

# Guía de buenas prácticas municipales para la instalación y operación de plantas de compostaje

Incluye experiencias de los gobiernos locales de Pérez Zeledón, Alvarado, Jiménez, Tilarán, San Isidro, San Rafael, Pococí, Desamparados y La Unión



Ministerio de  
Agricultura y  
Ganadería  
DE COSTA RICA

EIB  
Escuela de  
Ingeniería de  
Biosistemas



REPIC



skat Swiss Resource Centre and  
Consultancies for Development



Este documento es parte de los resultados del proyecto "Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos en la Municipalidad Pérez Zeledón, Costa Rica"; enmarcado en la cooperación Suiza - Costa Rica, con la participación de los siguientes socios:

### Costa Rica

Asociación Centroamericana para la Economía, la Salud y el Ambiente -ACEPESA: MSc. Victoria Rudin Vega y MSc. Susy Lobo Ugalde.

Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG: Ing. Roberto Azofeifa Rodríguez.

Unión Nacional de Gobiernos Locales -UNGL: Ing. Eida Arce Anchía.

Escuela de Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Costa Rica -EIB, UCR: Ph.D. Mauricio Bustamante Román.

Municipalidad Pérez Zeledón: Ing. Álvaro Murillo Mora.

### Suiza

Consultora Skat: Dr. Sandra Méndez Fajardo

Instituto de Investigación de Agricultura Ecológica FiBL:

Dr. Jacques Fuchs

Universidad de Ciencias Aplicadas de Zurich -ZHAW:

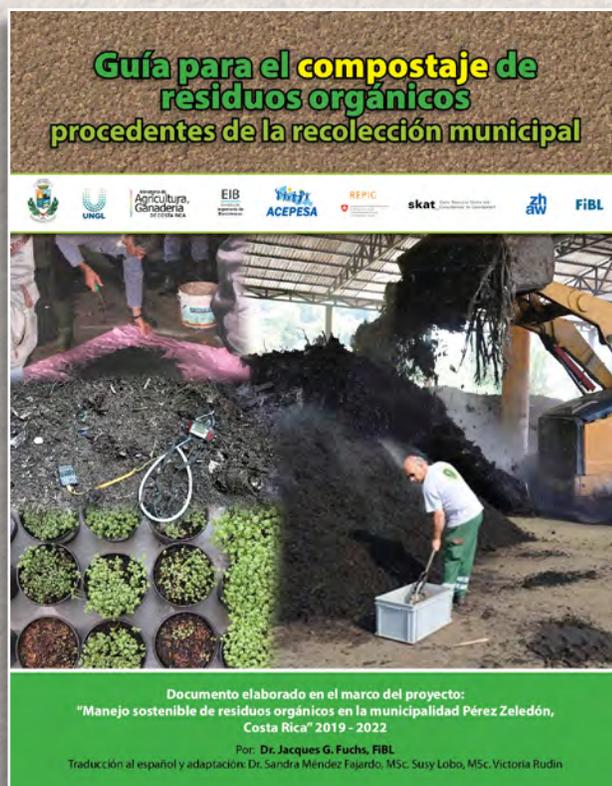
Dr. Urs Baier

REPIC - Plataforma para el Fomento de Energías Renovables y Manejo eficiente de energía y recursos en países en desarrollo y transición

Diseño Gráfico: Olman Bolaños Vargas

Julio, 2022.

### Otros productos del proyecto:



# Contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	5
<b>Presentación</b> .....	6
¿A quiénes se dirige esta guía?.....	6
¿Cómo usar esta guía?.....	6
<b>I. Aspectos técnicos para iniciar la operación de una planta de compostaje</b> .....	8
<b>Paso 1. Infraestructura</b> .....	8
<b>Paso 2. Separación en la fuente</b> .....	11
¿Cuáles son los residuos que se pueden compostar?.....	11
¿Cómo se reciben los residuos?.....	11
<b>Paso 3. Recolección y transporte</b> .....	12
<b>Paso 4. Proceso en planta</b> .....	13
4.1. Recepción y mezcla inicial.....	13
4.2. Homogenización.....	15
4.3. Controles de procesos y de calidad del producto.....	17
4.4. Zarandeo, criba o tamizaje.....	19
4.5. Eficiencia del proceso, empaque /etiquetado.....	20
4.6. Distribución y venta.....	22
4.7. Usos del compost.....	23
<b>II. Buenas prácticas municipales en educación ambiental para el compostaje</b> .....	26
2.1. Elementos comunes a las experiencias municipales.....	26

2.2.	Ejemplos de programas municipales.....	27
2.2.1.	Cantón de Desamparados – Soy un generador responsable, reduciendo, reusando y reciclando residuos.....	27
2.2.2.	Cantón de La Unión – Escuela Municipal del Agua y Ambiente (EMAA).....	28
2.2.3.	Cantón de Pérez Zeledón – Programa Promoción y divulgación ambiental	29
2.2.4.	Cantón de Pococí – Programa de Educación Ambiental de la Municipalidad de Pococí (PEA).....	30

### **III. Aprendizajes, desafíos y oportunidades.....**

32

3.1.	Aprendizajes.....	32
3.2.	Desafíos y oportunidades.....	34

---

## Agradecimientos

El equipo de socios del proyecto agradece los aportes de experiencias y aprendizajes locales, a: Randall Varela Campos, técnico encargado de residuos orgánicos y Álvaro Murillo Mora, gestor ambiental de la Municipalidad de Pérez Zeledón; Kendy Villalobos Rodríguez, coordinadora de la Unidad Técnica de Gestión Ambiental de la Municipalidad de San Isidro de Heredia; Rodolfo Meléndez Gutiérrez, gestor autorizado encargado de los residuos sólidos de la Municipalidad de Alvarado, Marlon Campos Castillo, gestor ambiental de la Municipalidad de Tilarán; Eileyn Pérez Martínez, gestora ambiental de la Municipalidad de Jiménez y Marianela Rodríguez Quesada, gestora ambiental de la Municipalidad de San Rafael de Heredia.

También por los aportes específicos sobre educación ambiental y comunicación de parte de Evelyn Hernández Padilla, coordinadora de la dirección de servicios públicos de la Municipalidad de Desamparados; Adriana Solís Blandón de la Municipalidad de Pococí, Annia Cordero Méndez de la Municipalidad de La Unión y Aida Sánchez Rodríguez de la Municipalidad de Pérez Zeledón.

# Presentación

La presente **guía de buenas prácticas municipales para la instalación y operación de plantas de compostaje** es parte de los resultados del proyecto “Gestión Integral de Residuos Sólidos Orgánicos en la Municipalidad Pérez Zeledón, Costa Rica”; co-financiado por REPIC para la cooperación Suiza - Costa Rica.

El proyecto se ejecutó desde agosto del 2019 y finalizó en abril del 2022, con el objetivo de potenciar una operación sostenible de la planta de compostaje de la Municipalidad de Pérez Zeledón, de modo que se generara un producto de alta calidad. Para esto se brindó asesoría técnica permanente de parte del equipo de expertos tanto de Suiza como de Costa Rica.

Con el fin de facilitar el intercambio de experiencias y aprendizajes locales e identificar retos y oportunidades para el país, durante el 2020 se realizaron 4 encuentros virtuales con la participación de las municipalidades Alvarado, Jiménez, Pérez Zeledón, San Isidro, San Rafael y Tilarán.

## ¿A quiénes se dirige esta guía?

En el marco de los Planes de Gestión Ambiental Institucional (PGAI) y de la Estrategia Nacional para el Tratamiento de los Residuos Orgánicos mediante Compostaje, esta guía es una herramienta práctica de apoyo para el personal municipal a cargo del servicio de gestión de los residuos sólidos, y que tienen planificado la implementación de una planta de compostaje centralizada y de esta forma impactar positivamente el ambiente, al disminuir la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se disponen, y reducir la generación de gases de efecto invernadero.

## ¿Cómo usar esta guía?

La guía detalla los pasos que se pueden desarrollar para la instalación de una planta de compostaje municipal, con base en las experiencias en seis gobiernos locales: Pérez Zeledón, Alvarado, Jiménez, Tilarán, San Isidro y San Rafael de Heredia. Es un instrumento técnico, que sirve de apoyo metodológico para iniciar un proyecto similar, por esa razón se presentan las experiencias de las diferentes realidades de cada cantón (**Ilustración 1**).



Ilustración 1. **Pasos generales para la instalación y operación de una planta de compostaje municipal**

Fuente: Elaboración propia

La guía se desarrolla en **tres apartados**, iniciando con los **aspectos técnicos** de manejo que incluyen cuatro pasos: la infraestructura mínima necesaria; la separación en la fuente realizada por las personas en el cantón, el proceso o manejo en la planta de compostaje, desde el momento que ingresan los residuos orgánicos hasta su comercialización. En el segundo apartado se presentan las buenas prácticas en **educación ambiental** que son fundamentales para garantizar que se separen los residuos orgánicos y que sean entregados de la mejor forma y finalmente la guía muestra las principales **lecciones aprendidas** de los seis gobiernos locales en la instalación y operación de su planta de compostaje (Ilustración 2).

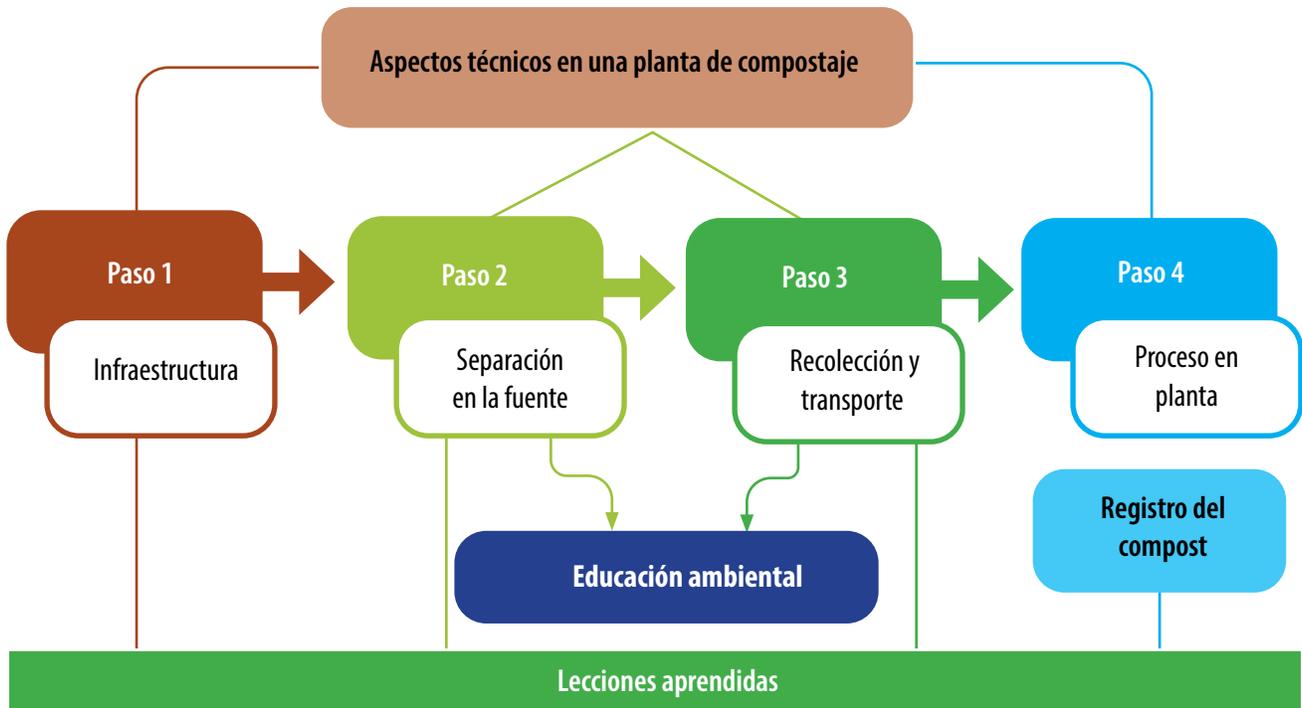


Ilustración 2. **Apartados de la guía para la instalación y operación de una planta de compostaje municipal**

Fuente: Elaboración propia con base en el Webinar «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

# I.

## Aspectos técnicos para iniciar la operación de una planta de compostaje

Con base en las experiencias de los municipios que compartieron sus experiencias, en este apartado se describen cuatro pasos fundamentales para el inicio y operación de una planta de compostaje.

Se parte de la planificación y diseño de la infraestructura en donde se realizará el proceso, con base en las características y cantidades de los residuos a recolectar, según indican los pasos 2 y 3. Es fundamental que previo al inicio del paso 1 se determine la cantidad y las características de los residuos orgánicos generados por la población a servir, con el fin de dimensionar las necesidades de infraestructura y del servicio de recolección a diseñar.

En el paso 2 se describen los tipos de residuos orgánicos que se pueden compostar en la planta y que deben separarse en la fuente de origen. Posteriormente, en el paso 3 se presentan las características de los vehículos recolectores y finalmente en el cuarto paso se incluyen los procesos de operación en la planta de compostaje.

### Paso 1. Infraestructura

Para la instalación y construcción de la infraestructura en donde va a operar la planta de compostaje municipal, se requiere como mínimo:

- Seleccionar un sitio accesible para los vehículos recolectores, alejado de poblaciones y preferiblemente alejado de fuentes de agua superficial. En caso de no ser posible, deben garantizarse las condiciones de operación que eviten impactos negativos en el ecosistema, de las áreas aledañas al río o quebrada o a las poblaciones vecinas.
- Para el área de compostaje se sugiere construir en un área de topografía plana, con el fin de facilitar las operaciones de manejo como la colocación de lomos, camas o pilas y del volteo.
- Implementar un sistema de pesaje de los vehículos que entran con residuos para monitorear diariamente la cantidad recibida.
- Construir una infraestructura con un techo y un piso. El techo para evitar que el agua de lluvia ingrese a la planta y genere exceso de lixiviados. Un piso impermeable y con desnivel ayuda a evitar la contaminación del material y facilita el manejo de lixiviados.

### Tip

- El compostaje es la técnica de facilitar la transformación natural de los residuos orgánicos brindando las **condiciones** para que poblaciones de bacterias y hongos los conviertan en abono orgánico.
- En esta guía se ofrecen diferentes **Tips** para garantizar dichas condiciones.

- ❧ Construir zanjas alrededor de la planta para la evacuación del agua de lluvia. El agua recolectada en las zanjas se puede canalizar hacia un pozo de drenaje o reservorio.
- ❧ Canalizar los lixiviados al reservorio para ser recirculados en las etapas finales del proceso.
- ❧ Es recomendable tener una bodega para el almacenamiento del equipo, herramientas e insumos y una bodega para el producto terminado. Se requiere también un área administrativa que tenga oficina, comedor y servicios sanitarios para el personal.

En la **Ilustración 3** se muestran las instalaciones de la planta de compostaje de la Municipalidad de Pérez Zeledón.



Ilustración 3. **Planta de compostaje de la Municipalidad de Pérez Zeledón**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», Oficina de Gestión Ambiental, Municipalidad de Pérez Zeledón

En el **Cuadro 1** se muestran los datos de los tamaños de las plantas de compostaje presentados por los gobiernos locales que participaron en las jornadas virtuales del proyecto.

Cuadro 1. **Resumen del tamaño de las plantas de compostaje en los gobiernos locales analizados**

Gobierno local	Tamaño de la planta (m <sup>2</sup> )
Alvarado	730
Jiménez	544
Pérez Zeledón	3 000
San Isidro	375
San Rafael	282
Tilarán	100

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

Por otra parte, en el **Recuadro 1** se describen los antecedentes de las buenas prácticas de los gobiernos locales con plantas de compostaje mencionadas.

#### Recuadro 1.

##### Antecedentes de las buenas prácticas de los gobiernos locales con plantas centralizadas de compostaje

Cantón de **Pérez Zeledón**: La iniciativa de compostaje centralizado inició en el 2012, con los residuos orgánicos generados en el Mercado Municipal. Luego se ampliaron los sectores como planes piloto para conocer la respuesta de la población y tratar de reducir la cantidad de residuos que se debían enviar al relleno sanitario. Para esa fecha el número de viviendas que separan sus residuos sólidos se incrementó, atendiendo al 42% del total de habitantes del cantón, pasando de recolectar de 1.5 ton/d a 10 ton/d para el 2021. En el 2022 el servicio de recolección selectiva de los residuos orgánicos cubre el 35% del territorio (667 km<sup>2</sup>).

Cantón de **Jiménez**: La iniciativa surge en el 2006 (siendo la primera experiencia en el país), con el apoyo del profesor Ronald Arrieta Calvo de la escuela de Química de la UCR, utilizando el método de vermicompost. Se ubica en una finca del Liceo Hernán Vargas, gracias a un convenio con la junta administrativa para préstamo del terreno que tiene un área de 1 ha. En el 2010 se comenzó a trabajar con cúmulos lo que redujo el espacio y mejoró la calidad del producto. Mediante una donación de la Comisión de Emergencias (CNE) se adquirió un vehículo para la recolección en el 2012. Ya para el 2017 con un financiamiento no reembolsable del Instituto Nacional de Desarrollo Rural (INDER) se

realizó una remodelación de la planta (7 losas de concreto, techado, malla, drenaje y tanque para lixiviados). El servicio se presta en el distrito de Juan Viñas.

Cantón de **Alvarado**: El modelo como un proyecto piloto en el 2015, se basa en un convenio con un operador privado, en donde la institución aporta un terreno de 2 000 m<sup>2</sup>, la infraestructura y el pago de la recolección de los residuos orgánicos. Los costos de operación son asumidos por el operador (sr. Luis Rodolfo Meléndez Gutiérrez) quien se encarga de la recolección, el procesamiento, el seguimiento a usuarios y la comercialización. A partir del 2019, se incluyó el acuerdo con el Concejo Municipal del Distrito de Cervantes para la prestación del servicio, por lo que se amplía la cobertura.

Cantón de **Tilarán**: El sistema funciona como plan piloto con la participación de un grupo de seguridad del barrio, y de la Comisión de Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) integrada por representantes del Instituto Nacional de Electricidad (ICE), el Ministerio de Salud, la Fundación de para el Desarrollo del Área de Conservación Arenal (FUNDACA), del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) y la Comisión de Implementación y Desarrollo de la Cuenca Arenal Tempisque (CIDECAAT). El aporte

del gobierno local es de un terreno, que funcionó como centro agrícola. En el 2018 se realizaron las primeras pruebas con las técnicas takakura, bokashi, y microorganismos eficientes.

Cantón de **San Rafael** de Heredia: La iniciativa nace de la Comisión de Cambio Climático, que está conformada por el sector público, privado y la comunidad (Empresa de Servicios Públicos de Heredia -ESPH, SINAC, Ministerio de Salud, Universidad Nacional de Costa Rica -UNA, el Castillo Country Club y grupos de Bandera Azul Ecológica -BAE). La experiencia comenzó como piloto en el 2014 con una tesis universitaria. En el 2015 se construye la infraestructura en el Paradero Monte de la Cruz (terreno municipal), en donde además el gobierno local asume el costo de todos los insumos para su funcionamiento. A partir del 2016 se recibe la asesoría de la empresa BIOFUTURA.

En **San Isidro** de Heredia, surge en el 2018 la idea de desarrollar una planta de compostaje, y con el financiamiento de Fundación CRUSA se construyeron parte de las obras. Además, se contó con el aporte del gobierno local en alianza con el Centro Agrícola Cantonal el cual aportó el terreno, maneja la planta y comercializa el producto con agricultores, para iniciar en el 2020.

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

## Paso 2. Separación en la fuente

Un aspecto clave para garantizar el éxito en la producción de un compost de calidad, es la separación en la fuente de origen, lo cual demanda estrategias permanentes de educación ambiental y comunicación con la población, aspecto que se retomará en el segundo apartado.

### ¿Cuáles son los residuos que se pueden compostar?

A continuación, se presenta la lista de los residuos orgánicos que se deben separar:

- ❧ Restos de alimentos (granos, frutas y verduras crudas, restos de alimentos cocinados, filtros de café y té, cáscaras de huevos, de nueces y maní).
- ❧ Residuos de jardín (césped, podas, hojas secas y ramas, cenizas y aserrín de madera natural).
- ❧ Papel y cartón mojado, tapones de corcho, que pueden aportar estructura en la mezcla para facilitar la circulación del aire. Se deben evitar cartones que tengan adheridas capas de plástico.

Cabe destacar que los residuos orgánicos recolectados pueden variar entre los gobiernos locales, en el caso de San Isidro de Heredia en sus materiales divulgativos indican que los residuos no deben ser líquidos ni lácteos, pero también reciben cenizas de carbón y estiércol de cabras y vacas.

### ¿Cómo se reciben los residuos?

Para entregar los residuos orgánicos lo ideal es que sea en recipientes o baldes, ya que el uso de bolsas plásticas implica una labor adicional que debe realizarse en la planta de compostaje al tener que abrir y retirar las bolsas. Además, el impacto negativo de los plásticos en el ambiente es muy importante puesto que no se puede evitar completamente que se queden fragmentos del plástico en el mejorador de suelos resultante. En **Jiménez** establecieron algunos requisitos para sus recipientes, por ejemplo:

- ❧ El recipiente no debería pesar más de 10 kg por seguridad del personal de recolección.
- ❧ El zacate, las hojas y el tallo, deberían empacarse adecuadamente, se sugiere que las ramas sean de un diámetro máximo de 10 cm.

En **Tilarán** se recolectan los residuos orgánicos en estañones. Se especifica que no se reciben residuos de jardín ni ramas de árboles ni arbustos, así como productos cárnicos crudos. En **San Rafael** indican que la recolección se hace en bolsas plásticas o baldes.

## Tip

- ❧ Se sugiere implementar campañas complementarias para evitar el desperdicio de alimentos, promover compras sostenibles, aprender a conservar alimentos, entre otros.
- ❧ Evitar cárnicos y lácteos (generan olores, atraen animales, pueden afectar la población bacteriana deseada en el proceso).
- ❧ En el caso de cáscaras de huevo es importante evitar grandes cantidades debido a que pueden aportar patógenos a la mezcla.
- ❧ Se sugiere evitar excrementos de mascotas como perros o gatos, debido al contenido de patógenos que pueden aportar al proceso.

En las Ilustraciones 4 y 5 se muestran el tipo de recipientes utilizados en San Isidro y en Alvarado.



Ilustración 4. **Cubetas utilizadas en San Isidro de Heredia**

**Fuente:** Webinar «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.



Ilustración 5. **Bolsas plásticas utilizadas en Alvarado**

### Paso 3. Recolección y transporte

El siguiente paso corresponde a la recolección y transporte hacia la planta de compostaje de los residuos orgánicos separados. Las rutas, las frecuencias, el número de personas colaboradoras, la cantidad recolectada y la población atendida por los municipios participantes del webinar se presenta en el Cuadro 2, con el fin de que se puedan observar las diferencias y similitudes, en función de la realidad de cada cantón.

Cuadro 2. **Resumen de las principales variables en la recolección y transporte**

Gobierno local	Frecuencia	Personal	Cantidad recolectada (ton x mes)	Población atendida
Alvarado	Lunes	7	104	100% del cantón: 65% viviendas, 20% comercios y 15% industrias.
Jiménez	lunes y viernes	1 (jornal y medio) y 1 ocasional	43	2 102 viviendas y 83
Pérez Zeledón	Lunes y viernes	3 técnicos operativos, 2 administrativos y un apoyo en educación ambiental	246	2 106 viviendas y 1 640 comercios
San Isidro	Sábados	2 personas 2 veces por semana	2	250 viviendas
San Rafael	Miércoles	1	3-4	120 viviendas y 5 comercios
Tilarán	lunes y jueves	4 (forma parcial, según demanda)	0,78	70 viviendas

**Fuente:** Elaboración propia con base en el Webinar «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

Es importante que los vehículos incluyan la forma de evitar el derrame de lixiviados en las vías. En las **Ilustraciones 6, 7 y 8** se observa el vehículo utilizado en Alvarado, Tilarán y Pérez Zeledón.



Ilustración 6. **Vehículo utilizado en Jiménez**



Ilustración 7. **Vehículo utilizado en Tilarán**



Ilustración 8. **Vehículo utilizado en Pérez Zeledón**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

## Paso 4. Proceso en planta

### 4.1. Recepción y mezcla inicial

Al ingresar los residuos orgánicos a la planta, la primera etapa se le llama **recepción** que consiste en pesar el vehículo, descargar y abrir las bolsas -si fuera el caso-, de modo que se haga la mezcla inicial para que los residuos orgánicos escurran los lixiviados que se pueden almacenar en un reservorio para su reutilización en los procesos.



Ilustración 9. **Pesaje en la planta de compostaje en Pérez Zeledón**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

En la **Ilustración 9**, se muestra el vehículo del gobierno local de Pérez Zeledón ingresando a la planta de compostaje para su pesaje. En las **Ilustraciones 10 y 11** se observa el proceso de descarga en el caso de Alvarado y en San Rafael de Heredia y en la **Ilustración 12** al personal del gobierno local de Jiménez abriendo las bolsas plásticas.



Ilustración 10. **Descarga en la planta de compostaje en Alvarado**



Ilustración 11. **Descarga en la planta de compostaje en San Rafael**

En este punto se evidencia la importancia de prevenir la entrega de los residuos en bolsas plásticas, de modo que se pueda aumentar la eficiencia de los procesos de alistamiento para la mezcla inicial. De igual forma, como se muestra en las siguientes ilustraciones, es fundamental adaptar mallas o lonas que impidan, en lo posible, la entrada de aves y otros animales.

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.



Ilustración 12. **Personal abriendo las bolsas plásticas en la planta de compostaje en Jiménez**



Ilustración 13. **Máquina trituradora utilizada en la planta de compostaje de San Rafael de Heredia**

En la **mezcla inicial** se incorporan materiales orgánicos triturados como ramas de arbustos y residuos de jardín, junto con otro material secante para mejorar la estructura del compost. En la **Ilustración 13** se observa una trituradora de residuos grandes. En la mayoría de los casos de estudio, una vez triturados los residuos orgánicos, se procede a mezclarlos con diferentes materiales secantes: aserrín o burucha, madera triturada, hojarasca de montaña, cáscara de coco, también en algunos lugares se agregan microorganismos (**Ilustración 14**).



Ilustración 14. **Residuos sólidos con material secante en la planta de compostaje de Jiménez**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

## Tip

- Para incorporar regularmente en la mezcla inicial material para dar estructura como ramas trituradas o cáscaras de coco como en el caso de **Pérez Zeledón**, se sugiere disponer de un sitio de almacenamiento cercano a la zona de recepción del material o de la mezcla inicial con el material triturado.
- Se sugiere evitar el exceso de material secante verde, debido a que puede disminuir la porosidad necesaria en la mezcla, incrementa la humedad y aporta cantidades importantes de lignina que quitan eficiencia al proceso bacteriano inicial.



Ilustración 15. **Personal realizando las labores de volteo en la planta de compostaje en Tilarán**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

## 4.2. Homogenización

Posteriormente se inicia el proceso de **homogenización**, el cual consiste en mezclar todos los residuos para disponerlos en lomos, montículos o pilas. Allí se pueden agregar materias primas como melaza y microorganismos eficientes para mejorar el proceso, en cantidades que no afecten los procesos propios de la población de bacterias deseadas en el compostaje.

Al tener mezclados los residuos orgánicos se colocan en pilas, lomos o montículos, lo que en algunos casos se realiza de forma manual (**Ilustraciones 15 y 16**). El tamaño de cada montículo es diferente en los casos analizados, por ejemplo, en **Alvarado** son de 1.80 metros de altura, y se voltean con un tractor equipado con pala frontal (**Ilustración 17**), al igual que en **Pérez Zeledón** (**Ilustración 18**).



Ilustración 16. Área de trabajo para el volteo en la planta de compostaje de San Isidro



Ilustración 17. Equipo utilizado para el volteo en la planta de compostaje de Alvarado



Ilustración 18. Montículos en la planta de compostaje de Pérez Zeledón

Fuente: Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

Cuando los montículos reducen sus tamaños se presenta la **fase de maduración** o enfriamiento del compost. La siguiente actividad después del enfriamiento, consiste en pasar el compost por una criba o zaranda para separar las partículas de residuos de mayor tamaño, las cuales pueden volver a incorporarse al proceso inicial con residuos frescos. Esta buena práctica fortalece el proceso microbiológico necesario en esa fase inicial y aporta porosidad para la circulación del aire.

Durante las primeras dos o tres semanas, el material se encontrará en la **fase mesófila** durante la cual la temperatura aumenta de temperatura ambiente a 40°C; luego de este tiempo, comienza la **fase termófila** con temperaturas de entre 60 y 75°C, lo que demuestra que las bacterias están realizando su trabajo correctamente. Este es fundamental para que se pueda introducir oxígeno a los montículos y lleguen a desarrollar una temperatura ideal de 75 °C, logrando la eliminación de patógenos y semillas, y así evitar los efectos negativos en el uso agrícola del mejorador de suelos que se obtiene.

## Tip

- El **control de la fermentación** es fundamental. Esa depende de la humedad, la temperatura, y la disponibilidad de oxígeno gracias a la circulación del aire al interior del material.
- El compost necesita mucha **agua** durante la fase de calor; pero una vez que la temperatura disminuye, debe tenerse cuidado con el riego, porque ya no evapora mucha agua, y corre el riesgo de mojarse demasiado.

### 4.3. Controles de procesos y de calidad del producto

Para garantizar un compost de alta calidad y apto para el uso en el cultivo de alimentos, es necesario verificar parámetros físicos y químicos tanto durante el proceso del compostaje como en el producto final obtenido antes de ser distribuido.

Algunos parámetros se pueden valorar fácilmente en la planta y con los propios sentidos. Para el caso de la humedad se sugiere la “prueba de puño” (**Ilustración 19**), la cual consiste en tomar un puñado de compost y presionarlo lo más fuerte posible entre los dedos. Si el agua fluye, el compost está demasiado húmedo. Al abrir los dedos; si el compost se desintegra, el compost está demasiado seco. Si el compost se mantiene compacto, la humedad del compost es óptima. De igual forma se puede verificar el estado de maduración quebrando fragmentos de ramas tomadas de la pila o montículo directamente, como se muestra en la **Ilustración 19**. En este caso, entre más fácil sea partir la rama, más descompuesta está su estructura lo que indica que el compost está en su fase de madurez.



muy húmedo



óptimo



muy seco



jóven



inicio maduración



maduro

Ilustración 19.  
**Arriba: Prueba del puño para valorar la humedad del compost**

**Abajo: Prueba de madurez del compost**

**Fuente:** Dr. Jacques Fuchs, FiBL, Suiza

Directamente en la planta se pueden controlar también la temperatura, el pH y la humedad con equipos sencillos que se encuentran en el mercado (**Ilustración 20**).



Ilustración 20. **Equipos utilizados para medir la temperatura y el pH, y prueba de puño para valorar la humedad, en la planta de Pérez Zeledón**

**Fuente:** Municipalidad Pérez Zeledón

Estos parámetros ayudan a monitorear la edad del compost y así garantizar las condiciones para que los microorganismos como las bacterias en la fase de compost joven desarrollen su trabajo de la forma más eficiente. Por ejemplo, la evolución de la temperatura indica si la fermentación se realiza correctamente y qué tan avanzado es el proceso; en la **Ilustración 21** se muestra cómo identificar si el compost está en su fase termófila (compost joven), o en enfriamiento (compost maduro).

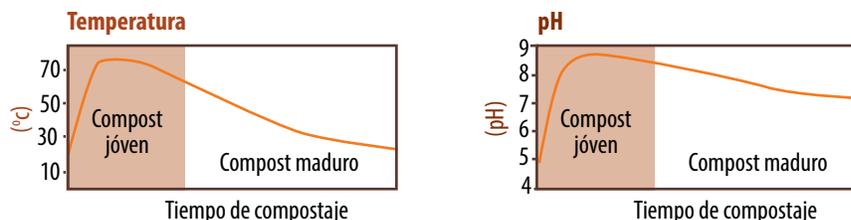


Ilustración 21. **Comportamiento de la temperatura y el pH durante un proceso de compostaje bien operado**

Fuente: Dr. Jacques Fuchs, FiBL, Suiza

Algunos parámetros deben ser medidos en un laboratorio a partir de una muestra del compost enviada desde la planta. Para el muestreo se sugiere tomar puñados de compost de diferentes puntos de la pila, mezclarlos sobre el suelo impermeabilizado y de allí tomar la cantidad requerida por el laboratorio (generalmente 2 a 4 kg). Los principales parámetros por medir se muestran en la **Ilustración 22**.

% masa						mg/kg				
Nitrógeno	Fósforo	Calcio	Magnesio	Potasio	Selenio	Hierro	Cobre	Zinc	Manganeso	Boro
N	P	Ca	Mg	K	Se	Fe	Cu	Zn	Mn	B
HUM		pH		Conductividad Eléctrica		Carbono		C/N		
%		Unidad		mS/cm		%		Relación		
<b>Metales pesados</b>										
Arsénico	Mercurio	Cadmio	Cobre	Cromo	Níquel	Plomo	Molibdeno	Bario		
As	Hg	Cd	Co	Cr	Ni	Pb	Mo	Ba		
<b>Nutrientes</b>										
Análisis	Unidad									
Amonio	mg/L NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>									
Nitratos	mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>									
Nitritos	mg/L NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>									

Ilustración 22. **Parámetros fisicoquímicos del compost para medir en laboratorio**

Fuente: Elaboración propia de los autores con base en parámetros típicamente medidos en Colombia y Suiza

El objetivo de medir estos parámetros es evitar que contaminantes como los metales pesados o microorganismos patógenos se encuentren en el producto, puesto que al ser aplicado en suelos o en cultivos potenciaría la generación de impactos negativos tanto al ambiente como a la salud pública. Por otro lado, los micronutrientes como el hierro o el fósforo se miden para confirmar el aporte benéfico que el producto final ofrecerá en su aplicación. Por último, las cantidades de nitratos, nitratos y amonio indican si se cumple o no el proceso de fermentación deseado.

## Tip

Para facilitar el control se sugiere el uso de protocolos o planillas digitales en las que se guarden los datos de los parámetros medidos en campo como temperatura, pH y humedad. Para la humedad pueden usarse convenciones descriptivas así:

- “0” = óptima;      “+” = húmedo;
- “-” = seco;      “+++” = muy húmedo
- “- - -” = muy seco;

Por otra parte, en el **Cuadro 3** se describen brevemente los controles que realizan los gobiernos locales de San Isidro, Alvarado, Jiménez, Pérez Zeledón, San Rafael y Tilarán.

**Cuadro 3. Controles realizados para garantizar el compost en Alvarado, Jiménez, Pérez Zeledón, San Isidro, San Rafael de Heredia y Tilarán**

Gobierno local	Control olores y plagas	Temperatura	Humedad	Apariencia granular	Ph	Análisis de calidad periódico <sup>4/</sup>
Alvarado	X	X			A	X
Jiménez			X <sup>2/</sup>			
Pérez Zeledón		X	X		X	X
San Isidro		X				X
San Rafael	X <sup>1/</sup>			X <sup>3/</sup>		
Tilarán						X

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

#### 4.4. Zarandeo, criba o tamizaje

Luego de entre 2 y 5 meses dependiendo de la eficiencia en el proceso del compostaje y su monitoreo, el compost está completamente maduro. Para poder ser empacado y etiquetado, para su comercialización, se requiere pasarlo por una zaranda, criba o trommel. Estos se pueden adquirir en el mercado local o también se pueden construir de forma más artesanal. En las **Ilustraciones 23, 24, 25, 26 y 27** se muestra el equipo utilizado por algunos de los gobiernos locales.



**Ilustración 23. Tamizaje en trommel utilizado en la planta de compostaje en San Isidro de Heredia**



**Ilustración 24. Zaranda utiliza la planta de compostaje en Jiménez**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.



Ilustración 25. Maquinaria "hechiza" utilizada en la planta de compostaje en Alvarado



Ilustración 26. Tamizaje en trommel utilizado en la planta de compostaje en San Rafael de Heredia

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.



Ilustración 27. Tamizaje en trommel utilizado en la planta de compostaje en Pérez Zeledón



#### 4.5. Eficiencia del proceso, empaque /etiquetado

En algunas plantas de compostaje se generan varios productos, dependiendo del tamaño de las partículas al final del proceso. No obstante, en las plantas de Alvarado, Jiménez y Pérez Zeledón se obtiene un único producto que es de color oscuro y tiene un olor a humus o tierra negra, con poca humedad.

### Tip

El compost es un material vivo, también cuando está maduro. Lo que significa que siempre necesita suficiente aire. De lo contrario, se convierte en un proceso anaeróbico, y microorganismos no deseados y compuestos tóxicos se desarrollan. Por esta razón, es importante **almacenar** compost ya sea en pequeñas pilas y girarlos periódicamente (una vez cada mes), o almacenarlos en pilas más grandes con una aireación forzada

En el Cuadro 4 se presenta la cantidad de compost generado en cada experiencia analizada.

Cuadro 4. **Cantidades de compost generados y porcentaje de eficiencia del proceso en las plantas de compostaje analizadas**

Gobierno local	Residuos recolectados (ton/mes)	Compost producido (ton/mes)	Porcentaje de eficiencia del proceso
Alvarado	104	48.7	47%
Jiménez	43	13	30%
Pérez Zeledón	246	70	28%
San Isidro	2	0.7	35%
San Rafael	3-4	1.6	40%
Tilarán	0,78	0.3	40%

Fuente: Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

La eficiencia del proceso completo dependerá de la calidad del material que llega a la planta proveniente de una buena separación en la fuente, de hacer una mezcla inicial correcta, de manejar unas pilas de tamaño adecuado para facilitar el volteo, y de mantener las temperaturas y humedad necesarias.

En las Ilustraciones 28, 29, 30 y 31 se muestran diferentes productos terminados listos para el empaque y etiquetado.



Ilustración 28. **Producto listo para el empaque de la planta de compostaje de Jiménez**



Ilustración 29. **Etiquetas utilizadas en San Rafael de Heredia**



Ilustración 30. **Producto listo para el empaque de la planta de compostaje de Pérez Zeledón**



Ilustración 31. **Producto listo para el empaque de la planta de compostaje de San Isidro de Heredia**

Fuente: Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

La etiqueta puede contener valores de los parámetros de calidad controlados, de modo que se demuestre al agricultor que el producto resultó de procesos adecuados (ver apartado 4.3) en los que se lograron las temperaturas necesarias para lograr un producto final limpio de patógenos, sin presencia de metales pesados y otros compuestos no deseados.

## Tip

Si la municipalidad lleva un seguimiento riguroso de parámetros de calidad, sus valores se pueden incluir en la etiqueta del producto empacado para facilitar el uso y aumentar la confianza para su aplicación.

### 4.6. Distribución y venta

Una vez finalizado el proceso el producto es empacado y etiquetado para su comercialización. Por lo general se almacena o se distribuye en los centros de venta, según demanda. Respecto al precio de venta, en el Cuadro 5 se muestra el detalle.

Cuadro 5. **Cantidades de compost generados en las plantas de compostaje analizadas**

Gobierno local	Precio de venta (en colones)
Alvarado	¢2000,00 (saco de 40 kg)
Jiménez	¢1 800,00 (saco de 35 kg)
Pérez Zeledón	¢1 815,00 (saco de 25 kg)
San Isidro	¢5 000,00 - 6 000,00 (medio saco)
San Rafael	¢1 500,00 (bolsa de 2,5 kg) ¢2 500,00 (bolsa de 5 kg) ¢4 000,00 (saco de 30 kg) ¢3 000,00 (el saco, si se compran más de 50)

Fuente: Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021



Ilustración 32. **Producto terminado de la planta de compostaje de Tilarán**

Fuente: Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», Municipalidad de Tilarán, 2021.

El producto es adquirido por familias y por el sector agrícola, lo que además promueve la economía circular local dentro de los procesos productivos.

En la **Ilustración 32** se muestra el producto terminado en Tilarán, que esperan generar dos productos: uno con zarandeo fino y otro grueso. En el 2021 no se estaba comercializando, sino que se donaba como incentivo a las personas que separan los residuos y además, se utiliza en zonas de uso público y jardines de la municipalidad. No han definido precio.

En San Rafael de Heredia tienen tres presentaciones: de 2,5 kg, de 5kg y un saco de 30 kg. En Jiménez le entregan al Liceo (dueño del terreno donde se ubica la planta de compostaje) 50 sacos de compost mensualmente y también hacen donaciones a escuelas, colegios, a organizaciones que lo soliciten y como obsequio en las ferias ambientales.

## 4.7. Usos del compost

En los casos presentados el producto se utiliza principalmente como mejorador de suelos. La aplicación depende del tipo y de propiedades específicas del suelo con el que se mezcle el compost. A modo de ejemplo, en San Rafael recomiendan mezclar el compost con tierra en una proporción 50:50, debido a que es un producto muy concentrado. Además, en Alvarado recomiendan poner el producto en la “aporca” (fertilización) no en la etapa de siembra.

En algunos gobiernos locales como el caso de **Pérez Zeledón**, el compost producido se utiliza en el vivero municipal y se entrega a las familias mediante el programa de trueque verde en el que se cambian residuos valorizables por compost (ver apartado II).

Además, como parte del proyecto de cooperación Costa Rica-Suiza, se han realizado experimentos en tomate, lechuga, culantro, chile dulce y café, en varias fincas de la zona para que pueda ser utilizado por los agricultores<sup>1</sup> (Ilustraciones 33, 34 y 35).

### Tip

En general, se sugiere que el compost se mezcle en la parte superior del suelo (5 a 10 cm), de modo que la acción positiva de sus microorganismos aeróbicos puedan desarrollarse de manera óptima. Sin embargo, es ideal conocer los nutrientes y características tanto del suelo como del compost para definir con precisión esta mezcla en los cultivos.



Ilustración 33. **Vivero municipal utilizado compost de la planta de compostaje de Pérez Zeledón**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

<sup>1</sup>Para más información contactar a la Municipalidad.



Ilustración 34. **Trueque verde con compost de la planta de compostaje de Pérez Zeledón**



Ilustración 35. **Tomates en donde se ha utilizado el composto de la planta de compostaje de Pérez Zeledón**

**Fuente:** Webinario «Compostaje municipal en Costa Rica: Aprendizajes de un camino recorrido», 2021.

#### 4.8. El registro del compost para su comercialización para el uso agrícola

El Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), es la entidad encargada del registro del compost para uso agrícola. Los requisitos se mencionan en el Reglamento Técnico de Centro América, en el apartado de enmiendas. En la página web (<https://www.sfe.go.cr>) de la institución se encuentra disponible toda la información requerida.

El procedimiento de registro se encuentra en el documento **Procedimiento de Registro y modificación de Fertilizantes, Enmiendas y Bioestimulantes Agrícolas** (código AE-REG-PO-09 del 29 de setiembre del 2021), específicamente en el numeral 6.10: si la solicitud de registro corresponde al registro de enmienda natural (fuente materia animal o vegetal: Compost, Bocashi, Lombricompost, Pollinaza, Gallinaza, Cerdaza, Caballaza y otros estiércoles), se deben presentar los siguientes documentos (solo se mencionan algunas) que serán verificados por el Oficial de Registro:

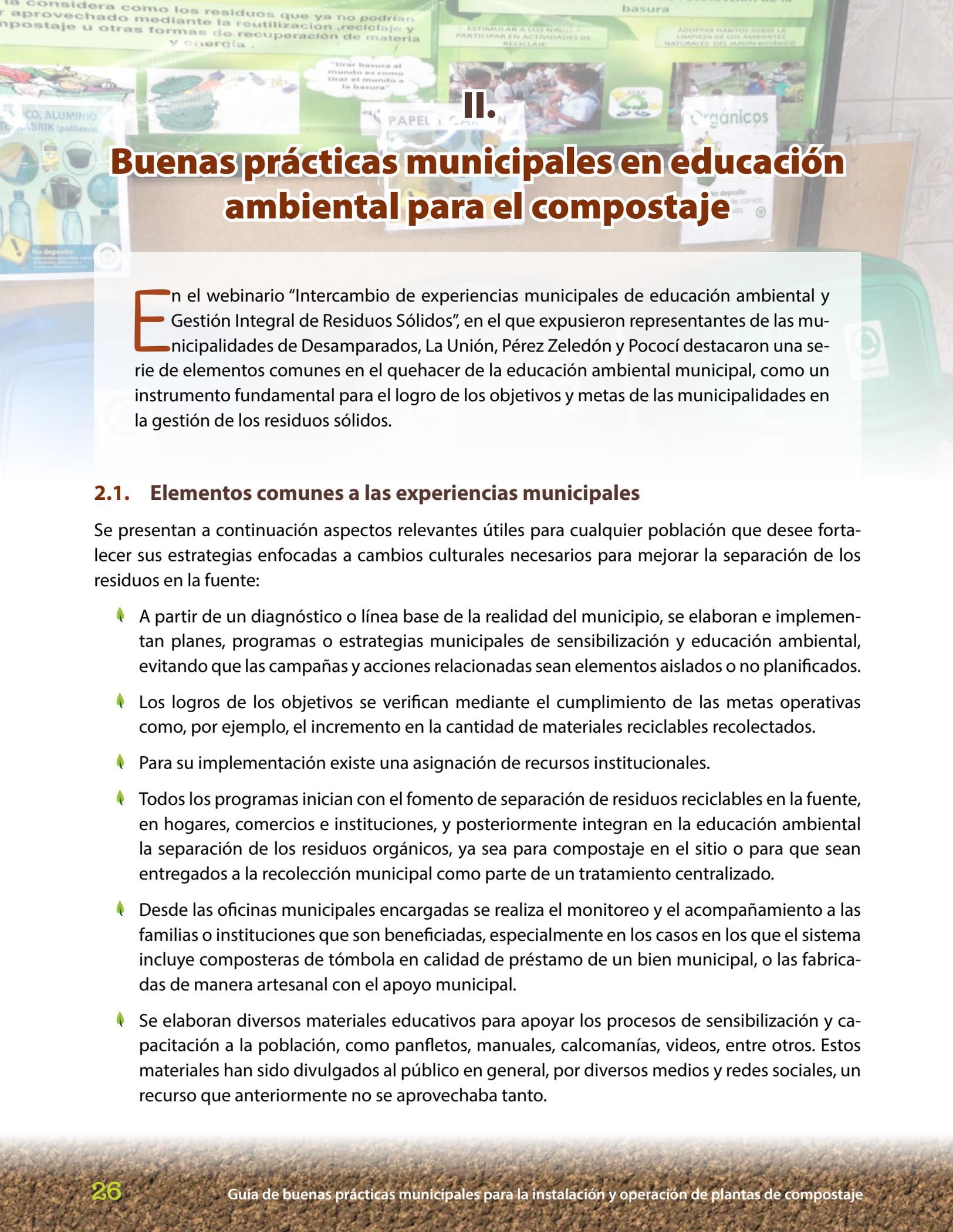
- 🌿 **Solicitud** (en el documento se encuentra el formato).
- 🌿 **Certificado de registro**, Libre Venta o de exportación, en original, extendido por la ANC del país de origen de formulación o fabricación de la enmienda o cualquier otra entidad que demuestre que está facultada legalmente para la emisión de estos.
- 🌿 **Certificado de composición cualitativo-cuantitativo**, en original, emitido y firmado por el formulador o fabricante. Indicar su composición e ingredientes inertes con sus correspondientes porcentajes identificando las fuentes o compuestos de donde proceden. Los contenidos de todos los componentes deberán anotarse en porcentaje masa/masa (peso/peso) o masa/volumen, según su formulación.

- 🌿 **Certificado de análisis**, en original, proporcionado por el formulador o fabricante, de una muestra de un lote en particular (indicar número de lote) que indique los componentes con sus correspondientes porcentajes masa/masa para sólidos y masa/volumen para líquidos.
- 🌿 **Proyecto de etiqueta**, la composición de la enmienda indicada en la etiqueta debe ser concordante con lo declarado en el certificado de composición.
- 🌿 **Análisis microbiológico de inocuidad del producto**: terminado indicando: Coliformes fecales, Salmonella, Huevos de Helminthos y Escherichia coli, el cual debe venir con el nombre del laboratorio y con la firma del microbiólogo responsable; emitido dentro del plazo de UN AÑO, a la fecha de su presentación ante la Unidad de Registro.
- 🌿 **Proceso de elaboración de la enmienda**, indicando el control de temperatura durante el proceso: breve descripción de su elaboración.
- 🌿 **Datos sobre la aplicación y manejo de la enmienda**: ámbito de aplicación, dosis, número y frecuencia de aplicación, instrucciones de uso, métodos de aplicación, fitotoxicidad, compatibilidad, manejo de sobrantes, equipo de protección personal, procedimientos de limpieza del equipo de aplicación, condiciones de almacenamiento y efectos sobre el ambiente.

No obstante, lo primero que debe realizarse es el registro de la empresa (gobierno local), debe presentarse el **Formulario para el registro, anualidades, reinscripción de personas físicas y jurídicas** (Código AE-REG-PO-01\_F-01) de julio del 2019, siendo fundamental que se cuente con un regente, además del formulario en donde se solicitan los datos generales de la empresa, se solicita:

1. Formulario de inscripción.
2. Persona jurídica: Presentar Personería vigente con no más de tres meses de haber sido emitida, para personas físicas copia certificada de la cédula de identidad. En ambos casos pueden presentar copia para ser confrontada con el original, pasaporte o cédula de residencia.
3. Certificación de Regencia vigente.
4. Copia certificada o confrontada de cédula de identidad (pasaporte, cédula de residencia) del representante legal y del regente.
5. Certificación de inscripción de la persona jurídica o persona física en el Colegio de Ingenieros Agrónomos.
6. Documento que indique las personas autorizadas a realizar trámites en la Unidad de Registro. Esta autorización debe ser específica del trámite autorizado a realizar.
7. Recibo de pago del canon para registro de personas físicas-jurídicas.

Todos los trámites deben realizarse en las oficinas centrales del MAG, ubicadas en San José y la anualidad tiene un costo de ₡ 73 636, y el costo del registro de la empresa es de ₡ 128 104. Los trámites si están completos los documentos tarda 10 días para la inscripción de la empresa para el registro del producto aproximadamente 2 meses. Este procedimiento es solo para uso agrícola del compost.



## II. Buenas prácticas municipales en educación ambiental para el compostaje

**E**n el webinar “Intercambio de experiencias municipales de educación ambiental y Gestión Integral de Residuos Sólidos”, en el que expusieron representantes de las municipalidades de Desamparados, La Unión, Pérez Zeledón y Pococí destacaron una serie de elementos comunes en el quehacer de la educación ambiental municipal, como un instrumento fundamental para el logro de los objetivos y metas de las municipalidades en la gestión de los residuos sólidos.

### 2.1. Elementos comunes a las experiencias municipales

Se presentan a continuación aspectos relevantes útiles para cualquier población que desee fortalecer sus estrategias enfocadas a cambios culturales necesarios para mejorar la separación de los residuos en la fuente:

- 🌱 A partir de un diagnóstico o línea base de la realidad del municipio, se elaboran e implementan planes, programas o estrategias municipales de sensibilización y educación ambiental, evitando que las campañas y acciones relacionadas sean elementos aislados o no planificados.
- 🌱 Los logros de los objetivos se verifican mediante el cumplimiento de las metas operativas como, por ejemplo, el incremento en la cantidad de materiales reciclables recolectados.
- 🌱 Para su implementación existe una asignación de recursos institucionales.
- 🌱 Todos los programas inician con el fomento de separación de residuos reciclables en la fuente, en hogares, comercios e instituciones, y posteriormente integran en la educación ambiental la separación de los residuos orgánicos, ya sea para compostaje en el sitio o para que sean entregados a la recolección municipal como parte de un tratamiento centralizado.
- 🌱 Desde las oficinas municipales encargadas se realiza el monitoreo y el acompañamiento a las familias o instituciones que son beneficiadas, especialmente en los casos en los que el sistema incluye composteras de tómbola en calidad de préstamo de un bien municipal, o las fabricadas de manera artesanal con el apoyo municipal.
- 🌱 Se elaboran diversos materiales educativos para apoyar los procesos de sensibilización y capacitación a la población, como panfletos, manuales, calcomanías, videos, entre otros. Estos materiales han sido divulgados al público en general, por diversos medios y redes sociales, un recurso que anteriormente no se aprovechaba tanto.

- 🌿 A raíz de la pandemia aumentaron las estrategias de educación ambiental por medios virtuales, lo cual ha sido altamente positivo ya que se ha logrado una mayor asistencia a las actividades planificadas.
- 🌿 Para tener mayor impacto y potenciar los recursos técnicos y materiales, han establecido alianzas y articulaciones con diversos sectores del cantón.

## 2.2. Ejemplos de programas municipales

### 2.2.1. Cantón de Desamparados – Soy un generador responsable, reduciendo, reusando y reciclando residuos

El programa «Soy un generador responsable» consta de 5 ejes de trabajo y tiene tres personajes que están presentes en los diversos materiales elaborados, según se puede observar en la **Ilustración 36**.



Ilustración 36. Personajes y ejes del Programa Soy un generador responsable.

Fuente: Municipalidad de Desamparados



Ilustración 37. Ejemplo de video educativo del Facebook municipal

Fuente: Tomado de <https://www.facebook.com/MuniDesamparados/videos/816548359025198>

El eje *compostaje cantonal* comenzó a promoverse mediante la entrega de composteras individuales en calidad de préstamo, acompañado de capacitación y seguimiento. En la **Ilustración 38** se muestra un afiche de promoción de la entrega de composteras.

En el eje de *educación y sensibilización* se concentra la elaboración de instrumentos didácticos e informativos que soportan el logro de los objetivos buscados con cada tipo de residuos. Estos incluyen videos, rotulación de espacios públicos, diseños de material gráfico, obras de teatro y de títeres, entre otros. En la **Ilustración 37** se muestra un ejemplo de los videos divulgados a través del Facebook de la institución.



Ilustración 38. Promoción de la entrega de composteras para centros educativos.

Fuente: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=324045699753274&set=pb.100064435402281.-2207520000.&type=3>

Finalmente, la reducción en el uso de plásticos de un solo uso y su sustitución por otras alternativas se aborda en *Chao Plástico* mediante acciones de sensibilización, pero también con cambios en el Reglamento municipal y en la Ley de patentes para reforzar el cambio de hábitos.

### 2.2.2. Cantón de La Unión – Escuela Municipal del Agua y Ambiente (EMAA)

En el caso del cantón de La Unión la educación ambiental para la gestión de residuos se aborda desde la Escuela Municipal del Agua y Ambiente<sup>2</sup>, mediante la cual desarrollan diversas acciones para el cambio de hábitos y costumbres de la población, tanto en las comunidades, como en los centros educativos y otras instituciones locales.

Estas acciones incluyen el fomento del reciclaje y del compostaje (individual, comunitario y en la Feria del Agricultor), creación de huertos urbanos, compostaje en centros educativos, campañas con puntos fijos de recolección de materiales valorizables, trueques (tapitas plásticas por abono, vidrio por vasos en coordinación con la empresa recicladora de vidrio -VICAL), aula móvil con actividades educativas sobre gestión integral de residuos y festivales ambientales. También trabajan en torno a la reducción del plástico de un sólo uso y en la recolección de aceite usado de cocina, adecuada disposición de colillas de cigarro y reducción de la pérdida y desperdicio de alimentos.

En la **Ilustración 39** se pueden observar algunas de las actividades efectuadas en el marco de la EMAA.



Compostaje domiciliario



Compostaje en instituciones, centros educativos, centros diurnos y CECUDI



Compostaje comunitario asociado a huertos



Feria del agricultor



Compostaje comunitario

Ilustración 39. **Actividades de educación ambiental realizadas por la EMAA**

**Fuente:** Presentación de la municipalidad de La Unión

Entre los recursos que ofrecen al público en general por las redes sociales se encuentra un video *Guía para la disposición de residuos sólidos* la cual se encuentra disponible en la página de Facebook de la Escuela Municipal del Agua y el Ambiente de La Unión.

<sup>2</sup> Para más información visitar: <https://www.facebook.com/EscuelaMunicipaldelAguayelAmbiente>

### 2.2.3. Cantón de Pérez Zeledón – Programa Promoción y divulgación ambiental

En el cantón de Pérez Zeledón las acciones de sensibilización y de educación ambiental son parte del Subproceso de Gestión Ambiental. Al igual que en las otras municipalidades, estas acciones son fundamentales para que la población aprenda a manejar sus residuos sólidos de manera integral logrando cambiar sus hábitos e igualmente iniciaron enfocados en la separación de los materiales reciclables. Sin embargo, en el 2011 con el cierre del vertedero municipal y el inicio de la operación de la planta de compostaje municipal, el gobierno local priorizó también las actividades enfocadas a la separación de los residuos orgánicos.

Además de elaboración de folletos, afiches, videos, entre otros recursos didácticos e informativos, una de las estrategias implementadas para fomentar la separación es el uso de un ECO MARCHAMO (Ilustración 40) o calcomanía que se coloca en los comercios y viviendas que hacen de manera correcta el proceso.



Ilustración 40.  
ECOMARCHAMO

Fuente: Municipalidad de Pérez Zeledón



Ilustración 41. Divulgación de la campaña del Trueque Verde

Fuente: Municipalidad de Pérez Zeledón

Otro recurso utilizado para educar y a la vez incentivar la recuperación de materiales reciclables, es la realización del «Trueque verde», mediante el cual, como una forma de incentivar la separación de los residuos valorizables, cambian tres kilos de vidrio por un vaso de vidrio, o 4 kilos de materiales reciclables por un kilo de compost producido en la planta municipal, el cual es utilizado en jardines y huertos caseros. En la Ilustración 41 se observa un afiche que promociona la actividad en las comunidades.

Durante el año 2020 se realizaron 25 campañas, en las que se recolectaron 32 toneladas de vidrio y 9 toneladas de reciclaje, participando 765 personas (Ilustración 42).



Ilustración 42. Registro fotográfico del Trueque Verde

Fuente: Municipalidad de Pérez Zeledón

#### 2.2.4. Cantón de Pococí – Programa de Educación Ambiental de la Municipalidad de Pococí (PEA).

El Programa de Educación Ambiental (PEA) parte del enfoque de un consumidor y generador responsable que implementa las 4 R's: *Rechaza, Reduce, Reutiliza y Recicla*. Para su trabajo, han desarrollado materiales educativos, como la Guía para el Manejo de los Residuos Sólidos (Ilustración 43) la cual integra los aspectos que son abordados en la educación ambiental: tipos de residuos, cómo separar los distintos materiales reciclables, incluyendo su caracterización, listas de gestores de residuos, entre otros. El programa de recolección de residuos valorizables se desarrolla bajo el nombre de «Pococí Verde».



Ilustración 43. Diversos materiales educativos elaborados por el PEA

Fuente: Municipalidad de Pococí

De igual forma, su “manual de compostaje para compost doméstico” se utiliza en el proceso de entrega de composteras individuales en calidad de préstamo y en las capacitaciones que lo acompañan. Allí se incluyen además instrucciones para la construcción de composteras artesanales, denominadas «caseras», lo cual se apoya con el seguimiento presencial y virtual a las familias que participan (Ilustraciones 44 y 45).

Ilustración 44. **Indicaciones para la construcción de composteras artesanales**

**GUÍA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL CANTÓN DE POCOCÍ**

**Composteras caseras:**



**Composteras comerciales:**



**Procedimiento de preparación de una compostera casera**

El procedimiento que sigue a continuación fue presentado por la ingeniera Karla Cruz Jiménez, en la Escuela de Toro Amarillo ubicada en Guápiles, el día sábado 23 de febrero del presente año.

**Materiales Compostera:**

- Recipiente con agujeros para promover la entrada de aire al sistema y para promover en cierta medida el escape de lixiviados y tener un sistema sin exceso de humedad.
- Materia orgánica cruda y cocida.
- Troncos y hojas en estado de descomposición natural.

Estos materiales son importantes y necesarios para proveer microorganismos descomponedores al sistema.

**32**



**Compostaje doméstico: compostaje rotativo**

- Rifa y selección de viviendas
- Firma contrato
- Seguimiento virtual

MUNICIPALIDAD DE POCOCÍ

Ilustración 45. **Explicación del proceso de selección y seguimiento de las familias con composteras rotativas**  
Fuente: Municipalidad de Pococí

En este municipio destaca como un fuerte aliado en la implementación de acciones educativas y de sensibilización, entre otros actores clave, el comité del Programa Bandera Azul Ecológica.

### III.

## Aprendizajes, desafíos y oportunidades

En este apartado se resumen los principales aprendizajes y desafíos que han enfrentado los gobiernos locales, los cuales sirven para otros gobiernos locales que desean construir y operar una planta de compostaje centralizada. Se incluyen también aprendizajes resultantes de la asesoría brindada directamente al gobierno local de Pérez Zeledón por parte de los socios tanto de Costa Rica como de Suiza, en el marco del proyecto de cooperación internacional a partir del cual se desarrolló esta guía práctica.

### 3.1. Aprendizajes

La motivación de las personas para separar sus residuos se aumentó mediante:

- La publicación del Reglamento Municipal de Gestión Integral de Residuos (GIR), en donde se establece que es obligación de los usuarios entregar separados los residuos orgánicos al municipio y del gobierno local ofrecer el servicio.
- La cooperación con la Universidad de Costa Rica, a través de la cual los estudiantes realizaron visitas casa a casa, explicando qué entregar, cómo eran los procesos, indicaban qué hacían mal y qué podían mejorar.
- Se han brindado diversas alternativas a la población. Por ejemplo, se entregan recipientes y se permite también el uso de bolsas plásticas (a quien lo solicita); se posibilita que las personas que lo prefieren hagan compostaje en su propia vivienda. En un futuro se planea la entrega de composteras rotatorias, ya algunas personas han utilizado el método Takakura.

La educación ambiental continúa representa un eslabón indispensable para mejorar la separación en la fuente, disminuyendo la presencia de plásticos o materiales inorgánicos no deseados como metales o textiles. Así como ajustando los horarios de recolección facilitando que residuos entregados por los usuarios no permanezcan durante mucho tiempo en las calles, la educación ambiental ayuda también a disminuir el hurto de recipientes.

Los proyectos de gestión integral de residuos se han realizado con el apoyo y compromiso de las y los alcaldes, y representantes del Concejo Municipal. Como complemento, la generación de alianzas y cooperación con otros actores es fundamental para la implementación de una

planta de compostaje. Por ejemplo para la adaptación de infraestructura, o la donación de recursos para recipientes y otras actividades.

- ❖ Iniciar con experiencias piloto de pequeña escala es fundamental para implementar gradualmente los sistemas, en la medida en que se van logrando las condiciones técnicas, administrativas y financieras ideales.
- ❖ Si la municipalidad puede contar con un terreno para una planta centralizada, puede ir la adecuando gradualmente garantizando que el área activa de compostaje tenga siempre techo, piso impermeable, canalización de lixiviados y demás condiciones sugeridas en el paso 1 del apartado I. A partir de experiencias piloto se puede verificar los beneficios de aplicar diferentes técnicas como la adición de cal, de microorganismos de montaña o de insecticidas naturales, verificando que no se inhiban los procesos propios del compostaje. Si se logra una eficiencia alta, el producto se obtendrá en menos tiempo y el espacio físico puede usarse también de manera óptima (**Ilustración 46**).
- ❖ Para que el proyecto sea rentable debe recolectarse una cantidad mínima de residuos y debe lograrse una eficiencia alta en el proceso de compostaje, de modo que se logre el producto final en corto tiempo y con una excelente calidad. Esto dependerá de factores de la calidad de los residuos recibidos, de los factores de operación como los tamaños de las pilas y frecuencia de volteo en el caso de compostaje centralizado, el control de parámetros como la temperatura, el pH y la humedad durante el proceso con cualquier tecnología, entre otros expuestos en esta guía. De este modo es factible posicionar en el mercado un producto de buena calidad,



Ilustración 46. **Capacitación de personal municipal**

Fuente: Municipalidad de Pérez Zeledón

amigable con el ambiente, con elementos nutricionales que favorecen los cultivos de forma natural, sin contenidos químicos que dañen a los consumidores.

- ❖ Los gobiernos locales pueden verificar que, además de contribuir a la disminución de gases efecto invernadero y al fomento de una economía circular, el proceso de compostaje reduce el costo de la disposición final al disminuir el tonelaje que se entierra. Adicionalmente, es posible financiar este tipo de sistemas con el cobro del 10% de utilidades para el desarrollo incluido en la tarifa de aseo público.
- ❖ Se ha verificado que los sistemas de gestión integral de residuos orgánicos y compostaje pueden convertirse en oportunidad de creación de nuevas fuentes de empleos.

- El programa de recolección y transporte de residuos orgánicos a una planta centralizada se puede complementar con la entrega de composteras individuales a sectores de la población en los que no es factible la entrada de un camión recolector.

### 3.2. Desafíos y oportunidades

Los principales desafíos mencionados por los representantes de los gobiernos locales se detallan a continuación.

- En la operación diaria de las plantas de compostaje centralizadas, se requiere un esfuerzo continuo en mejorar los procesos y la calidad del producto final, enfrentando de la mejor forma, por ejemplo, la formación de bloques debido a elevadas cantidades de residuos recolectados, dificultades para el volteo regular, o la presencia de materiales inorgánicos no deseados, entre otros (**Ilustración 47**).



Ilustración 47. Personal de operación de planta revisando el proceso

Fuente: Municipalidad de Pérez Zeledón

- Uno de los principales retos es el de disminuir la cantidad de bolsas plásticas en los residuos recolectados. Para ello se sugiere que se identifique la forma de entregar recipientes a la población usuaria del servicio de recolección y transporte, y de prevenir que sean robados optimizando los horarios y frecuencia de recolección, usando un sistema de etiquetado oficial, e implementando acciones de sensibilización permanentemente.
- Se requiere la asignación anual de recursos para el mantenimiento de la infraestructura como remodelación o reparación de techos de galerones, instalación de mallas para que los animales no entren, o la impermeabilización del suelo; lo cual se puede lograr con gestiones en diferentes instituciones y con voluntad política.
- Para lograr mayores impactos, se sugiere planificar la ampliación de la recolección de residuos hasta abarcar a toda la población del cantón, teniendo en cuenta estudios que evidencien la posible demanda del servicio. Esto requiere tener un presupuesto suficiente tanto para ampliar los sistemas de recolección y transporte, como para la ampliación de infraestructura necesaria para tratar los residuos.
- En cuanto mayor es la eficiencia del proceso de compostaje, mayor es la optimización del espacio requerido para su implementación. Para ello se requiere un control regular de parámetros fisicoquímicos en el sitio, la adquisición de maquinaria o equipos que faciliten el volteo

o la trituración, y adecuación de infraestructura complementaria como sistemas de riego de agua lluvia y de recirculación de lixiviados, o un área para almacenar material que dé estructura a la mezcla inicial al recibir los residuos como ramas y troncos de arbustos o cáscaras de coco triturados.

- ❖ Implementar un adecuado control de procesos y de calidad del producto en el sitio, demanda la presencia de personal constante en la planta de compostaje, de modo que se puedan medir regularmente los parámetros sugeridos, reportarlos en protocolos, tomar decisiones de operación diaria a partir de ellos como humedecer los montículos si la humedad es baja o realizar volteo si la temperatura se encuentra fuera del rango deseado.
- ❖ Otro reto importante es el posicionamiento del producto final en el mercado en el cual se puede encontrar un nivel importante de competencia. Esto demanda estrategias para aumentar la confianza en los posibles compradores, como los agricultores orgánicos, el control constante de procesos y de calidad en la planta de compostaje, y la medición de parámetros en laboratorio, principalmente de nutrientes, metales pesados o, en algunos casos, parámetros microbiológicos. Adicionalmente, usar el producto en actividades propias de la municipalidad como mantenimiento de zonas verdes, parques o jardinerías, facilita la demostración de los atributos del producto.
- ❖ La existencia de un mercado potencial en el sector agropecuario es otra oportunidad mencionada. No obstante, presenta el desafío de obtener un producto registrado cuyo precio sea competitivo.

Específicamente respecto al desarrollo y fortalecimiento de los **programas o estrategias de educación ambiental para la gestión de residuos**, los principales retos identificados por el personal de los gobiernos locales son:

- ❖ Hacer una planificación de mediano y largo plazo, con acciones fundamentadas en diagnósticos del contexto, caracterización de residuos y cuantificación de la generación, entre otros parámetros.
- ❖ Lograr la formalización de estrategias cantonales de educación ambiental, planes de acción para la reducción del plástico de un solo uso, y otras estrategias que fortalezcan la sostenibilidad de la gestión de residuos (**Ilustración 48**).
- ❖ Asegurar la sostenibilidad de las iniciativas, logrando la asignación de recursos para ejecutar los planes y fortalecer el apoyo institucional, principalmente del Ministerio de Educación y sus representaciones cantonales.
- ❖ Crear estrategias que no demanden excesivos esfuerzos para el usuario llevándolo a desmotivarse o gestionar mal sus residuos; en el mismo sentido, crear incentivos asertivos que aumenten su motivación y participación.
- ❖ Lograr que los contribuyentes sean generadores del cambio, generando iniciativas populares que promuevan las acciones de educación ambiental y que no tengan una actitud pasiva frente a la municipalidad.



Ilustración 48. **Punto ecológico escolar**

**Fuente:** Municipalidad de La Unión

- ❖ Desarrollar no sólo acciones para lograr un cambio cultural en la población sino también un cambio interno en el personal de las instituciones para que sean embajadores en materia de educación ambiental en cada cantón.
- ❖ Generar estrategias permanentes de intercambio de experiencias locales y materiales educativos, de modo que se facilite el trabajo, tanto de los gobiernos locales que ya tienen avanzado el proceso, como de los que apenas inician.
- ❖ Fomentar hábitos de consumo saludable como, por ejemplo, incentivar la preferencia de productos sin bolsas plásticas, o las compras responsables.
- ❖ Continuar desarrollando competencias en manejo de la virtualidad para aprovechar al máximo el potencial de estas herramientas y medios, tanto en capacitación como en campañas.
- ❖ Aprovechar oportunidades de cooperación internacional, tanto en capacitación y transferencia de tecnologías, como en la facilitación de espacios para estudiantes internacionales que apoyen en campo las acciones.
- ❖ Generar más alianzas con instituciones públicas y privadas para desarrollar las acciones de capacitación, caracterización de residuos y manejo de información base para la planeación de las estrategias de capacitación.
- ❖ Involucrar a estudiantes universitarios en aspectos de investigación, siguiendo el ejemplo dado por La Unión con el caso de diseño de mobiliario con los eco-bloques.



Ministerio de  
**Agricultura,  
Ganadería**  
DE COSTA RICA

**EIB**  
Escuela de  
Ingeniería de  
Biosistemas



**REPIC**  
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**skat** Swiss Resource Centre and  
Consultancies for Development

**zh  
aw**

**FiBL**