

**Universidad Iberoamericana  
UNIBE**



**Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Industrial**

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE COMPOSTAJE PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD DE CRECIMIENTO DE LA EMPRESA TIERRA  
URBANA SERVICIOS AMBIENTALES**

**Proyecto de Grado Presentado como Requisito para Optar por el Título de:  
“Ingeniero Industrial”**

**Sustentantes:**

Laura Losada	19-0694
Fernando Bertrán	19-0655

**Asesor:**

Ing. Jaime Olmo Contreras

**Santo Domingo, República Dominicana**

**Agosto 2021**

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE COMPOSTAJE PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD DE CRECIMIENTO DE LA EMPRESA TIERRA  
URBANA SERVICIOS AMBIENTALES

Proyecto de Grado preparado para la Universidad Iberoamericana (UNIBE), como requisito  
parcial para la obtención del título de Ingeniero Industrial.

Asesor: Ing. Jaime Olmo Contreras

**Santo Domingo, República Dominicana**

**Agosto 2021**

**Laura Virginia Marie Losada Grullón**

**Fernando Arturo Bertrán Sánchez**

Estandarización de procesos de compostaje para la mejora de la productividad y capacidad de crecimiento de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales.

**Totál de páginas:** 137

**Asesor:** Ing. Jaime Olmo Contreras

Proyecto de Grado de Ingeniería Industrial  
Universidad Iberoamericana, República Dominicana, 2021

**Áreas temáticas:**

Diseño y Distribución de Facilidades.

Planificación y control de la producción.

Diseño de Sistemas de Producción.

Investigación de Operaciones.

Ingeniería de Logística.

**Código de biblioteca:** .....

ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE COMPOSTAJE PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD DE CRECIMIENTO DE LA EMPRESA TIERRA  
URBANA SERVICIOS AMBIENTALES

Este proyecto de grado fue evaluado y aprobado en fecha \_\_/\_\_/\_\_ para la obtención del título  
de (Ingeniero Industrial) por la Universidad Iberoamericana

Miembros de la Mesa Examinadora:

Nombre

Firma

Prof. \_\_\_\_\_

.....

Prof. \_\_\_\_\_

.....

Prof. \_\_\_\_\_

.....

## **Dedicatoria**

Este proyecto se lo dedico principalmente a mis padres, Alejandro Losada y Odile Grullón, por creer incondicionalmente en mí. También a Altair Rodríguez, quien me ha inspirado y apoyado en todo este proceso.

*Laura Losada*

## **Agradecimientos**

Agradezco enormemente a mi mamá Odile Grullón, mi inspiración y modelo a seguir. Agradezco a mi papá Alejandro Losada, mi debilidad y confidente. Gracias por su amor, dedicación, soporte, ejemplo, esfuerzo e incondicionalidad. Gracias a ustedes, hoy he logrado lo que he logrado, y concluyo satisfactoriamente una gran etapa de mi vida; me siento extremadamente orgullosa de llamarme su hija. Esto se los debo a ustedes.

Agradezco a mis hermanos Manuel Losada y Diego Losada, mis fieles compañeros. Gracias por provocar tantos momentos de felicidad en el camino, por apoyarme y acompañarme, por la paciencia, por la confianza y más que nada por las demostraciones de amor exento de palabras.

Agradezco a mi hermana María Alejandra Losada y su esposo Juan José Nuñez, mis padres sustitutos, mis hermanos, mis amigos. Gracias por absolutamente todo lo que han hecho por mí en esta etapa y siempre, pero más que nada, gracias por convertirme en tía.

Agradezco a mis tres tesoros: Mariana, José Alejandro y Felipe, mis sobrinos, mis hijos, mi todo. Gracias por causar tantos momentos de felicidad en mi vida, brindándome la fuerza necesaria para culminar esta etapa.

Agradezco a mi novio Bashir Hesni, mi cómplice. Gracias por amarme sin excepciones, por ser mi confidente, por siempre creer en mí, por hacerme sentir especial, por tu bondad, por tu empatía, por tu perseverancia, por absolutamente todo. Gracias por brindarme el amor más puro durante estos años, sin duda alguna tu constancia fue una pieza clave de este logro.

Agradezco a mi prima Altair Rodríguez, mi mentora. Gracias por todo lo que me has enseñado, por el apoyo, por la inspiración, por las risas, por la disposición. Gracias por enseñarme la importancia del compostaje para la preservación del planeta. Gracias por

integrarme a este nuevo proyecto que me ha enseñado tanto y me ha permitido crecer tanto personal como profesionalmente.

Agradezco a mi compañero Fernando Bertrán, mi amigo de infancia. Gracias por la paciencia, por el cariño y por las risas. Tomamos 11 años de bachiller juntos, luego cada uno tomó su propio rumbo; finalmente, se alinearon los planetas, y terminamos haciendo nuestro proyecto para graduarnos como Ingenieros Industriales juntos. Gracias por recorrer conmigo este rocoso pero cuán importante camino, este logro no hubiera sido lo mismo sin ti.

Agradezco a mis colegas: Carlos Cáffaro, Nicole Román, Alan Astacio, Jordi Masalles, Agustín Ricart y Juan Carlos Cabrer, mis amigos. Gracias por hacer de este trayecto uno divertido y especial; con ustedes viví experiencias que quedarán en mi memoria para siempre.

Agradezco a mis maestros, en especial a: Nestor Matos, Jehudi Feliz, Yudihect Santos y Marcia Sosa, mis educadores. Gracias por impartir sus conocimientos, por mostrar pasión al enseñar, por ser comprensivos, por servir de inspiración y motivación. Gracias por ofrecerme los conocimientos necesarios para culminar mi carrera. Los admiro y los recordaré siempre.

Agradezco a mi directora de carrera Yvonne Jaquez, mi guía. Gracias por la disposición, por la presencia, la amabilidad y el apoyo. También a mi asesor Jaime Olmo, quien nos guió y ayudó en la última y más importante etapa.

Agradezco a UNIBE, mi universidad. Gracias por ofrecerme el privilegio de graduarme como Ingeniera Industrial de su institución.

*Laura Losada*

## **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mis familiares, amigos, y todas las personas que me han dado su apoyo de manera incondicional en la vida y en este proceso para que este proyecto de grado se traduzca en un logro.

*Fernando Bertrán*

## **Agradecimientos**

Primeramente a Dios, por permitirme llegar a este momento en mi vida académica y tener la posibilidad de disfrutar del proceso día a día.

A mis padres, Lawrence y Lea, por su apoyo fundamental en todas mis metas propuestas, enseñándome las inmensas oportunidades que se pueden obtener en la vida con tan solo soñarlas. Por su ejemplo de arduo trabajo y amor, gracias.

Agradezco a mis abuelos, Fernando y Tessy, por ser mi soporte moral e inspirarme a perseguir esta rama de estudio que es la Ingeniería, por guiarme siempre al camino correcto.

A mis compañeros de carrera, ustedes hicieron que este viaje estuviera lleno de grandes recuerdos que llevaré por el resto de mi vida.

Agradezco a mis profesores, quienes no solo impartieron conocimiento mediante sus clases, sino que fueron una brújula durante todo este proceso académico con paciencia y dedicación.

Por último y no menos importante, gracias a UNIBE y la Escuela de Ingeniería Industrial, por recibirme y facultar mi privilegio de ser egresado de esta institución.

*Fernando Bertrán*

## TABLA DE CONTENIDO

<b>Dedicatoria</b>	i
<b>Agradecimientos</b>	ii
<b>Dedicatoria</b>	iv
<b>Agradecimientos</b>	v
<b>Tabla de Contenido</b>	vi
<b>Lista de Tablas</b>	x
<b>Lista de Gráficos</b>	xii
<b>Lista de Diagramas</b>	xiii
<b>Lista de Ilustraciones</b>	xiv
<b>Resumen</b>	xv
<b>Abstract</b>	xvi
<b>Introducción</b>	xviii
<b>Capítulo 1: Problema de Investigación</b>	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Sistematización del Problema	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general.	3
1.4.2 Objetivos específicos.	3
1.5 Justificación de la Investigación	5
1.6 Alcance	6
<b>Capítulo 2: Marco Teórico</b>	8
2.1 Antecedentes	8
2.2 Marco Conceptual	11
2.3 Marco Contextual	14
2.3.2 Propósito Organizacional.	15
2.3.3 Ubicación.	16
2.3.4 Organigrama.	18
2.3.5 Principales Productos.	19

<b>Capítulo 3: Marco Metodológico</b>	22
3.1 Tipo de Investigación	22
3.2 Métodos para la Obtención de la Información	22
3.3 Herramientas del Proceso de Resultados	23
<b>Capítulo 4: Análisis de la situación actual</b>	26
4.1 Generalidades	26
4.2 Levantamiento de los costos de transporte de materiales para la producción	26
4.3 Diagramas de flujo de procesos	29
4.3.1 Diagrama de flujo general de procesos de compostaje.	30
4.3.2 Diagrama de flujo de operaciones de armado de pila.	33
4.3.3 Diagrama de flujo de procesos de movida de pila.	36
4.3.4 Diagrama de flujo de procesos de empacado de compost.	40
4.4 Estudio de tiempos de proceso de armar pila	41
4.5 Distribución de facilidades	44
4.5.1 Diagrama de layout actual.	45
4.5.2 Diagrama de recorrido actual.	48
4.6 Diagrama de Ishikawa	50
4.7 Cinco Porqués	51
4.8 Análisis FODA Proceso de Producción	54
<b>Capítulo 5: Situación Propuesta</b>	56
5.1 Propuesta #1: Mudanza del local de compostaje de La Vega a Santo Domingo, eliminando costes de transporte, disminuyendo tiempos de traslado y asegurando posibilidades de crecimiento	56
5.2 Propuesta #2: Diseño de nuevos módulos de compostaje, mejorando el proceso de armado y movida de pilas, aumentando la capacidad y maximizando los espacios	58
5.3 Propuesta #3: Diseño y distribución de nuevas facilidades para la adecuada delimitación de nuevas áreas, el aprovechamiento de los espacios y mejora del flujo dentro de la facilidad	60
5.3.1 Diagrama de layout propuesto.	61
5.3.2 Diagrama de recorrido propuesto.	64

5.4 Propuesta #4: Mejora de flujo del proceso de armar pila de compostaje, para reducir tiempos de transporte y eliminar “cuellos de botella”, aumentando la productividad	65
5.5 Propuesta #5: Mejora de flujo del proceso de movida de pila de compostaje, mediante la implementación de tubos de oxigenación y estandarización de duración en reposo; para reducir tiempos de inspección y operación, aumentando la productividad y asegurando la calidad	70
5.6 Propuesta #6: Reajuste de fechas de recogida de distribuidor de residuos orgánicos, para el aprovechamiento de espacios dentro de las facilidades	74
5.7 Propuesta #7: Creación de un procedimiento operativo estándar e instrucciones de trabajo para los procedimientos de compostaje con el fin de lograr la estandarización de los procesos y con esto el mejoramiento de la productividad	76
5.8 Propuesta #8: Creación de etiquetas para identificación de mallas y pizarra de seguimiento de etapa de maduración, asegurando la duración exacta que debe durar cada pila en la etapa de maduración; eliminando posibilidades de equivocación y garantizando la calidad del compost producido	77
5.9 Propuesta #9: Hoja de registro de datos, para documentación y control de la producción de compost	78
<b>Capítulo 6: Análisis de factibilidad</b>	81
6.1 Propuesta #1: Mudanza del local de compostaje de La Vega a Santo Domingo, eliminando costes de transporte, disminuyendo tiempos de traslado y asegurando posibilidades de crecimiento	81
6.2 Propuesta #2: Diseño de nuevos módulos para pilas de compostaje, estandarizando el proceso de armado y preparación de pilas	82
6.3 Propuesta #3: Diseño y distribución de nuevas facilidades para la adecuada delimitación de nuevas áreas, el aprovechamiento de los espacios y mejora del flujo dentro de la facilidad	84
6.4 Propuesta #4: Mejora de flujo del proceso de armar pilas de compostaje, para reducir tiempos de transporte y eliminar “cuellos de botella”, aumentando la productividad	86
6.5 Propuesta #5: Mejora de flujo del proceso de “movida de pila” de compostaje mediante la implementación de tubos de oxigenación y estandarización de duración en reposo, para	

reducir tiempos de inspección y operación, aumentando la productividad y asegurando la calidad	86
6.6 Propuesta #6: Reajuste de fechas de recogida de distribuidor de residuos orgánicos, para el aprovechamiento de espacios dentro de las facilidades	88
6.7 Propuesta #7: Creación de un procedimiento operativo estándar e instrucciones de trabajo para los procedimientos de compostaje con el fin de lograr la estandarización de los procesos y con esto el mejoramiento de la productividad	89
6.8 Propuesta #8: Creación de etiquetas para identificación de mallas y pizarra de seguimiento de etapa de maduración, asegurando la duración exacta que debe durar cada pila en la etapa de maduración; eliminando posibilidades de equivocación y garantizando la calidad del compost	90
6.9 Propuesta #9: Hoja de registro de datos, para documentación y control de la producción de compost	
<b>Capítulo 7: Recomendaciones y conclusiones.</b>	90
Recomendaciones	93
Conclusiones	95
Referencias	98
<b>Anexos</b>	105
Anexo #1: Estudio de tiempos proceso de armar pila.	105
Anexo #2: Procedimiento general Tierra Urbana Servicios Ambientales.	108
Anexo #3: Instrucción de trabajo proceso de armado de pilas.	112
Anexo #4: Instrucción de trabajo proceso movida de pilas.	113
Anexo #5: Instrucción de trabajo proceso empacado de compost.	114
Anexo #6: Pizarra de seguimiento etapa de maduración.	115
Anexo #7: Hoja de registro de producción de compost	115

## **Lista de Tablas**

<i>Tabla No. 1 Materiales para Producción de Pilas de Compost.</i>	27
<i>Tabla No. 2 Viajes para el Transporte de Materiales a Centro de Compostaje.</i>	28
<i>Tabla No. 3 Duración Proceso de Producción de Compost.</i>	31
<i>Tabla No. 4 Resumen Toma de Tiempos Proceso de Armar Pila de Compost Actual.</i>	42
<i>Tabla No. 5 Calificación de Actuación del Operario-Actual.</i>	43
<i>Tabla No. 6 Cálculo de Holguras Recomendadas por ILO-Actual.</i>	43
<i>Tabla No. 7 Codificación Colores Layout Actual.</i>	46
<i>Tabla No. 8 Distribución de Áreas en Layout Actual.</i>	46
<i>Tabla No. 9. Análisis 5 Porqués Desperdicios de Traslado.</i>	51
<i>Tabla No. 10 Análisis 5 Porqués Vertido de Residuos Orgánicos.</i>	52
<i>Tabla No. 11 Análisis FODA.</i>	54
<i>Tabla No. 12 Transporte Total de Materiales a Centro de Compostaje con Aumento de la Demanda.</i>	57
<i>Tabla No. 13 Distribución de Layout Actual vs Propuesta.</i>	63
<i>Tabla No. 14 Tiempo Promedio de Traslado del Layout Actual vs. Propuesto.</i>	68
<i>Tabla No. 15 Predicciones Tiempos Proceso de Armado de Pila de Compost Propuesto.</i>	69
<i>Tabla No. 16 Calificación de Actuación del Operario Propuesto.</i>	69
<i>Tabla No. 17 Cálculo de Holguras Recomendadas por ILO Actual.</i>	70
<i>Tabla No. 18 Inspección de Temperatura de Pila Durante Días en Reposo.</i>	71
<i>Tabla No. 19 Capacidad de Recogida de Residuos Orgánicos.</i>	75
<i>Tabla No. 20 Precios de Alquiler de Locales.</i>	81
<i>Tabla No. 21 Presupuesto para Módulos Simples.</i>	83
<i>Tabla No. 22 Presupuesto para Módulos Dobles.</i>	83

<i>Tabla No. 23 Análisis de Partidas de Cotización para Módulos.</i>	85
<i>Tabla No. 24 Cotización Total.</i>	85
<i>Tabla No. 25 Cotización Tubos de PVC.</i>	87
<i>Tabla No. 26 Estudio de Tiempo Proceso de Preparación de Pilas.</i>	105

## **Lista de Gráficos**

*Gráfico No. 1 Organigrama Estructural.*

18

## **Lista de Diagramas**

<i>Diagrama No. 1 Diagrama de Flujo General de Proceso de Compostaje.</i>	30
<i>Diagrama No. 2 Diagrama de Flujo de Operaciones de Preparación de Armado de Pila.</i>	33
<i>Diagrama No. 3 Diagrama de Flujo de Procesos de Movida de Pila.</i>	36
<i>Diagrama No. 4 Diagrama de Flujo de Procesos de Empacado de compost.</i>	40
<i>Diagrama No. 5 Layout Centro de Compostaje Actual.</i>	45
<i>Diagrama No. 6 Diagrama de Recorrido Centro de Compostaje Actual.</i>	48
<i>Diagrama No. 7 Diagrama de Ishikawa.</i>	50
<i>Diagrama No. 8 Layout Centro de Compostaje Propuesto.</i>	61
<i>Diagrama No. 9 Diagrama de Recorrido Propuesto.</i>	64
<i>Diagrama No. 10. Diagrama de Flujo de Procesos de Armande de Pila Propuesto.</i>	67
<i>Diagrama No. 11 Diagrama de Flujo de Procesos de Movida de Pila Propuesto.</i>	73

## Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración No. 1 Logo de la empresa.</i>	15
<i>Ilustración No. 2 Ubicación de Oficina y Almacén de la empresa.</i>	16
<i>Ilustración No. 3 Ubicación de Centro de Distribución y Lavado.</i>	17
<i>Ilustración No. 4 Ubicación de Finca de Compostaje.</i>	17
<i>Ilustración No. 5 Kit Bokashi.</i>	19
<i>Ilustración No. 6 Compost.</i>	20
<i>Ilustración No. 7 Transporte de Residuos Orgánicos en Tanques.</i>	29
<i>Ilustración No. 8 Pila de Compost.</i>	32
<i>Ilustración No. 9 Operador Armando Pila de Compost</i>	35
<i>Ilustración No. 10 Inspección de Temperatura de la Pila de Compost.</i>	39
<i>Ilustración No. 11 Proceso de Cedacear el Compost</i>	41
<i>Ilustración No. 12 Vista Frontal Módulos de Compostaje Propuestos.</i>	59
<i>Ilustración No. 13 Vista Frontal de la Pila con Tubos PVC Insertados.</i>	72
<i>Ilustración No. 14 Identificación Propuesta para Cilindros de Maduración.</i>	78

## Resumen

Tierra Urbana Servicios Ambientales es una empresa que apuesta a la regeneración ecológica y social, ofreciendo soluciones para el manejo de residuos orgánicos (restos de alimentos) a nivel urbano: en hogares, instituciones, centros educativos y negocios. Con un modelo de negocio relativamente moderno en el país, instituida a finales del año dos mil veinte, busca imponer una marca positiva en el impacto medio ambiental utilizando como herramienta principal y modelo empresarial el ofrecimiento de recolección de residuos orgánicos, con el fin de evitar que estos residuos lleguen al vertedero de Duquesa. Luego, pasan dichos residuos por un proceso de transformación, resultando en compost (tipo de abono orgánico). Esta empresa, actualmente, se encuentra con una demanda creciente que no puede satisfacer, por falta de procesos logísticos estandarizados que provocan estancamiento y limitación en el crecimiento de esta. Mediante el uso de herramientas de ingeniería tales como Diagramas de Flujo de Procesos, Análisis FODA, Análisis de los Cinco Porqués, Diagramas de Ishikawa, Estudio de Tiempo y Diagrama de Layout se identificaron aquellos factores que influyen en la baja productividad del principal proceso operacional (proceso de compostaje) que ejecutan. Con los factores detectados se lograron establecer una serie de propuestas que estandarizan y mejoran la productividad de los procesos operativos, asegurando la capacidad de crecimiento de la empresa.

## **Abstract**

Tierra Urbana Servicios Ambientales is a company committed to ecological and social regeneration, offering solutions for the management of organic waste (food waste) in urban areas: homes, institutions, educational and business centers. With a relatively modern business model in the country, instituted at the end of the year two thousand and twenty, the company seeks to impose a positive mark on the average environmental impact, using as main tool and business model the offering of organic waste collection, in order to avoid that this waste reaches the Duquesa landfill. Then these residues go through a transformation process, resulting in compost (a type of organic fertilizer). This company is currently facing a growing demand that it cannot satisfy, due to the lack of standardized logical processes that cause stagnation and growth limitation. Through the use of engineering tools such as Process Flow Diagrams, SWOT Analysis, Five Whys Analysis, Ishikawa Diagrams, Time Study and Layout Diagram, those factors that influence the low productivity of the main operational process were identified (composting process). With these detected factors, it was possible to establish a series of proposals that standardize and improve the productivity of operating processes, ensuring the company's growth capacity.

**ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE COMPOSTAJE PARA LA MEJORA DE LA  
PRODUCTIVIDAD Y CAPACIDAD DE CRECIMIENTO DE LA EMPRESA TIERRA  
URBANA SERVICIOS AMBIENTALES**

## **Introducción**

La estandarización de procesos es una acción esencial en empresas, tanto de producción como de servicios, pues funciona como una guía para la ejecución de los procesos en éstas. Una buena estandarización de procesos traerá un sinnúmero de beneficios, tales como: reducción y/o eliminación de desperdicios, minimización de tiempos, ahorro de recursos económicos, organización y fluidez de los procesos, prevención de errores y/o riesgos, aumento de eficiencia, entre otros. Es por esto, que cualquier empresa que desee ser productiva, tener oportunidades de crecimiento y estar mejor posicionada en el mercado frente a su competencia, debe tener procesos productivos estandarizados.

Tierra Urbana Servicios Ambientales, entró al mercado en el presente año (2021) a ofrecer un nuevo servicio de recolección de residuos orgánicos, con el fin de evitar que estos residuos lleguen al vertedero de Duquesa y poder, además, transformarlos en compost para enviar a clientes y en un futuro venderlo a externos. Es por esto que es esencial que el proceso de producción de compost esté estandarizado y optimizado, para siempre poder brindar a los clientes actuales un producto final de calidad, así como a posibles compradores.

Esta investigación tiene como objetivo observar y analizar a detalle el proceso de compostaje en la empresa, para luego lograr su optimización y estandarización. De esta forma se asegura la productividad y posibilidades de crecimiento de una empresa que aporta tanto a la humanidad y que tiene tanto potencial como Tierra Urbana Servicios Ambientales.

## **Capítulo 1: Problema de Investigación**

## **Capítulo 1: Problema de Investigación**

### **1.1 Planteamiento del Problema**

El ecologista Graeme Sait afirma el compostaje como una de las estrategias claves “para salvar el planeta”. La profunda crisis climática y ambiental en la que nos encontramos, nos obliga a transformar cómo producimos y consumimos los bienes y recursos que nos sostienen, para pasar de lo degenerativo a lo regenerativo. Es por este motivo que nace la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales, una empresa nueva en el mercado, que comenzó a funcionar en noviembre del año pasado (2020). Es una empresa mixta, la cual ofrece tanto servicios como productos. Actualmente, su mayor enfoque consiste en ofrecer el servicio de recogida de residuos orgánicos en hogares y empresas de 40 sectores del Distrito Nacional, para así compostar dichos residuos y producir compost (un tipo de abono orgánico), que a su vez es devuelto al cliente, y en un futuro, vendido a externos.

La planificación, organización y estandarización de procesos es esencial en cualquier tipo de empresas, ya sea de producción o servicios. Es lo que asegura que dentro de los procesos de la empresa haya productividad y eficiencia, reduciendo desperdicios de insumos, tiempo y dinero; además asegurando su rentabilidad. Por diversas razones, Tierra Urbana se encuentra incapacitada de satisfacer la demanda actual. Para el desarrollo de esta investigación se diagnosticó el proceso de compostaje de la empresa, al ser uno de los más relevantes y menos estandarizados.

Para que Tierra Urbana logre su objetivo principal debe conseguir que un porcentaje significativo de hogares del Distrito Nacional adquiera sus servicios; para que la cantidad de basura que llega al vertedero se reduzca significativamente y convertir dichos residuos en algo beneficioso para la tierra y por lo tanto para los humanos. Es por esto que es de suma

importancia estandarizar y optimizar el proceso de compostaje, para lograr responder a una demanda creciente. Además, esto asegura que la empresa sea rentable y funcional.

Tras observar el proceso de compostaje, se pudo notar: una distribución de facilidades indefinida y deficiente (la empresa realiza el proceso de compostaje en una finca ubicada en La Vega y utiliza espacios aleatorios dentro de la facilidad para ejecutar dicho proceso); una pérdida de tiempo tanto en el transporte de los residuos a la facilidad de compostaje, como en el traslado interno de los materiales para iniciar el proceso de compostaje. El desconocimiento de los procesos, la ineficiencia al ejecutarlos y el flujo indeterminado de éstos, también impactan negativamente el uso eficaz del tiempo.

La falta de productividad en el proceso de compostaje es una gran barrera para la empresa, ya que impide que sea funcional y pueda manejar un aumento en su cartera de clientes. Es por esto, que se utilizarán herramientas de la ingeniería industrial para el análisis y mejoras de este proceso, tales como: estudio de tiempos, flujo de procesos, flujo de operaciones, diagrama de Ishikawa, análisis de los Cinco Porqués, distribución de facilidades, diagrama de recorrido, levantamiento de costos y análisis FODA. Partiendo de este levantamiento de información, se establecerá una eficiente distribución de las facilidades, acompañada de flujos más funcionales y logísticos, con diseños optimizados para el compostaje; haciéndolo productivo y asegurando que la empresa tenga oportunidad de crecimiento y logre responder a la demanda actual y futura.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo la falta de procesos estandarizados afecta la productividad y capacidad de crecimiento de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales?

### **1.3 Sistematización del Problema**

- ¿Cómo se traduce a nivel de costos y tiempo la falta de un sistema de procesos logísticos estandarizados?
- ¿Qué limitaciones presenta la distribución de facilidades actual al crecimiento de la empresa?
- ¿Cómo se ve afectada la productividad de la empresa con los procesos actuales?
- ¿Cómo puede incrementar la utilidad de la empresa una estandarización de los procesos de compostaje?
- ¿Qué aspectos se deben tomar en cuenta para la estandarización de los procesos de compostaje?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general.**

Determinar cómo la falta de procesos estandarizados y logísticos afectan la productividad y funcionalidad de una empresa de producción de compostaje, además de limitar su crecimiento. Además, plantear distintas propuestas que optimicen los procesos y mejoren la utilidad de la empresa.

#### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Identificación de oportunidades de ahorro en los costos de transporte actuales.
- Identificación y graficación de los procesos informales actuales del compostaje, utilizando herramientas de flujo de operaciones y flujo de procesos.

- Evaluación de los tiempos y “cuellos de botella” de los procesos de compostaje, utilizando la herramienta de toma de tiempos y análisis de los Cinco Porqués para incrementar la productividad.
- Identificación y evaluación de las posibles causas de los bajos niveles de productividad en la línea de producción de compost, mediante la creación de un diagrama de Ishikawa.
- Señalización de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) de los procesos operativos de la empresa con el fin de analizar su situación actual.
- Mejora de los procesos actuales y establecimiento de nuevos procesos estandarizados que disminuyan el tiempo requerido para la producción y mejoren el flujo del mismo, siendo planteados en flujos de procesos.
- Estandarización del proceso de producción mediante el establecimiento de procedimientos y señalizaciones para la producción del compostaje.
- Diseño y distribución de nuevas facilidades de acuerdo a las necesidades del proceso de producción con aprovechamiento del espacio, utilizando AutoCad como plataforma de diseño.
- Establecimiento de un sistema que permita el control y registro de la producción al final del proceso, mediante la creación de hoja de registro y pizarras de seguimiento de producción.

## **1.5 Justificación de la Investigación**

La presente investigación abarca el análisis de la situación actual de los procesos de compostaje de Tierra Urbana Servicios Ambientales y las propuestas de mejoras al mismo, con el propósito de estandarizar los procesos actuales, incrementar la productividad de la empresa, mejorar la utilidad de la misma y asegurar su capacidad de crecimiento en el mercado.

Actualmente, la empresa maneja el servicio del “Kit Bokashi” (un sistema de 5 galones en el que se acumulan y fermentan los restos de alimentos) con el fin de recolectar los residuos orgánicos de los hogares del Distrito Nacional y transformarlos en compost; ofreciendo una solución al dilema medioambiental existente mediante la reutilización de los desechos generados en los hogares y la reducción en desechos sólidos enviados al vertedero. Tomando en cuenta que los jóvenes deben velar por un futuro sostenible, consideramos nuestro deber apoyar este tipo de empresas que buscan asegurar un hábitat duradero para todos.

Es por esto que se busca simplificar el proceso de compostaje dentro de las facilidades de la empresa y proponer mejoras para que este tipo de empresas puedan ser rentables a lo largo del tiempo. Se busca que las mejoras resulten en un incremento en la productividad, eficiencia y capacidad de crecimiento de la empresa, logrando que los ahorros con los métodos propuestos se traduzcan en un capital que pueda contribuir a la inversión necesaria para expandir las operaciones de la empresa. De esta manera, más personas podrán recibir los servicios de Tierra Urbana, lo cual no solo aumentará los ingresos de la empresa sino que aportará a un futuro sostenible.

## **1.6 Alcance**

En este proyecto se estudiarán los procesos de producción de compostaje de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales, desde el transporte de los materiales al centro de compostaje hasta su transformación en compost y empaquetado. Esto se hará mediante la aplicación de distintas herramientas de la ingeniería industrial, con el fin de reducir los tiempos operacionales e incrementar la productividad y eficiencia de los procesos, a la vez que se mantiene la calidad del producto brindado.

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

## **Capítulo 2: Marco Teórico**

### **2.1 Antecedentes**

#### **1. Proyecto piloto de compostaje comunitario en Mazcuerras**

**Autor(es):** Gobierno de Cantabria

**Fecha:** 2018

**Objetivo general:** Obtener unas tasas elevadas de materia orgánica recogida y reducir en un 10% la cantidad de residuos depositados en los contenedores.

**Resumen general:** Se trata de plantear tres zonas para el Compostaje Comunitario, que reciban los residuos domésticos, restos de siega y pequeños desbroces en Mazcuerras, Villanueva e Ibio, en una zona céntrica donde la mayoría de los vecinos puedan depositar sus residuos orgánicos sin necesidad de recogida domiciliaria. Se pretende dar servicio a los vecinos del pueblo y que se puedan recibir parcialmente los restos de poda y mantenimiento de jardines y zonas verdes municipales, así como de vecinos del municipio. Desde ninguno de los núcleos de población hay una distancia superior a 5 km del área donde se recepcionarán los materiales orgánicos a compostar. (Gobierno de Cantabria, 2018)

#### **2. Plan estratégico para el aprovechamiento del compost residual para la empresa agrícola**

**Del Alto S.A.S, haciendo énfasis en los aspectos ambientales**

**Autor(es):** Hernandez Marin, Mariluz

**Fecha:** 2013

**Objetivo general:** Elaborar un plan estratégico para el aprovechamiento del compost residual de un cultivo de champiñones, haciendo énfasis en los aspectos ambientales

**Resumen general:** En el siguiente documento se encuentra una propuesta para el uso del compost residual en un cultivo de champiñón, está basada en tres opciones de uso que son: transformación del compost residual fuera de la empresa, transformación del compost residual en las instalaciones de la empresa, y venta del compost residual sin transformación. La opción recomendada es la segunda (transformación del compost gastado en compost orgánico dentro de la empresa). A esta se le realizó el estudio de impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold y evaluación financiera donde se obtuvo el valor presente neto de la inversión. (Hernandez Marin, 2013).

### **3. Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura**

**Autor(es):** Mendoza Juárez, Marcos Antonio

**Fecha:** Octubre 2012

**Objetivo general:** Elaboración de una propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en el campus de la Universidad de Piura.

**Resumen general:** El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal, la elaboración de una propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en el campus de la Universidad de Piura. Se instalaron cuatro pilas de compostaje de estos materiales denominados “tratamientos”; además se evaluó el efecto de la aplicación de microorganismos eficaces sobre la calidad fisico-química y microbiológica del compost, junto con el grado de degradación alcanzado en cada uno de los tratamientos. La metodología de compostaje utilizada, se basó en un proceso aeróbico de dos meses. Se realizaron volteos semanales de forma manual, riegos diarios para mantener la humedad óptima, medición de temperatura tres veces por semana, aplicación semanal de microorganismos eficaces en dosis preestablecidas, y toma de muestras

cada dos semanas, para el análisis físico-químico, y cada semana, para el análisis microbiológico. Bajo las mismas condiciones ambientales, se determinó como más eficiente el tratamiento 2, con dosis de 1 L de EM-compost, ya que garantizó la obtención de un compost de buena calidad y generó menor porcentaje de residuos sin degradar durante el proceso. (Mendoza Juárez, 2012)

#### **4. Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de compost: viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá y sus alrededores**

**Autor(es):** José Pablo Uribe López, Andrés Vanegas Barrera y Francisco Alejandro Cardona González

**Fecha:** Mayo 2004

**Objetivo general:** Generar un plan de negocio para la creación de una empresa productora de Compost, evaluando tres entornos diferentes para su localización (en Bogotá y sus cercanías), que esté encaminado a detallar la viabilidad real del negocio y la posterior consecución de recursos para la realización del proyecto.

**Resumen general:** Compostajes de Colombia COMPOSTCOL LTDA. será una empresa ubicada en Soacha, Cundinamarca, que procesará residuos sólidos orgánicos de la ciudad de Bogotá y otros municipios cercanos, para la producción de compost. Este producto es utilizable en cualquier tipo de cultivo y es un complemento necesario para mantener la productividad de la tierra. Inicialmente se comercializará en el departamento de Cundinamarca, e irá dirigido a los cultivos más representativos en cuanto al número de hectáreas cultivadas en el territorio. Las ventas de este producto dependerán, proporcionalmente, del volumen de residuos con los que se

pueda contar para ser procesados. Dichos residuos se incrementarán cada año al suscribir nuevas fuentes que cumplan con las condiciones de separación y transporte requeridas. Se tiene actualmente alianzas con empresas interesadas en la puesta en marcha de esta actividad, como C.I. OMA S.A., quienes aportarán a la empresa experiencia y apoyo técnico y de gestión ambiental. Los gestores de esta idea son tres ingenieros industriales que quieren crear empresa y aportar a la sociedad. Para lograr este objetivo, este proyecto necesita para su puesta en marcha una inversión inicial de \$2'085.920.978, de la cual el 48% será de los gestores y socios inversionistas y el 52% restante se pedirá en préstamo a una entidad financiera. La empresa brinda una garantía de resultados a cinco años, obteniendo una rentabilidad de 132%, la cual está muy por encima de cualquier opción financiera en el mercado, un valor presente neto calculado al 16,25% de \$9.161.663.014,80 y CAUE al 16,25% de xxiv \$2.929.696.826,13. Esta garantía es dada por un producto innovador y necesario para un país con un sector agrícola necesitado de tecnología y productividad. (Uribe, Vanegas, & Cardona, 2004)

## 2.2 Marco Conceptual

- **Compostaje:** El compostaje es un proceso de transformación aeróbica de distintos tipos de manera orgánica que resulta en la producción de un tipo de abono llamado compost y que ofrece “la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos” (Román et al., 2013).
- **Descomposición Aeróbica:** Implica la degradación en ausencia de oxígeno de materia orgánica (normalmente utilizada en procesos de compostaje) (Global Aquaculture Alliance, 2018).

- **Residuos orgánicos:** Son residuos biodegradables que se desintegran o degradan rápidamente. A nivel urbano, los residuos orgánicos se componen principalmente de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario (Consortio Provincial de Residuos Sólidos Urbanos., s. f.).
- **Material seco:** Materia orgánica rica en carbono, utilizada como materia prima para compostar tales como hojas secas, restos de poda, aserrín, papel, cartón, virutas de madera, paja (Garcia Izquierdo, B. Gonzales Rodriguez, C. 2017)
- **Material verde:** Materia orgánica rica en nitrógeno como hojas frescas (recién obtenidas), grama, restos de alimentos (cáscaras de vegetales y frutas, cáscara de huevo, etc.) (Esquerrà i Roig, 1998).
- **Compost:** Material estable que aporta nutrientes al suelo, resultante de la descomposición de la materia orgánica por parte de microorganismos benéficos (hongos, bacterias, etc.) que la degradan en condiciones aeróbicas (Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. 2014)
- **Bokashi:** Bokashi es una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. (Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. 2014). A nivel urbano, el método Bokashi utiliza un activador inoculado con microorganismos benéficos para fermentar los restos de alimentos y facilitar su posterior proceso de compostaje.
- **Cedazo:** Es un instrumento formado por un aro y una tela (comúnmente cerdas) que cierra la parte inferior. Este es utilizado para separar las partes sutiles de las gruesas, como la harina, el suero, y en este caso, el compost. (RAE, s. f.).
- **Bieldo:** El bieldo es una herramienta que funciona para aventar y/o mover material, por ejemplo paja o cereal cortado. Está compuesto por un mango largo de madera con un palo

centrado en perpendicular en uno de sus extremos del que salen tres o cuatro puntas paralelas en forma de dientes (RAE, s. f.).

- **Pallet (término en Inglés):** Consiste en una pequeña plataforma portátil hecha con listones de madera u otros materiales como plástico, metal o cartón, que sirven para apoyar las mercancías durante su almacenamiento y/o transporte (Acacia Technologies, 2019).
- **Alambre dulce:** Es un alambre flexible, comúnmente utilizado para el embalaje de mercancías (RAE, s. f.).
- **Ángulo de acero:** Es una barra plana de acero, doblada a 90° con lados iguales, formando una figura en forma de letra “L”. Este material se considera ideal para ser aplicado en estructuras asimétricas (Redacción Panel y Acalados Monterrey, s.f.).
- **Malla electrosoldada:** Está formada por dos sistemas de barras, comúnmente alambres de acero, uno longitudinal y otro transversal, que se cruzan entre sí perpendicularmente. Sus puntos de contacto están conectados por soldaduras eléctricas (Industrial de Armaduras OMNIA, s. f.).
- **Malla de gallinero:** Es una malla de alambre galvanizado, comúnmente conocida como malla de gallinero, que se encuentra tejido con hendiduras hexagonales unidas en triple torsión, reforzada con remates laterales (G&J, s. f.).
- **Termómetro de compostaje:** Herramienta utilizada para el monitoreo de la actividad interna de una pila de compostaje, con el fin de determinar si hay bacterias mesófilas o termófilas en acción. Tiene una vara larga y delgada que se inserta en la pila, dejando afuera la cabeza que indica con una aguja la temperatura actual (Louie, R. 2015).

- **Productividad:** Es una medida económica que cuantifica la cantidad de bienes y/o servicios producidos por cada factor utilizado (tiempo, capital, trabajador, entre otras) durante un periodo estipulado. Ofreciendo información real sobre el desempeño tanto de los trabajadores como de los procesos. (Sevilla Arias, A. 2016)
- **Eficiencia:** Es la capacidad de ejecutar de manera adecuada una función o actividad. Siendo calculada mediante la razón de la producción real sobre la producción estándar (Niebel & Freivalds, 2009)
- **Capacidad:** Es la propiedad de contención de una cantidad de algo, hasta llegar a un límite (su capacidad). Además, una aptitud de un producto, servicio, proceso, persona, organización u recurso, que funciona para obtener una salida que cumplirá los requisitos (ISO 9000:2015(es), 2015).
- **Estandarización:** Consiste en el proceso de adaptar y/o ajustar particularidades de un producto, procedimiento o servicio, con la finalidad de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común (Secretaría de Economía, 2015).
- **Protocolos:** Consta de una actividad, acto o sucesión de actos, que pueden estar sujetos tanto a normas de protocolo que dicte el poder público o que se dé a sí misma la entidad organizadora (López Nieto, F. 2006).
- **Punto de equilibrio:** Es aquel análisis que permite conocer la cantidad de productos que es necesario vender para que una determinada empresa pueda cubrir sus costos (Mazón-Arevalo, Villao-Burgos, Nuñez, Serrano-Luyó, 2017).

### 2.3 Marco Contextual

**2.3.1 Tierra Urbana Servicios Ambientales, SRL.** Tierra Urbana Servicios Ambientales es una empresa que surge a finales de 2020 con la finalidad de comenzar a darle un manejo diferente a los residuos orgánicos en el país. La misma ofrece soluciones para el manejo de residuos orgánicos a nivel urbano, en hogares (casas y apartamentos), instituciones, centros educativos y negocios; promoviendo la economía circular en torno a la transformación de los residuos sólidos orgánicos, especialmente a través del compostaje y del uso de compost orgánico en huertos urbanos, áreas verdes y sistemas agrícolas ecológicos. Dos iniciativas comprometidas con la búsqueda de soluciones ecológicas a nivel rural y urbano, Finca Tierra Negra y Green Depot deciden unir fuerzas y crear esta nueva empresa.

Actualmente, Tierra Urbana ofrece productos, servicios, educación y asesorías para el manejo de residuos orgánicos a nivel urbano, inicialmente en el Distrito Nacional, siendo este uno de los principales generadores de residuos en el país. Su enfoque actual se centra en la recogida de residuos orgánicos en casas y apartamentos.



*Ilustración No. 1 Logo de la Empresa.*

### **2.3.2 Propósito Organizacional.**

**Misión:** Fomentar la educación ambiental en República Dominicana, generando y promoviendo economías circulares en torno al manejo y transformación de los residuos

sólidos orgánicos; a través del compostaje, el uso de compost orgánico en huertos urbanos, áreas verdes y sistemas agrícolas ecológicos, etc.

**Visión:** Disminuir la huella ecológica en el país, esparciendo nuestros productos y servicios para que la mayoría de los residuos orgánicos sean manejados adecuadamente tanto en zonas rurales como urbanas. Además, lograr que el 100% de los insumos que usamos sean locales y reciclables.

**Valores:** Responsabilidad ambiental y social, calidad, honestidad, innovación, compromiso, adaptabilidad, integridad y liderazgo.

### 2.3.3 Ubicación.

Actualmente, esta empresa cuenta con tres ubicaciones distintas, cada cual con su funcionalidad específica.

**2.3.3.1 Oficina y almacén.** En Plaza Central (Plaza ubicada en la esquina Av. 27 de Febrero y Av. Winston Churchill, DN) se encuentra tanto su oficina administrativa como su almacén de inventario nuevo.



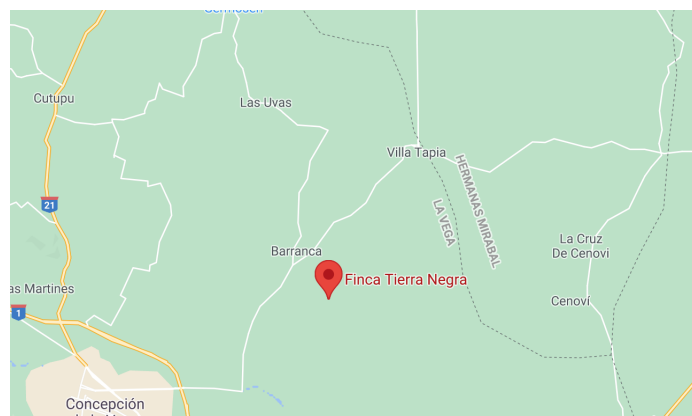
*Ilustración No. 2 Ubicación de Oficina y Almacén de la Empresa.*

**2.3.3.2 Centro de distribución y lavado.** En Green Depot (fábrica de Desechables Biodegradables ubicada en Los Restauradores, DN) se vacían las cubetas llenas de residuos orgánicos en tanques para llevarlas al lugar de compostaje, y también se limpian para ser devueltas al distribuidor (empresa RecíclameRD encargada de la recolección y entrega de las cubetas Bokashi en los hogares participantes).



*Ilustración No. 3 Ubicación de Centro de Distribución y Lavado.*

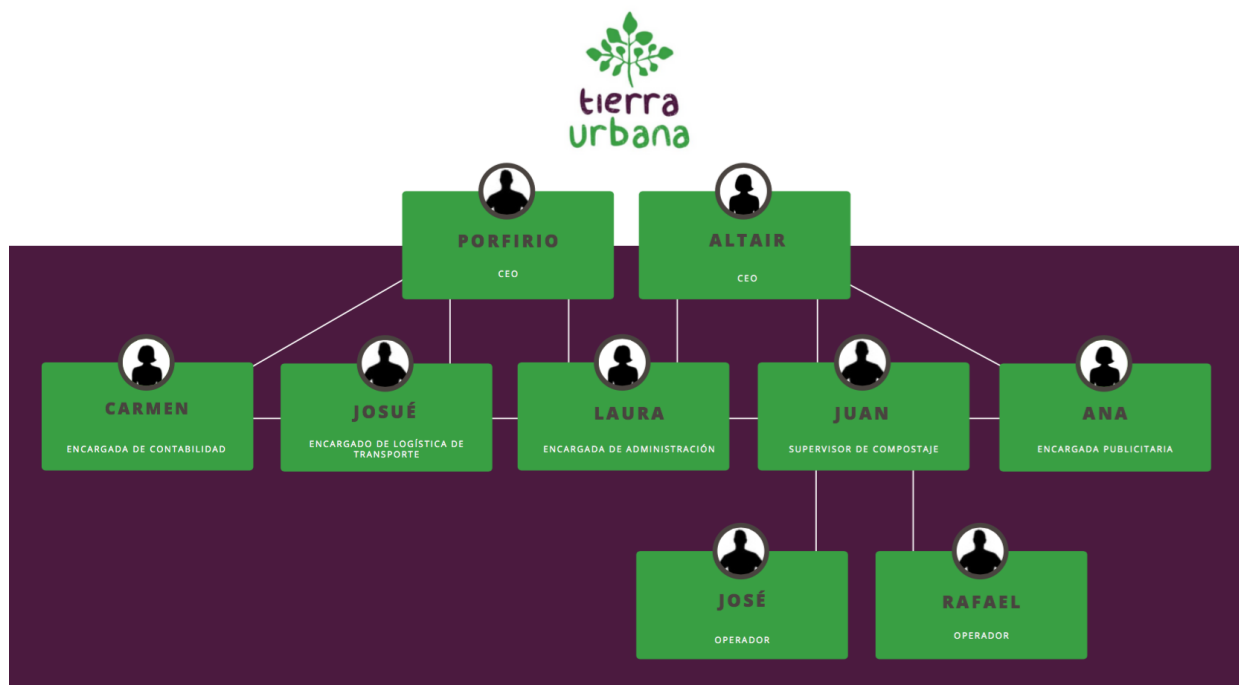
**2.3.3.3 Finca de compostaje.** En Finca Tierra Negra (finca agroforestal y agroecológica ubicada en Barranca, La Vega) es donde se vacían los tanques de residuos orgánicos para ser compostados.



*Ilustración No. 4 Ubicación de Finca de Compostaje.*

### 2.3.4 Organigrama.

Actualmente, la empresa cuenta con 7 empleados y 2 socios dueños de la empresa. El siguiente organigrama muestra de manera jerárquica la función dentro de la empresa de cada trabajador:



*Gráfico No. 1 Organigrama Estructural.*

### 2.3.5 Principales Productos.

Actualmente, la empresa ofrece dos productos principales: El Kit Bokashi (Ilustración No. 5, p.19) y el compost (Ilustración No. 6, p.20) .

El Kit Bokashi consiste en una o dos cubetas Bokashi, acompañadas de un envase para pre-recolección de residuos, un compactador (para comprimir los residuos y asegurar un proceso de fermentación anaeróbico), una libra de activador Bokashi y un medidor (para aplicar las cantidades correctas de activador Bokashi). El Kit Bokashi es ofrecido a través de un mecanismo de Suscripción que incluye la recogida mensual de la cubeta llena y la entrega de una limpia y vacía con activador Bokashi dentro. Dependiendo de la cantidad de personas que residan en el hogar, se les recomienda que adquieran el Kit Hogar Pequeño que solo incluye una cubeta o el Kit Hogar Grande que incluye una cubeta adicional.

La empresa también ofrece compost, producto resultante del compostaje de los residuos orgánicos recolectados. Dicho producto es devuelto a los clientes que forman parte de la suscripción. A futuro se contempla la venta del mismo.



*Ilustración No. 5 Kit Bokashi.*



*Ilustración No. 6 Compost.*

## **Capítulo 3: Marco Metodológico**

## Capítulo 3: Marco Metodológico

### 3.1 Tipo de Investigación

La investigación abarcará tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Para el análisis actual y propuesto de procesos y protocolos se aplicarán herramientas cualitativas, para describir las metodologías y procedimientos para la transformación de residuos sólidos y el empaquetado del producto terminado. Estos análisis se verán apoyados por un análisis cuantitativo en el que se estudiarán los tiempos utilizados en los procesos, se calcularán los niveles de productividad actuales, se estimarán los gastos monetarios actuales, se proyectará la mejora en la productividad tras lo propuesto y se cotizará la inversión necesaria para las mejoras.

### 3.2 Métodos para la Obtención de la Información

- **Análisis de costos:** El análisis de costo en producción es el valor monetario de los diversos insumos que una empresa necesita para producir un producto. Ayuda a determinar el nivel óptimo de producción, y por esto juega un papel crucial en el proceso de toma de decisiones de una empresa (Corvo, 2019).
- **Diagrama de flujo de procesos:** Consiste en representar gráficamente un proceso mediante una serie de pasos estructurados con una secuencia establecida que permiten ver cada elemento del proceso como un todo (Raffino, 2020).
- **Estudio de tiempos:** Forma parte de las técnicas de medición de trabajo se utiliza para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a los elementos que definen la tarea realizada en condiciones específicas, y analizar los datos para encontrar el tiempo requerido para realizar la tarea (Salazar, 2019).

- **Distribución de plantas:** La distribución de la planta es el proceso de organizar los diversos elementos de la línea de producción de una empresa de acuerdo con su ubicación física y los factores que influyen en su éxito (Mejia, H., Wilches, M. J., Galofre, M., & Montenegro, Y., 2011).
- **“Cuello de botella”:** Se refiere a una restricción que limita el rendimiento de los procesos o sistemas, afectando la productividad (Pastrana, 2020).
- **Kaizen (5s):** Es uno de los principios básicos utilizados en la manufactura esbelta que pretende maximizar la eficiencia en los lugares de trabajo, y dar la posibilidad de contar con diversificación de productos, calidad más elevada, menores costos, entregas fiables, entre otras (Hidalgo Castro & Barcia Villacreses, 2009).
- **Diagrama Ishikawa:** Es también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama causa-efecto (CE). Este permite estructurar la información mediante un esquema gráfico, para ayudar a determinar las causas que producen un problema. Sin embargo, no identifica la causa raíz en sí (Valenzuela, 2000).
- **Cinco porqués:** Este método de hacer preguntas tiene como objetivo descubrir la causa raíz de un problema o cuestión en particular. Se cree que preguntar cinco veces llegará a la raíz del problema (Álvarez, A., 1999).
- **FODA:** Es una herramienta de planificación y toma de decisiones que permite analizar factores internos y externos de una situación que se busca mejorar (OCCMundial, 2021).

### 3.3 Herramientas del Proceso de Resultados

- **Microsoft Excel:** Herramienta de procesamiento de datos utilizada para el registro de información, y realización de cálculos matemáticos que sustentan la investigación.

- **Microsoft Word:** Utilizado para la redacción de documentos, y documentar la información pertinente a la investigación.
- **Microsoft PowerPoint:** Utilizado para la presentación de la investigación recopilada en el presente documento.
- **AutoCad:** Software asistido por computadoras utilizado para el diseño de los planos pertinentes a la distribución de las facilidades.
- **Canva:** Herramienta de diseño utilizada para el diseño de la estructura organizacional.
- **Lucid chart:** Herramienta para el diseño de diagramas, utilizado para la elaboración de los diagramas de flujo y de Ishikawa.

## **Capítulo 4: Análisis de la Situación Actual**

## **Capítulo 4: Análisis de la situación actual**

### **4.1 Generalidades**

La empresa Tierra Urbana es una empresa nueva y pequeña que ofrece servicios y productos desconocidos en el mercado dominicano y que carece de procesos estandarizados especialmente en su línea de producción de compost. También, cuentan con una mala ubicación del centro de compostaje ya que se requiere elevados tiempos y costos de transporte para hacer llegar la materia prima a dicho centro y poder comenzar la producción, incluyendo una ineficiente distribución de las áreas dentro del mismo.

Todo esto se traduce en un manejo deficiente del tiempo, del dinero y de los espacios, además altas demoras por la excesiva necesidad de transporte que no agrega valor a los procesos de la empresa. Todo esto genera limitaciones en cuanto al almacenamiento y la capacidad de producción.

Con el fin de analizar la situación real de la empresa y para lograr atacar aquellas debilidades y/o amenazas que causan limitaciones y desperdicios en sus procesos productivos, en este capítulo se acudirá al uso de varias herramientas de ingeniería, tales como: levantamiento de los costos de transporte de la materia prima, diagramas de flujo, FODA e Ishikawa, distribución de los espacios del centro de compostaje actual, recorrido para ejecutar los procesos dentro del centro y estudio de tiempo.

### **4.2 Levantamiento de los costos de transporte de materiales para la producción**

Actualmente, Tierra Urbana Servicios Ambientales tiene su sede de compostaje en Finca Tierra Negra, una finca agroforestal y agroecológica ubicada en Barranca, La Vega, República

Dominicana. Dicho proceso requiere varios materiales para ser ejecutado, estos siendo: material seco (hojas secas, paja de coco, etc.), material verde (hojas verdes, grama, etc.), residuos orgánicos (restos de alimentos) y compost (tipo de compost orgánico). Parte de estos materiales son acopiados en el Distrito Nacional y deben ser transportados al centro de compostaje ubicado en La Vega. La cantidad de material necesario para el compostaje depende de la cantidad de pilas que se vayan a producir, y la cantidad de pilas depende de la cantidad de cubetas con residuos orgánicos en el servicio de recogida. Para el acopio y transporte de los residuos orgánicos se utilizan tanques de 55 galones, es decir, se vacían 10 cubetas de cinco galones en cada tanque.

Actualmente, la empresa recibe 57 cubetas de residuos orgánicos mensuales, esto resulta en el armado de seis pilas de compost de un metro cúbico al mes. La siguiente tabla muestra la cantidad de material necesario por pilas de compost (sombreado en amarillo la cantidad requerida actualmente):

<b>MATERIALES PARA PRODUCCIÓN DE</b>		
<b>Material</b>	<b>Cantidad de pilas</b>	
	<b>1</b>	<b>6</b>
<b>Residuos orgánicos (tanques)</b>	1	6
<b>Material seco (sacos)</b>	10	60
<b>Material verde (sacos)</b>	5	30
<b>Compost (sacos)</b>	1	6

*Tabla No. 1 Materiales para Producción de Pilas de Compost.*

De los materiales necesarios para armar las pilas de compost, los sacos de material verde y los residuos orgánicos son aquellos que se encuentran en Santo Domingo y deben ser trasladados a La Vega. En base a la tabla anterior se puede concluir que para el transporte de la cantidad de

residuos que recogen actualmente y la cantidad de material verde necesario para armar las pilas con estos residuos, se requerirá el transporte de seis tanques de 55 galones de residuos orgánicos y 30 sacos de material verde. El medio de transporte utilizado tiene capacidad para cuatro tanques por viaje, por lo tanto para el transporte de seis tanques se realizan dos viajes, ida y vuelta (Ilustración No. 7, p.29). Para el material verde, el transporte tiene capacidad para 15 sacos por viaje, por lo tanto para trasladar los 30 sacos realizan dos viajes (ida y vuelta). Es decir que la empresa realiza cuatro viajes mensuales para el transporte de estos materiales.

En la siguiente tabla se detalla los consumos de tiempo y dinero al realizar viajes (ida y vuelta) desde el centro de distribución en Santo Domingo hasta el centro de compostaje en La Vega, sombreado en amarillo la cantidad de viajes que se realizan acualmente:

<b>VIAJES PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES A CENTRO DE COMPOSTAJE</b>		
<b>Cantidad de viajes (ida y vuelta)</b>	1	4
<b>Tiempo en horas (ida y vuelta)</b>	3:20	13:20
<b>Distancia (km)</b>	260	1040
<b>Rendimiento Vehículo Km/Gal</b>	54	
<b>Consumo Combustible (Gal)</b>	4.81	19.26
<b>Costo Gasoil/Gal (actual)</b>	RD\$202.40	
<b>Costo gasoil (Diesel)</b>	RD\$974.52	RD\$3,898.07
<b>Gastos peaje</b>	RD\$60.00	RD\$240.00
<b>Gastos totales</b>	RD\$1,034.52	RD\$4,138.07

*Tabla No. 2 Viajes para el Transporte de Materiales a Centro de Compostaje*

Durante este levantamiento se pudo observar que en total, con los costos actuales de combustible y peaje, se invierten monetariamente RD\$4,138.07 pesos mensuales en el transporte

de la materia prima necesaria para el inicio de la producción. En términos de tiempo, toma aproximadamente 13 horas y 20 minutos realizar estos cuatro viajes, esto si no existe ningún contratiempo ni parada en el camino. Evidentemente, el transporte de los materiales necesarios para el compostaje representa una gran inversión de tiempo que no agrega valor a los procesos; además de gastos de combustible y desgaste del vehículo utilizado.

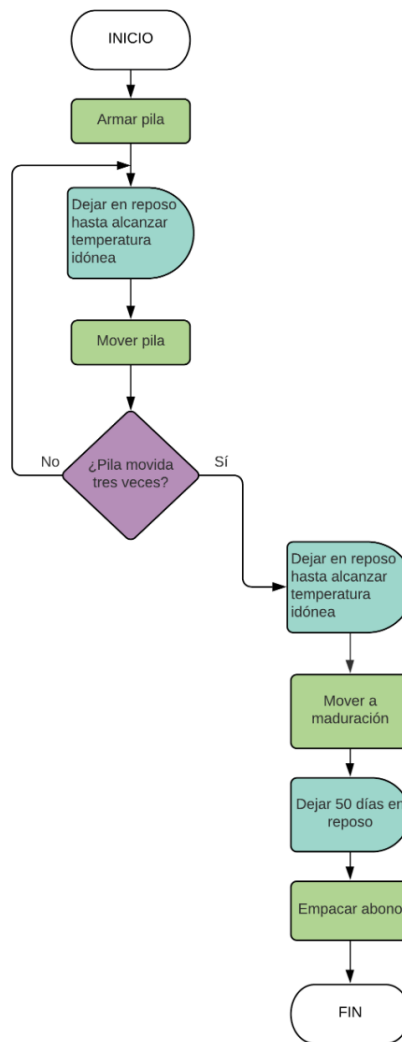


*Ilustración No. 7 Transporte de Residuos Orgánicos en Tanques*

### **4.3 Diagramas de flujo de procesos**

Los siguientes diagramas de flujo de procesos ilustran esquemáticamente los pasos que sigue la empresa actualmente para transformar residuos orgánicos (materia prima) en compost (producto final); mediante un largo proceso de descomposición aeróbica de aproximadamente dos meses y medio. Es decir, muestran el flujo de los procesos de producción de compost de la empresa, desde que se arma la pila para iniciar el proceso de transformación de los residuos, hasta que se empaca el compost en sacos.

### 4.3.1 Diagrama de flujo general de procesos de compostaje.



*Diagrama No. 1 Diagrama de Flujo General de Proceso de Compostaje.*

Este flujo, de manera general, representa el proceso completo de producción de compost. Como primer proceso se encuentra la preparación de la pila de compost, que consiste en apilar organizadamente los materiales requeridos para la producción y humedecerlos. Luego esta pila se dejará de dos a siete días en reposo, monitoreando su temperatura y moviéndola cuando lo requiera; este proceso se repetirá hasta que la pila sea movida tres veces. Cuando la misma esté

lista para ser movida una cuarta vez, con el estado calórico idóneo, se mueve al área de maduración donde permanecerá 50 días en reposo total. Al pasar estos días, se empaqueta el producto final, siendo este compost. En los siguientes flujos, se detallarán a profundidad los procesos mencionados anteriormente (Diagrama No. 2, p.33, Diagrama No. 3, p.36 , Diagrama No. 4, p.40).

En base a una estimación de los tiempos generales del proceso del compostaje proporcionado por la empresa, se realizó una tabla que detalla las actividades de manera cronológica y la duración de cada una. Se evidenció la operación de armar la pila como la más extensa dentro de los procesos de operación e inspección (sombreado en amarillo). La siguiente tabla muestra los resultados:

<b>DURACIÓN PROCESO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST</b>			
<b>#</b>	<b>Tipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Duración</b>
1	Operación	Armar pila	60 minutos
2	Estático	-	2 días en reposo
3	Inspección	Medir temperatura de pila	10 minutos
4	Operación	Mover pila	35 minutos
5	Estático	-	2 días en reposo
6	Inspección	Medir temperatura de pila	10 minutos
7	Operación	Mover pila	35 minutos
8	Estático	-	2 días en reposo
9	Inspección	Medir temperatura de pila	10 minutos
10	Operación	Mover pila	35 minutos
11	Estático	-	2 días en reposo
12	Inspección	Medir temperatura de pila	10 minutos
13	Operación	Mover pila a cilindro de maduración	35 minutos
14	Estático	-	50 días en reposo
15	Operación	Cernirido y empaquetado de compost	45 minutos
<b>TIEMPO TOTAL EN OPERACIONES</b>			<b>245 minutos</b>
<b>TIEMPO TOTAL EN ESTÁTICO</b>			<b>58 días</b>
<b>TIEMPO TOTAL EN INSPECCIÓN</b>			<b>40 minutos</b>

*Tabla No. 3 Duración Proceso de Producción de Compost.*



*Ilustración No. 8 Pila de Compost.*

### 4.3.2 Diagrama de flujo de operaciones de armado de pila.

DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES ARMADO DE PILA									
PAG 1 DE 1	MÉTODO ACTUAL <input checked="" type="checkbox"/>	MÉTODO PROPUESTO <input type="checkbox"/>	Fecha: 13 de junio del 2021						
RESUMEN									
Símbolo	Tipo de actividad	Cantidad	Distancia (m)		Tiempo (s)				
○	Operación	46	0		59.22				
→	Transporte	8	513		25.55				
□	Inspecciones	5	0		0.71				
⏸	Esperas	1	0		0				
▽	Almacenamiento	0	0		0				
TOTAL		60	513		65.48				
#	Actividades	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiempo (s)	Distancia (m)	Observación
1	Trasladar 5 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	2.98	83	Operario monta sacos ubicados en centro de acopio, los traslada en carretilla a área de compostaje y los desmonta frente a espacio donde hará pila
2	Trasladar 5 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	2.92	83	Operario vuelve con carretilla vacía a centro de acopio, monta sacos en carretilla, los traslada a área de compostaje y los desmonta frente a espacio donde hará pila
3	Trasladar 5 sacos de material verde	○	→	□	⏸	▽	3.50	83	-
4	Trasladar 1 saco de abono y herramientas	○	→	□	⏸	▽	2.96	83	-
5	Trasladar 1 tanque de residuos orgánicos	○	→	□	⏸	▽	6.88	83	Operario lo va rodando horizontalmente (muy pesado)
6	Conectar y prender manguera	○	→	□	⏸	▽	1.15	-	Llave al lado de área de compostaje
7	Verter 2 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	1.41	-	Operario vierte los sacos dentro de malla y distribuye el material con la mano
8	Rociar material con agua	○	→	□	⏸	▽	0.20	-	-
9	Verter 1 saco de material verde	○	→	□	⏸	▽	1.17	-	Operario vierte encima de material seco y distribuye con la mano
10	Inspeccionar nivel de humedad de material	○	→	□	⏸	▽	0.14	-	Operario observa y tocar material para determinar si se encuentra muy seco
11	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspeccion)	○	→	□	⏸	▽	0.18	-	-
12	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	○	→	□	⏸	▽	1.18	-	Operario primero llena cubeta con pala de residuos orgánicos para luego verter encima de material verde equitativamente y repetir una vez más
13	Enjuagar cubeta con agua	○	→	□	⏸	▽	0.49	-	Operario echa agua dentro de la cubeta y la mueve
14	Mezclar capa superior de la pila	○	→	□	⏸	▽	0.39	-	-
15	Verter 1/5 de saco de abono	○	→	□	⏸	▽	0.75	-	Operario toma un poco de abono con la pala y lo vierte en la pila
16	Agregar agua a la pila	○	→	□	⏸	▽	0.86	-	Agregar agua de cubeta enjuagada encima de pila roceado con la mano
17	Verter 2 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	4.08	-	-
18	Rociar material con agua	○	→	□	⏸	▽	0.23	-	-
19	Verter 1 saco de material verde	○	→	□	⏸	▽	1.20	-	-
20	Inspeccionar nivel de humedad de material	○	→	□	⏸	▽	0.11	-	-
21	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspeccion)	○	→	□	⏸	▽	0.19	-	-
22	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	○	→	□	⏸	▽	1.58	-	-
23	Enjuagar cubeta con agua	○	→	□	⏸	▽	0.51	-	-
24	Mezclar capa superior de la pila	○	→	□	⏸	▽	0.68	-	-
25	Verter 1/5 de saco de abono	○	→	□	⏸	▽	0.77	-	-
26	Agregar agua a la pila	○	→	□	⏸	▽	0.91	-	-
27	Verter 2 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	1.49	-	-
28	Rociar material con agua	○	→	□	⏸	▽	0.28	-	-
29	Verter 1 saco de material verde	○	→	□	⏸	▽	1.23	-	-
30	Inspeccionar nivel de humedad de material	○	→	□	⏸	▽	0.20	-	-
31	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspeccion)	○	→	□	⏸	▽	0.21	-	-
32	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	○	→	□	⏸	▽	1.47	-	-
33	Enjuagar cubeta con agua	○	→	□	⏸	▽	0.50	-	-
34	Mezclar capa superior de la pila	○	→	□	⏸	▽	0.70	-	-
35	Verter 1/5 de saco de abono	○	→	□	⏸	▽	0.71	-	-
36	Agregar agua a la pila	○	→	□	⏸	▽	0.90	-	-
37	Verter 2 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	1.41	-	-
38	Rociar material con agua	○	→	□	⏸	▽	0.26	-	-
39	Verter 1 saco de material verde	○	→	□	⏸	▽	1.17	-	-
40	Inspeccionar nivel de humedad de material	○	→	□	⏸	▽	0.13	-	-
41	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspeccion)	○	→	□	⏸	▽	0.22	-	-
42	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	○	→	□	⏸	▽	1.55	-	-
43	Enjuagar cubeta con agua	○	→	□	⏸	▽	0.52	-	-
44	Mezclar capa superior de la pila	○	→	□	⏸	▽	0.41	-	-
45	Verter 1/5 de saco de abono	○	→	□	⏸	▽	0.75	-	-
46	Agregar agua a la pila	○	→	□	⏸	▽	0.65	-	-
47	Verter 2 sacos de material seco	○	→	□	⏸	▽	1.42	-	-
48	Rociar material con agua	○	→	□	⏸	▽	0.23	-	-
49	Verter 1 saco de material verde	○	→	□	⏸	▽	1.21	-	-
50	Inspeccionar nivel de humedad de material	○	→	□	⏸	▽	0.13	-	-
51	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspeccion)	○	→	□	⏸	▽	0.21	-	-
52	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	○	→	□	⏸	▽	1.22	-	-
53	Enjuagar cubeta con agua	○	→	□	⏸	▽	0.50	-	-
54	Mezclar capa superior de la pila	○	→	□	⏸	▽	0.43	-	-
55	Verter 1/5 de saco de abono	○	→	□	⏸	▽	0.82	-	-
56	Agregar agua a la pila	○	→	□	⏸	▽	0.85	-	-
57	Trasladar lona para tapar pilas	○	→	□	⏸	▽	3.38	83	Operario se traslada a centro de acopio para buscar lona y llevarla a área de compostaje
58	Buscar piedras para agarrar lona	○	→	□	⏸	▽	1.78	15	Operario busca algunas piedras pesadas que hay en el área para agarrar lona
59	Cubrir pila con lona	○	→	□	⏸	▽	1.11	-	-

Diagrama No. 2 Diagrama de Flujo de Operaciones de Armado de Pila.

El proceso de armar la pila es el más importante y crítico de la producción ya que es predecesor de todos los demás, es decir, hasta que no se inicie este proceso la producción no puede iniciar. En dicho proceso, intervienen tres tipos de materiales, aquellos que contienen más nitrógeno, aquellos que contienen más carbono y el compost (que se incorpora para acelerar el proceso de descomposición gracias a los microorganismos benéficos que tiene). El material más rico en nitrógeno es el llamado “material verde” (poda fresca, hojas verdes, grama, estiércol, etc.) y los residuos orgánicos (restos de comida). El material más rico en carbono es el llamado “material seco” (hojas secas, ramas trituradas, paca, viruta, aserrín, cartón, papel, etc.). La relación de materiales utilizados en este proceso oscila entre 40% material seco y 60% material verde.

El proceso de armar la pila de compost inicia cuando el operador reúne todos los materiales involucrados en el proceso; el material verde, el material seco y el compost que se encuentran almacenados en sacos y los residuos orgánicos se encuentran en un tanque. Para medir la cantidad de residuos orgánicos que se van a echar en cada capa de la pila, se utiliza una cubeta de cinco galones; el operador con una pala traslada los residuos del tanque a la cubeta cada vez que lo va a verter en la pila. Consecuentemente, se da inicio al proceso de armar la pila, en el cual se vierten los materiales por capa dentro de una malla electrosoldada de 1.2 metros de diámetro (*Ilustración No. 9, p.35*).

Como se puede ver detallado, el proceso de armar una pila de compost dura un aproximado de 65.48 minutos, equivalente a más o menos una hora, dentro de los cuales el transporte de los materiales ocupa 25.55 minutos ocupando casi el 40% del proceso completo. En total, para la preparación de una pila el operador se traslada 513 metros, es decir un poco más de medio kilómetro.

Durante el levantamiento se observaron varias dificultades en el proceso:

- Transporte excesivo para trasladar materiales necesarios para iniciar el proceso (causa mucha fatiga para el trabajador);
- Transporte de tanques desde centro de acopio a área de compostaje sumamente incómodo por tamaño y peso de tanque;
- Traslado de residuos orgánicos de tanque a cubeta muy largo e incómodo para el trabajador (residuos se pegan y es difícil despegarlos con la pala);
- Para proceso de inspección de humedad del material verde el operador se auxilia mucho en supervisor para determinar si echarle agua o no, el cual se vuelve muy repetitivo e innecesario ya que el operador siempre termina echándole agua al material.



*Ilustración No. 9 Operador Armando Pila de Compost.*

### 4.3.3 Diagrama de flujo de procesos de movida de pila.

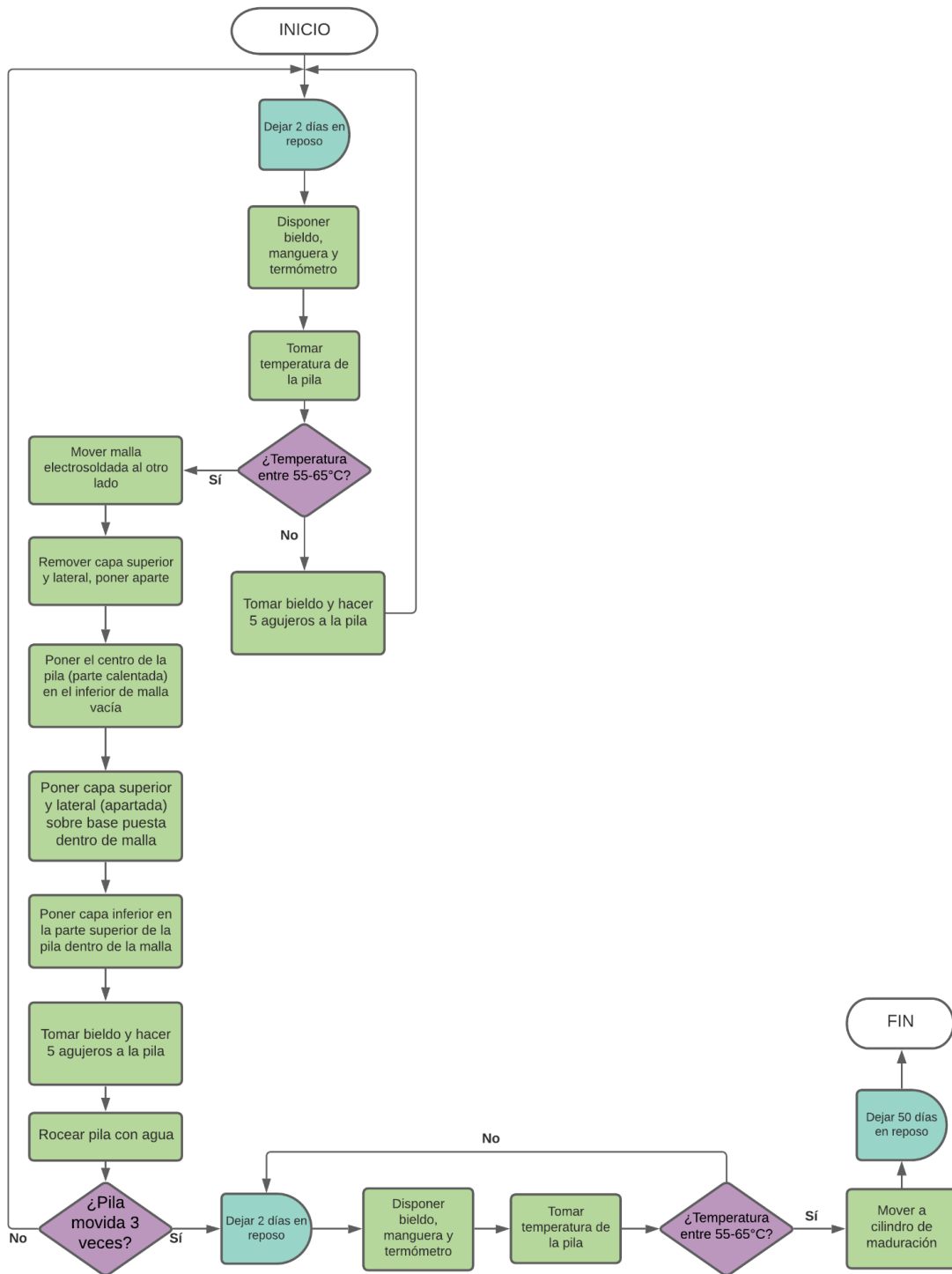


Diagrama No. 3 Diagrama de Flujo de Procesos de Movida de Pila.

Tras pasar el proceso de armado de pila y dejar dos días en reposo; se pasa a inspeccionar el estado de la temperatura de la pila (Ilustración No. 10, p.39). Si la pila se encuentra dentro del rango calórico de 55°C a 65°C se procede a mover la pila organizadamente para que el centro de la pila quede alrededor y los alrededores queden en el centro, de lo contrario se deja en reposo 2 días más y se repite el proceso de inspección de la temperatura. Siempre que pasan 2 días de reposo, el operador debe volver a realizarle agujeros a la pila, para asegurar la entrada de oxígeno, ya que estos agujeros al pasar los dos días de reposo se tapan por completo. Para poder comenzar a mover la pila, primeramente se abre la malla electrosoldada donde se encuentra la pila, para luego trasladarla hacia el lado, y mover la pila entrandola nuevamente en la misma malla de donde se sacó. Es decir, para las tres movidas, se utiliza la misma malla electrosoldada. Cuando la pila ya se haya movido tres veces, y esté lista para una cuarta, se mueve a un cilindro de maduración, donde permanecerá 50 días en reposo total.

Durante todo este periodo de compostaje activo, la pila pasa por 3 etapas:

1. **Etapa mesofílica:** Intervienen/crecen bacterias y hongos que trabajan a temperatura ambiente entre 10°C y 40°C.
2. **Etapa termofílica:** Intervienen/crecen bacterias y hongos que generan calor y se reproducen rápidamente, causando altas temperaturas entre 45°C y 70°C. En esta etapa mueren patógenos.
3. **Etapa maduración:** Intervienen hongos que regresan a trabajar a una temperatura ambiente entre 10°C y 40°C y el compost entra en un proceso de estabilización.

Durante el primer mes, que incluye el armado de la pila y las cuatro movidas de la misma, la pila de compost se reduce de un 40% a un 50%; es por esta razón que al momento de pasar a maduración, se pueden entrar al mismo tiempo de cuatro a cinco pilas que ya estén listas, en un

solo cilindro de maduración de 2.0 metros de diámetro. Si las pilas no están listas al mismo tiempo se tendrán que entrar en cilindros de maduración separadas a medida que lleguen a su rango de temperatura indicado. Esto causa desaprovechamiento del espacio, pero las pilas deben moverse en el momento indicado, ya que si se prolonga puede llegar a superar los 70°C y esto causaría mucho daño a los microorganismos dentro de la pila, provocando la muerte de bacterias y hongos benéficos. Todo esto se traduciría en una gran disminución de la calidad de la pila completa, por lo tanto del producto final. Finalmente, cuando la pila cumple 50 días en maduración, se reduce de un 20% a un 30% más; resultando en un aproximado total de 70% de consunción de la pila al final de todas las etapas.

Al observar el proceso de mover la pila se pudo identificar que la actividad de medida de la temperatura con el termómetro de compostaje debe ser realizada por el supervisor, ya que los operadores no manejan el conocimiento necesario para utilizar dicho termómetro. En base a la temperatura que mida el supervisor, el mismo da o no la orden de mover la pila, si indica que aún no está lista, en 2 días debe repetir este proceso.

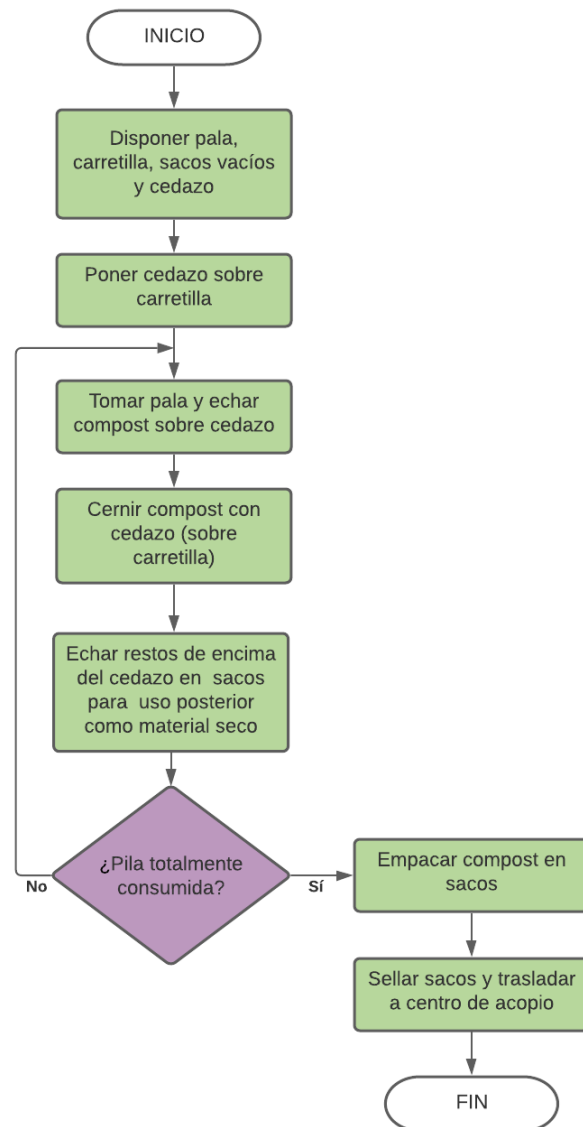
Durante el levantamiento se observaron varias trabas:

- Dependencia de inspección de la temperatura para mover la pila;
- Necesidad de repetición constante de procesos por ineficiencia de la operación (transporte de materiales y hoyos para oxigenar la pila);
- Dependencia de un supervisor para mover la pila;
- Dificultad para mover la malla electrosoldada al momento de voltear la pila por parte del operador (el trabajador lucha para mover la malla de un lado al otro sin lastimarse).



*Ilustración No. 10 Inspección de Temperatura de la Pila de Compost.*

#### 4.3.4 Diagrama de flujo de procesos de empacado de compost.



*Diagrama No. 4 Diagrama de Flujo de Procesos de Empacado de Compost.*

Para concluir por completo el proceso de transformación de los residuos y generación de compost, se debe cernir y empacar en sacos el producto final. Primeramente, se va sacando la pila que estuvo reposando por 50 días en el cilindro de maduración y se va cerniendo hasta que la pila quede totalmente consumida (Ilustración No. 11, p.41). Lo que queda en el cedazo se

empaca en sacos para ser utilizado posteriormente en el proceso de armado de pila como material seco. Lo que queda cernido es el compost, este se empaca en sacos para ser distribuido más adelante en empaques más personalizados.

Durante el levantamiento se observó que no existe una estandarización para el empaqueo de compost. Es decir, la empresa no cuenta con instrucciones específicas sobre cómo se debe cernir y empaquear el compost, por lo tanto el operador no sigue ningún procedimiento y ejecuta el proceso como entienda. Además, no existe ningún tipo de registro ni control sobre la cantidad de sacos de compost ni de material seco (restos en cedazo) que son empaquados al finalizar el proceso.



*Ilustración No. 11 Proceso de Cedacear el Compost.*

#### **4.4 Estudio de tiempos de proceso de armar pila**

La línea de producción de compost consta genéricamente de tres procesos: armar la pila, mover la pila y empaquear el compost. El proceso de armar la pila es el proceso más crítico e

importante ya que es el que da inicio a toda la producción además de ser el que más tiempo toma en ejecutarse. Es por esto que se decidió hacer una toma de tiempo sobre este proceso en específico, con el fin de determinar las operaciones más largas dentro del mismo así como su tiempo de ciclo.

Tras realizar el estudio de tiempo, tomando cinco veces el tiempo del proceso completo de armar una pila, se procedió a calcular su tiempo promedio, tiempo normal y finalmente tiempo de ciclo. Mediante la utilización de la calificación de actuación del operario del sistema Westinghouse (Tabla No. 5, p.43) y el cálculo de holgura recomendado por ILO (Tabla No. 6, p.43). Resultando en un tiempo de ciclo total de 79.38 minutos, equivalente a aproximadamente 1 hora y 19 minutos. En el Anexo #1 (p.105) se puede apreciar la tabulación completa de la toma de tiempo de cada una de las actividades del proceso de armado de pila. En la siguiente tabla se muestra un resumen del estudio de tiempos así como el cálculo del tiempo de ciclo del proceso en su totalidad:

RESUMEN TOMA DE TIEMPOS PROCESO DE ARMAR PILA DE COMPOST ACTUAL									
TIEMPO TOTAL	TOMA DE TIEMPOS					$\Sigma$	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	TIEMPO ESTÁNDAR
	1	2	3	4	5				
<b>Segundos</b>	3,941.34	3,776.77	3,593.09	3,961.31	4,262.75	19,535.26	3,907.05	4,141.48	4,762.70
<b>Minutos</b>	65.69	62.95	59.88	66.02	71.05	325.59	65.12	69.02	79.38
								<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>79.38</b>

*Tabla No. 4 Resumen Toma de Tiempos Proceso de Armar Pila de Compost Actual.*

<b>Calificación de Actuación del Operario Basado en Sistema Westinghouse</b>	<b>Valor</b>
Condicion regular	0.00
Consistencia regular	0.00
Destreza buena	0.06
Esfuerzo regular	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.06</b>

*Tabla No. 5 Calificación de Actuación del Operario-Actual.*

<b>Calculo de Holguras Recomendadas por ILO</b>	<b>Valor</b>
<b>Holguras constantes</b>	<b>0.09</b>
Holgura personal	0.05
Holgura por fatiga básica	0.04
<b>Holguras variables</b>	<b>0.06</b>
Trabajo parado	0.02
Uso de fuerza (20lb)	0.03
Monotonía	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>0.15</b>

*Tabla No. 6 Cálculo de Holguras Recomendadas por ILO-Actual.*

Dentro del promedio de duración del proceso completo de armar una pila se pudieron identificar los procesos de traslado y de vertido de residuos orgánicos como los únicos que superan los 100 segundos en toda la operación, estos siendo los procesos no. 1-5, 12, 22, 32, 42, 52, 57 y 58 (sombreados en tabla Anexo #1, 106). Mientras las demás operaciones oscilan entre los 7 y los 87 segundos. Dichos procesos que conforman los más duraderos del proceso completo, se identifican como los “cuellos de botella” del proceso de armado de pilas.

La duración de los procesos operativos determina el monto del pago al operador. El monto establecido es de RD \$64 pesos la hora, por lo tanto para el armado de una pila, se les paga un aproximado de RD \$76.80 pesos.

#### **4.5 Distribución de facilidades**

El siguiente plano representa el *layout* actual del centro de compostaje de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales. Este centro se encuentra en Finca Tierra Negra, una finca agroforestal ubicada en La Vega, República Dominicana. En dicha finca se realizan numerosas actividades, entre ellas el compostaje de la empresa Tierra Urbana, para este proceso se designó un espacio determinado para llevar a cabo el proceso completo de compostaje.

### 4.5.1 Diagrama de layout actual.

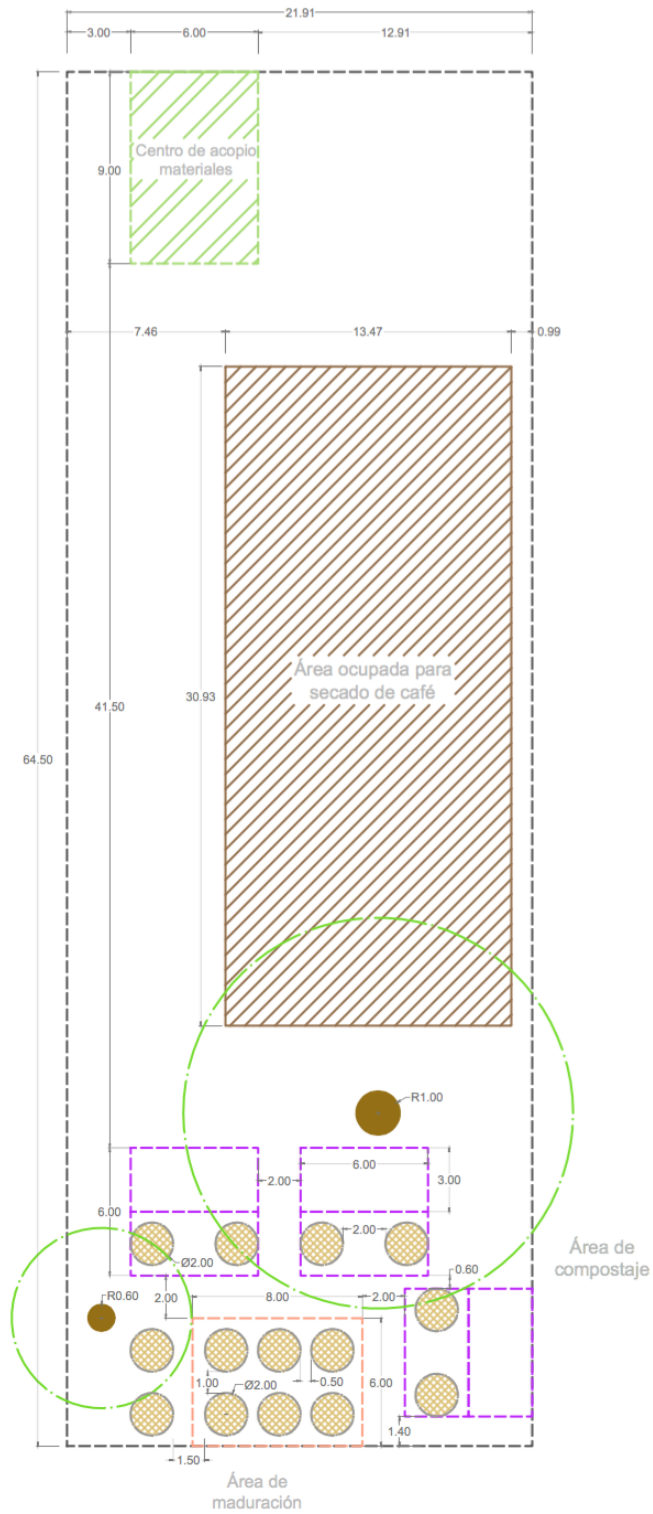


Diagrama No. 5 Layout Centro de Compostaje Actual.

<b>CODIFICACIÓN DE COLORES <i>LAYOUT</i> ACTUAL</b>					
<b>Elemento</b>	Tronco árbol	Sombra árbol	Pila de compost	Espacio libre para movida de pilas	Techo
<b>Color</b>					

*Tabla No. 7 Codificación Colores Layout Actual.*

Dentro de la amplia finca, se han designado espacios específicos para ejecutar las operaciones de compostaje de Tierra Urbana. En el Diagrama No. 5 (p.45) se puede observar el *layout* del área utilizada actualmente con sus respectivas medidas aproximadas, y en la Tabla No. 7 (p.46) el significado de los colores de los límites del diagrama. Se pueden ver representados los troncos en el área, el espacio aproximado que abarca la sombra de los árboles, el área que debe quedar vacía para mover las pilas, entre otras. En la siguiente tabla, se detallan las dimensiones y áreas específicas:

<b>DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS EN <i>LAYOUT</i> ACTUAL</b>			
<b>Nombre de área</b>	<b>Base</b>	<b>Altura</b>	<b>Área</b>
Compostaje/maduración	21.91	14.00	306.74
Centro de acopio	6.00	9.00	54.00
Pasillo de traslado	1.20	41.50	49.80
<b>Secado de café</b>	<b>13.47</b>	<b>30.93</b>	<b>416.63</b>
<b>TOTAL</b>			<b>410.54</b>

*Tabla No. 8 Distribución de Áreas en Layout Actual.*

Como se puede observar en la Tabla No. 8, el espacio actual designado para el compostaje y maduración de Tierra urbana es de aproximadamente 306.74 m<sup>2</sup>, en dicho espacio se encuentran 14 cilindros de 2.0 metros de diámetro de malla electrosoldada utilizados tanto para las pilas compostaje como para las de maduración, más espacio libre para el empacado de producto final.

Luego, en dirección norte del espacio se encuentra el centro de acopio ocupando un espacio de 54 m<sup>2</sup>, allí se almacenan los materiales necesarios para la producción: sacos de material seco, sacos de material verde, tanques de residuos orgánicos y sacos de compost. En el espacio entre el centro de acopio y el área de compostaje y maduración se encuentra un secadero de café, que ocupa 416.63 m<sup>2</sup> del espacio. Justo al lado de dicho secadero se encuentra un espacio libre de 309.57 m<sup>2</sup> de los cuales se utilizan un estimado de 49.80 m<sup>2</sup> (1.2 metros de ancho x 41.50 metros de largo) para trasladar los materiales desde centro de acopio hasta el área de compostaje. En su totalidad, el área utilizada ocupa 1,413.20 m<sup>2</sup>, de los cuales aproximadamente 410.54 m<sup>2</sup> son utilizadas para el compostaje (centro de acopio, área de compostaje y maduración, pasillo de traslado).

Las condiciones climáticas óptimas para el compostaje son lugares húmedos a los que no llegue sol ni lluvia. Es por esto que la empresa Tierra Urbana ha decidido designar este espacio específico para el compostaje, ya que es uno de los pocos espacios libres con sombra y espacio techado, que no queda tan lejos del centro de acopio en comparación con los demás.

Durante el levantamiento de los espacios y distribuciones se observaron varias dificultades:

- Larga distancia entre centro de acopio y área de compostaje, causando la necesidad de largos traslados de materiales.
- Medidas de pasillos indefinidas y aleatorias.
- Muchos espacios muertos, los cuales deben permanecer vacíos esperando que se mueva la pila.
- Indiferenciación entre cilindros para maduración y para preparación de pilas.
- Centro de acopio de materiales innecesariamente grande para cantidad de materiales acopiados.

#### 4.5.2 Diagrama de recorrido actual.

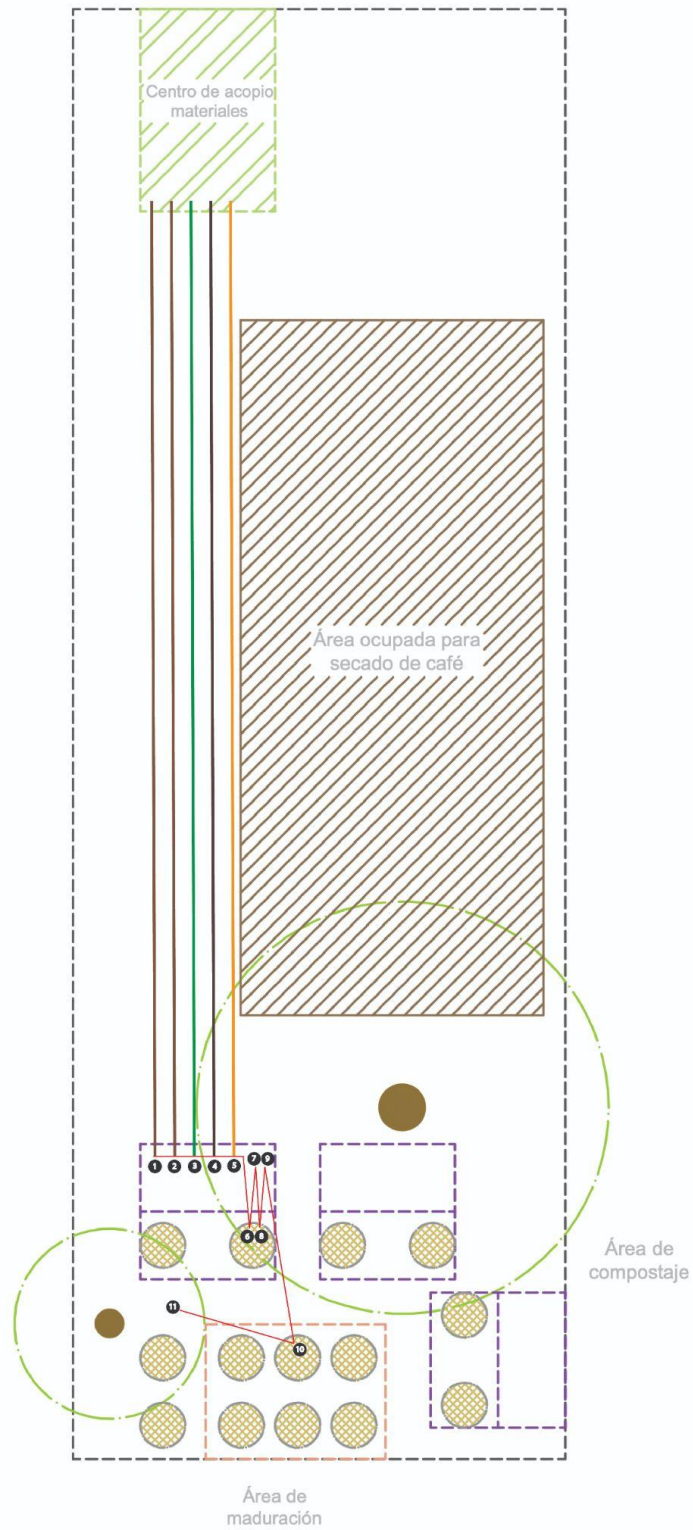


Diagrama No. 6 Diagrama de Recorrido Centro de Compostaje Actual.

En el siguiente diagrama de recorrido se detalla el movimiento necesario para realizar la operación de compostaje dentro de las facilidades, numerado del #1 donde se comienza el proceso, hasta el #11 donde se acaba. A continuación la descripción de las numeraciones:

1. Traslado de 5 sacos de material seco desde centro de acopio hasta área de armado de pilas en carretilla (línea marrón claro).
2. Traslado de 5 sacos de material seco desde centro de acopio hasta área de armado de pilas en carretilla (línea marrón claro).
3. Traslado de 5 sacos de material verde desde centro de acopio hasta área de armado de pilas en carretilla (línea verde).
4. Traslado de 1 saco de compost y herramientas desde centro de acopio hasta área de armado de pilas en carretilla (línea marrón oscuro).
5. Traslado de 1 tanque de residuos orgánicos desde centro de acopio hacia área de armado de pilas (línea naranja).
6. Armado de pila (línea roja).
7. Primera movida de pila y trasladada al lado opuesto (línea roja).
8. Segunda movida de pila y trasladada al lado opuesto (línea roja).
9. Tercera movida de pila y trasladada al lado opuesto (línea roja).
10. Traslado de pila a área de maduración (línea roja).
11. Cernido y empaçado de compost (línea roja).

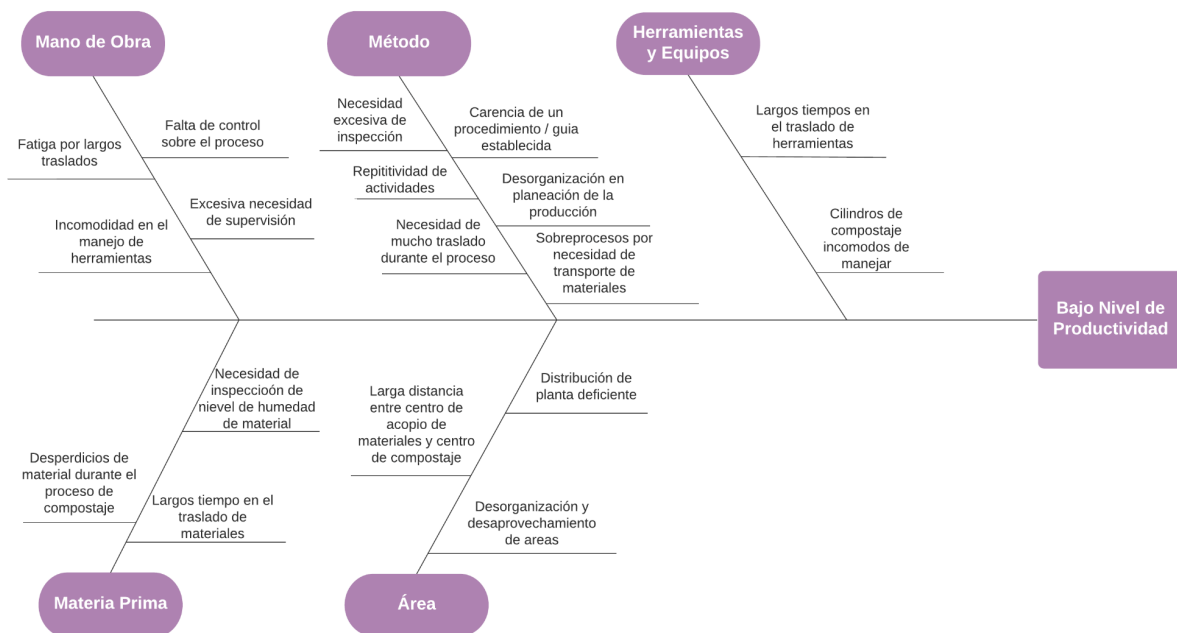
Los recorridos del 1 al 5 consisten en traslado de materiales desde el centro de acopio al área de compostaje para ejecutar el proceso de armado de pila, consiste en un trayecto de 41.50 metros ida y 41.50 metros vuelta, equivalente a 83 metros por trayecto. Luego, del 7 al 10 abarca las 3 movidas de las pilas de un lado al otro y cuando la misma se mueve a maduración. Por

último, el 11, el cual consiste en sacar lo que resta de la pila y cernir el compost para ser empacado.

Este diagrama evidencia el exceso de largos traslados necesarios en el proceso, específicamente en el armado de pila de compost.

#### 4.6 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o diagrama de causa-efecto, se utiliza con el fin de lograr identificar la causa raíz de un problema tomando en cuenta los factores involucrados en todo el proceso. Actualmente, la empresa Tierra Urbana tiene prolongados procesos operativos no estandarizados, los cuales causan un bajo nivel de productividad de los procesos. El siguiente diagrama se aplicó para obtener información, y así poder identificar los principales factores que pueden estar contribuyendo a generar un bajo nivel de productividad en el proceso de compostaje de la empresa.



*Diagrama No. 7 Diagrama de Ishikawa.*

#### 4.7 Cinco Porqués

El análisis de Cinco Porqués es un método que se fundamenta en realizar preguntas para explorar qué puede estar ocasionando un problema en particular, mediante una relación de causa-efecto. Con el fin de determinar la razón o factor principal que provoca los elevados tiempos de traslado de materiales, desde el centro de acopio hasta el área de compostaje, se realizó este análisis mostrado en la siguiente tabla:

<b>5 porqués</b>
Mucho desperdicio de tiempo en el traslado de materiales dentro de las facilidades
▼ ¿porqué?
Operador debe dar múltiples viajes para trasladar todos los materiales necesarios
▼ ¿porqué?
La distancia entre el centro de acopio y centro de compostaje es muy larga (41.50 metros)
▼ ¿porqué?
La distribución de los espacios destinados para el compostaje es deficiente
▼ ¿porqué?
La empresa no cuenta con espacios adecuados más cerca del centro de acopio

*Tabla No. 9 Análisis 5 Porqués Desperdicios de Traslado.*

Por medio de realizar la pregunta “¿Por qué?” cinco veces se llegó a la conclusión de que la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales no tiene espacios adecuados para realizar el

proceso de compostaje, causando una distribución de facilidades deficiente y con grandes oportunidades de mejora.

Tras realizar un estudio de tiempo del proceso más largo del compostaje, el armado de la pila, se identificó la operación de llenado de cubeta (vaciando el tanque de 55 galones) para verter residuos orgánicos en pila como el más extenso de todas las operaciones. Es por esto, que se decidió realizar otro análisis de Cinco Porqués, para identificar la razón de la larga duración de esta operación. La siguiente tabla muestra los resultados:

<b>5 porqués</b>
Operación de vertido de residuos orgánicos en pila es el más extenso del proceso
▼
<b>¿porqué?</b>
Operador debe primero echar residuos del tanque a una cubeta (para medir la cantidad a echar) y luego verter la cubeta en la pila; repitiendo esto dos veces por capa
▼
<b>¿porqué?</b>
Para el traslado de los residuos orgánicos de Santo Domingo a La Vega se vacían las cubetas en tanques
▼
<b>¿porqué?</b>
No es posible trasladar 40 cubetas de residuos orgánicos en el transporte si no es en tanques
▼
<b>¿porqué?</b>
No caben e irían muy inseguras en el medio de transporte disponible
▼
<b>¿porqué?</b>
No caben e irían muy inseguras en el medio de transporte disponible

*Tabla No. 10 Análisis 5 Porqués Vertido de Residuos Orgánicos.*

Por medio de realizar la pregunta “¿Por qué?” cinco veces se llegó a la conclusión de que la causa de que exista un sobre proceso de vertido de residuos orgánicos, de cubeta a tanque y de tanque a cubeta, es debido a que la empresa Tierra Urbana realiza sus procesos de compostaje en

La Vega pero acopia su materia prima en Santo Domingo. Esto causa que el material deba ser trasladado a otros contenedores y luego devuelto a la cubeta para medir la adecuada cantidad de residuos que se le echa a la pila.

#### 4.8 Análisis FODA Proceso de Producción

El análisis FODA es utilizado para diagnosticar la situación actual de una empresa, en la siguiente tabla se detallan las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas que resultaron del estudio de los procesos operativos de Tierra Urbana:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de compostaje térmico con mayor calidad en el mercado.</li> <li>- Poca inversión en materia prima.</li> <li>- Bajo costo de producción y mano de obra.</li> <li>- Proceso productivo representa un gran aporte al medio ambiente (reducción de emisiones de Metano, cero lixiviados tóxicos y generación de un abono de calidad).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de facilidad.</li> <li>- Creación de procesos estandarizados.</li> <li>- Capacitación de trabajadores.</li> <li>- Reubicación de localidad.</li> <li>- Aprovechamiento del espacio.</li> <li>- Permitir el incremento de la demanda.</li> </ul>
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiempo total de producción muy extenso.</li> <li>- Falta de procesos estandarizados.</li> <li>- Falta de registro de cada etapa del proceso.</li> <li>- Distribución de facilidades deficiente.</li> <li>- Falta de conocimiento sobre el proceso.</li> <li>- Necesidad de transporte de materia prima elevado.</li> <li>- Demoras por falta de materia prima.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Condiciones ambientales.</li> <li>- Ubicación de centro de compostaje.</li> <li>- Producción dependiente de demanda en el servicio de recogida de residuos orgánicos (materia prima).</li> <li>- Baja producción por falta de materia prima.</li> </ul>

*Tabla No. 11 Análisis FODA Situación Actual.*

## **Capítulo 5: Situación Propuesta**

## **Capítulo 5: Situación Propuesta**

### **5.1 Propuesta #1: Mudanza del local de compostaje de La Vega a Santo Domingo, eliminando costes de transporte, disminuyendo tiempos de traslado y asegurando posibilidades de crecimiento**

Tierra Urbana Servicios Ambientales, actualmente, acopia el material verde y residuos orgánicos en su centro de distribución ubicado en Santo Domingo; por lo que la empresa transporta mensualmente estos materiales para así poder iniciar el extenso proceso de compostaje.

La empresa no ha estudiado a profundidad los costes y tiempos que consume el traslado de estos materiales de Santo Domingo a La Vega en el medio de transporte que utilizan, tampoco los costes y tiempos que tomará a medida que la demanda aumente y logren llegar a su punto de equilibrio (240 recogidas de cubetas con residuos orgánicos mensual). La siguiente tabla muestra los gastos y tiempos de transporte por viaje (ida y vuelta) y los materiales que se pueden transportar en el mismo, mostrando el aumento a medida que la demanda aumente así como los viajes de transporte:

TRANSPORTE TOTAL DE MATERIALES A CENTRO DE COMPOSTAJE										
Cantidad de viajes para residuos orgánicos (ida y vuelta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de tanques residuos orgánicos (10 cubetas/tanque)	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Cantidad de viajes para sacos material verde (ida y vuelta)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacidad de sacos material verde	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Cantidad TOTAL de viajes (ida y vuelta)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Tiempo en horas (ida y vuelta)	6:40	13:20	19:20	26:00	30:20	38:40	45:20	51:20	61:20	64:00
Distancia (km)	520	1,040	1,560	2,080	2,600	3,120	3,640	4,160	4,680	5,200
Rendimiento Vehículo Km/Gal	54									
Consumo Combustible (Gal)	9.63	19.26	28.89	38.52	48.15	57.78	67.41	77.04	86.67	96.30
Costo Gasoil/Gal (actual)	RD\$202.40									
Costo gasoil (Diesel)	RDS1,949.04	RDS3,898.07	RDS5,847.11	RDS7,796.15	RDS9,745.19	RDS11,694.22	RDS13,643.26	RDS15,592.30	RDS17,541.33	RDS19,490.37
Gastos peaje	RDS120.00	RDS240.00	RDS360.00	RDS480.00	RDS600.00	RDS720.00	RDS840.00	RDS960.00	RDS1,080.00	RDS1,200.00
Gastos totales	RDS2,069.04	RDS4,138.07	RDS6,207.11	RDS8,276.15	RDS10,345.19	RDS12,414.22	RDS14,483.26	RDS16,552.30	RDS18,621.33	RDS20,690.37

*Tabla No. 12 Transporte Total de Materiales a Centro de Compostaje con Aumento de la Demanda.*

Como se puede observar en la tabla, actualmente para el transporte de la demanda actual (57 cubetas de residuos orgánicos), se necesita hacer 4 recorridos (ida y vuelta), para trasladar 6 tanques de residuos orgánicos, así como 30 sacos de material verde; con un costo de RD\$4,138.07 (sombreado en amarillo). Luego, se puede observar cómo a medida que la demanda aumenta, la cantidad de viajes aumenta, así como los costos y tiempos de transporte. Para llegar al punto de equilibrio de la empresa (sombreado en naranja) se tendrían que recibir 240 cubetas de residuos orgánicos lo cual requiere de 12 viajes. Para llegar a dicho punto se necesitaría disponer de RD\$12,414.22 pesos y 38 horas con 40 minutos al mes. Y, para sobrepasar el punto de equilibrio se requerirá mucho más tiempo y costo de transporte.

Debido a los altos tiempos de transporte, la empresa se ha visto obligada a suspender el ofrecimiento y ventas de sus servicios de recogida de residuos orgánicos debido a que actualmente no tienen capacidad de responder a una demanda creciente. La falta de

estandarización de los procesos operativos así como la dependencia del transporte para el recibimiento de la materia prima han causado estancamiento para la nueva empresa, provocando pérdida de posibles clientes.

Tras el detallado levantamiento de los costos actuales de transporte y estimaciones de los continuos costos a medida que la demanda crezca, se propone una reubicación del centro de compostaje, de La Vega a Santo Domingo. Esto reducirá los tiempos y costos de transporte, permitiendo un aumento mensual de la demanda del servicio de recogida.

El centro de compostaje no exige características ni condiciones rigurosas, sólo que existan sombras ya sea de techo o de árbol, que no quede en zonas muy residenciales para evitar quejas por fuertes olores y disponibilidad de un mínimo de 212 m<sup>2</sup> para los procesos de compostaje. Es por esto que se propone buscar solares baldíos que tengan mucho espacio libre sin usar, que no quede en zonas metropolitanas, pero dentro de Santo Domingo, para que el distribuidor pueda llevar las cubetas de residuos orgánicos directamente al centro. También, se recomienda que el o los dueños del solar conozcan y quieran apoyar el proyecto ofreciendo un precio económico por metro cuadrado.

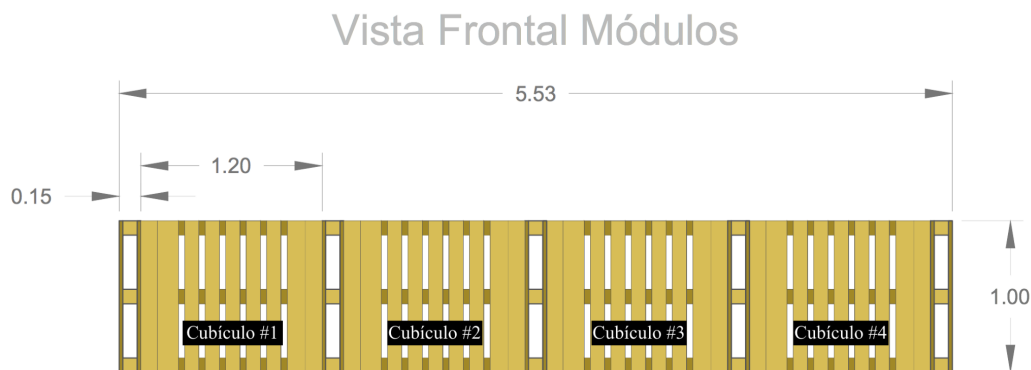
## **5.2 Propuesta #2: Diseño de nuevos módulos de compostaje, mejorando el proceso de armado y movida de pilas, aumentando la capacidad y maximizando los espacios**

Actualmente, la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales, utiliza mallas electrosoldadas para armar y mover sus pilas (ver Diagrama No. 5, p.45). El uso de estas mallas electrosoldadas limita la cantidad de capas que se pueden realizar por pila, debido a que aumentar la altura de la pila dentro de la malla representa una gran incomodidad y pérdida de tiempo para el trabajador

(al tener que poner y quitar la malla con cada movida). Por lo tanto, actualmente se arman cinco capas por pila, utilizando una totalidad de diez cubetas de residuos orgánicos.

Para la mejora, seguridad y facilidad del proceso de armado y movida de pilas de compost, se propone aplicar el método de módulos para el compostaje. Consiste en un módulo de 4 cubículos de pallets, en el cual se realiza el proceso de “armado de pila” en el primer cubículo, y se mueve la pila 3 veces hacia el cubículo de la derecha, hasta llegar al cuarto y último cubículo. Luego de llegar al último cubículo, se traslada al cilindro de maduración para dejarla reposar. Este modelo de módulos permitirá maximizar el espacio mediante el crecimiento vertical. Es decir, permitirá que en el proceso de “armado de pila” se realicen 6 capas en vez de 5 capas por pila, gracias a la rigidez de la estructura del cubículo. Sin necesidad de espacio adicional, se utilizarán 12 cubetas de residuos orgánicos por pila, en vez de 10 cubetas. También, eliminará la incomodidad, la pérdida de tiempo y la falta de seguridad que compromete mover la malla electrosoldada por ser un alambre rígido y filoso; además asegura menos desperdicio de material en el proceso ya que el área de los huecos de la malla son demasiado grandes y se sale mucho material (ver Ilustración No. 9, p.35).

En la siguiente ilustración se puede apreciar la vista frontal del módulo propuesto:



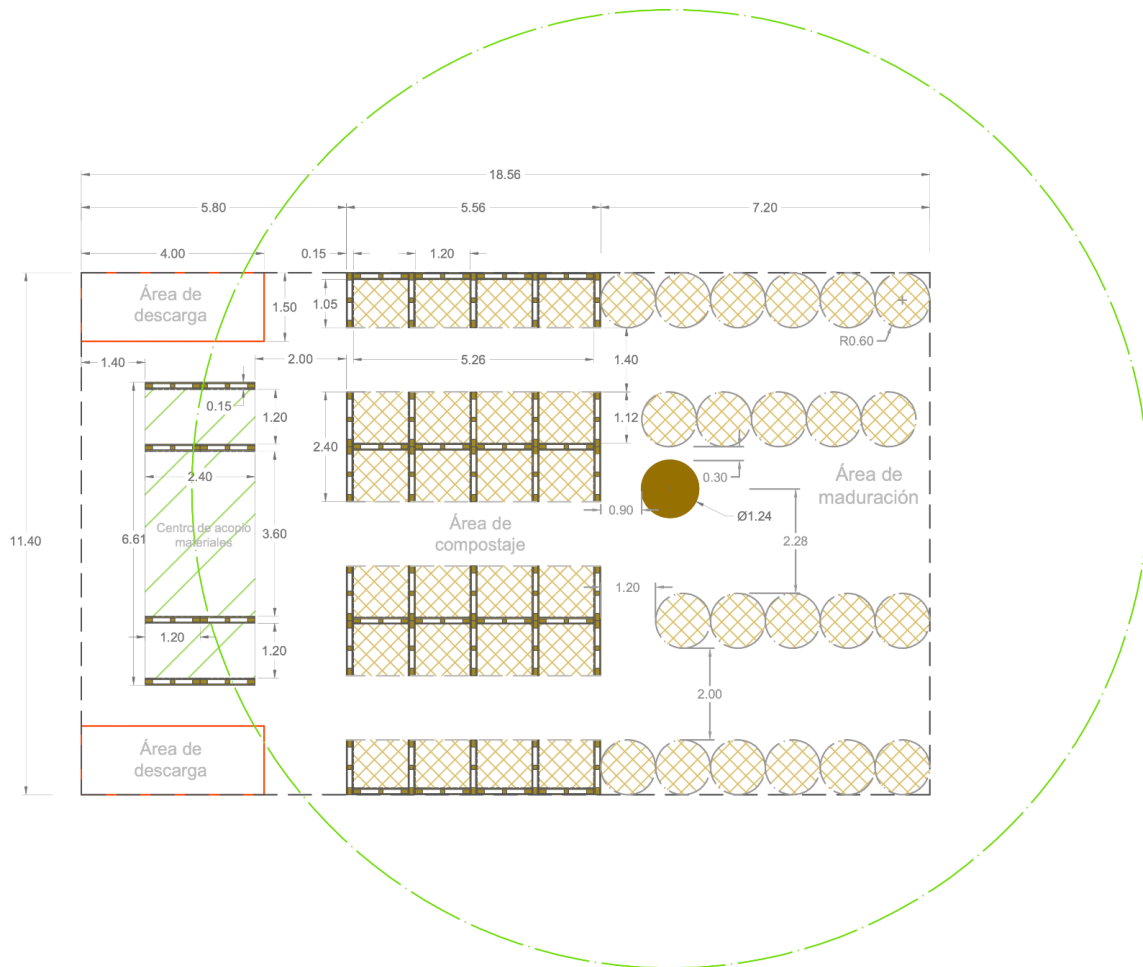
*Ilustración No. 12 Vista Frontal Módulos de Compostaje Propuestos.*

Esta propuesta modificaría el flujo de procesos de movida de pila y armado de pila de compost, acortando y simplificando el procedimiento completo.

### **5.3 Propuesta #3: Diseño y distribución de nuevas facilidades para la adecuada delimitación de nuevas áreas, el aprovechamiento de los espacios y mejora del flujo dentro de la facilidad**

En el diagrama de *layout* y recorrido actual se pueden observar altas deficiencias en la distribución de espacios, causando mucha necesidad de traslado de materiales entre el centro de acopio y centro de compostaje. También, un aleatorio posicionamiento de los cilindros dentro del área de compostaje y maduración, así como de pasillos y separación entre los mismos. Es por esto que, en conjunto con la mudanza de local de compostaje de La Vega a Santo Domingo (Propuesta #1, p.56), se propone una distribución de facilidades totalmente modificada. Esta distribución permitirá disminuir y/o eliminar los altos tiempos de traslado de materiales y maximizar el espacio al mismo tiempo que se aumenta la capacidad.

### 5.3.1 Diagrama de layout propuesto.



*Diagrama No. 8 Layout Centro de Compostaje Propuesto.*

El diagrama de layout del centro de compostaje propuesto tiene una medida de 11.40 metros por 18.56 metros, haciendo un total aproximado de 212 m<sup>2</sup>. Esto eficientiza significativamente el uso del espacio, utilizando alrededor de un medio del espacio actual para un volumen de material casi cinco veces mayor. En el mismo se pueden apreciar dos módulos (Propuesta #2, p.60) simples de 4 cubículos cada uno, y dos módulos dobles de 8 cubículos cada uno. Dichos módulos están separados por pasillos de 1.4 metros que permiten la cómoda maniobra entre los

módulos así como suficiente espacio para utilización de herramientas, carretillas, etc. Este espacio ocupa aproximadamente 63.38 m<sup>2</sup> del espacio total asignado para el compostaje.

A la derecha de este espacio se encuentran 22 cilindros de maduración de 1.2 metros de diámetro cada uno, con capacidad de recibir tres pilas listas para maduración al mismo tiempo por cilindro; es decir pilas que hayan pasado por su proceso de armado, movida y reposo, consumidas en un 40% a un 50%. Se calculó esta cantidad de cilindros para asegurar que pueda aguantar la capacidad de producción máxima del espacio. Dichos cilindros se encuentran posicionados por filas pegados unos al lado del otro (cuatro filas con una separación igual de 1.4 metros). Esta área de maduración ocupa aproximadamente 82.08 m<sup>2</sup> del espacio. En el diagrama se puede observar un círculo verde que cubre el área de compostaje y maduración completa, esto representa la sombra del árbol situado en el área de maduración.

En el extremo izquierdo del layout se puede apreciar el centro de acopio, conformado por tres compartimentos que abarcan un total de 15.86 m<sup>2</sup>. El compartimiento del centro está destinado para el acopio de los sacos de material seco, ocupando 8.64 m<sup>2</sup>, este espacio tiene capacidad para 72 sacos, suficiente para armar 6 pilas (una por módulo). A los extremos de dicho centro de acopio se encuentran dos compartimientos de 2.88 m<sup>2</sup> cada uno, destinados para el almacenamiento tanto de sacos de compost como de material verde. Estos compartimientos tienen una capacidad para 20 sacos de material verde y 6 sacos de compost cada uno, equivaliendo a un total de 40 sacos de material verde y 12 sacos de compost a la vez; cantidad para. Se puede observar que este centro de acopio no tiene ni sombra ni techo ni puertas, ya que no lo requiere, los materiales que van dentro del mismo pueden recibir sol sin sufrir daños y se benefician de humedecerse con agua de lluvia. Entre dicho centro de acopio y los módulos existe un pasillo de 2.0 metros para permitir la cómoda movilidad y salida de materiales para el armado

de pilas. Al otro lado, entre el límite de espacio designado para el compostaje y el centro de acopio se dejó un espacio libre de 1.40 metros para el descargue y entrada de los materiales.

Por último, en las esquinas superior e inferior izquierda se encuentran dos espacios vacíos de 6 m<sup>2</sup> cada uno, 12 m<sup>2</sup> entre los dos, estos espacios se apartaron para la descarga de las cubetas de residuos orgánicos. En dicho espacio caben un aproximado de 36 cubetas en cada uno, haciendo un total de 72 cubetas. Esto cumple con la capacidad de armar una pila en cada módulo, pero tiene capacidad de triplicarse si se hacen 3 filas hacia arriba de las cubetas una encima de la otra, resultando en una capacidad máxima de 216 cubetas.

En la siguiente tabla se muestran las áreas y capacidad de los espacios del nuevo y optimizado *layout* versus el *layout* actual:

<b>DISTRIBUCIÓN DE <i>LAYOUT</i></b>			
<b>Descripción</b>		<b>Actual</b>	<b>Propuesto</b>
<b>Áreas</b>	<b>Área de compostaje</b>	306.74 m <sup>2</sup>	63.38 m <sup>2</sup>
	<b>Área de maduración</b>		82.08 m <sup>2</sup>
	<b>Área de descarga</b>	N/A	12 m <sup>2</sup>
	<b>Centro de acopio</b>	54 m <sup>2</sup>	15.86 m <sup>2</sup>
	<b>Pasillo para traslado</b>	49.8 m <sup>2</sup>	N/A
	<b>TOTAL</b>	<b>410.54 m<sup>2</sup></b>	<b>211.58 m<sup>2</sup></b>
<b>Cantidades</b>	<b>Cilindros de maduración</b>	8 cilindros	22 cilindros
	<b>Cilindros de compostaje</b>	6 cilindros	N/A
	<b>Modulos de compostaje</b>	N/A	6 módulos
<b>Capacidad máxima</b>	<b>Pilas</b>	6 pilas	24 pilas
	<b>Recibimiento de cubetas</b>	60 cubetas	288 cubetas

*Tabla No. 13 Distribución de Layout Actual vs Propuesta*

La tabla anterior evidencia cómo la propuesta enfocada en el rediseño del *layout* para compostaje ofrece una mayor capacidad en casi la mitad del espacio en el *layout* actual. En 198.96 m<sup>2</sup> menos, con los espacios propuestos, se permitirá la recogida mensual de 228 cubetas más que los espacios actuales. Es decir, permitirá una inmensa maximización del espacio.

### 5.3.2 Diagrama de recorrido propuesto.

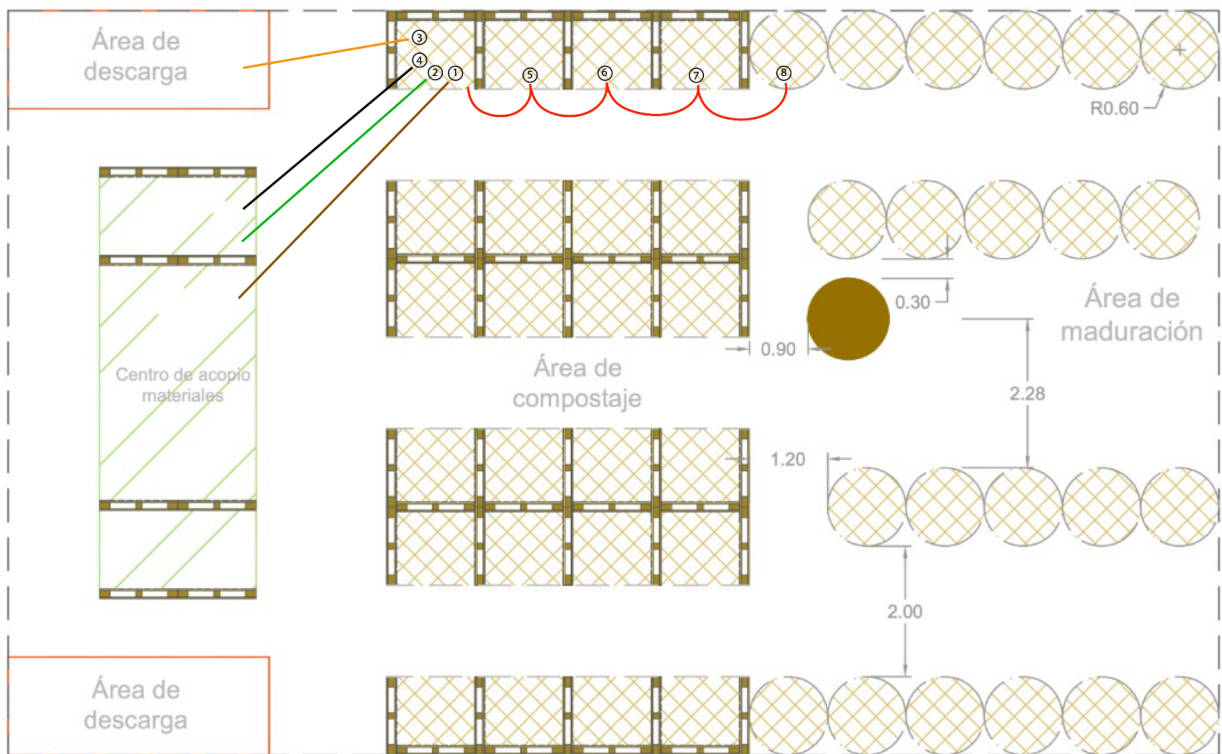


Diagrama No. 9 Diagrama de Recorrido Propuesto.

En el nuevo diagrama propuesto se puede observar la proximidad entre el centro de acopio y el área de compostaje, resultando en una disminución de traslados dentro de las facilidades en relación con el diagrama de recorrido actual (Diagrama No. 6, p.48). Dentro de las nuevas facilidades propuesta, el movimiento necesario para realizar la operación de compostaje se encuentra numerada del #1 donde se comienza el proceso, hasta el #8 donde se concluye. A continuación la descripción de las numeraciones:

1. Traslado de 2 sacos de material seco desde centro de acopio hasta el cubículo #1 del área de compostaje, se repite 6 veces (línea marrón).

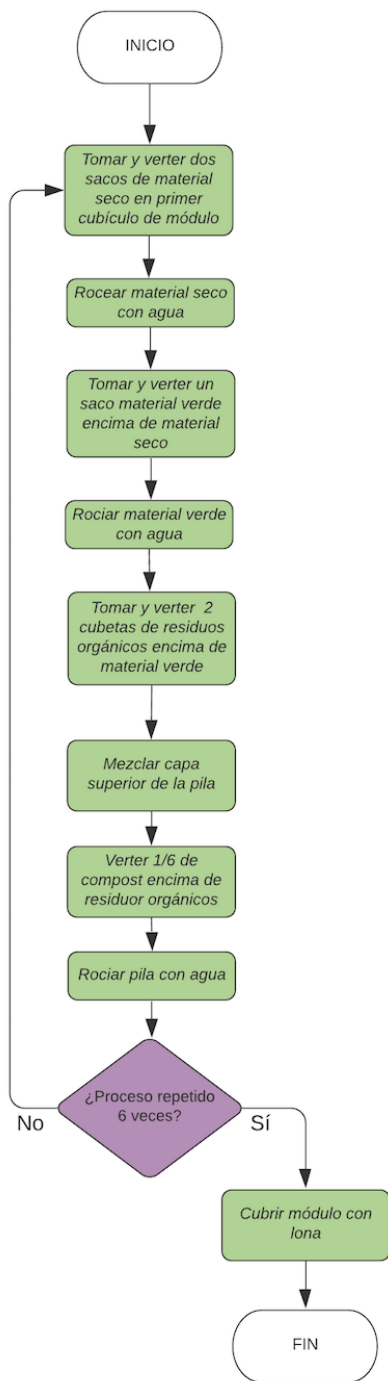
2. Traslado de 1 sacos de material verde desde centro de acopio hasta el cubículo #1 del área de compostaje, se repite 6 veces. (línea verde)
3. Traslado de 2 cubetas de residuos orgánicos desde área de descarga hasta el cubículo #1 del área de compostaje, se repite 6 veces (línea naranja).
4. Traslado de 1 saco de compost desde centro de acopio hasta el cubículo #1 del área de compostaje (línea negra).
5. Primera movida de pila hacia cubículo a la derecha (cubículo #2, línea roja).
6. Segunda movida de pila hacia cubículo a la derecha (cubículo #3, línea roja).
7. Tercera movida de pila hacia cubículo a la derecha (cubículo #4, línea roja).
8. Traslado de pila a cilindro de maduración (línea roja).

Los recorridos del 1 al 4 consisten en traslado de materiales desde el centro de acopio al área de compostaje para ejecutar el proceso de armado de pila, este traslado recorre un aproximado de 4 a 5 metros ida y vuelta y se repite varias veces hasta completar las 6 capas designadas por pila. Luego, del 5 al 8 abarca las tres movidas de la pila de un cubículo al otro y la última movida de la pila al cilindro de maduración.

#### **5.4 Propuesta #4: Mejora de flujo del proceso de armar pila de compostaje, para reducir tiempos de transporte y eliminar “cuellos de botella”, aumentando la productividad**

El proceso actual de armar pila de compost ocupa aproximadamente una hora y veinte minutos, es el proceso activo más largo de la actividad completa de compostaje. Además el más crítico, ya que determina el inicio de la producción. Tras identificar los traslados dentro de las facilidades actuales como la principal razón por la cual el proceso de armado es tan largo, se

procedió a proponer un diagrama de *layout* totalmente renovado (Diagrama No. 8, p.61), donde los largos traslados no son necesarios por la cercanía del centro de acopio y área de compostaje (Diagrama No. 9, p.64). Esta propuesta se acompaña del siguiente diagrama de flujo de procesos de armado de pila, donde los traslados son tan cortos que no tienen mayor relevancia en el proceso. También, tras la observación del proceso, se pudo concluir que las inspecciones de humedad realizadas al material verde son innecesarias, pues el 90% de las veces no se encuentra suficientemente húmedo y hay que rociar agua encima del mismo. Además, gracias a la propuesta de mudanza del centro de compostaje (Propuesta #1, p. 56), en el mismo se elimina el “cuello de botella” dentro del proceso que consiste en el movimiento de los residuos orgánicos del tanque (donde se transportan los residuos) a la cubeta para medir la cantidad y echar a la pila. Por último, las actividades dentro del proceso se repiten seis veces para la formación de seis capas por pila (en vez de cinco capas), gracias a la implementación de módulos de compostaje (Propuesta #2, p. 60) que permite la creación de pilas más altas sin causar inseguridad.



*Diagrama No. 10 Diagrama de Flujo de Procesos de “Armado de Pila” Propuesto.*

En comparación con el flujo de procesos de “armado de pila” anterior, es evidente la optimización y simplicidad que trae este nuevo flujo. Debido a que las propuestas no han sido

implementadas y no existen tiempos reales para apoyar esta propuesta, se hicieron algunas proyecciones estimadas de cómo se traduciría a nivel de tiempos y distancias este nuevo flujo. Primeramente, se realizó una estimación del tiempo que tomarán los nuevos traslados con la implementación del nuevo layout, utilizando el promedio de los traslados actuales tomados en la toma de tiempo y reduciéndolo a la cantidad aproximada de metros que hay entre en centro de acopio y los módulos de compostaje. En la siguiente tabla se muestra el tiempo promedio de traslado dentro del layout actual vs. el propuesto:

	TRASLADOS	
	Actual	Propuesto
Distancia	83 metros	10 metros
Tiempo promedio	226.26 segundos	27.26 segundos

*Tabla No. 14 Tiempo Promedio de Traslado del Layout Actual vs. Propuesto.*

Consecuentemente, se procedió a calcular, con los tiempos tomados de las operaciones actuales, el promedio de tiempo de cada operación más el traslado calculado (cuando aplica); contando con una pila de 6 capas (Propuesta #2, p.58). Luego, en base al tiempo promedio y al nuevo cálculo de holguras por reducción del uso de fuerza (Tabla No. 17, p.70), se calculó el tiempo de ciclo. En la siguiente tabla muestra las predicciones para el proceso de armado de pila propuesto:

<b>PREDICCIONES TIEMPOS PROCESO DE ARMADO PILA DE COMPOST PROPUESTO</b>						
<b>#</b>	<b>OPERACIÓN (1-8 se repiten 6 veces)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO (6 capas)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO EN TRASLADO (6 capas)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO TOTAL (6 capas)</b>	<b>TIEMPO NORMAL</b>	<b>TIEMPO ESTÁNDAR</b>
1	Verter 2 sacos de material seco	517.16	163.56	680.72	721.56	815.37
2	Rociar material con agua	86.39	0.00	86.39	91.57	103.48
3	Verter 1 saco de material verde	430.34	163.56	593.90	629.53	711.37
4	Rociar material con agua	72.64	0.00	72.64	76.99	87.00
5	Verter 2 cubetas de residuos orgánicos	120.00	163.56	283.56	300.57	339.65
6	Mezclar capa superior de la pila	188.10	0.00	188.10	199.38	225.30
7	Verter 1/6 de saco de abono	273.77	27.26	301.03	319.09	360.57
8	Agregar agua a la pila	300.17	0.00	300.17	318.18	359.54
9	Cubrir módulo con lona	66.76	0.00	66.76	70.77	79.97
	<b>Tiempo Total (seg)</b>	2,055.32	517.93	2,573.25	2,727.64	3,082.24
	<b>Tiempo Total (min)</b>	34.26	8.63	42.89	45.46	51.37
		<b>Tiempo de ciclo (min)</b>				<b>51.37</b>

*Tabla No. 15 Predicciones Tiempos Proceso de Armado de Pila de Compost Propuesto.*

<b>Calificación de Actuación de Operario Basado en Sistema Westinghouse</b>	<b>Valor</b>
Condicion regular	0.00
Consistencia regular	0.00
Destreza buena	0.06
Esfuerzo regular	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>0.06</b>

*Tabla No. 16 Calificación de Actuación del Operario Propuesto.*

<b>Calculo de Holguras Recomendadas por ILO</b>	<b>Valor</b>
<b>Holguras constantes</b>	<b>0.09</b>
Holgura personal	0.05
Holgura por fatiga básica	0.04
<b>Holguras variables</b>	<b>0.04</b>
Trabajo parado	0.02
Uso de fuerza (10lb)	0.01
Monotonía (Media)	0.01
<b>TOTAL</b>	<b>0.13</b>

*Tabla No. 17 Cálculo de Holguras Recomendadas por ILO Actual.*

En base a los datos de estimación de tiempos, el tiempo de ciclo correspondiente al nuevo flujo es de 51.37 minutos. Esto representa un ahorro de 28.01 minutos en comparación con el flujo actual. Debido a que al operador se le realiza un pago por cantidad de tiempo trabajado, a RD \$64 pesos la hora, la disminución del tiempo de operación del armado de pila se traduce a un pago de RD \$54.40 pesos por pila. Esto representa un ahorro de RD \$22 pesos por hora.

**5.5 Propuesta #5: Mejora de flujo del proceso de movida de pila de compostaje, mediante la implementación de tubos de oxigenación y estandarización de duración en reposo; para reducir tiempos de inspección y operación, aumentando la productividad y asegurando la calidad**

Luego de concluir el proceso de armar la pila, se procede a moverla como se detalla en el diagrama de flujo de procesos de movida de pila (p.36), dejándola 2 días en reposo y midiendo su temperatura para inspeccionar el rango calórico en el que se encuentra. Tras medir su temperatura, se decide si moverla o dejarla 2 días más en reposo; si la misma se encuentra lista

para ser movida, se siguen los pasos para hacerlo. Se calculó que durante el mes que tarda el proceso de “movida de pila” cuatro veces, la actividad de medir la temperatura se realiza un aproximado de 15 veces por pila; cada 2 días hasta que la pila se mueva cuatro veces y llegue a maduración.

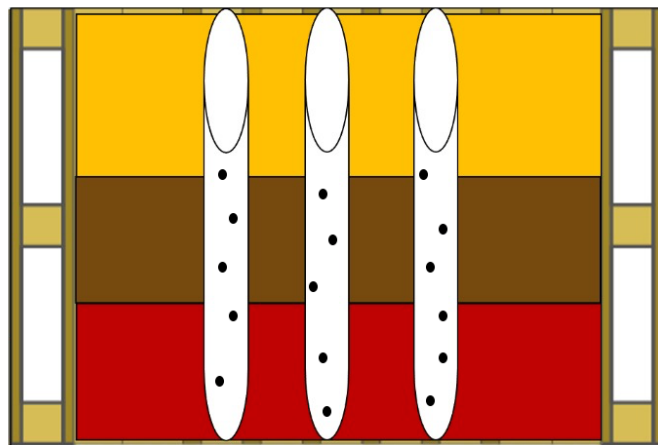
Con el fin de eliminar el repetitivo proceso de medición de temperatura se realizó una investigación y un proceso de prueba de la temperatura diaria de una pila, en la cual se pudo concluir que al quinto día de reposo la pila llega a una temperatura dentro del rango deseado para poder ser movida. En la siguiente tabla se muestran las inspecciones de tres pruebas del estado de temperatura de la pila a medida que pasan los días de reposo:

INSPECCIÓN DE TEMPERATURA DE PILA DÍAS EN REPOSO							
# prueba	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
1	35°C	43°C	49°C	54°C	64°C	67°C	70°C
2	37°C	42°C	47°C	54°C	65°C	68°C	70°C
3	34°C	43°C	51°C	53°C	66°C	68°C	71°C
<b>Promedio</b>	<b>35°C</b>	<b>43°C</b>	<b>49°C</b>	<b>54°C</b>	<b>65°C</b>	<b>68°C</b>	<b>70°C</b>

*Tabla No. 18 Inspección de Temperatura de Pila Durante Días en Reposo.*

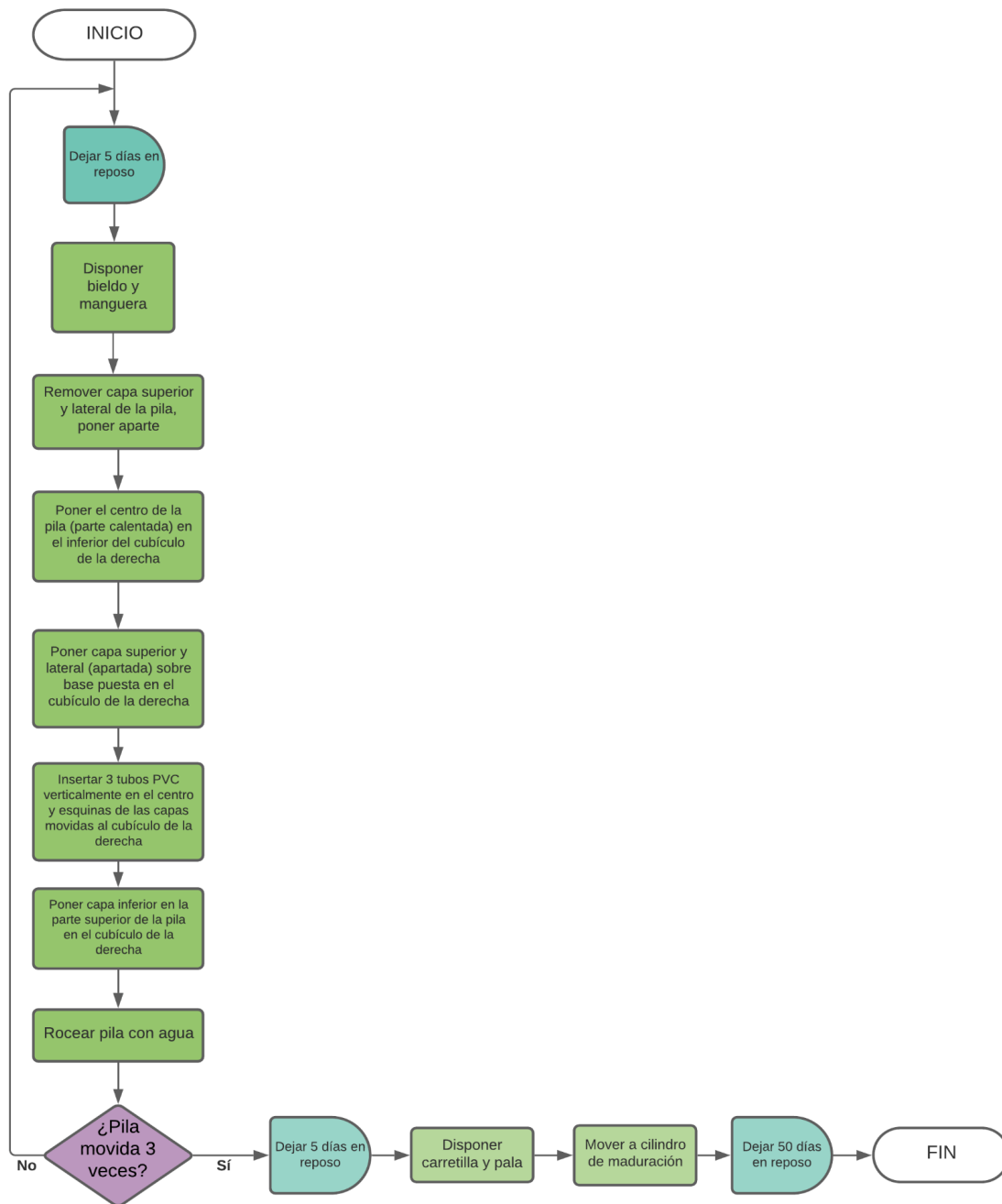
Como se puede observar, la pila comienza con un aproximado de 35°C y va incrementando hasta llegar a su tope de 70°C en el séptimo día. En el quinto día alcanza una temperatura aproximada de 65°C, siendo una de las temperaturas ideales para proceder a mover la pila. Es por esto que se ha concluido un estándar de movida de pila cada vez que cumpla 5 días en reposo. Esto elimina por completo el proceso de inspeccionar la temperatura constantemente cada 2 días.

Para concluir el proceso de movida de pila, se le realizan agujeros a la pila movida, para asegurar la oxigenación de la misma y evitar que sobrepase el nivel de temperatura tope (70°C). El inconveniente surge cuando luego de realizarle los agujeros a la pila y dejarla 2 días en reposo, los agujeros realizados al final del proceso se tapan y se deben de volver a hacer para evitar altas temperaturas en la pila. Este proceso se repite hasta que la pila llegue a maduración, es decir, durante el primer mes del proceso de movida, cada 2 días; resultando en un aproximado de 10 veces por mes, por pila. Es por esto que se propone incluir al proceso de movida de pila, la inserción de tres tubos de PVC con varios agujeros de 15 mm de diámetro a la pila movida, uno en el centro, uno en la esquina superior derecha y otro en la esquina inferior izquierda. Utilizando dichos tubos se eliminará el repetitivo proceso de hacer agujeros a la pila cada 2 días y asegurará que la pila siempre esté bien oxigenada y no supere los 70°C. En la siguiente ilustración se muestra una vista frontal de la apariencia de la pila con los tubos de PVC insertados:



*Ilustración No. 13 Vista Frontal de la Pila con Tubos PVC Insertados.*

Las propuestas de mejora del proceso de “movida de pila” indicadas anteriormente, resultan en el siguiente diagrama de flujo de proceso:



*Diagrama No. 11 Diagrama de Flujo de Procesos de Movida de Pila Propuesto.*

En este nuevo diagrama se puede observar un flujo de movida de pila mucho más dócil que elimina procesos repetitivos, tales como: inspección de temperatura y proceso de agujerear la pila movida.

## **5.6 Propuesta #6: Reajuste de fechas de recogida de distribuidor de residuos orgánicos, para el aprovechamiento de espacios dentro de las facilidades**

Actualmente, el distribuidor realiza el proceso de recogida de residuos orgánicos una vez al mes, para luego Tierra Urbana transportar estos residuos al centro de compostaje en La Vega y ser compostados al llegar. Pero, la propuesta de mudanza del centro de compostaje (Propuesta #1, p.56) y el nuevo *layout* (Propuesta #3, p. 60) permiten la posibilidad de reordenar las fechas de recogida del distribuidor de residuos orgánicos con el fin de aprovechar al máximo el nuevo *layout* propuesto, así como los espacios dentro del mismo.

El *layout* propuesto consiste en seis módulos de cuatro cubículos cada uno, donde sólo en el primer cubículo de cada módulo se arman las pilas, y los tres siguientes son para las tres movidas de la misma. Es por esto que al continuar con una recogida mensual se desperdiciaría el espacio de 18 cubículos que quedarían vacíos. Debido a que se arman las pilas y a medida que cumplen los cinco días de reposo se van moviendo, se dejan los cubículos previos y siguientes vacíos, sin oportunidad de ser ocupados hasta el siguiente mes. Es por esto que se propone un reajuste de las fechas de recogida, de la modalidad de recogida mensual actual, a una modalidad de recogida semanal propuesta. Es decir, distribuir las recogidas que se hacen en el mes entre las cuatro semanas de este. Este sistema de recogida semanal permitirá que todos los cubículos estén llenos, ya que se arma la pila en el primero y en la siguiente semana se mueve la pila y entra una nueva de los residuos recogidos esa semana.

La modalidad actual de recogida mensual también limita la capacidad de crecimiento de la empresa. En la siguiente tabla muestra cómo varía la capacidad de recogida de residuos orgánicos si se reordenan las fechas de una recogida mensual a una recogida semanal, dentro del *layout* propuesto.

CAPACIDAD DE RECOGIDA DE RESIDUOS ORGÁNICOS MENSUAL VS. SEMANAL EN <i>LAYOUT</i> PROPUESTO		
Modalidad de recogida	Cantidad de pilas	Capacidad de recibimiento de residuos orgánicos
Mensual (1 vez al mes)	6 pilas	72 cubetas
Semanal (4 veces al mes)	24 pilas	288 cubetas

*Tabla No. 19 Capacidad de Recogida de Residuos Orgánicos.*

Esto quiere decir que con las fechas de recogida mensual que tiene la empresa actualmente, dentro del nuevo *layout* con la modalidad de módulos, tendrían la capacidad de recibir 72 cubetas de residuos orgánicos al mes. En cambio, con el reordenamiento de las fechas a una recogida semanal, permitirá una capacidad de hasta 288 recogida de cubetas de residuos orgánicos al mes; permitiendo a la empresa llegar a su punto de equilibrio y superarlo. Por eso, esta propuesta puede ser aplicada cuando la demanda vaya a sobrepasar las 72 cubetas mensuales, ya que permitirá un aumento en la misma sin necesidad de ampliar las instalaciones.

Esta propuesta también permitirá que salgan muchas más unidades de compost al mes, ya que si se mueven las pilas en los módulos cada cinco días, indica que cada cinco días estarán entrando y saliendo unidades de los cilindros de maduración. Gracias al *layout* propuesto, la cantidad de cilindros de maduración permite que semanalmente entre una unidad de tres pilas, y cuando los cilindros estén todos llenos, el primero en el que se insertaron pilas se verá desalojado (ya que va a haber cumplido sus 50 días de reposo). Es decir, si el espacio está funcionando a su máxima capacidad (288 cubetas al mes) con todos los cilindros de maduración llenos, saldrían aproximadamente ocho pilas de maduración al mes; permitiendo el empacado de más o menos 15 sacos de compost por pila, equivalente a 120 sacos de compost al mes.

### **5.7 Propuesta #7: Creación de un procedimiento operativo estándar e instrucciones de trabajo para los procedimientos de compostaje con el fin de lograr la estandarización de los procesos y con esto el mejoramiento de la productividad**

La implementación de un procedimiento estándar general de la empresa (ver Anexo #2, p.108) pretende definir las responsabilidades de cada integrante de la empresa, desde el CEO hasta el operario, las hojas de registro de datos utilizadas para llevar un control de la producción, el estándar de identificaciones propuestas para la señalización de los cilindros de maduración, además de las instrucciones de trabajo que definen las tareas que realizarán los operarios y su forma de realizarlas.

Este procedimiento estandariza el proceso de producción de compostaje mediante la creación de instrucciones de trabajo para los procesos de:

1. Armado de pila de compost. (ver Anexo #3, p.112)
2. Movida de pila de compost. (ver Anexo #4, p.113,
3. Empacado de compost. (ver Anexo #5, p.114)

Estas instrucciones de trabajo detallan los pasos de las tareas a realizar, el equipo de seguridad, materiales y equipos requeridos y ofrecen una ayuda visual al operario sobre la forma adecuada en la que se debe realizar la tarea.

### **5.8 Propuesta #8: Creación de etiquetas para identificación de mallas y pizarra de seguimiento de etapa de maduración, asegurando la duración exacta que debe durar cada pila en la etapa de maduración; eliminando posibilidades de equivocación y garantizando la calidad del compost producido**

La etapa de maduración es esencial en el proceso de compostaje, para asegurar que el proceso de estabilización sea exitoso y el compost sea de calidad, es necesario que las pilas duren 50 días en reposo total. En este proceso, es necesario tomar en cuenta que en cada cilindro de maduración sólo pueden colocarse tres pilas de compost que salgan a la vez. Es decir, no se pueden insertar en un cilindro de maduración, una pila de compost un día y las otras al siguiente día; si no salen juntas de los módulos no se pueden poner juntas en maduración. Esto debido a que si se mezclan se ve comprometida la calidad del compost terminado, al igual que se ve afectada la consistencia de fechas de término de la etapa de maduración que ya tiene su tiempo estándar de 50 días.

Para lograr identificar las mallas de maduración y así poder llevar un mejor registro de la cantidad de días que tiene en el cilindro; se propone la creación de etiquetas para la identificación de cada una de las 22 mallas de la etapa de maduración (Ilustración No. 14, p.78). En conjunto con esta etiquetas, se identificó la oportunidad de creación de una pizarra de seguimiento para la etapa de maduración del compost. Mediante la utilización de esta pizarra se logrará llevar un control sobre las fechas de entrada al cilindro de maduración y las fechas de salida del compost del mismo (ver Anexo #6, p.115).



*Ilustración No. 14 Identificación Propuesta para Cilindros de Maduración.*

La implementación de estas etiquetas y pizarra de control, garantizará que el compost cumpla el tiempo total que debe estar en la etapa de maduración y llevará un control de salida de la producción de compost; garantizándoles a los hongos y bacterias el tiempo necesario para concluir su proceso de descomposición, apostando al aseguramiento de la calidad del compost.

### **5.9 Propuesta #9: Hoja de registro de datos, para documentación y control de la producción de compost**

Para concluir con el proceso de producción, el compost se empaca en sacos así como el restante del mismo para utilización como material seco. Actualmente, la empresa no tiene registro de la cantidad de compost que se está produciendo; esto es esencial para tener conocimiento de que cantidad está disponible tanto para entrega como para venta, además de la cantidad de material seco que se dispone. Es por esto que se propone el llenado de una hoja de datos (ver Anexo #7, p.115), en la cual el operador registrará la cantidad de sacos de compost

cernido que salen de un cilindro, así como los sacos de material seco resultados del restante generado en la parte superior de la malla del cedazo al cernir el compost; junto con el número de la malla ó cilindro de maduración en cuestión.

Esto favorece la documentación y desarrollo de un historial de producción de compost no existente actualmente, a la vez que posibilita llevar un control de la producción con miras a la medición de indicadores y con esto a la mejora continua de los procesos de producción.

## **Capítulo 6: Análisis de Factibilidad**

## Capítulo 6: Análisis de factibilidad

### 6.1 Propuesta #1: Mudanza del local de compostaje de La Vega a Santo Domingo, eliminando costes de transporte, disminuyendo tiempos de traslado y asegurando posibilidades de crecimiento

Luego de calcular la estimación de costos de transporte y desperdicios de tiempo en transporte de los materiales desde el centro de distribución en Santo Domingo al centro de compostaje en La Vega (Tabla No. 12, p.57), se propuso migrar el centro de compostaje a un nuevo local ubicado en Santo Domingo. Ya que el centro de compostaje no exige condiciones exigentes, se cotizaron varios posibles lugares. La Tabla No. 20 muestra la ubicación de los locales, así como su espacio disponible y precio por m<sup>2</sup>, resultando en un costo total mensual:

#	Ubicación (Sector)	Espacio disponible(m <sup>2</sup> )	Espacio requerido (m <sup>2</sup> )	Costo/m <sup>2</sup>	Costo bruto (mensual)	Descuento	Costo total (mensual)	Condición
1	Herrera	1,000	212	RD\$68.00	RD\$14,416.00	40%	RD\$8,649.60	Muy solitario y baldío, sin sombras y sin espacios cerrados disponibles para almacenamiento.
2	Mirador Sur	400	212	RD\$300.00	RD\$63,600.00	60%	RD\$25,440.00	Excelentes condiciones, con sombras, superficie plana. No tiene espacios cerrados disponibles para almacenamiento.
3	Las Praderas	500	212	RD\$350.00	RD\$74,200.00	40%	RD\$44,520.00	Excelentes condiciones, con muchos espacios con sombra. Zona residencial, pueden haber quejas por olor. Tiene espacio cerrado disponible para almacenamiento.
4	Mirador Norte	700	212	RD\$45.00	RD\$9,540.00	60%	RD\$3,816.00	Buenas condiciones, con mucha sombra. Algunos espacios con materiales de construcción sin usar en el medio. Tiene espacio cerrado disponible para almacenamiento.
5	Herrera	300	212	RD\$28.00	RD\$5,936.00	40%	RD\$3,561.60	Muy malas condiciones, muchos materiales mixtos en el medio, mucha basura, poca sombra. Tiene espacio cerrado disponible para almacenamiento.
6	Herrera	800	212	RD\$50.00	RD\$10,600.00	40%	RD\$6,360.00	Buenas condiciones, con mucha sombra. Muchos materiales mixtos en medio. No tiene espacio cerrado disponible para almacenamiento.

Tabla No. 20 Precios de Alquiler de Locales.

Tras la visita e inspección de cinco posibles locales, se seleccionó el #4 (sombreado en amarillo), el cual es un solar baldío que cuenta con 700m<sup>2</sup> y tiene un costo de RD\$45.00/m<sup>2</sup>, resultando en RD\$9,540.00 pesos. Adicionalmente, se le rebajara un 60% del costo total debido a que el espacio no está siendo ni será utilizado en los próximos años y el encargado apoya y conoce la iniciativa; resultando en un costo total de RD\$3,816.00 pesos mensuales.

Únicamente con los ahorros en costos de transporte mensuales (RD\$4,138.07), se cubrirán estos gastos de local (RD\$3,816.00), además el nuevo local permitirá un crecimiento de la demanda de recogida ya que contará con el espacio necesario y eliminará la demora de transporte de la materia prima para el inicio de la producción.

## **6.2 Propuesta #2: Diseño de nuevos módulos para pilas de compostaje, estandarizando el proceso de armado y preparación de pilas**

La implementación de módulos de compostaje traerá grandes beneficios para el proceso completo de compostaje de la empresa e implicará una inversión inicial para la correcta construcción de los mismos. Las siguientes tablas muestran el detalle de los materiales necesarios para su construcción, con las cantidades necesarias y sus costos correspondientes; tanto de los módulos simples (4 cubículos) como de los módulos dobles (8 cubículos):

PRESUPUESTO PARA MÓDULOS SIMPLES (1)					
Material	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Clavos	Ferremix	Libra	RD\$45.92	1	RD\$45.92
Pallets Madera (Reciclados)	Pallet Plastic Dominicana, MJO, S.R.L	Und.	RD\$287.00	9	RD\$2,583.00
Tela de gallinero calibre 22 de 1m x 45m	Ferremix	Metro	RD\$89.88	3.6	RD\$1,348.20
Lona Plastica Azul 18' x 20'	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$494.48	1	RD\$494.48
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	2	RD\$396.14
Alambre dulce Rollito C.16 DE 14 ONZ	Ferremix	Und.	RD\$98.40	1	RD\$98.40
Tubo Hidráulico PVC de 3m (1" diámetro)	Ferremix	Und.	RD\$230.21	3	RD\$690.63
Angulo Acero 90x90x18mm	Ferremix	Und.	RD\$21.32	8	RD\$170.56
Sub-total					RD\$4,479.14
Itbis (18%)					RD\$806.24
<b>Total</b>					<b>RD\$5,285.38</b>

*Tabla No. 21 Presupuesto para Módulos Simples.*

PRESUPUESTO PARA MÓDULOS DOBLES (1)					
Material	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Clavos	Ferremix	Libra	RD\$45.92	2	RD\$91.84
Pallets Madera (Reciclados)	Pallet Plastic Dominicana, MJO, S.R.L	Und.	RD\$287.00	14	RD\$4,018.00
Tela de gallinero calibre 22 de 1m x 45m	Ferremix	Metro	RD\$89.88	12	RD\$1,078.56
Lona Plastica Azul 18ft x 24ft	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$572.25	1	RD\$572.25
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	4	RD\$792.28
Alambre dulce Rollito C.16 DE 14 ONZ	Ferremix	Und.	RD\$98.40	2	RD\$196.80
Tubo Hidráulico PVC de 3m (1" diámetro)	Ferremix	Und.	RD\$230.21	6	RD\$1,381.26
Angulo Acero 90x90x18mm	Ferremix	Und.	RD\$21.32	16	RD\$341.12
Sub-total					RD\$8,472.11
Itbis (18%)					RD\$1,524.98
<b>Total</b>					<b>RD\$9,997.09</b>

*Tabla No. 22 Presupuesto para Módulos Dobles.*

En estos presupuestos, se evidencia el costo total de cada sistema de módulos, correspondiendo a RD \$5,285.38 pesos el módulo simple y RD \$9,997.09 pesos el módulo doble. Con la implementación de estos módulos de compostaje la capacidad de recibimiento de residuos orgánicos crecerá en más de un 50%; causando posibilidad de aumento en la demanda y aumento directo de las ganancias de la empresa.

### 6.3 Propuesta #3: Diseño y distribución de nuevas facilidades para la adecuada delimitación de nuevas áreas, el aprovechamiento de los espacios y mejora del flujo dentro de la facilidad

De manera general, la implementación del diagrama de *layout* propuesto exige una inversión en nuevos módulos de compostaje, un nuevo centro de acopio, cilindros para la etapa de maduración, herramientas para la construcción y gastos de mano de obra. En las siguientes tablas, se detallan las partidas mencionadas con sus costos y cantidades correspondientes, resultando en un costo total:

COTIZACIÓN PARA MÓDULOS SIMPLES (1)					
Materiales	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Clavos	Ferremix	Libra	RD\$45.92	1	RD\$45.92
Pallets Madera (Reciclados)	Pallet Plastic Dominicana, MJO, S.R.L	Und.	RD\$287.00	9	RD\$2,583.00
Tela de gallinero calibre 22 de 1m x 45m	Ferremix	Metro	RD\$89.88	3.6	RD\$1,348.20
Lona Plastica Azul 18' x 20'	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$494.48	1	RD\$494.48
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	2	RD\$396.14
Alambre dulce Rollito C.16 DE 14 ONZ	Ferremix	Und.	RD\$98.40	1	RD\$98.40
Tubo Hidráulico PVC de 3m (1" diámetro)	Ferremix	Und.	RD\$230.21	3	RD\$690.63
Angulo Acero 90x90x18mm	Ferremix	Und.	RD\$21.32	8	RD\$170.56
Sub-total					RD\$4,479.14
Ibtis (18%)					RD\$806.24
<b>Total</b>					<b>RD\$5,285.38</b>

COTIZACIÓN PARA MÓDULOS DOBLES (1)					
Materiales	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Clavos	Ferremix	Libra	RD\$45.92	2	RD\$91.84
Pallets Madera (Reciclados)	Pallet Plastic Dominicana, MJO, S.R.L	Und.	RD\$287.00	14	RD\$4,018.00
Tela de gallinero calibre 22 de 1m x 45m	Ferremix	Metro	RD\$89.88	12	RD\$1,078.56
Lona Plastica Azul 18ft x 24ft	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$572.25	1	RD\$572.25
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	4	RD\$792.28
Alambre dulce Rollito C.16 DE 14 ONZ	Ferremix	Und.	RD\$98.40	2	RD\$196.80
Tubo Hidráulico PVC de 3m (1" diámetro)	Ferremix	Und.	RD\$230.21	6	RD\$1,381.26
Angulo Acero 90x90x18mm	Ferremix	Und.	RD\$21.32	16	RD\$341.12
Sub-total					RD\$8,472.11
Ibtis (18%)					RD\$1,524.98
<b>Total</b>					<b>RD\$9,997.09</b>

COTIZACIÓN EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Materiales	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
PALA CUADRADA AMERICANA M/MADERA 71CM	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$325.37	2	RD\$650.74
Carretilla M 5.5' cubicos	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$6,136.09	1	RD\$6,136.09
Manguera P/Jardin 1/2"X75'	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$1,006.98	2	RD\$2,013.97
Sub-total					RD\$8,800.80
Ibtis (18%)					RD\$1,584.14
<b>Total</b>					<b>RD\$10,384.94</b>

COTIZACIÓN CILINDROS DE MADURACIÓN (1.20m diámetro ó 3.8m de largo)					
Materiales	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Lona Plastica Azul 18ft x 24ft	Ferreteria Ochoa	Und.	RD\$575.25	4	RD\$2,301.00
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	8	RD\$1,584.57
Tela de gallinero calibre 20 de 1.5m x 45m	Ferremix	Metro	RD\$107.74	83.6	RD\$9,007.05
Sub-total					RD\$12,892.62
Irbis (18%)					RD\$2,320.67
<b>Total</b>					<b>RD\$15,213.29</b>

COTIZACIÓN PARA CENTRO DE ACOPIO DE MATERIALES					
Materiales	Lugar Cotizado	Unidad	Costo/Ud.	QTY	Sub-Total
Clavos	Ferremix	Libra	RD\$45.92	2	RD\$91.84
Pallets Madera (Reciclados)	Pallet Plastic Dominicana, MJO, S.R.L	Und.	RD\$287.00	8	RD\$2,296.00
Varillas 3/8" x 20'	Ferremix	Und.	RD\$198.07	2	RD\$396.14
Sub-total					RD\$2,783.98
Irbis (18%)					RD\$501.12
<b>Total</b>					<b>RD\$3,285.10</b>

Mano de Obra Ensamblado	
Mano de Obra Por Modulo	RD\$650.00

*Tabla No. 23 Análisis de Partidas de Cotización para Módulos.*

De manera general, con todas las partidas sumadas, la inversión total para la implementación del nuevo *layout* de compostaje exige la siguiente inversión:

COTIZACIÓN TOTAL			
Item	Costo	Cantidad	Subtotal
Modulos simples	RD\$5,285.38	2	RD\$10,570.76
Modulos Dobles	RD\$9,997.09	2	RD\$19,994.18
Centro de Acopio	RD\$3,285.10	1	RD\$3,285.10
Herramientas y Miscelaneos	RD\$10,384.94	1	RD\$10,384.94
Etapas de maduración	RD\$15,213.29	1	RD\$15,213.29
Mano de Obra	650	7	RD\$4,550.00
<b>Total</b>			<b>RD\$63,998.27</b>

*Tabla No. 24 Cotización Total.*

Esta cotización muestra una inversión total de RD\$63,998.27 pesos. Aun pareciendo un monto elevado, la implementación de estos cambios en el *layout* es la única aseguración de que la empresa tenga capacidad de crecimiento y logre sobrepasar su punto de equilibrio. De lo contrario, continuarán en un estancamiento que no permite ampliar su servicio de recogida de

residuos orgánicos, por lo tanto no posibilita que la empresa obtenga suficientes ganancias para llegar a su punto de equilibrio; causando que la misma no sea rentable.

#### **6.4 Propuesta #4: Mejora de flujo del proceso de armar pilas de compostaje, para reducir tiempos de transporte y eliminar “cuellos de botella”, aumentando la productividad**

La factibilidad de las modificaciones aplicadas al flujo de armado de pilas dependerán de la implementación de las Propuestas #1, #2 y #3 del Capítulo 5 (p.56). Debido a que las mejoras del flujo se basan en la eliminación de largos traslados dentro de las facilidades y la eliminación del proceso de movimiento de residuos orgánicos de tanque a cubeta; si se traslada el centro de compostaje de La Vega a Santo Domingo, y se aplica el *layout* propuesto (Diagrama No.8, p.63), la mejora del flujo de armado de pilas es sumamente factible. Esta propuesta no requiere una inversión monetaria, pero sí dependerá de que se haga la inversión monetaria de las propuestas mencionadas anteriormente.

#### **6.5 Propuesta #5: Mejora de flujo del proceso de “movida de pila” de compostaje mediante la implementación de tubos de oxigenación y estandarización de duración en reposo, para reducir tiempos de inspección y operación, aumentando la productividad y asegurando la calidad**

Según el analista Francisco Coll Morales, la estandarización es “la adaptación de un determinado proceso, también de muchos, a una serie de normas o reglas de referencia; consideradas como estándar.” (2020). Explica, cómo la aplicación de procesos estandarizados

ofrece numerosos beneficios, tales como: Aseguración de una correcta realización del trabajo, reducción de costos y/o tiempos, agilización y simplificación de procesos, mejorar la calidad del producto y/o servicio, entre otras. Es por esto que la propuesta de mejora del flujo de proceso de movida de pila es tan importante, ya que aplica dos grandes cambios en comparación con el anterior. Primeramente, elimina por completo el proceso de medición de temperatura de las pilas, asignando un lapso de tiempo de reposo estándar de 5 días para ser movida; asegurando que la pila siempre se mueva cuando debe moverse, por lo tanto asegurando la calidad. Y, también elimina la necesidad de realizar agujeros a la pila tras los 2 días de reposo; sustituyéndola por la operación de inserción de 3 tubos de PVC (con agujeros de 15 mm de diámetro) al momento de mover la pila, cada 5 días. Esto no solo permite la reducción de operaciones en el proceso de mover la pila, sino que asegura la calidad de la pila ya que permite que siempre se oxigene.

Para la implementación de esta mejora, se cotizaron la cantidad de tubos de PVC necesarios para el *layout* propuesto, se calculó que un tubo de PVC de 3 metros de largo, puede ser cortado en tres y ser utilizado para una pila. Es por esto que la cotización consiste en la compra de 18 tubos de PVC, uno para cada cubículo de los 6 módulos, excluyendo el primer cubículo que es utilizado para el armado de pila y no se le deben realizar agujeros. La siguiente tabla detalla la cotización:

<b>COTIZACIÓN TUBOS PVC</b>			
<b>ITEM</b>	<b>Costo/Und</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sub-Total</b>
Tubo Hidráulico PVC de 3m (1" diámetro)	RD\$230.21	18	RD\$4,143.78
		Itbis (18%)	RD\$745.88
		<b>Total</b>	<b>RD\$4,889.66</b>

*Tabla No. 25 Cotización Tubos de PVC.*

Esta cotización resulta en un costo total de RD \$4,889.66 pesos, monto que se encuentra incluido en la cotización total de la propuesta para el nuevo *layout* (Tabla No. 24, p.85).

### **6.6 Propuesta #6: Reajuste de fechas de recogida de distribuidor de residuos orgánicos, para el aprovechamiento de espacios dentro de las facilidades**

La maximización es la búsqueda del máximo rendimiento de algo, se refiere a aprovechar o explotar todo lo posible ciertos recursos, funciones y/o espacios (Pérez, 2011). El diagrama de *layout* propuesto (Diagrama No. 8, p.61) fue diseñado con el objetivo de maximizar el espacio designado para el compostaje. Pero, en conjunto con esta propuesta de reajustar las fechas de una modalidad de recogida mensual a una modalidad de recogida semanal, el espacio se maximiza aún más. Pues ya cuando se vayan a mover las pilas de un cubículo a otro, el distribuidor ya va a haber recogido y despachado más cubetas de residuos al centro de compostaje, permitiendo proceder al proceso de armado de pila en el cubículo vacío.

El acuerdo actual con el distribuidor consiste en una recogida mensual, y el pago se le efectúa en base a la cantidad de residuos que recoja. Por lo tanto, es recomendado modificar la modalidad de una recogida mensual a una en la que se distribuyan las recogidas del mes en cuatro semanas, necesario a medida que la demanda aumente. Este reajuste no representará un gasto monetario circunstancial para el distribuidor, solo que el mismo tendrá que hacer cuatro viajes mensuales al centro de compostaje en vez de uno, pero recibirá una mayor remuneración a medida que la demanda aumente.

El reajuste de las fechas causará un aprovechamiento de todos los espacios disponibles, permitiendo el crecimiento de la demanda sin necesidad de ocupar más área; beneficiando tanto a la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales como al distribuidor.

### **6.7 Propuesta #7: Creación de un procedimiento operativo estándar e instrucciones de trabajo para los procedimientos de compostaje con el fin de lograr la estandarización de los procesos y con esto el mejoramiento de la productividad**

Según un artículo sobre el uso de procedimientos operativos estándares, para generar una garantía de calidad en la empresa, dichos procedimientos son sumamente beneficiosos. Puesto a que los trabajos siempre deben llevarse a cabo de la misma manera, para lograr garantizar la satisfacción del producto, velar por la seguridad de los empleados y apostar por la rentabilidad. Está comprobado que la estandarización de los procesos conlleva a menos fallos relacionados con el trabajo y a una calidad continua, creando una satisfacción en el cliente que apoya una mayor rentabilidad en la empresa (Allman, 2020).

A esta propuesta se le agregan instrucciones de trabajo visuales que estandarizan las tareas para que siempre se hagan de una forma determinada y faciliten al operario el proceso de seguir instrucciones de trabajo. Además, le permiten al supervisor darse cuenta rápidamente si el operario está realizando algún paso incorrecto en el procedimiento, que puede afectar la consistencia y calidad del producto. Esta propuesta tiene la ventaja de que solo se incurre en un gasto mínimo de impresión para implementarla.

### **6.8 Propuesta #8: Creación de etiquetas para identificación de mallas y pizarra de seguimiento de etapa de maduración, asegurando la duración exacta que debe durar cada pila en la etapa de maduración; eliminando posibilidades de equivocación y garantizando la calidad del compost**

En el proceso de compostaje la etapa de maduración es fundamental, consiste en permitirle a la pila de compost 50 días en reposo total. De acuerdo a las propuestas de mejora del *layout* (Propuesta #3, p.60) y de reajuste de fechas, apostando a la máxima capacidad del espacio, se estima que cada cinco días (Propuesta #6, p.74) ingresara y saldrá una pila de compost de un cilindro de maduración; causando un flujo continuo de pilas que entran y salen. Para asegurar que cada pila repose los 50 días requeridos de la etapa de maduración es esencial poder llevar un control del tiempo que tiene cada pila en cada uno de los 22 cilindros. Es por esto que esta propuesta es tan importante ya que evita el desconocimiento de la cantidad de días que la pila está en reposo así como la incertidumbre de la calidad del compost resultante al final del proceso.

Esta propuesta es fácil de implementar dado que incurre en gastos mínimos de impresión, a la vez que aporta grandes beneficios en cuanto al aseguramiento de la calidad y consistencia del proceso de producción, apostando así por la estandarización de los procesos de la etapa de maduración.

### **6.9 Propuesta #9: Hoja de registro de datos, para documentación y control de la producción de compost**

Para el adecuado y funcional desarrollo de actividades dentro de una empresa productiva, el control de la producción es de los factores más importantes. Llevar un control lo más

circunstanciado y detallado posible causa un gran aumento de rendimientos y optimización de todos los recursos de la empresa (Sevilla, 2019). La hoja de registro de datos de producción en la sección de anexos (Anexo #7, p.115), se constituyó con el objetivo de establecer un control sobre los procesos de producción en la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales. Dicha hoja de registro facilita la recolección y análisis de datos, por lo tanto, con la implementación de esta propuesta la empresa podrá llevar un mayor control y conocimiento del producto resultante de su proceso de producción. Permitiendo tener mejor conocimiento sobre la cantidad de material producido y sobrante. Este registro admitirá la contabilización de sacos de compost producidos, así como sacos de material seco restantes del proceso de cernir el compost.

Esta propuesta cuenta con la ventaja de que sólo se incurre en un gasto mínimo de impresión para implementarla. Sin embargo, ayudará a que la empresa cree un historial de datos de producción que podrá analizar, y posteriormente medir con miras a mejorar sus procesos. Tal como dice William Thomson, físico y matemático británico “lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre.” (Aiteco Consultores, 2015).

## **Capítulo 7: Recomendaciones y Conclusiones**

## Recomendaciones

El enfoque principal de este proyecto se basa en estandarizar los procesos de compostaje de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales, para lograr mejorar su productividad y asegurar su capacidad de crecimiento. Mediante un análisis de la situación actual y levantamiento de los procesos, se propusieron mejoras que buscan plantear una distribución lógica y mejorada de los espacios destinados para el compostaje. Esto causará una mejora en el flujo de los procesos a través de un establecimiento de protocolos e instrucciones que disminuirán los tiempos operativos, maximizarán el espacio y eliminará largos transporte de materiales. Estas propuestas permitirán un aumento de la demanda por lo tanto aumento de las ganancias de la empresa.

En primer lugar, se propuso una mudanza de localidad del centro de compostaje, de La Vega a Santo Domingo. De manera que para iniciar la producción no sea necesario esperar que la materia prima, acopiada en Santo Domingo, llegue al centro de compostaje en La Vega. Eliminando por completo los costos y extensos tiempos de transporte entre las localidades, así como el estancamiento por no tener capacidad de permitir que la demanda aumente.

En segundo lugar, se propuso un diseño de módulos para el compostaje, eliminando la necesidad de utilizar mallas electrosoldadas, que aumentan y dificultan los procesos operativos de armar y mover una pila. También, permiten un mayor aprovechamiento del espacio y estandarización de los procesos implicados en el compostaje.

En tercer lugar, se propuso un nuevo *layout* enfocado en maximizar por completo los espacios necesarios para el compostaje, aumentar la capacidad de recibimiento de residuos orgánicos hasta superar el punto de equilibrio, eliminar los largos traslados dentro de las facilidades y mejorar el flujo completo de este.

En cuarto lugar, se propuso un nuevo y optimizado flujo del proceso de armado de pilas, en el cual se eliminan inspecciones innecesarias así como los “cuellos de botella” identificados dentro de este; resultando en una disminución significativa del tiempo operativo. Esta propuesta se apoyará de las propuestas anteriores de mudanza del centro de compostaje así como la implementación del nuevo *layout*.

En quinto lugar, se propuso un nuevo y optimizado flujo del proceso de movida de pilas, en el cual se eliminan procesos repetitivos e innecesarios, siendo estos estandarizados y simplificados. Estas mejoras permitirán que el trabajador tenga más control sobre el proceso, disminuyendo la cantidad de supervisión que el proceso actualmente requiere.

En sexto lugar, se propuso reajustar con el distribuidor las fechas de recogida, pasando de una modalidad actual mensual a una modalidad propuesta semanal. Esto posibilitará un mayor aprovechamiento del *layout* propuesto en el que la demanda puede crecer y no será necesario ampliar las facilidades.

En séptimo lugar, se propuso la creación de un procedimiento operativo estándar acompañado de instrucciones de trabajo de los procesos de compostaje. Esto permitirá establecer protocolos y procedimientos que asegurarán la adecuada ejecución de todos los procesos en cuestión.

En octavo lugar, se propuso la creación de etiquetas para la identificación de cada una de los cilindros de maduración, acompañada de una pizarra de seguimiento, que indicará las fechas de entrada y salida de las pilas de compost; ofreciendo un mayor control sobre la cantidad de días en reposo que debe durar cada pila en el cilindro de maduración, asegurando la calidad del producto terminado.

Por último, se propuso la implementación de una hoja de registro de datos con el fin de llevar inventario de la cantidad de unidades de compost empacadas al final del proceso.

## Conclusiones

Tras culminar el proceso de levantamiento e investigación y elaborar propuestas de mejora, se pudo evidenciar como las herramientas de Ingeniería Industrial utilizadas en el análisis de la situación actual, asistieron a la identificación de elementos deficientes en la condición real de la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales. Permitiendo la mejora de los procesos y creación de procedimientos estandarizados.

La estandarización de procesos, implementada adecuadamente, aporta a la correcta asignación de tareas y a la constitución de un procedimiento operativo estándar. Su funcionamiento produce una consistencia en el método de trabajo que asegura la calidad de los productos ofrecidos por medio de la adecuada capacitación.

Asistiendo a la facilidad de la empresa, se pudieron reconocer un conjunto de operaciones en decadencia atadas a la pobre organización de los procesos, poco conocimiento por parte de los operarios y mala distribución de planta que limitaba el crecimiento de la compañía.

En el desarrollo de esta investigación se evidencian cómo se realizaron propuestas factibles que se alinean con los objetivos del proyecto y sus necesidades vigentes. Destacando que las mismas no solo son de beneficio económico y ahorros de tiempo, si no que, incrementan la capacidad de demanda y establecen un control de producción que apoyan a la mejora continua.

Estas oportunidades de mejora fueron justificadas con cada objetivo específico propuesto como se muestra a continuación:

- Se identificaron, mediante un Análisis de los Costos, altos gastos de transporte que no aportan valor al producto final, redistribuyéndose al alquiler del local propuesto en Santo Domingo.

- Se reconocieron y analizaron los procesos ejecutados para el compostaje actualmente, mediante diagramas de flujo los procesos se creó un nuevo diseño de módulos de compostaje.
- Se evaluaron los “cuellos de botella” del proceso de compostaje en el traslado de materiales dentro de las facilidades y en la operación de vertido de residuos orgánicos en la pila, mediante la herramienta de Análisis de los 5 Porqués.
- Se determinaron las posibles causas de los bajos niveles de productividad en la línea de producción de compost, mediante la creación de un Diagrama de Ishikawa o Causa y Efecto. Se pudieron identificar: una logística insuficiente en el manejo de materia prima, desorganización en los métodos de trabajo, deficiente distribución de planta e incomodidades en el manejo de cilindros actuales.
- Se logró puntualizar de manera exitosa las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas mediante un Análisis FODA en donde se identificaron los principales elementos de estudio del proyecto.
- Se propusieron nuevos procesos y procedimientos estandarizados que permitan la mejora del flujo de producción con la creación de un Procedimiento Operativo Estándar e Instrucciones de Trabajo.
- Se diseñaron y distribuyeron, con la propuesta de un nuevo local, nuevas facilidades de acuerdo a las necesidades del proceso de producción con aprovechamiento y maximización del espacio, utilizando AutoCad como plataforma de diseño.
- Se estableció un sistema que permite el control y registro de la producción al final del proceso, mediante la creación de hoja de registro y pizarras de seguimiento. Igualmente, protocolos y señalizaciones para la producción de compostaje.

Concluyendo de esta manera que las oportunidades de mejoras propuestas en esta investigación, donde se busca mejorar la productividad y capacidad de crecimiento, resultan útiles y rentables para la empresa Tierra Urbana Servicios Ambientales.

## Referencias

Aiteco Consultores. (2015, June 7). *Lo que no se mide, no se puede mejorar*.

<https://www.aiteco.com/lo-que-no-se-mide/#:%7E:text=En%20realidad%20la%20frase%20corresponde,se%20mejora%2C%20se%20degrada%20siempre.&text=En%20definitiva%2C%20para%20llevar%20a,funci%C3%B3n%20directiva%20es%20necesario%20medir.>

Allman, S. (2020). *SOPs explicado simplemente*. Lumiform.

<https://lumiformapp.com/es/temas/procedimiento-operativo-estandar-sop>

Álvarez, A. (1999). *La calidad. Su implementación y monitoreo*. Gerencia Universitaria en Salud. Centro Nacional de Perfeccionamiento Médico. La Habana.

ARG. (2016, 15 abril). *¿Por qué desinfecta el vinagre?* ARG Neteges.

<http://empresadelimpieza.com.es/desinfecta-el-vinagre/#:%7E:text=El%20componente%20b%C3%A1sico%20del%20vinagre,coste%20y%20su%20f%C3%A1cil%20producci%C3%B3n.>

Acacia Technologies. (2019, Octubre 2). *El palet en logística: Todo lo que necesitas*

saber. acaciatec.com. <https://www.acaciatec.com/palet-logistica-necesitas-saber/>

Acevedo, G. (2016, Noviembre 2). *Aluzinc o Aluminizado*.

<https://hierromat.com.uy/index.php/forum-preguntas-frecuentes/aluzinc-o-aluminizado>

Consortio Provincial de Residuos Sólidos Urbanos. (s. f.). *Residuos orgánicos*.

Consortio RSU. Recuperado 13 de mayo de 2021, de

<http://www.consorciosumalaga.com/5936/residuos-organicos#:%7E:text=Los%2>

0residuos%20org%C3%A1nicos%2C%20son%20biodegradables,restos%20vegetales%20de%20origen%20domiciliario.

Corvo, H. S. (2019, 26 marzo). Análisis de costos: cómo se hace, para qué sirve y ejemplos. Lifeder. <https://www.lifeder.com/analisis-de-costos/>

EcoInventos. (2021, 26 marzo). *Guía para el compostaje casero*.  
<https://ecoinventos.com/guia-para-el-compostaje-casero/>

Francisco Coll Morales (07 de mayo, 2020). Estandarización. Economipedia.com

G&J. (s. f.). MALLA GALLINERO GANSO. G&J Empresas de Acero. Recuperado 26 de julio de 2021, de <https://gyj.com.co/malla-gallinero-ganso.html>

Global Aquaculture Alliance. (2018, 9 febrero). Descomposición y acumulación de materia orgánica en estanques « Global Aquaculture Advocate.  
<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/descomposicion-y-acumulacion-de-materia-organica-en-estanques/>

García Izquierdo, B. Gonzales Rodríguez, C. Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía, S.A. (2017). Manual Básico de Compostaje. Torres-Reocín. Cantabria, España.  
[http://www.campoodeyuso.com/mediapool/136/1367893/data/Nueva\\_carpeta/Gu\\_a\\_de\\_compostaje\\_vfinal\\_.pdf](http://www.campoodeyuso.com/mediapool/136/1367893/data/Nueva_carpeta/Gu_a_de_compostaje_vfinal_.pdf)

Gobierno de Cantabria. (2018, enero). Proyecto Piloto de Compostaje Comunitario en Mazcuerras.  
[http://www.premioconama.org/bo/bancorecursos/banco\\_imagenes/premios18/incripciones/270\\_PROYECTO%20FINAL%20COMPOSTAJE%20COMUNITARIO%20MAZCUERRAS%20V10%2030112017.pdf](http://www.premioconama.org/bo/bancorecursos/banco_imagenes/premios18/incripciones/270_PROYECTO%20FINAL%20COMPOSTAJE%20COMUNITARIO%20MAZCUERRAS%20V10%2030112017.pdf)

- Hidalgo Castro, D., & Barcia Villacreses, K. F. (2009). Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio.
- Hinojosa, M. A. (2003). Diagrama de Gantt. Producción, procesos y operaciones.
- Hernandez Marin, M. (2013). Plan estratégico para el aprovechamiento del compost residual para la empresa agrícola Del Alto S.A.S, haciendo énfasis en los aspectos ambientales. <https://core.ac.uk/download/pdf/71397616.pdf>
- Industrial de Armaduras OMNIA. (s. f.). Mallas electrosoldadas. Mallas OMNIA. Recuperado 26 de julio de 2021, de <https://www.mallasomnia.com/producto/mallas-electrosoldadas/>
- ISO 9000:2015(es). (2015). Fundamentos y Vocabulario. *Sistemas de gestión de la calidad*. Published. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es:term:3.6.1>
- Jaymafer S.L. (s. f.). Características de las bolsas de papel. Jaymafer | Industria de Plástico. Recuperado 22 de junio de 2021, de <https://jaymafer.com/bolsas-de-papel-categoria/caracteristicas-de-las-bolsas-de-papel/gmx-niv77-con970.htm>
- Louie, R. (2015). Compost City: Practical Composting Know-How for Small-Space Living. Boston, Massachusetts: Boston & London.
- López Nieto, F. (2006). Honores y Protocolo. España. Grupo Wolters Kluwer.
- Mejia, H., Wilches, M. J., Galofre, M., & Montenegro, Y. (2011). Aplicación de metodologías de distribución de plantas para la configuración de un centro de distribución. *Scientia et technica*, 3(49), 63-68.

- Mazón-Arevalo, Luis, Villao-Burgos, Datzania, Nuñez, William y Serrano-Luyó, Manuel. Análisis de punto de equilibrio en la toma de decisiones de un negocio: caso Grand Bazar Riobamba –Ecuador. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*. 2017, 3-8: 14-24
- Mendoza Juárez, M. A. (2012, octubre). “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura.  
[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING\\_515.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_515.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Monterrey, A. P. Y. (2021, 1 julio). *Ángulo*. Galvadeck.net.  
<https://galvadeck.net/perfiles/perfiles-comerciales/angulo/>
- Najera Aguilar, H. (2019). Lixiviados. UNICACH.  
[https://www.unicach.mx/\\_ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf](https://www.unicach.mx/_ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf)
- National Human Genome Research Institute. (s. f.). Enzima | NHGRI. Genome.gov.  
Recuperado 13 de mayo de 2021, de <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Enzima>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). Apéndice 1 [Libro electrónico]. En *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.<sup>a</sup> ed., p. 552). McGraw-Hill Education.
- OCCMundial. (2021, 19 enero). *Qué es el análisis FODA: Qué significa y la historia de esta herramienta*. OCC.  
<https://www.occ.com.mx/blog/que-es-un-analisis-foda-y-como-se-hace/>
- Pastrana, C. (2020, 20 noviembre). La Teoría de las Restricciones: cómo identificar obstáculos. Thinking for Innovation. <https://www.iebschool.com/blog/teoria->

restricciones-negocios-internacionales/

Pérez, J., & Gardey, A. (2014). *Definición de maximizar*. Definición.de.

<https://definicion.de/maximizar/>

Polietileno de Alta Densidad HDPE. (2020, 18 noviembre). Imagia Global.

<https://imagiaglobal.com/projects/polietileno-de-alta-densidad-hdpe/>

Raffino, M. (2020, 19 junio). Diagrama de Flujo. Concepto.de.

<https://concepto.de/diagrama-de-flujo/>

Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Manual de Compostaje del Agricultor

[Libro electrónico]. <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión

23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/lona>

Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed., [versión

23.4 en línea]. <https://dle.rae.es/vinagre>

Real Academia Española. (s. f.). Diccionario de la lengua española, 23.<sup>a</sup> ed.

[Versión 23.4 En Línea]. Recuperado 2 de agosto de 2021, de <https://dle.rae.es/>

Real Academia Española. (s. f.). tierra | Diccionario de la lengua española. «Diccionario

de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 22 de junio de

2021, de <https://dle.rae.es/tierra>

Real Academia Español. (s. f.). Alambre | Diccionario de la lengua española.

«Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 25

de julio de 2021, de <https://dle.rae.es/alambre?m=form2>

Ramos Valer, L. G. (2020). Comparación de la influencia del uso de ichu (*Stipa Ichu*) con

nylon en la resistencia a tracción indirecta ya la flexión del concreto en Arequipa.

- Ramos Agüero, D., & Terry Alfonso, E. (2014). Generalidades de los composts orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*, 35(4), 52-59.
- Salazar, B. (2019, 25 junio). *Estudio de tiempos*. Ingeniería Industrial Online. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/que-es-el-estudio-de-tiempos/>
- Secretaría de Economía. (2015, 30 diciembre). *¿Qué es la Estandarización?* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/se/articulos/que-es-la-estandarizacion>
- Sevilla Arias, A. (5 Noviembre, 2016). Productividad. Economipedia.com
- Sevilla, P. (2019, 15 marzo). *La importancia del control de producción en una empresa*. FinancialRed. <https://finacialred.com/la-importancia-del-control-de-produccion-en-una-empresa/>
- Tedx Talks. (2013, 12 mayo). *Humus - the essential ingredient: Graeme Sait at TEDxNoosa*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8Q1VnwcwW7E>
- Terrazas Pastor, R. (2011). Planificación y programación de operaciones. *Revista Perspectivas*, (28), 7-32.
- Tierra Urbana. Recuperado 13 de mayo de 2021, de <https://www.tierraurbana.do/>
- Uribe López, J. P., Vanegas Barreras, A., & Cardona González, F. A. (2004, mayo). PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA DE PROCESAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COMPOST: VIABILIDAD PARA TRES UBICACIONES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ Y SUS ALREDEDORES.

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7109/tesis149.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valenzuela, L. (2000). Diagrama de ishikawa. Santiago de Chile: UNAB.

## Anexos

### Anexo #1: Estudio de tiempos proceso de armar pila.

ESTUDIO DE TIEMPOS PROCESO DE ARMAR PILA										
#	OPERACIÓN	TOMA DE TIEMPOS (segundos)					Σ	TIEMPO PROMEDIO	TIEMPO NORMAL	TIEMPO ESTÁNDAR
		1	2	3	4	5				
1	Trasladar 5 sacos de material seco	175.35	168.81	169.24	199.75	181.11	894.26	178.85	189.58	218.02
2	Trasladar 5 sacos de material seco	178.33	171.20	168.38	162.85	195.84	876.60	175.32	185.84	213.72
3	Trasladar 5 sacos de material verde	203.68	214.82	225.19	193.50	213.54	1,050.73	210.15	222.75	256.17
4	Trasladar 1 saco de compost y herramientas	171.75	179.83	168.14	208.45	159.54	887.71	177.54	188.19	216.42
5	Trasladar 1 tanque de residuos orgánicos	405.29	432.04	413.51	391.70	421.47	2,064.01	412.80	437.57	503.21
6	Conectar y prender manguera	67.89	78.02	56.90	61.48	81.26	345.55	69.11	73.26	84.25
7	Verter 2 sacos de material seco	80.33	86.72	79.48	85.55	91.19	423.27	84.65	89.73	103.19
8	Rociar material con agua	13.56	11.31	8.20	12.38	15.21	60.66	12.13	12.86	14.79
9	Verter 1 saco de material verde	65.43	59.49	48.53	62.53	114.32	350.30	70.06	74.26	85.40
10	Inspeccionar nivel de humedad de material	9.42	7.21	10.26	5.41	8.33	40.63	8.13	8.61	9.91
11	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspección)	13.89	11.65	0.00	12.83	15.70	54.07	10.81	11.46	13.18
12	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	100.43	113.42	98.65	109.27	106.73	528.50	105.70	112.04	128.85
13	Enjuagar cubeta con agua	29.54	19.72	17.34	33.65	45.89	146.14	29.23	30.98	35.63
14	Mezclar capa superior de la pila	31.23	48.60	15.42	9.70	12.73	117.68	23.54	24.95	28.69
15	Verter 1/5 de saco de compost	57.70	31.86	29.13	62.18	43.48	224.35	44.87	47.56	54.70
16	Agregar agua a la pila	39.80	45.31	52.97	57.29	61.99	256.97	51.39	54.48	62.65
17	Verter 2 sacos de material seco	91.54	86.36	75.87	87.00	95.32	436.09	87.22	92.45	106.32
18	Rociar material con agua	11.90	17.65	9.00	10.27	19.06	67.88	13.58	14.39	16.55
19	Verter 1 saco de material verde	69.53	57.78	61.76	78.23	93.04	360.34	72.07	76.39	87.85

20	Inspeccionar nivel de humedad de material	6.76	8.02	4.44	6.08	9.11	34.41	6.88	7.29	8.39
21	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspección)	14.67	0.00	18.27	11.89	13.45	58.28	11.66	12.36	14.21
22	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	121.04	104.88	111.51	118.73	133.05	589.21	117.84	124.91	143.65
23	Enjuagar cubeta con agua	27.00	36.00	21.00	29.00	41.00	154.00	30.80	32.65	37.55
24	Mezclar capa superior de la pila	37.15	41.01	48.62	31.36	45.22	203.36	40.67	43.11	49.58
25	Verter 1/5 de saco de compost	59.21	29.63	33.14	61.01	49.07	232.06	46.41	49.20	56.58
26	Agregar agua a la pila	47.35	59.01	43.89	66.66	57.06	273.97	54.79	58.08	66.79
27	Verter 2 sacos de material seco	88.21	71.62	89.45	93.17	103.29	445.74	89.15	94.50	108.67
28	Rociar material con agua	25.01	18.42	9.49	15.06	16.04	84.02	16.80	17.81	20.48
29	Verter 1 saco de material verde	71.11	75.07	42.61	65.62	114.07	368.48	73.70	78.12	89.84
30	Inspeccionar nivel de humedad de material	18.01	9.05	13.12	9.07	11.43	60.68	12.14	12.86	14.79
31	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspección)	19.43	9.96	0.00	17.32	16.49	63.10	12.62	13.38	15.38
32	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	107.00	97.38	118.50	121.03	121.70	565.61	113.12	119.91	137.90
33	Enjuagar cubeta con agua	34.05	23.52	17.92	31.90	41.97	148.56	29.71	31.49	36.22
34	Mezclar capa superior de la pila	29.53	42.78	57.08	65.02	16.47	210.88	42.18	44.71	51.41
35	Verter 1/5 de saco de compost	56.13	25.81	30.00	54.01	47.08	213.03	42.61	45.16	51.94
36	Agregar agua a la pila	35.66	45.00	61.42	57.00	70.91	269.99	54.00	57.24	65.82
37	Verter 2 sacos de material seco	83.50	86.06	77.90	87.29	88.52	423.27	84.65	89.73	103.19
38	Rociar material con agua	13.04	17.11	9.94	20.03	18.52	78.34	15.67	16.61	19.10
39	Verter 1 saco de material verde	65.39	59.37	56.39	59.02	112.09	352.26	70.45	74.68	85.88
40	Inspeccionar nivel de humedad de material	5.40	4.02	11.63	6.01	13.15	40.21	8.04	8.52	9.80
41	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspección)	16.30	14.03	9.04	12.82	13.05	65.24	13.05	13.83	15.91
42	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y	111.24	103.09	115.08	94.09	107.28	530.78	106.16	112.53	129.40

	verter encima de pila									
43	Enjuagar cubeta con agua	34.52	14.85	17.30	37.58	51.20	155.45	31.09	32.96	37.90
44	Mezclar capa superior de la pila	40.72	42.16	15.03	11.73	12.89	122.53	24.51	25.98	29.87
45	Verter 1/5 de saco de compost	61.51	34.75	33.49	51.04	43.00	223.79	44.76	47.44	54.56
46	Agregar agua a la pila	43.53	37.08	42.00	39.30	32.76	194.67	38.93	41.27	47.46
47	Verter 2 sacos de material seco	81.09	86.56	79.90	89.90	89.02	425.57	85.11	90.22	103.75
48	Rociar material con agua	14.63	11.83	6.88	17.03	18.39	68.76	13.75	14.58	16.76
49	Verter 1 saco de material verde	68.29	53.44	53.71	67.88	118.39	361.71	72.34	76.68	88.18
50	Inspeccionar nivel de humedad de material	6.00	6.02	11.09	8.34	6.88	38.33	7.67	8.13	9.34
51	Rociar material con agua (de ser necesario tras inspección)	12.64	12.05	7.25	16.03	13.89	61.86	12.37	13.11	15.08
52	Llenar 2 cubetas de residuos orgánicos y verter encima de pila	116.90	101.82	118.38	97.08	129.06	563.24	112.65	119.41	137.32
53	Enjuagar cubeta con agua	32.63	19.54	18.82	31.50	48.41	150.90	30.18	31.99	36.79
54	Mezclar capa superior de la pila	38.52	49.09	15.29	9.06	17.32	129.28	25.86	27.41	31.52
55	Verter 1/5 de saco de compost	56.24	32.53	34.51	74.26	49.92	246.56	49.31	52.27	60.11
56	Agregar agua a la pila	39.67	41.90	57.04	54.89	61.20	254.70	50.94	54.00	62.10
57	Trasladar lona para tapar pilas	178.54	223.59	203.47	198.65	210.09	1,014.34	202.87	215.04	247.30
58	Buscar piedras para agarrar lona	143.53	98.02	111.68	100.43	81.49	535.15	107.03	113.45	130.47
59	Cubrir pila con lona	63.60	88.90	58.84	79.40	43.07	333.81	66.76	70.77	81.38
	<b>Tiempo Total (seg)</b>	3,941.34	3,776.77	3,593.09	4,749.31	4,262.75	20,323.26	19,535.26	3,907.05	4,141.48
	<b>Tiempo Total (min)</b>	65.69	62.95	59.88	79.16	71.05	338.72	325.59	65.12	69.02
								<b>Tiempo de ciclo (min)</b>		<b>79.38</b>

*Tabla No. 26 Estudio de Tiempo Proceso de Preparación de Pilas.*

## Anexo #2: Procedimiento general Tierra Urbana Servicios Ambientales.



NÚMERO DE DOCUMENTO : SOP-GENERAL

REVISIÓN: 01

DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO GENERAL PRODUCCIÓN DE COMPOST

PÁGINA: 1 de 4

<b>Propósito</b>	Definir el procedimiento adecuado y estandarizado para el armado de pila, movida y maduración de compost en la empresa.
<b>Alcance</b>	Este procedimiento aplica desde la recogida de materiales en el centro de acopio, hasta el empacado del compost madurado.
<b>Dueño del documento</b>	Encargada de administración

### Términos y Definiciones

Término	Definición
Material verde	Material que aporta nitrógeno como: hojas frescas que estén sanas, grama, sobras de la cocina (cáscaras y piel de vegetales, frutas, verduras y legumbres sin cocinar, cáscara de huevo, posos del café, bolsas usadas de té
Material seco	Materiales que componen el compostaje, tales como hojas secas, cáscaras de frutos secos, cáscaras de huevos, restos de poda, aserrín, papel sin tintar, virutas de madera, paja, etc.
Residuos Orgánicos	Se componen naturalmente y tiene la propiedad de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otra materia orgánica. Los residuos orgánicos se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario
Compost	Material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto, a las plantas que crecen en él.
Bieldo	Instrumento para aventar compuesto de un palo largo, de otro de unos 30 cm de longitud que lo atraviesa en uno de sus extremos, y de otros cuatro o más fijos en este en forma de dientes.
Cedazo	Instrumento compuesto de un aro y de una tela, por lo común de cerdas, más o menos clara, que cierra la parte inferior. Sirve para separar las partes sutiles de las gruesas de algunas cosas, como la harina, el suero, etc.
Cubículo	Lugar donde se sitúan las pilas de compost en los procesos de armado y mezclado de pilas.
Módulo de Compost	Compuesto de 4 cubículos unidos uno con el otro, en el caso de los módulos simples, u 8 cubículos unidos el uno con el otro en caso de los módulos dobles.

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL – TIERRA URBANA SERVICIOS AMBIENTALES



NÚMERO DE DOCUMENTO : SOP-GENERAL

REVISIÓN: 01

DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO GENERAL PRODUCCIÓN DE COMPOST

PÁGINA: 2 de 4

### Responsabilidades

Función	Responsabilidades
CEO	Conocer y velar por el cumplimiento del procedimiento.
Operador	Cumplir el procedimiento.
Supervisor	Asegurar el cumplimiento del procedimiento en el área de producción.
Encargada de contabilidad	Conocer y cumplir el procedimiento.
Encargado de logística de transporte	Asegurarse de que los materiales requeridos para el proceso de producción estén disponibles a la hora del uso.
Encargada de administración	Velar por el cumplimiento del procedimiento y mantenerlo actualizado.
Encargada publicitaria	Conocer el procedimiento y velar por el mantenimiento de las identificaciones.

### Instrucciones de Trabajo

Número del documento	Título
IT-AP-2021	Armado de Pila de Compost
IT-MP-2021	Movida de Pila de Compost
IT-EC-2021	Empacado de Compost

### Hojas de Datos

Título del documento
Pizarra de Seguimiento Etapa de Maduración
Hoja de Registro Producción de Compost

### Procedimiento

- 1. RECIBIMIENTO DE MATERIALES EN CENTRO DE ACOPIO**  
El material seco, material verde, y compost restante de producciones anteriores se almacenarán en el centro de acopio de materiales para su uso posterior.
- 2. PROCESO DE ARMADO DE PILA DE COMPOST**  
El operador tomará los materiales requeridos para armar la pila del centro de acopio y armará la misma en el primer cubículo de la izquierda de cada módulo de compost, según descrito en la instrucción de trabajo *IT-AP-2021*.
- 3. PROCESO DE MOVIDA DE PILA DE COMPOST**  
El operador moverá la pila de compost del cubículo de la izquierda al cubículo siguiente de la derecha cada 5 días, tomando en cuenta la forma de mover la pila según la instrucción de trabajo *IT-MP-2021*, y colocará 3 tubos de PVC de 1 metro de largo en el centro de esta para que la pila respire; simplificando la regulación de temperatura de la pila y asegurando un compost de calidad.
- 4. PROCESO DE MADURACIÓN DE COMPOST**  
El operador tomará las pilas de compost de los módulos ya movidas 3 veces y la moverá a los cilindros de maduración donde permanecerán por 50 días. El supervisor registrará en *la Pizarra*

INFORMACIÓN CONFIDENCIAL – TIERRA URBANA SERVICIOS AMBIENTALES



NÚMERO DE DOCUMENTO : SOP-GENERAL

REVISIÓN: 01

DOCUMENTO: PROCEDIMIENTO GENERAL PRODUCCIÓN DE COMPOST

PÁGINA: 3 de 4

*de Seguimiento de la Etapa de Maduración* la fecha de entrada del compost al cilindro de maduración en el número de malla correspondiente al cilindro de maduración y le sumará a esta fecha 50 días, correspondiente a la fecha de salida del compost madurado.

#### 5. EMPACADO DE COMPOST

Concluidos los 50 días de la etapa de maduración, el operador cernirá el compost madurado sobre la carretilla con ayuda del cedazo, y empacará el compost cernido en sacos según descrito en la instrucción de trabajo *IT-EC-2021*. El operador empacará el material seco restante en la parte superior del cedazo en sacos y lo llevará al centro de acopio para su posterior utilización.

#### 6. REGISTRO DE PRODUCCIÓN DE COMPOST

El supervisor registrará la cantidad de sacos de compost producidos en cada cilindro de maduración listo, al igual que la cantidad de sacos de compost restante (material seco) en la *Hoja de Registro de Producción de Compost*.

#### Guía Estándar de Identificaciones:

##### 1. Identificación de mallas en etapa de maduración:



Impresa y plastificada en hoja 8.5 x 11"  
(Utilización de alambre dulce para fijar en las mallas de los cilindros de maduración)



INFORMACIÓN CONFIDENCIAL – TIERRA URBANA SERVICIOS AMBIENTALES



### Anexo #3: Instrucción de trabajo proceso de armado de pilas.

Número de Documento: IT-AP-2021

Revisión: 01

 <b>Instrucción de Trabajo</b> <b>Armado de Pila de Compost: IT-AP-2021</b>		
<b>Pasos</b>	<b>Ayuda Visual</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tome 2 sacos de material seco y viértalos dentro del primer cubículo del módulo.</li> <li>2) Tome la manguera y rocíe el material con agua.</li> <li>3) Vierta 1 saco de material verde sobre capa de material seco.</li> <li>4) Tome la manguera y rocíe la material con agua.</li> <li>5) Vierta 2 cubetas de residuos orgánicos sobre material verde.</li> <li>6) Utilizando el bieldo mezcle la capa superior de la pila.</li> <li>7) Vierta 1/6 de saco de compost sobre la pila.</li> <li>8) Tome la manguera y rocíe la pila con agua.</li> <li>9) Repita los pasos 1-8 hasta completar 6 capas en la pila, como muestra la imagen.</li> </ol>		
<b>Equipo de Seguridad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Botas de trabajo Guantes	Material Verde Material Seco Residuos Orgánicos Agua Compost	Bieldo Manguera


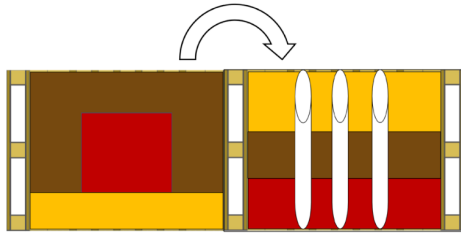
Documento de Referencia: SOP-GENERAL Pagina (1) de (1)  
 Tierra Urbana Servicios Ambientales

Número Instrucción: IT-AP-2021  
 REVISION: 01

## Anexo #4: Instrucción de trabajo proceso movida de pilas.

Número de Documento: IT-MP-2021

Revisión: 01

 <b>Instrucción de Trabajo</b> <b>Movida de Pila de Compost: IT-MP-2021</b>		
<b>Pasos</b>		<b>Ayuda Visual</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Usando la pala, remueva la capa superior y lateral de la pila y ponga aparte.</li> <li>2) Use la pala para poner el centro de la pila (parte calentada) en el inferior del cubículo de la derecha.</li> <li>3) Tome la pala y úsela para poner la capa superior y lateral de la pila, apartada en el paso 1, en el centro de la pila movida al cubículo de la derecha.</li> <li>4) Introduzca 3 tubos de PVC verticalmente en el centro, esquina superior derecha y esquina inferior izquierda de la pila situada en el cubículo de la derecha.</li> <li>5) Tome la pala y úsela para poner la capa inferior de la pila en la capa superior de la pila del cubículo de la derecha.</li> <li>6) Tome la manguera y rocíe la pila con agua.</li> </ol> <p>Asegúrese de mover la pila al cubículo de la derecha 3 veces cada 5 días.</p>		
<b>Equipo de Seguridad</b>	<b>Materiales</b>	
Botas de trabajo Guantes	Agua Tubos PVC de 1m de largo y 1" de diámetro.	Bioldo Pala Manguera

Documento de Referencia: SOP-GENERAL Pagina (1) de (1)  
 Tierra Urbana Servicios Ambientales

Número Instrucción: IT-MP-2021  
 REVISION: 01

## Anexo #5: Instrucción de trabajo proceso empacado de compost.

Número de Documento: IT-EC-2021

Revisión: 01

 <b>Instrucción de Trabajo</b> <b>Empacado de Compost: IT-EC-2021</b>		
<b>Pasos</b>	<b>Ayuda Visual</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Dirijase al área de maduración con la carretilla, pala, sacos vacíos (mínimo 15) y el cedazo.</li> <li>2) Coloque el cedazo sobre la carretilla.</li> <li>3) Tome la pala, vierta el compost sobre el cedazo y con la ayuda de otra persona sacuda el cedazo de un lado a otro hasta cernir todo el compost. Repita esto hasta consumir todo el compost de la pila, mientras va vaciando el contenido restante en el tope del cedazo en sacos.</li> <li>4) Tome un saco vacío y utilice la pala para echar el compost cernido de la carretilla en sacos vacíos.</li> <li>5) Registre en la hoja de datos la cantidad de sacos de compost empacado y la cantidad de material seco empacado (restos de compost).</li> <li>6) Traslade los sacos en la carretilla al centro de acopio.</li> </ol>		
<b>Equipo de Seguridad</b>	<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>
Botas de trabajo Guantes	Sacos vacíos	Carretilla Pala Cedazo

Documento de Referencia: SOP-GENERAL Pagina (1) de (1)  
 Tierra Urbana Servicios Ambientales

Número Instrucción: IT-EC-2021  
 REVISION: 01

