reciclaje de RSD, se deben considerar los siguientes incentivos:

³⁷ Conversación personal con Gabriela Stein, Asesora Legal de la Ilustre Municipalidad de Peñalolen.

- Entrega gratuita de composteras y colocación de contenedores de acopio cercanos a las viviendas (supermercados, plazas, colegios, etc.)
- Campañas educativas que señalen claramente los beneficios ambientales, sociales y económicos que tiene la minimización de RSD y, educación y capacitación continua en relación al uso de la compostera.
- Subsidios a las viviendas que separan y reciclan sus residuos domiciliarios y/o a las juntas vecinales a las que pertenecen. Estos subsidios pueden ser directos o indirectos a través de mejoras en el entorno de la comunidad (aumento de áreas verdes, plazas), mejoras educativas (talleres educativos de reforzamiento para niños de la comunidad, mejora infraestructura colegios, bibliotecas), mejora infraestructura vial y otros.

Por último se debe realizar un **Control** permanente para verificar a través de la implementación del programa si se están cumpliendo sus objetivos. Además el programa debe ser continuamente evaluado, mejorado en sus puntos deficitarios y actualizado de acuerdo a las nuevas innovaciones que se desarrollen.

9. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se obtuvieron de la investigación relacionada con el efecto ambiental que tiene el uso de las composteras en una comuna del tipo urbano – rural, como Talagante, son las siguientes:

- La compostera es una alternativa viable para lograr reducir y reciclar los residuos orgánicos generados en la comuna de Talagante debido a que este dispositivo es efectivo en la transformación de materia orgánica a compost.
- La compostera "The Earth Machine" tarda aproximadamente tres meses en formar compost. Además, produce en promedio un 36% de pérdida de masa del componente orgánico generando un compost con características similares a la tierra de hoja.
- Existe una diferencia significativa entre la cantidad de residuos sólidos generados por las viviendas que utilizan la compostera y las que no; las viviendas que utilizan la compostera en la zona rural y urbana eliminaron al sistema de recolección un 77,5% y un 28,3% menos de RSD respectivamente.
- La cantidad de residuos que van al sistema de recolección en las viviendas de la zona rural que compostan es notablemente menor. Por el contrario en la zona urbana no hay una diferencia tan marcada entre las viviendas que compostan y las que no. Los magros resultados obtenidos en la zona urbana se explican debido a una incompleta capacitación y educación relacionada con el reciclaje y uso de la compostera y, a la falta de apoyo técnico permanente por parte de las personas encargadas de los proyectos realizados.
- Las viviendas de la zona rural de la comuna de Talagante que utilizan la compostera prácticamente no entregan residuos orgánicos al camión recolector en cambio, en la zona urbana, la mayoría de las casas que tienen compostera botan un porcentaje alto de materia orgánica compostable. Esto indica que en la zona rural el reciclaje de materia orgánica es más eficiente.

- Los factores que influyen en la disposición a utilizar la compostera son: espacio disponible en las viviendas para colocar las composteras, educación, sensibilización y motivación relacionada con el uso de la compostera y referente a la importancia de minimizar los residuos sólidos domésticos en el origen, capacitación y apoyo técnico permanente, seguimiento continuo y entrega del dispositivo en forma gratuita o a un muy bajo costo (subsidio). Por su parte la ejecución de los proyectos de compostaje debe estar a cargo de una institución o grupos con alto nivel de gestión y contar con la participación directa de profesionales expertos en el tema. Los proyectos deben estar dirigidos a grupos específicos y establecer objetivos, plazos y resultados claros para la comunidad.

- El perfil de las personas que utilizarían las composteras son las que disponen de tiempo y pasan la mayor de éste en la casa, tales como dueñas(os) de casa, jubiladas(os).

- El uso de la compostera tiene un efecto económico porque genera ahorros importantes en las diferentes etapas del manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la comuna de Talagante. Si un 30% del total de las viviendas en la comuna compostaran sus residuos orgánicos como lo hace la zona rural, se obtendría un ahorro para el municipio de un 8% anual. Por otro lado, si un 50% del total de las viviendas compostaran sus residuos como lo hace la zona rural se obtendría un ahorro aún mayor de 13,3%.

- Finalmente, el uso de la compostera promueve la Gestión Integral de los residuos sólidos domésticos porque ayuda a minimizar la cantidad de éstos, tiene efectos sociales al generar el hábito de separar y reciclar los residuos, mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y hacerlos partícipes y responsables del cuidado del medio ambiente. El uso de la compostera tiene un efecto económico porque disminuye los costos del manejo de los RSD.

10. RECOMENDACIONES

- Para desarrollar una buena gestión de residuos sólidos domiciliarios a nivel comunal aparte de las “buenas ideas” se requiere apoyo político y monetario, además de una buena legislación que considere prioritaria la minimización de residuos. La clave está también en que existan estímulos que promuevan la reducción, reciclaje y reutilización de los RSD, especialmente los de tipo orgánico, porque son los que se generan en mayor proporción en las comunas urbano-rurales y son los que causan mayores problemas en el manejo de los RSD, especialmente en los rellenos sanitarios. Por lo tanto, entregando a la gente las herramientas adecuadas, motivando y educando a las personas, se pueden lograr grandes avances en el tema.

- La comuna de Talagante debiera promover, apoyar y multiplicar proyectos que incluyan actividades relacionadas con el aprovechamiento integral de los RSD, que incluyan operaciones de separación en origen, recuperación de la materia orgánica (compost) y transformación (venta secundaria de productos). Promover actividades masivas de compostaje unifamiliar y complementariamente reciclaje de elementos como vidrios, plásticos, latas, papeles y cartones, pueden llegar a ser una gran herramienta para reducir la cantidad de residuos sólidos domiciliarios, disminuir los costos del manejo integral de residuos en la comuna y a la vez, generar ingresos alternativos para la gente y proteger el medio ambiente.

- La municipalidad de Talagante debiera aprovechar el interés que muestra la gente en los proyectos relacionados con la reducción y reciclaje de residuos, realizar una difusión más masiva de los proyectos de compostaje y motivar y educar a las personas que viven en la comuna en relación a los beneficios directos e indirectos que se logran reduciendo y reciclando los residuos domiciliarios, especialmente los que se pueden compostar.

- Fomentar la producción de compost basado en el reciclaje de los RSD orgánicos es una alternativa de gestión de recursos sostenible, que está apoyada por la legislación ambiental chilena y por la Política Ambiental para el desarrollo sustentable para la Región Metropolitana. La comuna de Talagante debiera multiplicar el uso de las composteras y fomentar la producción de compost a nivel domiciliario, debido a que la gente se siente agrada participando en este tipo de actividades que les permite mejorar su entorno y calidad de vida. Es difícil cuantificar la mejora de la calidad de vida de las personas pero se puede percibir a través de su disposición.

- Los proyectos y actividades que se desarrollen en la comuna relacionados con la minimización de residuos sólidos domiciliarios, debieran tener como principal objetivo crear el “hábito de separación y reciclaje de basura”. La adquisición de este hábito debiera estar dirigido a todo el grupo familiar focalizándose en niños y adultos (colegio-casa).

- Los proyectos de compostaje debieran considerar la entrega gratuita de la compostera, ya que la mayoría de las personas no las pueden financiar. Este es un importante punto a tener en cuenta por parte de la Municipalidad ya que significa una inversión considerable pero, como toda inversión bien realizada, empezará en pocos años a generar utilidades que justificarán la inversión inicial.

- Se percibe el interés por parte de la comunidad Talagantina, especialmente los que tienen menores ingresos y donde viven dueñas(os) de casa y jubilados(as), en realizar actividades que beneficien a ellos y a sus familias. Este interés puede ser adecuadamente dirigido para implementar un programa que se focalice en cuatro instrumentos de Gestión Ambiental: Educación ambiental, investigación continua, instrumentos económicos y participación ciudadana.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ARELLANO, 2002. Guía "tratamiento de residuos sólidos urbanos". Curso de Manejo de residuos sólidos urbanos. Magíster de Gestión y Planificación Ambiental. Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- ARELLANO, J., ALEGRÍA, J., SANCHA, A. 1990. Comportamiento de Materiales Arcillosos como Impermeabilizantes de Rellenos Sanitarios. Congreso AIDS, Asociación Interamericana de Ingeniería sanitaria y Ambiental. "Camino al 2001: Forjando una mejor calidad de vida". San Juan, Puerto Rico.
- BRUNDTLAND, 1987. Nuestro futuro común. Preparado por la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo. Naciones Unidas, Estocolmo.
- CITY OF VANCOUVER, 2002. Annual Report 2002. Transfer & landfill operations branch. City of Vancouver engineering services. En línea <<http://www.city.vancouver.bc.ca/engsvcs/solidwaste/landfill/report2002.htm>> 52 p
- CITY OF VANCOUVER, 2003. Annual Report 2002 Solid Waste Division. Engineering services. En línea <<http://www.city.vancouver.bc.ca/engsvcs/solidwaste/annualreport.htm>> 34 p.
- COCHRAN; W. 1971. Técnicas de Muestreo. Compañía Editorial Continental, S.A. Primera edición en español. México. 507 p.
- CONAMA, 1996. Propuesta Política para el Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios: Caso Región Metropolitana. Unidad de coordinación CONAMA/BIRF. 160 p.
- CONAMA, 1998. Manejo de Residuos Sólidos Domiciliarios. Curso de manejo de residuos sólidos domiciliarios realizado por CONAMA, Región del Bío-Bío. 117 p.
- CONAMA, 2000a. Antecedentes para la Política Nacional sobre gestión Integral de Residuos. Chile. En línea < <http://www.conama.cl> > 9p.
- CONAMA, 2000b. Informe Nacional Agenda 21. Chile. 126 p.
- CONAMA, 2000c. Antecedentes para la Política Nacional sobre Gestión Integral de Residuos.
- CONAMA, 2000d. Política sobre Gestión Integral de los Residuos.

- CONAMA, 2001 a. Roles sobre el tema de los Residuos Sólidos en Chile.
- CONAMA, 2001b. Manual para la Elaboración de Planes de Gestión Municipal de Residuos Sólidos Domiciliarios. (c 2050 ges)
- DE LA MAZA, F. 2001. Estudios de la Factibilidad Técnico- Económica para una Planta de Compost a gran Escala. Memoria para optar al Título de Ingeniero Civil Industrial. Facultad de Ciencias Matemáticas, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile. 103 p.
- DEFRA, 2001. Research Study on International Recycling Experience. Department for environment, food & rural affairs. En línea <<http://www.defra.gov.uk/environment/waste/intrecex> >
- EPA, 1993. Markets for Compost. Washington D.C: Office of Solid Waste and Emergency Response and Office of Policy, Planning and Evaluation.
- EPA, 1994a. Composting Yard Trimmings and Municipal Solid Waste (EPA530-R-94-003). United States Environmental Protection Agency. 158 p.
- EPA, 1994b. Waste prevention, recycling, and composting options. Lessons from 30 U.S. communities. (EPA530-R-92-015).
- EPA, 1997. Innovate Uses of Compost: Bioremediation and Pollution Prevention (EPA 530-F-97-02), Disease Control for Plants and Animals (EPA530-F-97-44), Erosion Control Turf Remediation and Landscaping (EPA530-F-97-043), Composting of Soils Contaminated by explosives (EPA530-F-97-045), Reforestation, Wetlands Restoration, and Habitat Revitalization (EPA-F-97-046). Solid Waste and Emergency Response, Environmental Protection Agency, USA. October 1997.
- EPA, 1999. Organic Materials Management Strategies. EPA530-R-99-016. 58p. En línea <<http://www.epa.gov/compost/omms.pdf>> 58p.
- EPA, 2004a. Recycling. Municipal solid waste. (En línea) <http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/recycle.htm>
- FAO. 1977. China: reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. Informe sobre un viaje de estudios FAO/PNUD a la Rep. Pop. China. Boletín de Suelos N° 40. Roma. 105 p.

- FERNANDEZ, E., ESPINOZA, C., MENA, M. 2001. Movimiento y atenuación de líquidos percolados en un medio poroso saturado. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. XIV Congreso chileno de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. AIDS –Chile. Santiago, Chile.
- FIELD, B. 1995. Introducción a la Economía Ambiental. Universidad de Massachussets Amherst, USA. Mc Graw Hill.
- FINGER, P. Y GOUDIE, A. 1984. Análisis y Evaluación de un Programa de Implantación de Biodigestores para Aprovechamiento de Desechos Agrícolas en zonas rurales de Chile. Taller de Título II. Universidad de Chile. Fac. de Ingeniería. (Santiago, Chile). 4º Informe. 184 p.
- FREDERIK, R. 2001. Guide de Gestion des Matières résiduelles. Des expériences vécues, un guide opérationnel, un répertoire de ressources. Editions Ruffec, Québec, Canadá. 207 p.
- GONZALEZ, C. 2004. Ley N° 19.300. Ley del Medio Ambiente Reglamentada. Ediciones Publiley. 182 p.
- INE, 2002. XVII Censo Nacional de Población y XVII de Vivienda.
- INE, 2002. Conceptos Geográficos Básicos del Censo. XVII Censo de Población y XVII de Vivienda. 13 p.
- INTEC, 2000. Guía Técnica para la Minimización y Optimización de envases para empresas, fabricantes y usuarios. Santiago, Chile.
- MARIN, G. 2002. Informe Integrado: “Caracterización de residuos sólidos domiciliarios de la población Juan Guzmán Cruchaga de Lonquén”. ONG Cordillera, Fondo de las Américas e Ilustre Municipalidad de Talagante.
- MIDEPLAN - BID, 1997. Residuos sólidos, estudios y planes de manejo. Ministerio de Planificación y cooperación, Santiago- Chile. 153 p.
- OLIVIER, M. 1999. Gestion des Matières Résiduelles. Au Québec. Les productions Jaques Bernier. Canada. 301 p.
- OPS, 1998. Análisis sectorial de Residuos Sólidos en Chile. Plan de inversiones en Ambiente y Salud. Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. 131 p.

- ORCOZUPA, J. 2002. Relación entre la producción per cápita de residuos sólidos domésticos y factores socioeconómicos. Provincia de Santiago de Chile. Universidad de Chile. Programa Ínter facultades. Tesis para optar al Título de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental. Santiago, Chile. 62 p.
- PNUD, 1992. Conferencia de Organización de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo; Capítulo 21: "Gestión Ecológicamente racional de los desechos sólidos y aguas cloacales". Río de Janeiro. 89 p.
- RIVAS, L. 1994. Proyección de la generación de residuos urbanos y su incidencia en el futuro manejo. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile.
- SEATTLE PUBLIC UTILITIES, 2003. Tilth Worm Composting Bin. The natural soil building program. Seattle public utilities and managed by the Seattle Tilth Association. 4 p. (En línea) www.seattletilth.org/download/download.html. Consulta: 03/03/04.
- SMOLKA, Z. 2001. Home composting in Lochaber 2000. Telephone survey. Lochaber Environmental Group. 5 p.
- UNION EUROPEA, 2003. Aplicación sobre la legislación de residuos sólidos. 75/442/CEE. (En línea) <http://europa.eu.int/scadplus/leg/es/lvb/l28135.htm>. Consulta: 11/08/04.

12. APENDICES

APÉNDICE N°1

1. ENCUESTAS UTILIZADAS PARA DETERMINAR LA PROYECCIÓN FUTURA DEL USO DE LAS COMPOSTERAS A NIVEL COMUNAL

1.1 ESTUDIO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE ACEPTACIÓN QUE TIENE EL USO DE LA COMPOSTERA EN HOGARES QUE CUENTAN CON ELLA

Patrocinado por la Universidad de Chile y la Ilustre Municipalidad de Talagante

N° ENCUESTA:

FECHA:

ENCUESTADO: H – 1
M – 2

PROCEDENCIA: U – 1
R – 2

Primero me gustaría hacerle algunas preguntas generales sobre su grupo familiar, se entiende por su grupo familiar a aquellas personas que viven en su hogar.

1) ¿Cuántos hombres y cuántas mujeres componen su grupo?
Hombres ____ Mujeres ____

2) De las personas que componen su grupo, ¿cuántas se clasifican según las siguientes categorías de edad?

a)

Edad (años)	0 – 17	18 – 40	41 – 60	> 60

b) ¿Qué edad tiene usted? ____ años

3) ¿Podría clasificar a los integrantes de su grupo según el nivel de educación formal recibida?

a)

Nivel educacional	Pre-básico	Básico	Medio	Técnica/Universitaria	Sin educación
N° de personas					

b) ¿En qué nivel de educación se clasifica usted? _____

4) ¿Cuál es su actividad o profesión? _____

Ahora le voy a hacer preguntas respecto al uso de la compostera.

5) ¿Hace cuánto tiempo tiene la compostera? ____ días ____ Meses

6) ¿Usa la compostera? ____ sí ____ no

“Si la respuesta es positiva pasar a la pregunta 7, si la respuesta es negativa pasar a la letra b”

b) ¿Por qué no la usa? _____

7) ¿Su grupo familiar utiliza la compostera? ____ sí ____ no

8) ¿Le agrada hacer uso de la compostera?

____sí, ¿Por qué le agrada? _____

____no, ¿Por qué no le agrada? _____

- 9) a) ¿Le genera algún problema el uso de la compostera? sí no
 “Si la respuesta es positiva pasar a la letra b, si es negativa pasar a la pregunta 10”
 b) ¿Qué tipo de problemas? _____
- 10) Si le cambiamos la compostera por otra nueva, ¿Continuaría utilizándola?
 sí no
- 11) ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una compostera? _____
- 12) Deposita en la compostera su basura orgánica
 Todos los días 1 vez por semana
 2 a 3 veces por semana Nunca, ¿Porque? _____

Ahora le voy a hacer preguntas respecto al proceso de compostaje.

- 13) ¿Hizo compost? sí no
 “Si la respuesta es positiva pasar a la pregunta 14, si la respuesta es negativa pasar a la letra b”
 b) ¿Por qué no hizo? _____
- 14) ¿Cada cuanto tiempo saca compost en el periodo primavera – verano?
 1 vez por semana 2 veces por semanas 1 vez por mes
 2 veces por mes más de dos meses
- 15) ¿Cada cuanto tiempo saca compost en el periodo otoño – invierno?
 1 vez por semana 2 veces por semanas 1 vez por mes
 2 veces por mes más de dos meses no saca nada
- 16) ¿Qué cantidad de compost saca aproximadamente en 1 mes?

- 17) ¿Qué hace con su compost?
 Lo utiliza en su jardín Lo regala Lo vende
- 18) Si lo vende ¿a qué precio lo vende? _____

Por último le haré preguntas acerca del Reciclaje.

- 19) ¿Sabe que es reciclar? sí no
- 20) a) ¿En su casa se recicla algún producto? sí no
 “Si la respuesta es afirmativa entonces pasar a la letra b, si es negativa pasar a la pregunta 21”
 b) ¿Qué productos recicla?
 Vidrios (botellas, frascos)
 Plásticos
 Papeles y Cartones (cajas, envases de tetra pack, otros)
 Materia orgánica

____ Otros, por favor especifique_____

c) Estos productos los vende o los lleva a algún lugar donde los reciben (supermercados, contenedores de centros de ayuda social u ONGs)

____ Los vende

____ Los entrega

21) ¿Sabía que una manera de cuidar la naturaleza es reciclar nuestros residuos?

____ sí ____ no

¡¡¡Muchas gracias por su ayuda!!!

1.2 ESTUDIO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE ACEPTACIÓN QUE TIENE EL USO DE LA COMPOSTERA EN HOGARES QUE NO CUENTAN CON ELLA.

Patrocinado por la Universidad de Chile y la Ilustre Municipalidad de Talagante

Nº ENCUESTA:

FECHA:

ENCUESTADO: H – 1
M – 2

PROCEDENCIA: U – 1
R – 2

Primero me gustaría hacerle algunas preguntas generales sobre su grupo familiar, se entiende por su grupo familiar a aquellas personas que viven en su hogar.

1) ¿Cuántos hombres y cuántas mujeres componen su grupo?
Hombres ____ Mujeres ____

2) De las personas que componen su grupo, ¿cuántas se clasifican según las siguientes categorías de edad?

a)

Edad (años)	0 - 17	18 – 40	41 – 60	> 60

b) ¿Qué edad tiene usted? ____ años

3) ¿Podría clasificar a los integrantes de su grupo según el nivel de educación formal recibida?

a)

Nivel educacional	Pre-básico	Básico	Medio	Técnica/Universitaria	Sin educación
Nº de personas					

b) ¿En qué nivel de educación se clasifica usted? _____

4) ¿Cuál es su actividad o profesión? _____

Ahora le voy a hacer preguntas de actividades de reciclaje.

5) ¿Sabe que es reciclar? ____ sí ____no

6) a) ¿En su casa se recicla algún producto? ____sí ____no

“Si la respuesta es afirmativa entonces pasar a la letra b, si es negativa pasar a la pregunta 7”

b) ¿Qué productos recicla?

____ Vidrios (botellas, frascos)

____ Plásticos

____ Papeles y Cartones (cajas, envases de tetra pack, otros)

____ Materia orgánica

____ Otros, por favor especifique _____

c) Estos productos los vende o los lleva a algún lugar donde los reciben (supermercados, contenedores de centros de ayuda social u ONGs)

____ Los vende

____ Los entrega

7) ¿Sabía que una manera de cuidar la naturaleza es reciclar nuestros residuos?
____ sí ____ no

8) ¿Ha reciclado alguna vez sus residuos orgánicos? ____ sí ____no

Ahora le voy a hacer preguntas respecto al proceso de compostaje.

9) ¿Sabe que es el compost? ____ sí ____ no

“Si la respuesta es negativa se debe realizar una breve explicación de lo que es, posteriormente continuar con la encuesta”.

10) a) ¿Ha hecho compost? ____ sí ____ no

“Si la respuesta es positiva preguntar la letra b y c, si la respuesta es negativa pasar a la pregunta 11”

b) ¿Dónde hizo compost? _____

c) ¿Cómo hizo el compost? _____

11) ¿Sabe que son las composteras? ____ si ____ no

“SI LA RESPUESTA ES NEGATIVA SE DEBE DAR UNA BREVE EXPLICACIÓN acerca de qué es la compostera (máquina que recibe residuos orgánicos y los transforma en compost o tierra orgánica), posteriormente pasar a la pregunta 12”

12) ¿Ha visto composteras? ____sí ____no

13) Si se le regalara una compostera, ¿La utilizaría?

____ si, ¿Por qué? _____

____ no, ¿Porqué? _____

14) ¿Le gustaría reciclar?

____ si

____ no, ¿Porqué? _____

!!! Muchas gracias por contestar la encuesta !!!

APÉNDICE N° 2

2. DETERMINACION DE LA EFICIENCIA DE LA COMPOSTERA.

2.1 Muestreo de la Composición de basura en la vivienda estándar

Cuadro N° 1: Resumen de los Muestreos de composición de residuos sólidos antes de comenzar a utilizar la máquina compostera

Tipo de Residuo	Peso (kilogramos)				Promedio	%
	M 1	M 2	M 3	M 4		
Materia Orgánica	2,50	2,30	7,2 ³⁸	2,30	3,575	74,80
Papeles y Cartones	0,30	0,50	1,50	0,75	0,763	16,00
Tierra y Mat. Finos	0,10	0,00	0,00	0,00	0,025	0,50
Plásticos y Bolsas	0,30	0,10	0,40	0,08	0,220	4,60
Textiles	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	0,00
Latas y Metales	0,00	0,00	0,00	0,05	0,013	0,27
Vidrios	0,00	0,00	0,55	0,00	0,138	2,90
Huesos	0,00	0,00	0,00	0,05	0,013	0,27
Otros	0,05	0,02	0,01	0,05	0,033	0,70
Total	3,25	2,92	9,66	3,28	4,780	100

2.2 Registro de la cantidad promedio de residuos orgánicos que ingresaron a la compostera y sus temperaturas promedios

Cuadro N° 2: Registro de la cantidad promedio de residuos orgánicos que ingresaron a la compostera y sus temperaturas promedios.

Numero de días	Peso Promedio (Kilos)	Temperatura Promedio (°C)	
		5 cm	15 cm ³⁹
1	4,75	18	0
3	3,30	20	0
5	2,65	23	0
7	1,65	27	20
9	2,45	30	25
11	2,55	35	26
13	2,05	34	28
15	1,31	36	30
18	1,61	40	35
21	1,45	45	40
23	1,60	47	45
25	0,95	48	46
27	1,80	48	46
29	1,45	50	48
31	1,20	53	52

³⁸ Esta cifra es más alta que las otras debido a que en ese periodo se corto el pasto del jardín.

³⁹ Una vez a la semana el compost se revolvió y mezcló por lo que la temperatura entre los 5 cm y a 15 cm fue similar a mediados y al final del proceso.

33	1,15	53	53
35	1,15	54	54
37	2,05	57	57
39	1,90	59	59
42	1,05	60	60
45	1,80	62	62
47	0,75	65	65
50	1,10	65	65
53	1,35	66	66
56	1,10	70	70
58	1,02	75	75
61	1,30	66	66
64	1,47	63	63
66	1,80	60	60
69	2,75	57	57
72	1,25	55	55
75	1,55	50	50
78	1,00	45	45
81	0,00	39	39
83	0,00	35	35
86	0,00	30	30
89	0,00	25	25
90	0,00	22	22
Total	56,325		

2. RESUMEN DE LOS MUESTREOS DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS REALIZADOS EN LA ZONA URBANA Y RURAL DE LA COMUNA DE TALAGANTE

1.1 Resumen del Muestreo Zona Urbana

Cuadro N°3: Muestreo de basura en viviendas que no utilizan composteras*.

Tipo de Residuo	Peso (kilogramos)	Porcentaje
Materia Orgánica	183,00	63,54
Papeles y Cartones	33,50	11,63
Tierra y Materiales Finos	10,88	3,78
Plásticos y Bolsas	19,78	6,87
Textiles	5,36	1,86
Latas y Metales	5,36	1,86
Vidrios	12,64	4,39
Huesos	2,19	0,76
Otros	15,29	5,31
Total	288	100

* El número más repetido de personas que habitaba en cada vivienda fue 5 y el número total de personas que habitaban las 40 viviendas muestreadas fue 164.

Cuadro N°4: Muestreo de basura realizado en viviendas que si utilizan composteras*.

Tipo de Residuo	Peso (kilogramos)	Porcentaje
Materia Orgánica**	48,09	23,03
Papeles y Cartones	43,10	20,64
Tierra y Materiales Finos	26,52	12,70
Plásticos y Bolsas	33,41	16,00
Textiles	9,73	4,66
Latas y Metales	3,63	1,74
Vidrios	11,50	5,50
Huesos	6,06	2,90
Otros	26,73	12,80
Total	208,8	100

* El número más repetido de personas que habitaba cada vivienda fue 5 y el número total de personas que habitaban las 40 viviendas muestreadas fue 161.

** La gente no introduce a su compostera las siguientes materias orgánicas: carnes, pan, restos de comida y excremento de animales.

1.2. Resumen del Muestreo Zona Rural

Cuadro N°5: Muestreo de basura realizado en viviendas que no utilizan composteras*.

Tipo de Residuo	Peso (kilogramos)	Porcentaje
Materia Orgánica	98,39	54,66
Papeles y Cartones	24,10	13,39
Tierra y materiales Finos	17,44	9,69
Plásticos y Bolsas	13,97	7,76
Textiles	1,28	0,71
Latas y Metales	2,54	1,41
Vidrios**	1,69	0,94
Huesos	0,00	0,00
Otros	20,61	11,45
Total	180,02	100

* El número más repetido de personas que habitaba en cada vivienda fue 4 y el número total de personas que habitaban las 20 viviendas muestreadas fue 103.

** La junta vecinal de la Población Juan Manuel Cruchaga tiene un convenio con la escuela El Pino Viejo de Lonquén y los scouts del mismo, el convenio es colectivo para todas las viviendas y consiste en entregar los vidrios que las personas juntan durante todo el año, a cambio de una obra de teatro (organizada por ellos mismos) para los niños de la comunidad, que se presenta a fin de año.

Cuadro N°6: Muestreo de basura realizado en viviendas que SI utilizan composteras*.

Tipo de Residuo	Peso (kilogramos)	Porcentaje
Materia Orgánica	2,18	5,38
Papeles y Cartones	8,24	20,35
Tierra y Materiales Finos	10,12	24,99
Plásticos y Bolsas	5,30	13,09
Textiles	0,16	0,39
Latas y Metales	0,30	0,74
Vidrios	1,90	4,69
Huesos	0,00	0,00
Otros	12,30	30,37
Total	40,50	100

* El número más repetido de personas que habitaba en cada vivienda fue 4 y el número total de personas que habitaban las 20 viviendas muestreadas fue 99.

APÉNDICE Nº 3

1. RESUMEN ENCUESTAS REALIZADAS POR ZONAS

Cuadro Nº1: Encuestas realizadas en la comuna de Talagante por zona

Tipo de Zona	Con Compostera		Sin Compostera		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Urbano	66	55,5	98	50,3	164	52
Rural	55	45,5.0	97	49,7	152	48
Total	121	100	195	100	316	100

2. RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA ADMINISTRADA A VIVIENDAS QUE TIENEN Y NO TIENEN COMPOSTERA EN LA ZONA URBANA Y RURAL DE LA COMUNA DE TALAGANTE

2.1 Identificación de los representantes de cada vivienda encuestada

Cuadro Nº 2: Distribución por sexo de los representantes de cada vivienda encuestada.

Sexo	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
Femenino	52	78,8	49	89	76	77,6	74	76,3	251	79,4
Masculino	14	21,2	6	11	22	22,4	23	23,7	65	20,6
Total	66	100	55	100	98	100	97	100	316	100

Cuadro Nº 3: Distribución de edades de los representantes de cada vivienda encuestada.

Rango de edad (años)	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
18 a 40	22	33,3	31	56,4	36	36,7	48	49,5	137	43,4
41 a 60	20	30,3	19	34,5	40	40,8	35	36,1	114	36,0
> 60	24	36,4	5	9,1	22	22,4	14	14,4	65	20,6
Total	66	100	55	100	98	100	97	100	316	100

Cuadro Nº 4: Distribución por tipo de educación de los representantes de cada vivienda.

Tipo de Educación	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
Téc/univ	12	18,2	6	11	14	14,3	8	8,2	40	12,7
Media	30	45,5	17	31	44	44,9	34	35,1	125	39,6
Básica	24	36,3	32	58	40	40,8	55	56,7	151	47,7
Pre-básic	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
S/ educac	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Total	66	100	55	100	98	100	97	100	316	100

2.2 Caracterización de los individuos que viven en cada vivienda encuestada, incluyendo a los representantes de cada vivienda

Cuadro Nº 5: Distribución por sexo del total de individuos que viven en las viviendas encuestadas.

	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
Sexo	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
Femenino	155	48,9	118	48,4	229	51,6	236	48,6	738	49,5
Masculino	162	51,1	126	51,6	215	48,4	250	51,4	753	50,5
Total	317	100	244	100	444	100	486	100	1491	100

Cuadro Nº 6: Distribución de las personas por rango de edad.

Rango de edad (años)	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
0 a 17	78	24,6	97	39,8	149	33,6	156	32,1	480	32,2
18 a 40	126	39,7	97	39,8	156	35,1	185	38,1	564	37,8
41 a 60	73	23,0	43	17,6	99	22,3	118	24,3	333	22,3
> 60	40	12,6	7	2,8	40	9,0	27	5,5	114	7,7
Total	317	100	244	100	444	100	486	100	1491	100

Cuadro Nº 7: Distribución de las personas por nivel de educación.

Tipo de Educación	Con Compostera				Sin Compostera				Total	
	Urbano		Rural		Urbano		Rural		nº	%
	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
Téc/univ	38	12	6	2,5	45	10,1	27	5,6	116	7,8
Media	127	40,1	70	28,7	174	39,2	155	31,9	526	35,2
Básica	125	39,4	149	61,0	179	40,3	249	51,2	702	47,1
Pre-básic	20	6,3	18	7,4	40	9,0	51	10,5	129	8,7
S/ educac	7	2,2	1	0,4	6	1,4	4	0,8	18	1,2
Total	317	100	244	100	444	100	486	100	1491	100

3. RESUMEN DE LA ENCUESTA ADMINISTRADAS A VIVIENDAS QUE TIENEN COMPOSTERA EN LA ZONA URBANA Y RURAL DE LA COMUNA DE TALAGANTE

Cuadro Nº 8: Uso de la compostera en las viviendas

Usa la Compostera	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	63	95,5	54	98,2	117	96,7
No	3	4,5	1	1,8	4	3,3
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 9: Porque no se utiliza la compostera en las viviendas

Porque no la Usa	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Por Tiempo	3	100	0	0	3	75
Fin Proyecto	0	0	1	100	1	25
Total	3	100	1	100	4	100

Cuadro Nº10: Uso de la compostera por el grupo familiar

Uso de la Compostera	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	49	74,2	39	71	88	72,7
No	17	25,8	16	29	33	27,3
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº11: Agrado de utilizar la compostera

Agrado de Uso	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	63	95,5	53	96,4	116	96
No	3	4,5	2	3,6	5	4
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº12: ¿Por qué le agrada usar la compostera?

Le Agrada porque	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Nº	%	nº	%	nº	%
Obtiene Tierra	32	50,8	32	60,4	64	55,2
Recicla	6	9,5	2	3,8	8	6,9
Trabaja en su casa	1	1,6	0	0,0	1	0,9
Sirve para disminuir la basura	8	12,7	10	18,9	18	15,5
Entrega beneficio, limpieza al hogar	1	1,6	0	0,0	1	0,9
Mejora sus plantas	13	20,6	1	1,9	14	12,1
Es fácil de Usar	1	1,6	1	1,9	2	1,7
Cuida el Medio ambiente	1	1,6	1	1,9	2	1,7
Transforma la basura en tierra	0	0	1	1,9	1	0,9
Los niños aprenden a reciclar	0	0	1	1,9	1	0,9
Es entretenido	0	0	4	7,5	4	3,4
Total	63	100	53	100	116	100

Cuadro Nº13: ¿Por qué no le agrada utilizar la compostera?

No le agrada porque	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
No tiene Espacio	3	100	1	50,0	4	80,0
No le ha dado resultados	0	0,0	1	50,0	1	20,0
Total	3	100	2	100	5	100

Cuadro Nº14: ¿Le genera problemas utilizar la compostera?

Problemas de uso	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	7	10,6	1	1,8	8	6,6
No	59	89,4	54	98,2	113	93,4
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº15: Disposición a cambiar la compostera por otra nueva

Cambio de Compostera	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	55	83,3	51	92,7	106	87,6
No	11	16,7	4	7,3	15	12,4
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 16: Frecuencia del deposito de la basura orgánica en la compostera

Frecuencia	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Todos los días	33	50,0	24	43,6	57	47,1
2 a 3 veces por semana	24	36,4	26	47,3	50	41,3
1 vez por semana	9	13,6	4	7,3	13	10,7
Nunca	0	0,0	0	1,8	1	0,8
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 17: Hizo compost

Hizo Compost	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	55	83,3	30	54,5	85	70,2
No	11	16,7	25	45,5	36	29,8
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 18: Razones de porque no hicieron compost

Razón	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Está enferma	5	45,4	2	8,0	7	19,4
Sin ayuda para sacar tierra	3	27,3	1	4,0	4	11,1
No pica los desechos	0	0,0	1	4,0	1	2,8
No esta hecho	0	0,0	9	36,0	9	25,0
No lo hace bien	3	27,3	2	8,0	5	13,9
Lleva poco tiempo	0	0,0	2	8,0	2	5,6
Se acabo el proyecto	0	0,0	2	8,0	2	5,6
Ha echado Plásticos	0	0,0	1	4,0	1	2,8
No tiene tiempo	0	0,0	5	20,0	5	13,9
Total	11	100	25	100	36	100

Cuadro Nº 19: Cada cuanto tiempo saca compost

Frecuencia	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
2 veces por semana	0	0,0	3	5,5	3	2,5
1 vez por semana	2	3,0	0	0,0	2	1,7
2 veces por mes	3	4,5	8	14,5	11	9,1
1 vez por mes	16	24,2	18	32,7	34	28,1
mas de dos meses	40	60,6	16	29,1	56	46,3
no saca nada	5	7,6	10	18,2	15	12,4
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 20: Uso del compost

Uso del Compost	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Nada	8	12,1	20	36,4	28	23,1
Lo utiliza en el Jardín	54	81,8	26	47,3	80	66,1
Lo regala	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lo vende	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Lo regala y utiliza	4	6,1	4	7,3	8	6,6
Lo vende y utiliza	0	0,0	5	9,0	5	4,1
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 21: ¿Sabe qué es reciclar?

¿Sabe qué es Reciclar?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	53	80,3	51	92,7	104	86
No	13	19,7	4	7,3	17	14
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 22: ¿En su casa Recicla algún componente de la basura?

Recicla algún Material	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	61	92,4	54	98,2	115	95
No	5	7,6	1	1,8	6	5
Total	66	100	55	100	121	100

Cuadro Nº 23: Tipo de materiales que recicla

Material	Recicla	Z. Urbana		Z. Rural		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Vidrios	Sí	35	53	27	49	62	51,2
	No	31	47	28	51	59	48,8
Plásticos	Sí	9	13,6	8	14,5	17	14
	No	57	86,4	47	85,5	104	86
Papeles y Cartones	Sí	31	47	32	58,2	63	52
	No	35	53	23	41,8	58	48
Materia Orgánica	Sí	60	91	54	98,2	114	94,2
	No	6	9	1	1,8	7	5,8
Otros	Sí	9	13,6	10	18,2	19	15,7
	No	57	86,4	45	81,8	102	84,3

Cuadro Nº 24: ¿Qué hace con estos materiales?

	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Vende	4	6,6	4	7,4	8	7,0
Entrega	38	62,3	30	55,6	68	59,1
Vende y Entrega	1	1,6	3	5,6	4	3,5
Uso personal	18	29,5	17	31,4	35	30,4
Total	61	100	54	100	115	100

Cuadro Nº 25: ¿Sabía que una manera de cuidar la naturaleza es reciclar?

Reciclar = Cuidar	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	61	92,4	53	96,4	114	94,2
No	5	7,6	2	3,6	7	5,8
Total	66	100	55	100	121	100

3. RESUMEN DE LAS ENCUESTAS ADMINISTRADAS A VIVIENDAS QUE NO TIENEN COMPOSTERA EN LA ZONA URBANA Y RURAL DE LA COMUNA DE TALAGANTE

Cuadro Nº 26: ¿Sabe que es reciclar?

¿Sabe que es Reciclar?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	75	76,5	70	72,2	145	74,4
No	23	23,5	27	27,8	50	25,6
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 27: ¿En su casa recicla algún producto?

Recicla algún Material	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	44	44,9	36	37,1	80	41,0
No	54	55,1	61	62,9	115	59,0
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 28: Materiales que recicla

Material	Recicla	Z. Urbana		Z. Rural		Total	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Vidrios	Sí	37	37,8	23	23,7	60	30,8
	No	61	62,2	74	76,3	135	69,2
Plásticos	Sí	8	8,2	4	4,1	12	6,2
	No	90	91,8	93	95,9	183	93,8
Papeles y Cartones	Sí	32	32,7	24	24,7	56	28,7
	No	66	67,3	73	75,3	139	71,3
Materia Orgánica	Sí	13	13,3	19	19,6	32	16,4
	No	85	86,7	78	80,4	163	83,6
Otros	Sí	11	11,2	9	9,3	20	10,3
	No	87	88,8	88	90,7	175	89,7

Cuadro Nº 29: ¿Qué hace con estos materiales?

	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Vende	0	0,0	1	2,8	1	1,3
Entrega	42	95,4	28	77,8	70	87,5
Vende y Entrega	1	2,3	1	2,8	2	2,5
Uso Personal	1	2,3	6	16,7	7	8,7
Total	44	100	36	100	80	100

Cuadro Nº 30: ¿Sabía que una manera de cuidar la naturaleza es reciclar?

Reciclar = Cuidar	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Si	84	85,7	87	89,7	171	87,7
No	14	14,3	10	10,3	24	12,3
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 31: Reciclaje de residuos orgánicos

Residuos Orgánicos	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	42	42,9	49	50,5	91	79,1
No	56	57,1	48	49,5	104	20,9
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 32: ¿Conoce el compost?

¿Conoce el Compost?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	27	27,6	40	41,2	67	34,4
No	71	72,4	57	58,8	128	65,6
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 33: ¿Ha hecho compost?

¿Ha hecho Compost?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	20	20,4	23	23,7	43	22,1
No	78	79,6	74	76,3	152	77,9
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 34: ¿Dónde hizo?

Hizo en	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Jardín de la casa	16	80,0	16	69,6	32	74,4
Parcela	3	15,0	1	4,3	4	9,3
Trabajo	1	5,0	1	4,3	2	4,7
Escuela	0	0,0	4	17,4	4	9,3
Junta Vecinal	0	0,0	1	4,3	1	2,3
Total	20	100	23	100	43	100

Cuadro Nº 35: ¿Cómo lo hizo?

Como lo hizo	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Restos de hojas y tierra	1	5,0	0	0,0	1	2,3
Hoyo en la tierra y hojas	17	85,0	14	60,9	31	72,1
Compostera ⁴⁰	1	5,0	7	30,4	8	18,6
Compostera Artesanal ⁴¹	1	5,0	2	8,7	3	7,0
Total	20	100	23	100	43	100

Cuadro Nº 36: ¿Sabe que son las composteras?

¿Ha hecho Compost?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	39	40,0	64	66,0	103	53,0
No	59	60,0	33	34,0	92	47,0
Total	98	100	97	100	195	100

⁴⁰ Muchas viviendas de la zona rural tuvieron composteras, pero las devolvieron, en ese momento tuvieron la oportunidad de conocerlas y hacer compost.

⁴¹ Compostera Artesanal se considero como cualquier elemento para hacer el compost que no fuera formalmente una compostera, tales como: lavadora vieja, tambores y otros.

Cuadro Nº 37: ¿Ha visto composteras?

Ha visto Composteras	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	47	48,0	66	68,0	113	58,0
No	51	52,0	31	32,0	82	42,0
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 38: ¿Si le regalaran una compostera, la utilizaría?

¿Utilizaría la Compostera?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	69	70,4	52	53,6	121	62,1
No	29	29,6	45	46,4	74	37,9
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 39: Razones de por qué sí utilizaría la compostera

Razones	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Manera de mantener limpio	7	10,1	2	3,8	9	7,4
Por la tierra	25	36,2	20	38,5	45	37,2
Es útil	3	4,3	1	1,9	4	3,3
Para mejorar el jardín	6	8,7	3	5,8	9	7,4
Es bueno	1	1,5	1	1,9	2	1,7
Disminución de basura	10	14,5	9	17,3	19	15,7
Reciclar	8	11,6	7	13,5	15	12,4
Cuidar la naturaleza	8	11,6	5	9,6	13	10,7
Le gustan mucho las plantas	1	1,5	2	3,8	3	2,5
Para aprender	0	0,0	2	3,8	2	1,7
Total	69	100	52	100	121	100

Cuadro Nº 40: Razones de por qué no utilizaría la compostera

Razones	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
Problemas de salud	3	10,3	1	2,2	4	5,4
No tiene tiempo	6	20,7	13	28,9	19	25,7
No tiene espacio	11	37,9	11	24,4	22	29,7
No le interesa	1	3,4	9	20,0	10	13,5
Por la edad (adulto-mayor)	1	3,4	0	0,0	1	1,4
Prefiere hacer compost manualmente	2	6,9	0	0,0	2	2,7
No le interesa reciclar	1	3,4	0	0,0	1	1,4
No esta en su casa nunca	2	6,9	5	11,1	7	9,5
A la familia no le gusta	0	0,0	3	6,7	3	4,0
Es hedionda	0	0,0	2	4,4	2	2,7
Usa materia orgánica para animales	2	6,9	1	2,2	3	4,0
Total	29	100	45	100	74	100

Cuadro Nº 41: ¿Le gustaría reciclar?

¿Le gustaría Reciclar?	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Sí	87	88,8	75	77,3	162	83,1
No	11	11,2	22	22,7	33	16,9
Total	98	100	97	100	195	100

Cuadro Nº 42: Razones de porque no le gustaría reciclar

Razones	Zona Urbana		Zona Rural		Total	
	nº	%	nº	%	nº	%
No tiene tiempo	3	27,3	9	41,0	12	36,4
No tiene espacio	3	27,3	2	9,1	5	15,2
Por la edad (adulto-mayor)	1	9,1	2	9,1	3	9,1
No le gusta	1	9,1	0	0,0	1	3,0
Problemas de salud	1	9,1	0	0,0	1	3,0
No le interesa	2	18,2	8	36,4	10	30,3
Por las moscas	0	0,0	1	4,5	1	3,0
Total	11	100	22	100	33	100

APÉNDICE Nº 4

1. EJEMPLOS DEL USO DEL COMPOST OBTENIDO EN LAS COMPOSTERAS EN POBLACIÓN SAN LUIS, ZONA URBANA COMUNA DE TALAGANTE



Foto Nº 1: Sra. Sonia Salgado, tiene tres composteras y construyó su invernadero artesanal



Foto Nº 2: La Sra. Hilda Valdebenito muestra su cultivo de cebollines



Foto Nº 3: Uso de compost para producir albacas y plantas ornamentales



Foto Nº 4: Uso de compost para jardines de las viviendas

APÉNDICE Nº 5

1. EFECTOS ECONOMICOS QUE TIENE EL USO DE LA COMPOSTERA EN EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMESTICOS

1.1 ANÁLISIS ESCENARIOS TIPO A

ESCENARIO I A: 100% de las viviendas en la comuna de Talagante no utilizan la compostera

Tipo de Costo	Item	Total (\$/mes)
Costo Fijo	Empresa contratista Swan Chile S.A.	9.000.000
	Choferes	1.400.000
	Combustible camiones	1.600.000
	Mantención camiones	1.000.000
	Total	13.000.000

Zona Urbana

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	961	2.785.939
	Relleno sanitario	2.828	961	2.717.708
				5.503.647

Zona Rural

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	230	666.770
	Relleno sanitario	2.828	230	650.440
				1.317.210

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Total } (\$/\text{mes}) &= 13.000.000 + 5.503.647 + 1.317.210 \\
 &= 19.820.857
 \end{aligned}$$

ESCENARIO II A: 30% de las viviendas en la comuna de Talagante no utilizan la compostera

Tipo de Costo	Item	Total (\$/mes)
Costo Fijo	Empresa contratista Swan Chile S.A.	9.000.000
	Choferes	1.400.000
	Combustible camiones	1.600.000
	Mantención camiones	1.000.000
	Total	13.000.000

Zona Urbana

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	881.5	2.555.468,5
	Relleno sanitario	2.828	881.5	2.492.882,0
				5.048.350,5

Zona Rural

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	176.7	512.253,3
	Relleno sanitario	2.828	176.7	499.707,6
				1.011.960,9

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Total (\$/mes)} &= 13.000.000 + 5.048.350,5 + 1.011.960,9 \\
 &= 19.060.311,4
 \end{aligned}$$

ESCENARIO III A: 50% de las viviendas en la comuna de Talagante no utilizan la compostera

Tipo de Costo	Item	Total (\$/mes)
Costo Fijo	Empresa contratista Swan Chile S.A.	9.000.000
	Choferes	1.400.000
	Combustible camiones	1.600.000
	Mantención camiones	1.000.000
	Total	13.000.000

Zona Urbana

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	828,7	2.402.401,3
	Relleno sanitario	2.828	828,7	2.343.563,6
				4.745.964,9

Zona Rural

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	141,0	408.759,0
	Relleno sanitario	2.828	141,0	398.748,0
				807.507,0

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Total (\$/mes)} &= 13.000.000 + 4.745.964,9 + 807.507 \\
 &= 18.553.471,9
 \end{aligned}$$

1.2 ANÁLISIS ESCENARIOS TIPO B

ESCENARIO II B: 30% de las viviendas en la comuna de Talagante no utilizan la compostera

Tipo de Costo	Item	Total (\$/mes)
Costo Fijo	Empresa contratista Swan Chile S.A.	9.000.000
	Choferes	1.400.000
	Combustible camiones	1.600.000
	Mantención camiones	1.000.000
	Total	13.000.000

Zona Urbana

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	737,4	2.137.722,6
	Relleno sanitario	2.828	737,4	2.085.367,2
				4.223.089,8

Zona Rural

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	176,7	512.253,3
	Relleno sanitario	2.828	176,7	499.707,6
				1.011.960,9

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Total (\$/mes)} &= 13.000.000 + 4.223.089,8 + 1.011.960,9 \\
 &= 18.235.050,7
 \end{aligned}$$

ESCENARIO III B: 50% de las viviendas en la comuna de Talagante no utilizan la compostera

Tipo de Costo	Item	Total (\$/mes)
Costo Fijo	Empresa contratista Swan Chile S.A.	9.000.000
	Choferes	1.400.000
	Combustible camiones	1.600.000
	Mantención camiones	1.000.000
	Total	13.000.000

Zona Urbana

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	588,5	1.706.061,5
	Relleno sanitario	2.828	588,5	1.664.278,0
				3.370.339,5

Zona Rural

Tipo de Costo	Item	Costo (\$/Ton)	Residuos (Ton /1 mes)	Costo Total (\$/mes)
Costo variable	Estación de Transf.	2.899	141,0	408.759,0
	Relleno sanitario	2.828	141,0	398.748,0
				807.507,0

$$\begin{aligned}
 \text{Costos Total (\$/mes)} &= 13.000.000 + 3.370.339,5 + 807.507 \\
 &= 17.177.846,5
 \end{aligned}$$

13. ANEXOS

ANEXO N°1

Tipos de Tratamientos de Residuos

El Tratamiento de residuos tiene como objetivo reducir la cantidad y peligrosidad de los desechos generados. Se pueden distinguir tratamientos físicos, químicos y biológicos. Entre las alternativas de tratamientos químicos podemos encontrar: la neutralización de ácidos y bases y, el tratamiento químico de reductores y oxidantes, entre otros. Mediante la neutralización y el tratamiento químico de reductores y oxidantes se generan sales y agua (CONAMA, 2000c).

Por su parte, entre los tratamientos físicos químicos de los residuos existe la codificación, deshidratación así como el tratamiento térmico. A través de la sodificación se logra inmovilizar determinados contaminantes presentes en los residuos, con el objetivo de disminuir la disponibilidad de estos materiales en el medio ambiente y mejorar su manipulación y sus propiedades físicas. Para ello, los residuos se deben mezclar con materiales inertes como cemento. La deshidratación se realiza con el propósito de disminuir el volumen y peso del residuo generado, para así facilitar su manejo posterior.

En el tratamiento térmico se distinguen tres alternativas: incineración, pirolisis y la gasificación. La incineración reduce el volumen de los desechos y al mismo tiempo los transforma en una forma menos peligrosa. Los incineradores tradicionales son de tipo rotatorio, mientras que los incineradores de última generación son de tipo lecho fluidizado, teniendo estos últimos una capacidad de destrucción mayor así como un mayor rendimiento energético. En la pirolisis los residuos se transforman en gases que pueden ser utilizados como combustible. En el proceso de gasificación los residuos se transforman en un combustible gaseoso.

Para el caso de los tratamientos biológicos de residuos, el más estudiado es el compostaje que consiste en una técnica para el tratamiento de componentes sólidos orgánicos basado en procesos de mineralización y transformación de materia orgánica producida por organismos aeróbicos.

Biotratamiento de residuos orgánicos, generalmente domiciliarios sobre la base de acción de lombrices, que aceleran la descomposición aerobia de los acopios (pilas) obteniéndose un humus de excelente calidad.

ANEXO N° 2

DESCRIPCIÓN E INFORMACIÓN OBTENIDA EN LOS PROYECTOS

Proyecto 1: *Producción de Compost*

El proyecto se localizó en la comuna de Talagante en la Población San Luis y Villa Manuel Rodríguez⁴², fue financiado por el Fondo de Descontaminación Ambiental de CONAMA y fue realizado entre los años 1999 y 2000.

Proyecto 2: *Utilización de Compost para el Cultivo de Huertos Caseros Orgánicos y Recuperación de Suelos Eriazos*

El proyecto se localizó en la comuna de Talagante en la Población San Luis y Villa Manuel Rodríguez, fue financiado por CONAMA y comenzó el año 2000 y finalizó el año 2001. Los destinatarios del proyecto fueron 144 familias, considerando como participantes directos a los jefes de hogar (predominantemente mujeres), las cuales recibieron composteras unifamiliares.

El proyecto abordó el tema de reciclaje y manejo de residuos sólidos, manejo de residuos orgánicos para usos agrícolas y habilitación de sitios eriazos y áreas verdes en mal estado. Los objetivos principales del proyecto fueron:

- Apoyar la transformación de los residuos orgánicos para producir compost.
- Eliminar las fuentes de polvo, empastando las áreas descubiertas frente a las viviendas con el compost producido por éstas mismas.
- Establecer huertos para producir hortalizas en forma orgánica, utilizando el compost producido por las propias familias.

⁴² Estas poblaciones son modestas, en su mayoría de bajos ingresos.

Proyecto 3: *Reciclaje, Compostaje y Creación de Huerto Orgánico en Villa Las Arenas*

El proyecto se localizó en la comuna de Talagante en el sector Villa Las Arenas y en dependencias de UNPADE⁴³, fue financiado por fondos del Programa Regional de Reciclaje de CONAMA y duró todo el año 2001. Los objetivos principales del proyecto fueron:

- Disminuir la cantidad de residuos sólidos domiciliarios en aproximadamente 70 % en Villa Las Arenas.
- Ampliar el compostaje domiciliario de materia orgánica en Villa Las Arenas y familias relacionadas con UNPADE
- Realizar reciclaje de vidrio, papeles, cartones y latas de aluminio en un sector comunitario de la Villa.
- Utilización de Compost en un huerto casero comunitario manejado por UNPADE⁴⁴.

Este proyecto hizo entrega de 63 composteras⁴⁵, 43 a familias de Villa Las Arenas, 15 a cada miembro del UNPADE y 5 fueron instaladas en las oficinas administrativas de ésta institución. El compost producido fue en directo beneficio de cada una de ellas a través de su utilización en jardines y frontis. El o los productos obtenidos en la chacra orgánica fueron en directo beneficio para la institución a través de la venta y/o consumo de verduras.

Proyecto 4: *Plan de Compostaje en Talagante: Instalación de composteras unifamiliares en la Villa Juan Guzmán Cruchaga para reciclar y reducir desde el origen la basura domiciliaria.*

El proyecto se localizó en la Población Juan Guzmán Cruchaga, ubicada en la localidad de Lonquén, comuna de Talagante. Fue financiado por el Fondo de Las Américas, comenzó en agosto del año 2002 y duró 12 meses.

⁴³ UNPADE: Institución de Formación y Capacitación de Jóvenes y Adultos Discapacitados Mentales, filial comuna de Talagante.

⁴⁴ El Huerto casero comunitario fue manejado por los jóvenes y adultos discapacitados.

⁴⁵ Todas las composteras utilizadas en los proyectos de la comuna de Talagante tienen las mismas características: son de plástico reciclado, tienen igual diseño y dimensiones.

El objetivo principal del Proyecto fue comprometer directamente a los ciudadanos y al gobierno local en enfrentar la problemática medioambiental y en específico dar un tratamiento distinto a la basura a través de la tarea de reducir, reciclar y reutilizar los RSD, incorporando la tecnología del compostaje, es decir la transformación de la basura orgánica en compost para ser utilizado en la mantención de áreas verdes y huertos familiares y/o comunitarios.

Este proyecto implementó un sistema de compostaje domiciliario que involucró directamente a la familia, en particular mujeres y niños, en un sistema que les permitió transformar sus residuos orgánicos de su domicilio en compost, aprendiendo y colaborando directamente en el tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios de la comuna. Se instalaron 126 composteras en los patios de cada familia que asumió seriamente el compromiso de utilizarlas, a éstas se les hicieron actividades de sensibilización, motivación y capacitación. Para reforzar y complementar estas actividades se instalaron tres composteras en el colegio de enseñanza básica El Pino Viejo de Lonquén, que es el que asisten la mayoría de los niños de la población y se formó una Brigada Ecológica Infantil, cuyo propósito fue comprometer a los niños del sector en un cambio de hábito respecto al tratamiento de la basura. En este proyecto también se promovió el reciclaje de vidrios, cartones y latas mediante la instalación de contenedores bajo la administración de la junta de vecinos.

Algunos de los profesionales que participaron en este proyecto y sus funciones fueron:

- Natalia Molina Muñoz, Asistente Social, a cargo de la dirección del proyecto y coordinadora de los organismos asociados (Municipio y Junta vecinal), supervisora de terreno y diseño de instrumentos de monitoreos.
- Ana Maria Montemurro, Profesora de educación básica y asesora técnica del proyecto que estuvo a cargo de los talleres de sensibilización y motivación.
- Gustavo Marín, Ingeniero civil químico, cuya función fue capacitar técnicamente a la comunidad en el manejo de la compostera.
- Silvia Salgado, Asistente social y encargada territorial, responsable de convocatorias y aspectos operativos
- Victoria Arqueros, Ingeniero Agrónomo, Apoyo desde el municipio en capacitación, monitoreo y seguimiento.

ANEXO N°3

CARACTERISTICAS DE LA COMPOSTERA "THE EARTH MACHINE"

- Su tamaño es 33''H * 33 * 34, su capacidad 80 galones y su peso es 20 libras. Recibe basura proveniente de la cocina y jardín.
- Las ranuras de ventilación tienen el tamaño preciso que permite una buena oxigenación, impidiendo a la vez el acceso de los roedores al contenido de la misma.
- Incluye estaquillas que permiten fijarla al suelo para controlar la entrada de animales y evitar los efectos del viento.
- El tamaño de la tapa permite dejar libre la parte superior para tener fácil acceso a toda la pila de compost.
- La puerta inferior deslizante impide la entrada de cualquier tipo de animal.
- Su forma circular impide que el material se almacene en los rincones.
- No requiere de herramientas para armarla, se ensambla fácilmente.
- El color negro permite el máximo de retención de calor, acelerando la producción del compost.
- Plástico de excelente calidad, 50% reciclado y 50% alta densidad, resistente a los rayos U.V.
- Tiene 10 años de garantía.