

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**Desarrollo de un modelo de negocio de compostaje de residuos sólidos orgánicos  
para la comercialización de abono orgánico**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAGISTER EN  
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO POR LA  
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**PRESENTADA POR:**

**Renzo Vihelmo Ayala Alarco**

**Judy Ramírez Peralta**

**Jessica Rey Sánchez Vargas**

**Milner Isaac Taxa Villegas**

**Asesor: Sandro Sánchez Paredes**

**Santiago de Surco, julio del 2020**

## Resumen Ejecutivo

En el Perú se genera 18 mil toneladas diaria que representan el 3.2% de generación de residuos en Latinoamérica; de esas 18 mil toneladas, el 53% corresponde a materia orgánica, la cual menos del 1.0% es recuperada por diversos métodos de tratamiento; lo restante es dispuesto en rellenos sanitarios o es llevado a vertederos informales que no cumplen con los estándares sanitarios y ambientales; produciendo gases de efecto invernadero que representan una amenaza global debido a los efectos del cambio climático y sus consecuencias.

En respuesta a esta situación, la economía circular se presenta como una solución de gran impacto, la cual busca la extensión del ciclo de vida de los productos producidos por el hombre, retornándolos al sistema para ser reusados. Un modelo de economía circular es la gestión sostenible de los residuos orgánicos, es aquí donde se plantea el proyecto de empresa Green Compost, el cual está alineado con los Objetivos De Desarrollo Sostenible (ODS): Industria, innovación e infraestructura; Ciudades y sociedades sostenibles; Producción y consumo responsable y; Acción por el clima.

El Proyecto de empresa Green Compost está basado en el tratamiento de residuos orgánicos de Lima, este emprendimiento sostenible y de gran impacto social requerirá una inversión inicial de 495 mil soles, en donde el 75% representa la compostadora de alta tecnología que será un equipo único en el Perú lo que permitirá la optimización del proceso de compostaje con un potencial de reducción en un 83 % del tiempo de tratamiento en comparación con el compostaje natural convencional. Los residuos orgánicos que ingresarán a la compostera serán proporcionados por las municipalidades de Lima Moderna, las cuales ya cuentan con programas de segregación y reciclaje de residuos. La proyección de ventas en el primer año es de S/ 431,244 y en el segundo año de S/646,866; se estima un periodo de recuperación de la inversión de 3.56 años y un Valor Actual Neto (VAN) del proyecto de

S/936,107.10 a esto se le suma las seis mil toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) equivalente, que se dejaría de emitir mitigando el cambio climático y aumentando la cultura de reciclaje en Lima.

### **Abstract**

Millions of tons of different solid waste are generated in the world, 3.2% of Latin America is produced in Peru, likewise, of that 3.2%, 53% is from organic waste, and less than 1.0% of that organic waste is recovered and eliminated by various methods, however the rest is taken to landfills that are well known to not follow sanitary-environmental standards and this causes the production of greenhouse gases, which constitute a global threat due to changes that are causing in the environment and the health of people.

In response to this situation, the circular economy is presented as a high impact solution, since it seeks the extension of the life cycle of the products created or returning them to the system to be reused. A circular economy model is the sustainable management of organic waste, in such framework the circular economy project - Green Compost is geared, which is aligned with the Sustainable Development Goals; Industry, Innovation and Infrastructure; Sustainable cities and societies; Responsible production and consumption and; Climate action. The organic waste that enters the compost machine will be provided by the municipalities of Lima Moderna, which already have waste segregation and recycling programs. Green Compost proposes a green and agile business model based on the reuse of organic waste of Lima, this sustainable venture with great social impact will require an initial investment of S / 495,000 where 75% represents the high-tech composter that will be a unique team in Peru and that will allow the optimization of the composting process with a 83% reduction in time compared to conventional natural composting, with a projection of sales in the first year of S / 431,244 and in the second year of S / 646,866 , it is estimated a recovery period of 3.56 years and a NPV of S / 936,107.10; added to the six thousand tons.

CO2 equivalent. That it ceases to be emitted, mitigating climate change, and increasing the recycling culture in Metropolitan Lima.



## Tabla de Contenido

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Resumen Ejecutivo.....</b>   | <b>ii</b>   |
| <b>Abstract.....</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>Tabla de Contenido.....</b>  | <b>v</b>    |
| <b>Lista de Tablas .....</b>  | <b>viii</b> |
| <b>Lista de Figuras.....</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>1 Introducción .....</b>   | <b>1</b>    |
| 1.1 Contexto en el que se determina el plan de negocio .....                        | 1           |
| 1.2 Definición del problema de negocio .....  | 2           |
| 1.3 Sustento de la relevancia del problema del negocio .....                        | 2           |
| 1.4 Sustento científico del problema del negocio .....                              | 3           |
| <b>2 Revisión de la Literatura.....</b>   | <b>5</b>    |
| 2.1 Mapa de la Literatura .....   | 5           |
| 2.2 Análisis de la literatura vinculada al problema de negocio.....                 | 6           |
| 2.2.1 Definiciones generales .....  | 6           |
| 2.2.2 Problemática de los residuos sólidos orgánicos.....                           | 11          |
| 2.2.3 Impacto y consecuencias de los Residuos Sólidos .....                         | 12          |
| 2.2.4 Compostaje de residuos orgánicos: solución planteada.....                     | 15          |
| 2.2.5 Mercado de abono orgánico.....  | 22          |
| 2.3 Aporte de la literatura a la solución del problema de negocio .....             | 25          |
| 2.4 Conclusiones .....  | 28          |
| <b>3 Planteamiento de la solución al problema de negocio .....</b>                  | <b>30</b>   |
| 3.1 Aplicación de metodologías ágiles para la solución del problema de negocio..... | 30          |
| 3.1.1 Pensamiento abductivo .....   | 30          |
| 3.1.2 Pensamiento creativo .....  | 31          |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.1.3 | Modelo de negocio.....   | 31 |
| 3.1.4 | Perfil de usuario .....  | 33 |
| 3.1.5 | Mapa de experiencia de usuario.....  | 34 |
| 3.1.6 | Matriz 6x6.....  | 35 |
| 3.1.7 | Quick wins .....   | 36 |
| 3.2   | Aplicación de los Elementos de la Investigación Científica para la Solución del Problema de Negocio..... | 36 |
| 3.2.1 | Método cualitativo: entrevistas.....   | 37 |
| 3.2.2 | Método Cuantitativo .....  | 40 |
| 3.3   | Definición de la solución al problema de negocio .....   | 44 |
| 3.3.1 | Modelo de negocio.....   | 45 |
| 3.3.2 | Objetivos de negocio.....  | 47 |
| 3.3.3 | Prototipado ágil.....  | 48 |
| 3.3.4 | Feedback de prototipo.....   | 50 |
| 3.4   | Discusión sobre la innovación disruptiva en la solución al problema de negocio ....                      | 51 |
| 3.4.1 | Sobre la innovación en la solución .....   | 51 |
| 3.4.2 | Sobre la disrupción de la solución .....   | 53 |
| 3.5   | Discusión sobre la exponencialidad en la solución al problema de negocio .....                           | 53 |
| 3.6   | Discusión sobre la sostenibilidad en la solución al problema de negocio .....                            | 55 |
| 3.6.1 | Sostenibilidad social/ambiental .....  | 55 |
| 3.6.2 | Sostenibilidad financiera.....   | 56 |
| 3.7   | Implementación de la solución al problema de negocio .....   | 62 |
| 3.7.1 | Cadena de suministro.....  | 62 |
| 3.7.2 | Financiamiento y fabricación del equipo.....   | 67 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.8 Métricas y resultados que confirman el éxito de la solución planteada al problema de negocio..... | 69        |
| 3.9 Conclusiones .....  | 71        |
| <b>4 Conclusiones y Recomendaciones.....</b>  | <b>74</b> |
| 4.1 Conclusiones .....  | 74        |
| 4.2 Recomendaciones.....  | 76        |
| <b>Referencias.....</b>   | <b>78</b> |
| <b>Apéndice A: Composición física de residuos sólidos urbanos, según región.....</b>                  | <b>86</b> |
| <b>Apéndice B: Esquema de una economía circular.....</b>  | <b>87</b> |
| <b>Apéndice C: Estadísticas de la generación de residuos sólidos.....</b>                             | <b>88</b> |
| <b>Apéndice D: Fotografías de la disposición actual de residuos sólidos.....</b>                      | <b>90</b> |
| <b>Apéndice E: Tratamiento de los residuos a nivel global .....</b>                                   | <b>91</b> |
| <b>Apéndice F: Guía de Entrevista.....</b>  | <b>92</b> |
| <b>Apéndice G: Cuestionario .....</b>   | <b>93</b> |
| <b>Apéndice H: Cotización del abono orgánico compost .....</b>  | <b>94</b> |
| <b>Apéndice I: Planos del diseño de la compostera automatizada .....</b>                              | <b>95</b> |
| <b>Apéndice J: Análisis de Inversión del modelo de negocio de Green Compost.....</b>                  | <b>97</b> |
| <b>Apéndice K: Evidencias del desarrollo del modelo de negocio de Green Compost.....</b>              | <b>98</b> |
| <b>Apéndice L: Cotización de fabricación de maquinaria automatizada de compostaje ....</b>            | <b>99</b> |

## Lista de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Sistema de compostaje.....  | 16 |
| Tabla 2 Parámetros del compostaje .....   | 19 |
| Tabla 3 Exportaciones agrícolas enero-diciembre 2014-2018.....  | 23 |
| Tabla 4 Lienzo ExoCanvas exponencialidad de Green Compost.....  | 54 |
| Tabla 5 Sostenibilidad del modelo de negocio .....  | 56 |
| Tabla 6 Costos fijos mensuales de Green Compost.....  | 57 |
| Tabla 7 Costos variables e Ingresos por saco de 50Kg de abono Green Compost.....                          | 58 |
| Tabla 8 Análisis de punto de equilibrio mensual.....  | 59 |
| Tabla 9 Inversión inicial de Green Compost .....  | 60 |
| Tabla 10 Flujo de caja financiero de la inversión del modelo de negocio.....                              | 61 |
| Tabla 11 Producción de residuos orgánicos en Lima Moderna y proporción de su uso como<br>compostaje ..... | 66 |
| Tabla 12 Métricas de éxito del modelo de negocio en base a las ODS .....                                  | 69 |
| Tabla 13 Cuadro de mando integral de Green compost.....   | 70 |
| Tabla A1. Composición física de residuos sólidos urbanos, según región.....                               | 86 |
| Tabla J1. Análisis de Inversión del modelo de negocio de Green Compost.....                               | 97 |



## Lista de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Motores para una idea de investigación. ....                                       | 3  |
| Figura 2. Mapa de literatura de Green Compost. ....  | 5  |
| Figura 3. Lienzo de dos dimensiones. ....  | 30 |
| Figura 4. Maqueta de la problemática de la disposición de residuos en la ciudad de Lima. ... | 31 |
| Figura 5. Modelo de negocio inicial. ....  | 32 |
| Figura 6. Lienzo matriz meta usuario. ....   | 33 |
| Figura 7. Lienzo mapa de experiencia. ....   | 34 |
| Figura 8. Lienzo matriz 6x6. ....  | 35 |
| Figura 9. Lienzo matriz Costo / Impacto. ....  | 36 |
| Figura 10. Entrevista sobre conocimiento de generación de basura y su reciclaje. ....        | 37 |
| Figura 11. Pregunta sobre la aceptación de la propuesta inicial de negocio. ....             | 38 |
| Figura 12. Segunda entrevista sobre de generación de basura y su reciclaje. ....             | 39 |
| Figura 13. Preocupaciones respecto a los residuos sólidos. ....                              | 39 |
| Figura 14. Preocupaciones respecto al abono compost. ....                                    | 40 |
| Figura 15. Cantidad de producción y tipos de cultivo de los encuestados. ....                | 41 |
| Figura 16. Tipo de abono utilizado y su procedencia. ....                                    | 41 |
| Figura 17. Curva de cantidad abono vs cantidad de producción. ....                           | 42 |
| Figura 18. Precio del abono utilizado por los agricultores. ....                             | 42 |
| Figura 19. Aceptación del uso de abono orgánico. ....  | 43 |
| Figura 20. Aceptación de la propuesta de abono orgánico de Green Compost. ....               | 44 |
| Figura 21. Modelo de negocio Green Compost replanteado. ....                                 | 44 |
| Figura 22. Prototipo de la máquina de compostaje automatizado. ....                          | 50 |
| Figura 23. Diseño de la máquina de compostaje automatizado. ....                             | 50 |
| Figura 24. Punto de equilibrio mensual. ....   | 59 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 25. Flujo de economía circular de Green Compost .....  | 65 |
| Figura 26. Cronograma de implementación de Green Compost.....   | 68 |
| Figura B1. Esquema de una Economía Circular.....  | 87 |
| Figura C1. Proyección de generación de residuos por continente.....   | 88 |
| Figura C2. Generación de residuos por continente.....   | 88 |
| Figura C3. Generación de residuos por continente en millones de toneladas.....  | 89 |
| Figura C4. Generación de residuos per cápita vs ingresos per cápita en diferentes países.....                             | 89 |
| Figura D1. Inadecuada disposición de residuos domiciliarios en Lima.....  | 90 |
| Figura D2. Relleno sanitario en Lima.....   | 90 |
| Figura E1. Tratamiento de los residuos a nivel global.....  | 91 |
| Figura I1. Máquina de compostaje automático diseñado por Green Compost.....   | 95 |
| Figura I2. Dimensiones máquina de compostaje automático de Green Compost.....   | 95 |
| Figura I3. Detalle del triturador y la mezcladora de máquina de compostaje automático de Green Compost.....               | 96 |
| Figura I4. Detalle de la ventilación forzada y el calefactor de la máquina de compostaje automático de Green Compost..... | 96 |

## **1 Introducción**

### **1.1 Contexto en el que se determina el plan de negocio**

En el 2018, en Lima cada día en promedio se generó 8000 TN de residuos domiciliarios, de los cuales se recicló menos del 6%; 41.9% fueron llevados a rellenos sanitarios, 44.7% terminó en botaderos ilegales, que abarcan playas, ríos, quebradas o terrenos descampados que una municipalidad habilita como su botadero. Finalmente, de todos los residuos que se generan, los residuos orgánicos que son sometidos a compostaje sólo forman parte de un 0,2% de la basura que se produce en Lima (Orihuela, 2018).

Por otro lado, se debe agregar que en Lima se cuenta con cuatro rellenos sanitarios: Zapallal en Puente Piedra, Modelo del Callao, Huaycoloro en Huarochirí y Portillo Grande en Lurín (Ministerio del Medio Ambiente del Perú [MINAM], 2015), este tipo de infraestructura para el manejo de residuos, son la tercera fuente de emisión más significativa de metano (CH<sub>4</sub>) a nivel mundial, siendo el CH<sub>4</sub> hasta 21 veces más contaminante que el CO<sub>2</sub> como gas de efecto invernadero (GEI) que ocasiona la aceleración del cambio climático. Dentro de los rellenos sanitarios, los residuos orgánicos suelen ser la fracción más compleja de tratamiento, generando GEI por la descomposición anaeróbica y lixiviados, los cuales son hasta 50 veces más contaminantes que las descargas de aguas residuales domésticas; estos compuestos son potencialmente perjudiciales para la calidad del aire y la salud (Urrego & Rodríguez, 2016).

A pesar de todos esos antecedentes, la población peruana realizan un inadecuado manejo de sus residuos, haciéndolo un potencial riesgo que poco a poco está generando un impacto tanto en la salud como el medio ambiente, las acciones de concientización y de prevención por parte del gobierno son insuficientes, por lo que personas emprendedoras están empezando a considerar el manejo de residuos sólidos orgánicos como una oportunidad de

negocio en nuestro entorno, donde conceptos de economía circular están siendo aplicados para brindar una solución sostenible, socialmente responsable y rentable económicamente.

### **1.2 Definición del problema de negocio**

La contaminación producida por el inadecuado manejo de los residuos orgánicos que son generados por los habitantes de Lima afecta al medio ambiente de la ciudad y la salud de sus pobladores; por ello es necesario elaborar un modelo de negocio que pueda romper dicha cadena y generar un círculo virtuoso con el reúso de los residuos orgánicos.

### **1.3 Sustento de la relevancia del problema del negocio**

El gran impacto que ocasiona la falta de la segregación y reaprovechamiento de los residuos orgánicos constituye un problema álgido y de relevancia para la sociedad. La generación de estos residuos es una amenaza global debido a los cambios que están ocasionando en el medio ambiente y la salud de las personas, como es el calentamiento global por los gases de efecto invernadero, contaminación de suelos donde se vierten, y demás. Debido a ello, amerita que se tome acción y se empiece a idear modelos de negocio que desarrollen proyectos de “economía circular” alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, conduciendo al reaprovechamiento de los residuos orgánicos que generan tanto los hogares como las industrias, y lograr una disminución de su impacto en el medio ambiente y salud de las personas.

La complejidad del problema se presenta en que actualmente no existe en el Perú una ley que obligue a las empresas privadas a realizar tratamiento de sus residuos orgánicos, por otro lado, existe una tendencia entre las entidades públicas, municipalidades y demás instituciones del estado en generar políticas de segregación y reciclaje de residuos; por lo tanto, los proyectos de tratamientos de estos residuos son escasos en Perú. Otro inconveniente, es que las empresas se enfocan en rentabilidad y por lo general no están dispuestos a invertir en proyectos de reaprovechamiento de sus residuos orgánicos, pues éstos

representan un impacto económico en su organización. A través de dichas ideas se genera el mapa de motores de investigación, como se presenta en la Figura 1.

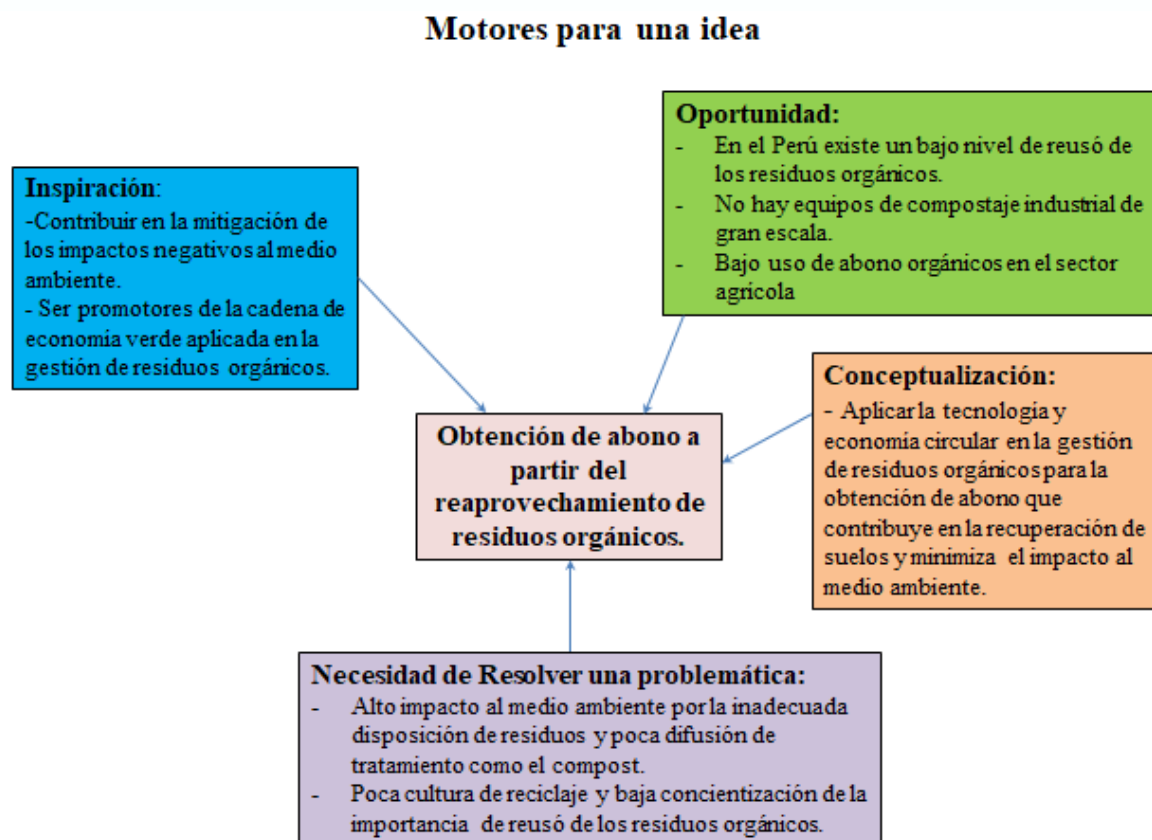


Figura 1. Motores para una idea de investigación.  
Adaptado de *Metodología de la Investigación* (6ta ed., p. 25), por R. Hernández, (2014). México D.F, México: McGraw-Hill Interamericana.

#### 1.4 Sustento científico del problema del negocio

Desde un contexto general sobre el calentamiento global, los residuos orgánicos tienen un impacto negativo en contra del medio ambiente debido a que generan metano en su proceso de descomposición anaeróbica, este gas de efecto invernadero tiene un potencial de calentamiento global es 21 veces la del CO<sub>2</sub> en un horizonte temporal de 100. El 70% de las emisiones de este gas invernadero metano provienen de las actividades humanas como procesos de carbón, ganadería, y de la disposición de residuos en los vertederos o rellenos sanitarios (Alemán, 2005). Debido a estas características este gas tiene un efecto nocivo en la atmósfera principalmente por su alto impacto en la aceleración del calentamiento global.

El tratamiento adecuado de los residuos es complejo debido a que se requiere que actualmente se tenga 190 infraestructuras de procesamiento de residuos; sin embargo, al 2014 solo existían 11 rellenos sanitarios autorizados de ámbito municipal y 10 instalaciones de ámbito no municipal (MINAM, 2019). Esta falta de infraestructura en nuestro país y por ende en Lima, hace que aumente el impacto nocivo de los residuos orgánicos en el medio ambiente.

Según el MINAM (2014) la composición de los residuos municipales recolectados se presenta en el Apéndice A, y se determinó que “en el año 2013 los residuos sólidos estuvieron compuestos por restos orgánicos de cocina y alimentos en un 50,43 %” (p. 37); sin embargo, los residuos orgánicos de ámbito municipal, excluyendo a las industrias, son reciclados sólo el 1% (Orihuela, 2018), lo que revela un gran potencial del uso de estos residuos orgánicos como insumo para la generación de abono por compostaje.



## 2 Revisión de la Literatura

### 2.1 Mapa de la Literatura

El proyecto de empresa desarrollado por la presente tesis se denomina Green Compost y fue basado en los lineamientos de emprendimientos ágiles y sostenibles. El modelo de negocio se desarrolló con el estudio de la definición problemática, el uso metodologías ágiles, los conceptos de economía circular, tipos de compostaje y casos de éxito de negocios verde. En la Figura 2 se observa el Mapa de literatura utilizado para el desarrollo del modelo de negocio para el proyecto de empresa Green Compost.

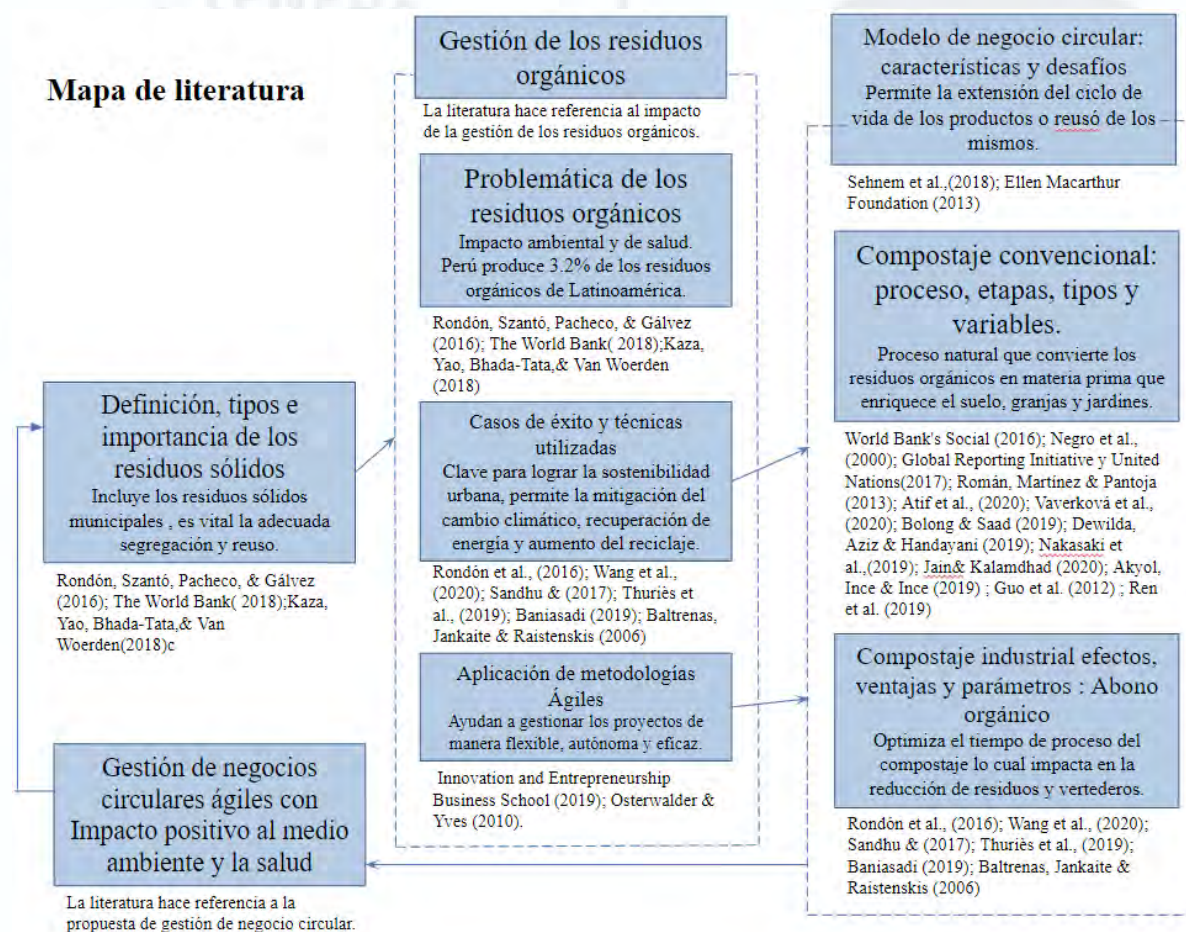


Figura 2. Mapa de literatura de Green Compost.

Adaptado de *Metodología de la Investigación* (6ta ed., p. 77), por R. Hernández, (2014). México D.F, México: McGraw-Hill Interamericana.

## **2.2 Análisis de la literatura vinculada al problema de negocio**

### **2.2.1 Definiciones generales**

**2.2.1.1 Residuos orgánicos.** Son toda parte de planta y animal que ha sido desechado o tratado como residuo y que es biodegradable (Appropedia, 2016). Es una categoría de clasificación para la valorización de los residuos municipales según su precedencia y disposición (MINAM, 2014). Asimismo, por el gran consumo del planeta, en ocasiones los productos orgánicos son desechados sin ser utilizados para la alimentación humana; por lo que estos desechos son un problema significativo ambiental y de salud (Sözer & Sözen, 2020).

El tratamiento de residuos en América latina y el Caribe es ineficiente debido a que se mantiene el proceso tradicional a través de la recolección, transporte y disposición de los residuos en las afueras de la ciudad (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016). En el Perú, existen botaderos clandestinos donde se desechan los residuos en el mar, en las riveras de los ríos o en la misma calle; es por ello, que existe un programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal que promueve acciones para creación de programas de segregación. Por ejemplo, la municipalidad de Magdalena viene desarrollando un programa piloto de compostaje de residuos orgánicos que tiene una cuota anual fijado por el MINAM, esta cuota se incrementa año a año para producción de compost.

**2.2.1.2 Metodologías ágiles.** Permiten adaptar la forma de trabajo a las condiciones del proyecto, consiguiendo flexibilidad e inmediatez en la respuesta para amoldar el proyecto y su desarrollo a las circunstancias específicas del entorno (Rosselló, 2019). En el caso de los negocios, las empresas que utilizan esta metodología consiguen gestionar sus proyectos de forma flexible, autónoma y eficaz; en consecuencia reducen costos e incrementan su productividad.



El proceso de aprendizaje desarrollado por Piscina Lab, plantea diferentes metodologías para el desarrollo de ideas (Uribe, 2019). Los diferentes tipos de pensamientos utilizados como herramientas en la presente investigación son:

- Pensamiento visual: técnica en donde el equipo de trabajo realiza una diagramación de diferentes tipos de información para organizarla en un mapa mental que permite el análisis y comprensión de la información.
- Pensamiento abductivo: permite entender mejor el problema mediante la identificación de aspectos que no comprende el problema, para descartar variables en un análisis y definir el alcance de la solución propuesta a la problemática.
- Pensamiento creativo: permite ver el problema de distintos enfoques, trata de examinar distintas variables buscando lo inesperado.

Design Thinking: Es una metodología de diseño enfocada en el usuario o el mercado, mediante la obtención de una solución o estrategia viable de negocios que genera valor para el cliente. Esta metodología es proceso iterativo y flexible que se descompone en lo siguiente:

- Empatizar: Esta etapa tiene el objetivo de conocer al público al que van a estar dirigidos la solución. Conocerlos implica, no solo indagar sobre cuestiones relacionadas con nuestro servicio, sino también sobre su vida diaria.
- Definir: Toda la información que se recolecta en la etapa anterior se utiliza para determinar una o varias oportunidades de mejora.
- Idear: Utiliza diferentes herramientas para generar ideas de solución a la problemática detectada, el equipo puede incubar una gran cantidad de posibilidades que luego serán filtradas para priorizar las más factibles.
- Prototipar: El propósito de esta etapa es crear versiones reducidas y poco costosas del producto o servicio, en donde se apliquen las ideas definidas en la fase anterior.

- Testear: Los prototipos son probados con los usuarios finales. Las conclusiones obtenidas a partir de su experiencia con el prototipo se utilizan para la siguiente iteración; es decir, volver a empatizar, perfeccionar nuestras ideas, prototipar nuevamente y testear.

El desarrollo de la propuesta de modelo de negocio de Green Compost se basó además en otras herramientas de metodologías ágiles desde la etapa de la identificación de la problemática hasta la definición de la propuesta de solución mediante la interacción con los potenciales usuarios finales del proyecto, estas herramientas son:

- Mapa experiencia del usuario: este lienzo evalúa los pensamientos y emociones del usuario en el tiempo, se centra sobre una experiencia en particular que el investigador desea analizar.
- Lienzo 6x6: después de identificar el problema y necesidad del usuario, se empieza a idear las propuestas de solución en función de la generación de preguntas. Las respuestas generadas se utilizan para fortalecer las ideas de solución.
- Quick wins: en una matriz de 2x2 se categorizan las ideas según su impacto y costo. Las cuatro categorías son mayor impacto y menor costo; menor impacto y costo; mayor impacto y costo; y las de menor impacto y mayor costo.
- Sprint: esta herramienta se desarrolla en un mapa de calor y cuatro dimensiones que permite generar feedback rápido y efectivo de un prototipado. Las dimensiones abarcan cosas interesantes, críticas constructivas, nuevas preguntas e ideas que complementen a lo observado en el prototipo.
- Método Lean Startup: Consta de las etapas Crear (producto mínimo viable, hipótesis de creación de valor, hipótesis de crecimiento), medir rápido

(contabilidad de la innovación, indicadores accionables, aprendizaje versus optimización) y aprender rápido (perseverar, experimentación propia, coraje).

- **Diseño de la propuesta de valor:** Es un proceso de iteración donde se evalúa aspectos del trabajo del cliente, identificando las desventajas y beneficios que actualmente recibe de un servicio. Luego compara esta información con el mapa de valor planteado, en donde se analiza el servicio o producto de la solución planteada, para identificar los beneficios que este brinda y sus aliviadores. Este proceso es iterativo, ya que con el contraste que se haga con el cliente se identifica que genera y no genera valor al cliente, con lo cual se modifica la propuesta de valor.
- **Lienzo de Modelo de negocio:** se utiliza para describir a un modelo de negocio dividido en nueve módulos que reflejan la lógica de funcionamiento de una empresa para la generación de ingresos. Se desarrolló en base a la experiencia de muchas empresas a nivel mundial, este modelo representa una especie de anteproyecto de una estrategia que aplicará a las estructuras, procesos y sistemas de una empresa.
- **Pitch - producto mínimo viable (MVP):** es la versión de un nuevo producto que permite recolectar con el menor esfuerzo la mayor cantidad de información validada sobre los clientes. La diferencia del MPV respecto al producto es que se centra en el modelo de negocio, es decir tiene características adicionales del producto final, generando prototipos orientados a los objetivos del experimento.
- **Service Blueprint:** herramienta utilizada para obtener una descripción detallada de cada etapa del proceso de gestión de la empresa, tanto las visibles como no visibles.

**2.2.1.3 Modelo de negocio circular.** Se basa en los conceptos de economía circular, cuyo objetivo es hacer una transición de los modelos de negocios lineales, que se sustentan en utilizar recursos y generar salidas cuyo desechos no se recuperan; es decir, una cadena lineal y no cíclica funciona principalmente extrayendo nuevos recursos y no reutiliza residuos de procesos anteriores, lo cual genera una sobreexplotación de recursos y sobreproducción de residuos; por otro lado, la economía circular busca que el valor económico, social y ambiental de los recursos sean preservados el mayor tiempo posible, manteniéndolos dentro el sistema económico mediante una largo ciclo de vida de los productos creados o retornándolos al sistema para ser reusados (Sehnm, Campos, Julkovski, & Cazella, 2018).

De acuerdo con lo recopilado por Sehnm *et al.* (2018), las características del modelo de negocio circular son:

- Suministro circular: fuentes de energía renovables como los desechos como un recurso útil del cual se obtiene energía, como el biogás.
- Simbiosis industrial: comparte plataformas, incrementando a escala la reutilización de productos para obtener mayores beneficios con el mismo volumen de productos mediante la eliminación de sobretiempos.
- Producto como servicio: desmaterialización de los productos y proveer de acceso a los productos manteniendo la propiedad de los productores.
- El material residual puede ser reintroducido nuevamente en la cadena de producción (ver Apéndice B) mediante los siguientes principios: compartir; mantener o extender el tiempo de vida; reusar o redistribuir; reformar o remanufacturar; y reciclar.
- En un ciclo biológico, el proceso se lleva por colección, cascadeo y extracción de materiales bioquímicos básicos, digestión anaeróbica, generación de biogás, regeneración de biosfera, uso de materiales bioquímicos naturales y agricultura.

- En cuanto a los desafíos que se presentan se tienen: Estrategias para definición de precio, generación de marca, segmentación, canibalización, obtención de insumos, aceptación del consumidor, cadena de suministro reversible, sistemas de manufactura innovadores, reducción del tiempo de los ciclos de producción, procesos de remanufactura altamente especializado, cómo definir la marca de los productos reprocesados y versatilidad ante el cambio tecnológico y volatilidad del mercado.
- Es necesario que, para que este modelo funcione adecuadamente, gobierno se comprometa a tomar acciones en la implementación de políticas, sistemas lineales integrados y un manejo de residuos integrados.
- Los modelos de negocios circulares pueden generar ingresos significativos, eficiencia productiva de los insumos y continuidad de negocio.

**2.2.1.4 Compostaje.** El compostaje es el proceso utilizado para optimizar la descomposición natural de los residuos provenientes de los alimentos, jardinería y agricultura para producir un producto del tipo fertilizante; es una estrategia de relativamente bajo costo para convertir una porción de residuo orgánico municipal y residuo agrícola en materia prima que puede enriquecer el suelo en granjas, terreno público y jardines (World Bank and CCAC MSW Initiative, 2016).

## **2.2.2 Problemática de los residuos sólidos orgánicos**

Los conceptos fueron analizados para el contexto de nuestra problemática del manejo de residuos y cómo esta se relaciona con el poco uso del proceso del compostaje, principalmente todo en Perú; por lo que, el compostaje representa una alternativa que no es utilizado activamente en la región.

**2.2.2.1 Contexto mundial.** En el contexto mundial, la generación de residuos globales, sino se toma medidas, se proyecta un incremento hacia el 2050 en 70% de sus niveles

respecto al año 2016, eso quiere decir que en 30 años aproximadamente se incrementará de 2.01 billones TN a 3.4 billones de TN de residuos generados por año (Banco Mundial, 2018) (ver Apéndice C).

Por otro lado, existe una iniciativa de la Organización de las Naciones Unidas mediante 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, como el objetivo de la reducción de la pobreza, inequidad, injusticia y la protección del planeta. Asimismo, se creó un documento guía donde se explica cada objetivo con su propio indicador y cómo pueden ser estos presentados por una empresa que quiera reflejar su compromiso en el desarrollo de los ODS (Global Reporting Initiative and UN Global Compact, 2017).

**2.2.2.2 Contexto nacional.** Latinoamérica generó 11% de dicha producción en el 2018 (ver Apéndice C), considerando que Perú produjo en el 2014 un total de 7'497,482 TN de residuos sólidos se deduce que el Perú produjo el 3.2% de residuos en Latinoamérica, asimismo, de ese 3.2%. Además, el 53% de los residuos generados en el Perú son materia orgánica (MINAM, 2015).

### **2.2.3 Impacto y consecuencias de los Residuos Sólidos**

De acuerdo con el nivel de residuos generados, se estima que 1.6 billones TN de dióxido de carbono fueron generados por la disposición y tratamiento de residuos en el 2016, lo que representa el 5% de emisiones globales (Banco Mundial, 2018). En la misma referencia se indica que el mal manejo de los residuos afecta la salud de las personas, los entornos ambientales locales y tienen como impacto al cambio climático.

La contaminación generada por residuos sólidos causa daños en el mar, en donde los peces se contaminan con la basura y los microplásticos productos de estos. Los suelos que acumulan cantidades de desecho son focos infecciosos para la salud de las personas. En el aire la putrefacción y generación de metano generan un daño mayor a la capa de ozono (ver Apéndice D).

**2.2.3.1 Casos de éxito de tratamiento de residuos sólidos.** La baja reutilización de residuos orgánicos es una problemática a nivel mundial, razón por la cual diversos países han probado diversas estrategias para solucionarlo o mitigar su impacto negativo en cierta medida. Wang *et al.* (2020) afirma “la gestión sostenible de residuos sólidos municipales se considera uno de los elementos claves para lograr la sostenibilidad urbana a través de la mitigación del cambio climático, recursos reciclaje y recuperación de energía” (p.2).

En Nottingham-Reino Unido, durante el periodo 2001 a 2010, a través de aplicación de políticas y objetivos de gestión de residuos municipales, se alcanzó mejoras tanto en la reducción de residuos con el aumento del compostaje de 4.6% a 44.4%, hubo recuperación de energía y se redujo los vertederos de 54.7% a 7.3% (Wang *et al.*, 2020).

En el área de gestión de residuos sólidos municipales de Islamabad-Pakistán, a través de una ONG que se dedica a la recolección de residuos puerta a puerta, transporte y eliminación de la basura; se implementó en los hogares dos contenedores que les sirve para separar los residuos orgánicos (60%) de los otros tipos de residuos. Se realiza el proceso de compostaje de residuos orgánicos y las aguas residuales se reutilizan para mantener la humedad en las pilas de compost. Con este proceso el 60% de componente orgánico se convierte en compost, 25% de residuos municipales son recuperados y sólo el 15% se dirige a un vertedero (Sandhu & Naeem, 2017).

Las ciudades africanas tienen a su población urbana en expansión y en consecuencia, su creciente demanda de alimentos. Por esa razón encontraron en sus residuos sólidos municipales una oportunidad de mejorar sus sistemas de producción agrícola, dejando de depender de pesticidas y fertilizantes sintéticos importados; más por el contrario, los habitantes africanos descubrieron en los residuos orgánicos una fuente valiosa de fertilizantes orgánicos con propiedades nutritivas para el suelo (Thuriès *et al.*, 2019).



Además, Thuriès, *et al.* (2019) afirma que el uso de materiales orgánicos como fertilizante es ambientalmente ventajoso por dos razones: reduce la contribución de los fertilizantes sintéticos a la transferencia de elementos minerales al agua subterránea (nitratos), atmósfera (CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y N<sub>2</sub>O) y evita las emisiones de gases de efecto invernadero que son generados por el fermento sintético.

Para solucionar el problema de degradación del suelo, erosión, pérdida de materia orgánica y lixiviación de nutrientes; la aplicación de una mezcla de biochar y compost es una solución efectiva. Este estudio se realizó en la provincia de Ravenna, Italia y se basó en la utilización de residuos orgánicos municipales y desechos verdes agrícolas para producir energía eléctrica y al mismo tiempo proporcionar biochar y mezcla de compost a ser utilizado en 700 hectáreas por año de tierra agrícola (Baniasadi, Santunione, Moradi, & Tartarini, 2019).

**2.2.3.2 Técnicas utilizadas para la gestión de residuos sólidos.** Existen diversas técnicas utilizadas; por ejemplo, en Reino Unido, la Directiva del vertedero de la Unión Europea estableció los límites en la cantidad de residuos municipales enviados al vertedero; definió una jerarquía en la gestión de residuos que va de orden descendente: prevención, reutilización, reciclaje, recuperación y vertedero; además de la incineración con recuperación de energía, produciendo casi 20 MW de energía térmica dirigida a 4600 hogares. Se lanzaron programas y reglamentos de gestión para facilitar el logro de los objetivos, siendo monitoreados a través de indicadores. Cabe indicar que la mejora en la conciencia pública es uno de los factores determinantes de su éxito (Wang *et al.*, 2020).

Por otro lado, en ciudades de Camerún como Yaundé y Bafoussam, encontraron una discrepancia entre el valor agronómico y valor económico de los materiales orgánicos. Para ello, trabajaron el reciclaje a través de organismos no gubernamentales (ONG) donde estas se encargaron de llevar los residuos orgánicos recolectados de las familias hacia la instalación



de compostaje más cercano, fabricar el compost y posteriormente venderlos (Thuriès *et al.*, 2019).

Para la valorización de fertilización en las ciudades de Camerún, previamente hicieron pruebas con tres tipos de residuos orgánicos: heces puras, estiércol y compost derivado de los residuos sólidos municipales. Como resultado, encontraron que el compost se caracterizó por tener bajo contenido variable de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (19 a 46%), adjudicado que haya sido resultado de la mala calidad de los residuos utilizados como materia prima de compostaje y también por la propia variabilidad estacional de Camerún (Thuriès *et al.*, 2019).

En Italia, realizaron un estudio sobre los desechos verdes agrícolas como biomásas que pueden ser gasificadas y pirolizadas dentro de un reactor para producir energía y biochar (material sólido rico en carbono); por lo tanto, al ser agregado al suelo junto con el compost confiere a los suelos alta fertilidad debido a su alto nivel de nutrientes (Baniyadi *et al.*, 2019).

Millones de toneladas de diferentes residuos sólidos son generados en el mundo y sólo una parte es recuperado y eliminado por diversos métodos o llevado a vertederos. Conocemos que la mayoría de los vertederos no cumplen con los estándares sanitarios ambientales y esto ocasiona la producción de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, el uso exitoso de las tecnologías aeróbicas de tratamiento de residuos orgánicos se logrará cuando exista una óptima segregación de los residuos (Baltrenas, Jankaite, & Raistenskis, 2006).

## **2.2.4 Compostaje de residuos orgánicos: solución planteada**

### **2.2.4.1 Compostaje convencional.**

**2.2.4.1.1 Proceso de compostaje.** El compostaje es un fenómeno natural tal como lo describe Negro *et al.* (2000) “el compostaje es un proceso biológico aerobio que transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono” (p.1). Este proceso de descomposición es dado por poblaciones de microorganismos

como bacterias, actinomicetos y hongos; que hacen que el producto final sea no solamente humus de materiales minerales sino además proporcionan microorganismos adecuados para la agricultura (Atif *et al.*, 2020). De acuerdo con Negro *et al.* (2000) los sistemas de compostaje se clasifican según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 1

*Sistemas de compostaje*

| <b>Sistemas abiertos</b>                   |   |
|--|---|
| Apilamiento estático                       | Con aire por succión<br>Con aire soplado en conjunción con control de temperatura<br>Ventilación (succión y soplado) y control de temperatura |
| Apilamiento con volteo                     |   |
| Apilamiento con volteo y aireación forzada |   |
| <b>Sistemas Cerrados</b>                   |   |
| Reactores verticales                       | Continuos<br>Discontinuos   |
| Reactores horizontales                     | Estáticos<br>Con rotación   |

*Nota.* Adaptado de “Producción y gestión del compost”, por M. J. Negro, F. Villa, J. Aibar, R. Alarcón, y P. Ciria, 2000, p. 15. Aragón, España: Dirección General de Tecnología Agraria, Centro de Técnicas Agrarias, Gobierno de Aragón.

El proceso de compostaje en pilas toma alrededor de tres meses para lograr un compost de calidad; sin embargo, para hacer una producción sostenible implica tener grandes áreas para apilar o varios recipientes donde almacenar, así como una fuente de insumos seleccionada (Negro *et al.*, 2000).

*2.2.4.1.2 Etapas del compostaje.* Las etapas del proceso de compostaje empiezan por la fase mesófila donde la mezcla de los residuos produce un aumento de temperatura mayor la temperatura ambiente. La segunda fase es la Termófila, que empieza por encima de 45°C y superando los 60°C empieza un proceso de eliminación de bacterias y patógenos. La tercera etapa es la Mesófila II es en donde se va reduciendo la temperatura de la mezcla hasta por debajo de 40°C. por último, está la etapa de maduración en donde a temperatura ambiente se forman compuestos carbonados para la formación de humus (Román, Martínez, & Pantoja, 2013).

*2.2.4.1.3 Compostaje por pilas domésticas.* Este proceso se ejecuta con montones de residuos orgánicos con forma cónica con base de diámetro alrededor de 2m y altura de 0.6m, el proceso de aireación se ejecuta con un volteo manual con una frecuencia semanal. Este proceso puede tomar entre tres y cinco meses con productos de diferentes grados de maduración y variación de los porcentajes finales de composición química y microbiana (Atif *et al.*, 2020).

*2.2.4.1.4 Compostaje por pilas industriales.* Este proceso ocupa grandes áreas para el tratamiento de enormes cantidades de compostaje. Por ejemplo, en centros de tratamiento municipal se utilizan pilas de perfil triangular con dimensiones aproximadas de 30.0m de largo, 2.0m de ancho de base y 1.5m de altura. En promedio se trata los residuos orgánicos por tres meses para obtener el compost final. Se procesan diversos residuos orgánicos como vegetales municipales, así como ramas de árboles y restos de áreas verdes previamente triturados para su compostaje adecuado. Aquí se evita procesar residuos de origen animales ya que pueden propagar malos olores y debido a un mayor tiempo de procesamiento (Vaverková *et al.*, 2020).

*2.2.4.2 Variables que rigen el compostaje de residuos orgánicos.* Existen diferentes factores que se deben controlar en el proceso de compostaje para obtener un compost adecuado, esto va desde la mezcla de residuos, condiciones físicas en el proceso, aditivos, así como la evaluación de la composición final.

*2.2.4.2.1 Humedad.* La humedad es un factor importante que debe situarse en el rango de 45% a 60%, con un valor óptimo alrededor de 55% (Román *et al.*, 2013; Negro *et al.*, 2000).

*2.2.4.2.2 Temperatura.*

La temperatura es un factor principal del compostaje y es más crítico en la etapa termófila en donde se controla entre un valor de 45°C a 65°C que controla la actividad microbiana (Bolong & Saad, 2019).

*2.2.4.2.3 Aireación.* La aireación es otro factor primordial en el compostaje, una inadecuada aireación provoca zonas anaeróbicas y emitir metano que escapa al medio ambiente generando un efecto invernadero más alto en comparación al CO<sub>2</sub> (Alemán, 2005). La aireación se recomienda con una saturación de oxígeno de 5% a 10%, un exceso de aireación provoca una reducción de la temperatura, así como una pérdida de humedad por evaporación (Román *et al.*, 2013).

*2.2.4.2.4 Indicador de pH.* El pH es indicador de la calidad del producto del compost, según lo detalla Nakasaki *et al.* (2019) los niveles inadecuados de pH afectan a la germinación de las semillas. Para que un compost pueda ser utilizado en agricultura orgánica deben cumplir con normas técnicas, un compost de calidad debe de tener un pH entre siete a ocho (Jain, Paul, & Kalamdhad, 2020).

*2.2.4.2.5 Relación carbono/nitrógeno (C/N).* La relación de C/N inicial afecta al índice de germinación del compost y por ende una calidad del producto final; esta relación normalmente disminuye debido a una actividad microbiana. De las revisiones de información de varios investigadores tenemos rangos recomendados, por ejemplo: para la regulación de compost de Turquía el rango debe de ser entre 10:1 a 30:1 (Akyol, Ince, & Ince, 2019). Para Guo *et al.* (2012) se recomienda una relación inicial de 18:1 y según Román *et al.* (2013) el rango ideal está entre 15:1 a 35:1; teniendo en cuenta que se debe siempre de regular esta relación ya que un exceso de carbono hace que el proceso se enfríe y por el contrario un exceso de nitrógeno aumenta la temperatura y puede generar metano.

*2.2.4.2.6 Aspectos microbiológicos.* El proceso de compostaje está determinado por la actuación de la comunidad microbiana y la caracterización de estos es un factor de éxito de

la producción de compost; por ejemplo, la presencia de microbios compost eficientes como lignocelulosa-degradantes (Akyol *et al.*, 2019).

**2.2.4.2.7 Tamaño de partícula.** El tamaño de la partícula debe de estar entre 5.0cm a 30.0cm, debido a que grandes tamaños aumentan la aireación reduciendo la temperatura; y pequeños tamaños generan compactación produciendo anaerobiosis que ocasiona la emisión gases de efecto invernadero (Román *et al.*, 2013).

**2.2.4.2.8 Resumen de parámetros del compostaje.** La presente investigación toma como referencia los rangos de los parámetros de compostaje establecidos en la Tabla 2.

Tabla 2

*Parámetros del compostaje*

| Parámetro                       | Rango ideal               |   |                                    |
|---------------------------------|---------------------------|---|------------------------------------|
|                                 | Al comienzo<br>(2-5 días) | Para compost en fase<br>termofílica II<br>(2-5 semanas) | Para compost maduro<br>(3-6 meses) |
| C:N                             | 25:1 - 35:1               | 15:1 - 20:1   | 10:1 - 15:1                        |
| Humedad (%)                     | 50 - 60                   | 45 - 55   | 30 - 40                            |
| Concentración de oxígeno (%)    | ~10                       | ~10   | ~10                                |
| Tamaño de partícula (cm)        | <25                       | ~15   | <1,5                               |
| pH                              | 6.5 - 8.0                 | 6.0 - 8.5   | 6.5 - 8.5                          |
| Temperatura (°C)                | 45 - 60                   | Temperatura ambiente - 45°C                             | Temperatura ambiente               |
| Densidad (kg/m <sup>3</sup> )   | 250 - 400                 | <700  | <700                               |
| Materia orgánica: Base seca (%) | 50 - 70                   | >20   | >20                                |
| Nitrógeno total: Base seca (%)  | 2.5 - 3                   | 1 - 2   | ~12                                |

*Nota.* C:N: Cantidad de carbono con respecto a la cantidad de nitrógeno que tiene un material; ~ = Aproximado; pH = Indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en determinadas disoluciones. Adaptado de *Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*, por P. Román, M. M. Martínez y A. Pantoja, 2013, p. 31. Santiago de Chile, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

**2.2.4.3 Compostaje industrial automatizado.**

**2.2.4.3.1 Efecto del uso de máquinas para la aireación en el proceso de compostaje.**

Según un estudio de Brodie, Carr y Condon (2000) se comparó la diferencia de métodos de producción de compost entre pila estática e hilera volteada por máquinas, obteniéndose una reducción del tiempo de compostaje de 300 días a 100 días respectivamente. A pesar de que

implica un mayor costo de operación por la máquina y el operario volteador, la reducción de tiempos implicó una reducción en los costos de procesamiento por tonelada. La velocidad de volteo y frecuencias se controlan para mantener la humedad de las hileras dentro de los parámetros recomendados.

#### *2.2.4.3.2 Control permanente de parámetros críticos del proceso del compostaje.*

Según More y More (2019) la humedad y temperatura es un parámetro crítico que debe ser monitoreado constantemente en el proceso de compostaje, del mismo modo que la aireación debe de ser controlada para aumentar la velocidad de procesamiento. Es por ello, que Nikoloudakis, Panagiotakis, Manios, Markakis y Pallis (2018) plantean un sistema industrial que utilizan sensores de temperatura y humedad en el recipiente del producto en proceso de compostaje y así controlar los parámetros críticos mediante Controlador Automático (PLC), este equipo recolecta la información en tiempo real y corrige las desviaciones que se presentan; además, permite visualizar a los supervisores el historial de las tendencias de operación.

#### *2.2.4.3.3 Procesamiento termoquímico de residuos orgánicos.*

El prototipo presentado por Sudharmaidevi, Thampatti y Saifudeen (2017), es una máquina para procesar residuos entre 8.0 a 14.0 horas para producir compost, este proceso empieza con la molienda de los residuos con una solución de HCl (0.25 N, 50 ml.kg<sup>-1</sup>) durante 30 minutos seguido de la adición de KOH (0,5 N, 100 ml.kg<sup>-1</sup>) durante 30 minutos a 100 ° C y un enfriamiento a presión ambiental. El producto final obtuvo un compost con una composición convencional a excepción de la presencia de microorganismos. Este nuevo proceso representa un potencial tratamiento industrial y rápido de los residuos orgánicos urbanos para evitar los daños ambientales que estos actualmente ocasionan en las grandes ciudades.

#### *2.2.4.3.4 Máquina industrial automatizada de compostaje.*

Un ejemplo de máquina de compostaje automatizada es la de Nikoloudakis *et al.* (2018) en donde instala un

contenedor para residuos orgánicos con capacidad de 20m<sup>3</sup>. Esta máquina tiene dos hélices internas que remueven los residuos para controlar la aireación del material lo cual es programado según una secuencia adecuada tanto en velocidad, tiempo de movimiento y frecuencia de cada movimiento. Esta máquina tiene un sistema de instrumentación para medir la temperatura y humedad relativa del producto en su ambiente; con lo cual se controla los actuadores que corrigen y mantienen los parámetros críticos dentro de lo recomendado; es decir: si se encuentra desviaciones de alta temperatura y humedad se activa un ventilador de aire que regula estos parámetros; y en caso de tener baja humedad activa rociadores de agua para recuperar la humedad ideal. Todo el proceso es monitoreado mediante curvas de la temperatura en donde se visualiza la etapa y el nivel de maduración del compost en proceso las 24 horas del día y todos los días, garantizado un control y mejor rendimiento del proceso de compostaje industrial.

**2.2.4.4 Ventajas del compostaje industrial automatizado.** Uno de los principales beneficios del compostaje industrial es la eliminación rápida y reutilizado de muchos tipos de residuos urbanos, ganaderos y agrícolas; lo que mitiga los problemas que ocasiona su vertido en rellenos sanitarios como la contaminación y emisión de gases de efecto invernadero; más por el contrario, brinda la obtención de materiales apropiados para su uso en la agricultura (Negro *et al.*, 2020).

Otra ventaja de la automatización del proceso de compostaje industrial es la reducción de la mano de obra necesaria para el proceso y la reducción de tiempos de proceso de compost debido al control de los parámetros críticos; tal como se observó en la investigación el compostaje 20m<sup>3</sup> de residuos orgánicos duró solamente dos meses en comparación al proceso convencional que dura más de tres meses; además, no requirió la asistencia de algún operario (Nikoloudakis *et al.*, 2018). Esta reducción de tiempo amplía la capacidad de



compostaje de residuos por mes, así como la disminución de espacios requerido para el procesamiento respecto a un proceso de compostaje convencional de pilas o hileras.

**2.2.4.5 Desventajas del compostaje industrial automatizado.** Según Bekchanov y Mirzabaev (2018) el compostaje industrial tiene una debilidad financiera debido a la gran inversión que se necesita para una planta de tratamiento; además de la falta de subsidios por parte de los gobiernos. También señala que el compost tiene un efecto más lento en la agricultura tradicional; es por ello, los productores prefieren el uso de fertilizantes químicos con los que tienen resultados en menor tiempo. Además, por los grandes niveles de tratamiento de residuos se generan lixiviados y olores cuando no existe el control adecuado de los procesos de compostaje, esto implica la posibilidad de reclamos de las poblaciones aledañas. Otras desventajas del compostaje industrial para Negro *et al.* (2020) son que se necesitan áreas necesarias para el almacenamiento de los residuos, los procesadores de compost y el producto acabado; lo cual implica buscar zonas amplias para el desarrollo del proceso.

## **2.2.5 Mercado de abono orgánico**

**2.2.5.1 Demanda de abono en el sector agrícola del Perú.** Según el último Censo Nacional Agropecuario 2012, de los más de 2,2 millones de productores agrícolas que hay en el país, el 56,1% no aplica ningún fertilizante, el 32,7% utiliza fertilizantes minerales en poca cantidad, y solo el 11,2% lo hace de forma suficiente (Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI], 2013).

En Perú, el consumo de los fertilizantes orgánicos representa un volumen de 1,1 millones de toneladas al año; sin embargo, es una cifra menor a la comparada con el mercado de Colombia o México, lo que demuestra un potencial de este sector en Perú. “El sector de los fertilizantes está íntimamente ligado con el de la agricultura, y este es la tercera actividad económica más importante del país después de la minería y la pesca” (Lluzar, 2019, p. 2).



Estas cifras de las exportaciones agrícolas del Perú entre los años 2014 al 2018 son mostrados en la Tabla 3.

Tabla 3

*Exportaciones agrícolas enero-diciembre 2014-2018*

| Tipo de exportación | Año 2014 | Año 2015 | Año 2016 | Año 2017 | Año 2018 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tradicional         | 859      | 717      | 869      | 814      | 753      |
| No tradicionales    | 4044     | 4176     | 4471     | 4909     | 5757     |
| Total               | 4903     | 4892     | 5340     | 5723     | 6510     |

*Nota.* Valores FOB en millones de USD. Adaptado de la *Ficha Sector Perú: Fertilizantes en Perú*, por P. Lluzar, 2019, p. 2. Lima, Perú: Oficina Económica y Comercial de España en Lima. Fuente: SUNAT - ADEX, Data Trade

**2.2.5.1.1 Tamaño del mercado de fertilizantes.** Para el contexto del mercado del Perú el tamaño del mercado de fertilizantes según Lluzar (2019):

Se define como la suma de la producción total y las importaciones netas; es decir, la diferencia entre las importaciones y las exportaciones totales. La producción local de fertilizantes es principalmente la de guano de isla, un abono orgánico cuya extracción es regulada por el Estado para evitar su agotamiento. El valor CIF total de las importaciones fue de 525'104,639 dólares en el 2018 (1'572,064 toneladas) y 2'696'525,311 dólares durante el periodo 2014-2018 (7'737,368 T). Por lo que respecta a las exportaciones, tenemos una cifra mucho menor, con un valor FOB de 31'493,405 dólares en 2018 (57,227 T) y 165'680,943 dólares durante el periodo 2014-2018 (310,648 T). (p. 2).

**2.2.5.2 Demanda de abono en el sector agrícola en el mundo.** Según un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2016), se proyecta un aumento de la demanda de nitrógeno y potasio de África. Asia seguirá siendo el mayor consumidor de fertilizantes en el mundo importando principalmente los nutrientes: nitrógeno, fosfato y potasio. Europa mantendría un consumo estable de fertilizantes. América Latina y el Caribe dependen de las importaciones de fertilizantes; por lo que se proyecta un

aumento del consumo de fertilizantes a una tasa del 3,3%. Se proyectó un aumento del consumo mundial de fertilizantes a más de 200.5 millones de toneladas para el 2018; lo que representa un 25% más respecto al 2008. El mismo estudio concluye que el consumo mundial de fertilizantes crecerá al mismo tiempo que la capacidad global de producción de fertilizantes, productos intermedios y materias primas.

**2.2.5.3 Mercado de abono orgánico en el Perú.** Dentro del rubro existen una limitada oferta de empresas que promueven el abono orgánico; sin embargo, estas poseen características distintas que se detalla a continuación:

- Lima Compost: Es una microempresa orientada a la conservación ambiental a través de la gestión de residuos orgánicos en Lima, por medio de la enseñanza del compostaje doméstico. Ofrecen sus productos a través de las redes sociales como talleres de compostaje doméstico y venta de composteras de arcilla.
- Mallki: Es una línea de abonos orgánicos creado por la empresa San Fernando SA. Dentro de la línea Mallki se encuentra el compost, enmiendas de suelo, sustratos y fertilizantes sólidos y líquidos. Ofrecen sus servicios a través de distribuidores autorizados, estableciendo alianzas comerciales con grandes cadenas de tiendas como Promart y Maestro. Se encuentran en el mercado desde el 2004.
- Abono San Miguel EIRL: Empresa dedicada a la producción y comercialización de abonos 100 % orgánicos que poseen una cantidad considerable de extracto húmico (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos), el cual ayuda a la reestructuración de suelos degradados y es apto para todo tipo de cultivos. Actualmente cuenta con un punto de venta. Se encuentran en el mercado desde el 2010.
- Abonos orgánicos de la costa SRL (ABOCOST): Es una empresa que ofrece Humus, compost y guano de invertebrados. Es una empresa acopiadora y productora.

- Control Ambiental Peru SAC: Es una empresa que ofrece soluciones sostenibles para el tratamiento y aprovechamiento de residuos y subproductos orgánicos biodegradables, retornándolos al ciclo productivo agrícola como enmiendas orgánicas: compost.

*2.2.5.3.1 Retos y oportunidades para las empresas.* Los restaurantes generan grandes cantidades de residuos orgánicos en el Perú, por lo que es necesario plantear soluciones para que estos residuos no terminen en rellenos sanitarios ni botaderos informales. La empresa colombiana Control Ambiental ha procesado grandes cantidades de residuos para la producción y comercialización de abono compost; es por ello que existe la oportunidad de más empresas inviertan en este tipo de negocios circulares (Grandez, 2019).

### **2.3 Aporte de la literatura a la solución del problema de negocio**

Se argumentó que existe una relación directa entre el ingreso per cápita de los ciudadanos e incremento de producción de desechos (ver Apéndice C), si bien Perú aún tiene un promedio de generación de residuos de 0.75 kg/cápita/día comparado al de Latinoamérica de 0.99 kg/cápita/día; necesita que las autoridades y sociedad civil consideren este problema para remediar sus impactos. En este contexto, el proceso de residuos orgánicos mediante compostaje es una alternativa creciente (ver Apéndice E), en el 2018 la región el tratamiento de residuos orgánicos mediante esta práctica es menos del 1% a pesar de que se produce como 52% de residuos orgánicos (Banco Mundial, 2018). En particular, el bajo uso de compostaje en Perú necesita ser mejorado; el uso de esta técnica varía de 0 a 2,1% por departamento; En el caso de Lima, que es el departamento de mayor generación de residuos orgánicos, tan solo se composta del 0,2% del total de residuos sólidos orgánicos generados (Orihuela, 2018).

Se definió y caracterizó los modelos de negocio circulares que tienen como objetivo el crecimiento económico mediante la implementación de procesos de reutilización cíclica de

los recursos. Se ha identificado ODS como los principios sobre los que se debe basar una empresa para generar valor. La presente investigación considera estas ventajas y conceptos de economía circular para plantear un modelo de negocio que busque aliviar el problema de la contaminación ambiental y el aumento de desechos de residuos orgánicos en Perú. Por ello se planteó el uso de compostaje, que utiliza como insumo un recurso totalmente renovable, reciclable o biodegradable para la producción y consumo de los sistemas (Geisendorf & Pietrulla, 2017).

De acuerdo con lo analizado en la problemática peruana, sobre manejo de residuos sólidos y su relación con el proceso de compostaje, se han identificado la aplicación de cuatro ODS cuya introducen en el modelo de Green Compost son explicados en el capítulo 3.6.1. Los ODS son los siguientes:

- ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.
- ODS 11: Ciudades y sociedades sostenibles.
- ODS 12: Producción y consumo responsable.
- ODS 13: Acción por el clima.

Dentro del contexto mundial y nacional, el compostaje es una técnica poco utilizada; sin embargo, es una herramienta potente para el tratado de residuos orgánicos como se explicó anteriormente su utilización representa un gran potencial frente al incremento de generación de residuos orgánicos.

Basándonos en los casos de éxitos alrededor del mundo detallados en el acápite 2.2.3.1, se observa que se puede aplicar el proceso de compostaje como una solución que tiene un impacto positivo en el medio ambiente: evita las emisiones de gas metano propias de un relleno sanitario, contaminación del agua y suelos producto de la filtración de lixiviados; también tienen impacto positivo en la agricultura: confirieren nutrientes al suelo.

De acuerdo con el caso de éxito del Reino Unido, si deseamos aplicarlo en el ámbito total de nuestro país, sería importante contar con un soporte legislativo (ley) que establezca y obligue el cumplimiento de la correcta segregación de residuos desde los domicilios hasta las grandes industrias; además de su tratamiento obligatorio por parte de las municipalidades (Wang *et al.*, 2020).

Por otro lado, los estudios de casos de éxito en el mundo, nos demuestra que sí es factible poder mejorar el valor de la calidad del compost para mejorar su valor económico; mediante la aplicación y cumplimiento estricto de normas, desde las técnicas de recolección, correcta segregación, correcto almacenaje y supervisión del proceso de compostaje. Los parámetros más importantes para considerar en el tratamiento de compostaje son la temperatura, humedad, composición C/N, pH y tamaño de partícula. Estos se deben de controlar dentro de rangos recomendados, tal como se resume en la Tabla 2, para garantizar un producto de abono orgánico de residuos de calidad certificada.

La importancia de la automatización de los procesos de compostaje convencional tiene un impacto en su mejora de los tiempos de producción que aumenta considerablemente la capacidad de tratamiento de residuos orgánicos, esto se observó en la máquina de Nikoloudakis *et al.* (2018) donde se redujo de tres meses a dos meses el procesamiento de 20 TN de residuos y no se requirió operarios.

El mercado peruano, a pesar del creciente desarrollo del sector agrícola, es uno de los países con más bajo consumo de fertilizantes en Latinoamérica, se tienen una importante demanda por cubrir lo cual hace tangible una posibilidad de un negocio sostenible. Estas iniciativas de negocio circular se ven respaldadas con la ley del estado peruano 29196 “Ley de la promoción de la producción orgánica o ecológica” que promueve el desarrollo sostenible y competitivo de producción ecológica en el Perú. Promueve el uso del compost en lugar de los fertilizantes químicos para la disminución del impacto sobre el medio

ambiente y la salud. Por lo investigado el compostaje automatizado industrial se infiere que este tratamiento tiene gran oportunidad de desarrollo en el mercado local.

## 2.4 Conclusiones

A continuación, se detallan las conclusiones del presente capítulo:

- Con la literatura se identificaron diferentes herramientas para la generación de un modelo de negocio y su propuesta de valor, elaborado en base a las metodologías ágiles.
- Con la información obtenida de la literatura, se identificó la problemática de la falta de tratamiento y reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en el entorno global y regional; además se identificó que la elaboración de abono compost es una práctica poco utilizada en Latinoamérica, por lo que su empleo en el tratamiento de residuos orgánicos representa un nicho.
- Se identificaron las diferentes técnicas de elaboración de abono compost, las cuales sirven de base para diseñar la propuesta de modelo de negocio entorno a esta práctica de reutilización de residuos sólidos orgánicos.
- Los diferentes casos de éxito de la generación de abono compost a partir de los residuos sólidos orgánicos representan una solución que es factible su aplicación en el Perú.
- La investigación de los diferentes procesos industrializados de la generación de abono compost sirven para plantear la factibilidad de implementación de una máquina automática de compostaje que procesa los residuos orgánicos en un tiempo reducido en comparación con el proceso natural de producción. Existe la posibilidad de reducir de tres meses a 15 días el tiempo de tratamiento.
- El mayor reto que se enfrenta en la generación industrial de abono compost radica en el alto nivel de financiamiento necesario para la puesta en marcha de la planta

de tratamiento y todos sus gastos relacionados a una planta industrial como terreno, salarios, transporte, insumos, logística, marketing entre otros.

- Se llevó a cabo una revisión del mercado de productos orgánicos y abono a nivel global y local, se observó una tendencia a la adquisición de abono orgánico y también al cultivo de productos orgánicos.





### 3 Planteamiento de la solución al problema de negocio

#### 3.1 Aplicación de metodologías ágiles para la solución del problema de negocio

##### 3.1.1 Pensamiento abductivo

**3.1.1.1 ¿Qué no es el problema?** Con base en el lienzo de dos dimensiones (ver Figura 3), se identificaron aspectos que no son parte del problema de negocio propuesto, tales como lograr ser un país referente en Sudamérica en manejo de residuos orgánicos, teniendo a Finlandia como ejemplo a nivel mundial y la generación de energía a partir de la quema de basura.



Figura 3. Lienzo de dos dimensiones.

Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

**3.1.1.2 Soluciones potenciales iniciales.** Como parte de las soluciones potenciales iniciales se identificaron aspectos como la reutilización de residuos orgánicos para uso como abono compost, quema de metano producto del lixiviado de rellenos sanitarios para reducir huella de carbono y la generación de una cultura de segregación desde el entorno familiar para promover el cambio en el tratado de residuos sólidos en la sociedad peruana.

### 3.1.2 Pensamiento creativo

**3.1.2.1 ¿Dónde se desarrolla el problema (lugar específico), ¿cuándo sucede, y a quiénes afecta?** La metodología se inició identificando un problema complejo y cómo éste afecta a los usuarios desde una perspectiva prototipada de manera física. La Figura 4 muestra la realidad de la problemática de la alta generación de residuos orgánicos en la ciudad de Lima, donde sólo se cuenta con cuatro rellenos sanitarios, lo cual es insuficiente para la cantidad de basura que se genera. Por lo tanto, el problema se enfocó entorno a la coyuntura de afectación del medio ambiente por la gran cantidad de residuos orgánicos que no son tratados y que, por lo tanto, afectan al medio ambiente de los habitantes de Lima.



Figura 4. Maqueta de la problemática de la disposición de residuos en la ciudad de Lima.

### 3.1.3 Modelo de negocio

**3.1.3.1 Entrevistas.** Cabe mencionar que la aplicación de metodología ágil revela que se debe replantear el modelo de negocio, ya que los resultados de las entrevistas del segmento inicialmente seleccionado no tenían mayor interés en la propuesta de valor. La lista de preguntas para la aplicación de encuestas, tanto para el modelo de negocio inicial como del modelo replanteado, se encuentran en el Apéndice F.

**3.1.3.2 Hipótesis iniciales.** Al inicio de la Metodología ágil, la Propuesta de Valor estaba direccionada hacia la venta de equipos y/o servicio de compostaje considerando como

segmento potencial de clientes a las empresas ubicadas en Lima-Callao que se consideren responsables con el medio ambiente y la sociedad; es decir, empresas interesadas en aplicar economía circular a partir de la reutilización de los residuos orgánicos que ellas mismas generan y de tal manera reducir su huella de carbono. De acuerdo con ello, se configuró un modelo de negocio inicial mostrado en la Figura 5.



Figura 5. Modelo de negocio inicial.

Adaptado de *Generación de modelos de negocio*, por A. Osterwalder y P. Yves, 2010, p. 44. Barcelona: Centro Libros PAPP. Recuperado de <http://www.convergenciamultimedial.com/landau/documentos/bibliografia-2016/osterwalder.pdf>

**3.1.3.3 Aprendizaje validado.** Luego de la realización de las primeras entrevistas, se determinó que los clientes potenciales iniciales (empresas ubicadas en Lima y Callao) no requerían que se le brinde un servicio de compostaje ni estaban interesados en la compra de un equipo que les facilite el tratamiento de residuos orgánicos. Las razones principales de la baja aceptación por parte de los entrevistados es que carecen de espacio para albergar equipos de compostaje y el tratamiento de residuos orgánicos no es una actividad propia del Core de sus negocios.

Como consecuencia de la aplicación de metodología ágil, se reevaluó el modelo de negocio, determinando la nueva propuesta de valor a la venta de abono compost teniendo como nuevo segmento de clientes a los productores y exportadores agrícolas que tengan interés en reemplazar el uso de fertilizantes químicos por abono orgánico para mejorar la fertilidad de sus tierras o como insumo dentro de su cadena de producción que le permitirá la generación de productos netamente orgánicos que son de mayor valor dentro del mercado.

Finalmente, se identificó una baja tasa de encuestados que conocían los beneficios del abono compost y su importancia dentro de una economía circular; por lo tanto, existe una oportunidad de mejora como la aplicación de una campaña de concientización en los potenciales clientes que implique la transmisión de conocimientos en las experiencias y casos de éxitos alrededor del mundo en el uso de abono compost dentro de la industria agrícola.

### 3.1.4 Perfil de usuario

Como parte del modelo de negocio inicial, se definió el perfil de usuario a aquellas personas que se ven afectadas por la contaminación ambiental, debido a una inadecuada disposición de residuos orgánicos dentro de la ciudad de Lima; es decir, los usuarios son los habitantes de Lima, ver Figura 6.

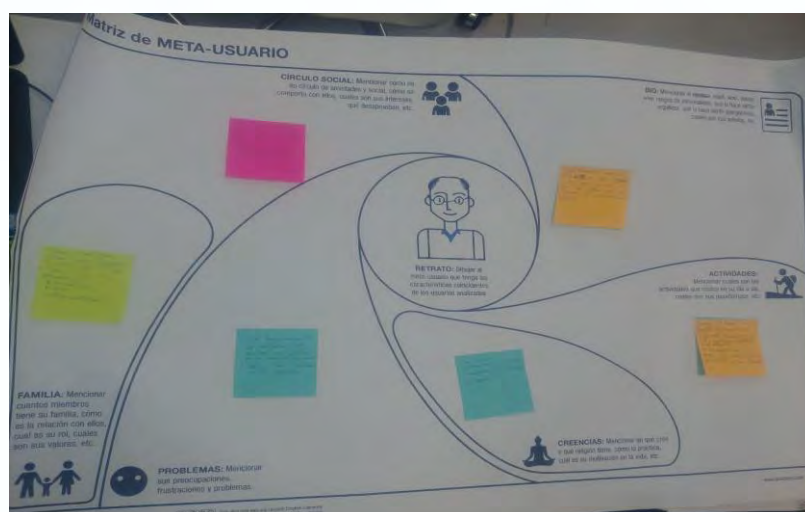


Figura 6. Lienzo matriz meta usuario.

Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

### 3.1.5 Mapa de experiencia de usuario

**3.1.5.1 Momento del problema seleccionado.** El momento del problema seleccionado describe al usuario como un ciudadano de la ciudad de Lima, que espera entusiasmado la hora del desayuno, almuerzo y/o cena, éste recibe sus alimentos y queda satisfecho. Los residuos de sus alimentos son depositados en un tacho, posteriormente, son recogidos como basura por un camión de la municipalidad correspondiente, donde, luego son mezclados sin segregación alguna para su posterior reciclado o reaprovechamiento. El usuario desconoce cómo son tratados esos residuos orgánicos, que, por lo general, terminan siendo trasladados a rellenos sanitarios autorizados o clandestinos, por lo que no se les hace un tratamiento previo y ante su descomposición, terminan contaminando el suelo, aire y agua generando una cadena de insalubridad.

**3.1.5.2 Momentos críticos.** De acuerdo con el lienzo presentado la Figura 7, se determinaron tres momentos críticos del usuario. En primer lugar, no existe una correcta segregación de los residuos domiciliarios dentro de su entorno. Luego, existe una inadecuada disposición final de los residuos orgánicos. Finalmente, se genera un impacto al medio ambiente y salud por dicha inadecuada disposición.

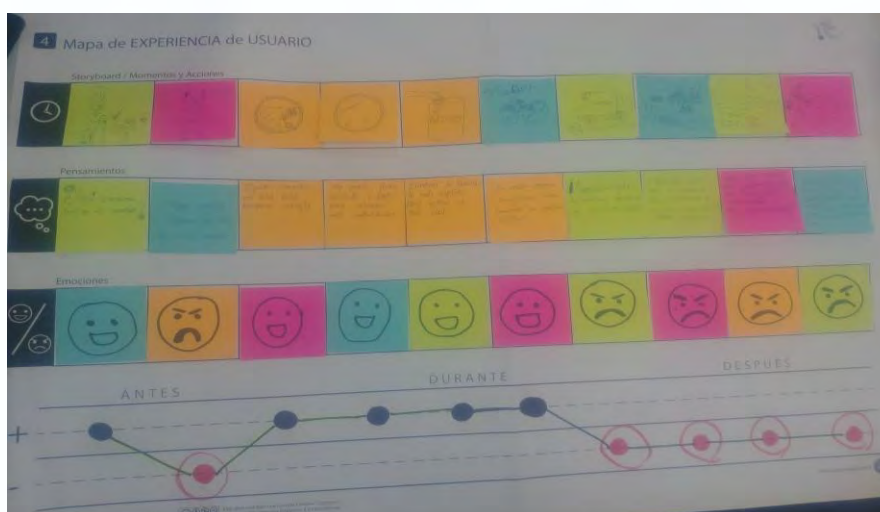


Figura 7. Lienzo mapa de experiencia.

Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú



### 3.1.6 Matriz 6x6

Debido a que el problema central del desarrollo de investigación del negocio es la baja tasa de reciclaje y reúso de los residuos orgánicos (como se concluye en el ítem 2.3); el momento crítico seleccionado como objetivo es la “inadecuada disposición final de los residuos orgánicos”. A continuación, se especifican las seis preguntas generadoras obtenidas del lienzo 6x6 (ver Figura 8):

- ¿Cómo generar ingresos con los residuos orgánicos?
- ¿Cómo una empresa puede cumplir con las ODS relacionadas al medio ambiente?
- ¿Cómo generar Economía Circular con los residuos orgánicos?
- ¿Cómo reducir el uso de fertilizantes químicos en la agroindustria para obtener alimentos más saludables?
- ¿Cómo hacer que las personas logren segregar adecuadamente sus residuos sólidos?
- ¿Cómo ubicar empresas e instituciones que realicen un reaprovechamiento de los residuos orgánicos o estén interesados en ello?

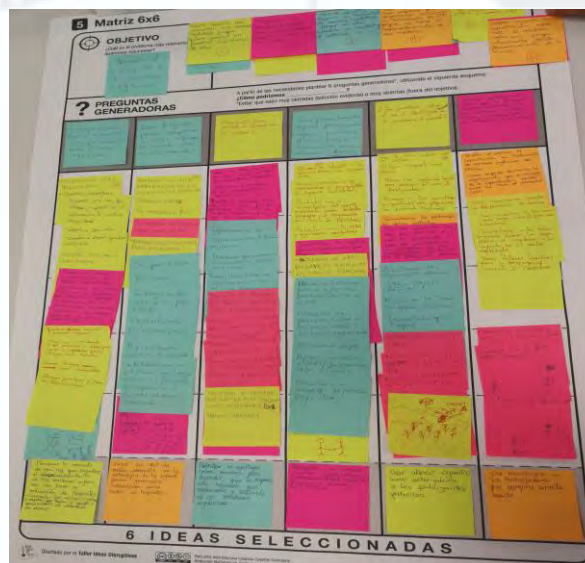


Figura 8. Lienzo matriz 6x6.

Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú

### 3.1.7 Quick wins

Los *quick wins* encontrados como parte de la matriz de costo vs impactos (ver Figura 9) consistieron en brindar un beneficio a la sociedad y medio ambiente mediante el reaprovechamiento residuos orgánicos para la generación de compost; ofrecer la posibilidad a los usuarios, municipalidades y clientes a ser partícipes de una economía circular; y brindar un producto netamente orgánico al mercado agrícola para que los agricultores y/o empresas del sector tengan una buena productividad y fertilidad de sus tierras.

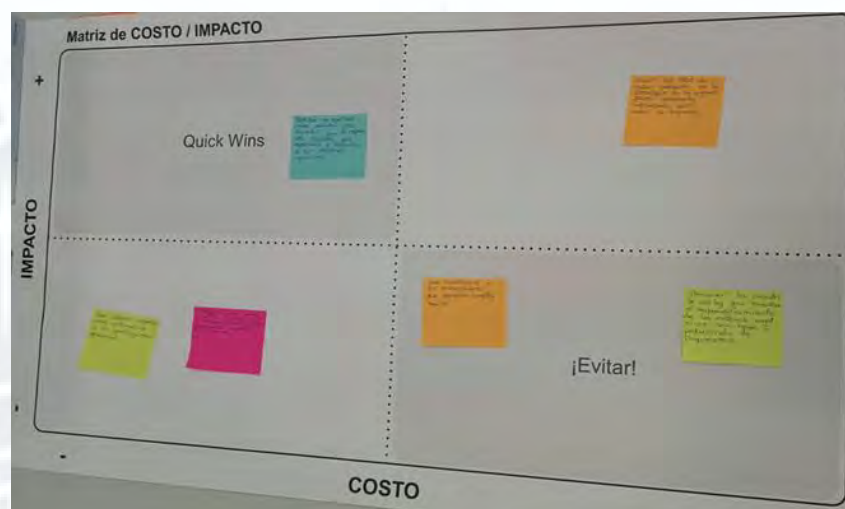


Figura 9. Lienzo matriz Costo / Impacto.

Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú

## 3.2 Aplicación de los Elementos de la Investigación Científica para la Solución del Problema de Negocio

Los elementos de la investigación científica se aplicaron mediante entrevistas y cuestionarios electrónicos. La recolección inicial se basó en obtener data cualitativa para direccionar el modelo de negocio hacia una necesidad y oportunidad de negocio que sea sostenible en tres aspectos, social, ambiental y financiero.



### 3.2.1 Método cualitativo: entrevistas

**3.2.1.1 Primera Iteración.** El levantamiento de información en la iteración inicial sobre la percepción del problema y la propuesta de solución planteada fue orientada al segmento de grandes industrias de Lima. El perfil del cliente seleccionado fueron los encargados de la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSOMA). Se eligió empresas del segmento objetivo de diferentes rubros como bebidas, alimentos, supermercados y fábrica. Las preguntas formuladas en las entrevistas personales consideraron la guía de entrevista del Apéndice F, cabe indicar que fueron 14 representantes de las diferentes empresas que fueron evaluadas de manera presencial y virtual.

La evaluación de la información recolectada muestra que la problemática de segregación de residuos orgánicos es considerada como un problema, pero las personas entrevistadas carecen del conocimiento de la magnitud de su impacto, el 85.7% de los entrevistados (ver Figura 10) no conoce la cantidad de basura que se genera por día ni qué porcentaje se recicla.



Figura 10. Entrevista sobre conocimiento de generación de basura y su reciclaje.

La evaluación del prototipo obtenida de los entrevistados resultó en una baja aceptación al modelo, sólo el 27.8% compraría el producto de la propuesta del modelo negocio inicial, un 16.7% dependería de los costos y el 55.6% no compraría los servicios (ver Figura 11).

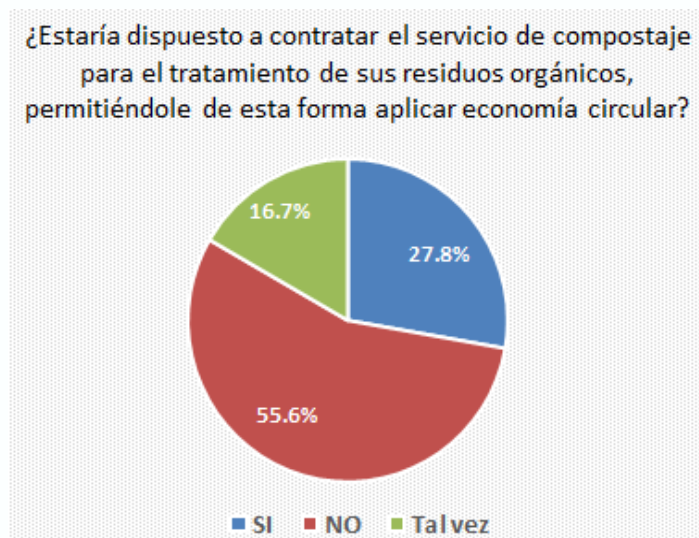


Figura 11. Pregunta sobre la aceptación de la propuesta inicial de negocio.

**3.2.1.2 Segunda iteración.** Con base en los resultados anteriores, la segunda iteración de consultas a potenciales clientes fue planteada a través de una nueva propuesta de valor que consiste la venta de abono orgánico proveniente de compostaje de residuos urbanos e industriales. Las preguntas formuladas en las entrevistas personales consideraron la guía de entrevista del Apéndice G. El nuevo segmento potencial se definió como los agricultores para el comercio de productos en general. El procedimiento de recolección de datos se realizó mediante entrevistas de agricultores entre medianos y grandes.

Con base en la Figura 12, se observa que existe un desconocimiento sobre la problemática de la generación de residuos orgánicos, el 80% de los entrevistados no conoce la cantidad de generación diaria. Sobre la cantidad diaria de residuos que se reciclan o reprocessan se puede notar que del mismo modo un 80% desconoce o tiene una idea errónea, debido a que sólo el 20% conocía que se reusa menos del 1% de residuos orgánicos en Perú.

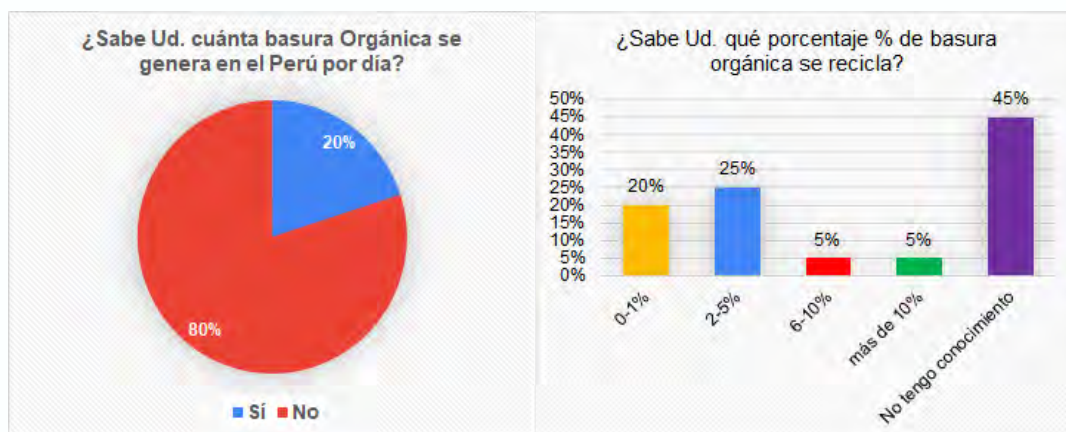


Figura 12. Segunda entrevista sobre de generación de basura y su reciclaje.

Sin embargo, existe una percepción favorable sobre la preocupación de los residuos orgánicos y sus efectos, se observa que en la mayoría tienden a la acción debido a que lo ven como una propia responsabilidad no atendida por todos. Esta información valida la necesidad de plantear una solución adecuada a la problemática de generación de residuos orgánicos (Figura 13).



Figura 13. Preocupaciones respecto a los residuos sólidos.

Sobre la propuesta de abono compost existen diversos temas claves que son fundamentales para que los agricultores entrevistados adopten la solución planteada. Como se observa en la Figura 13, las principales preocupaciones son la información técnica, calidad y precio del abono compost. Otro punto resaltante es la necesidad de restaurar las propiedades de los suelos agrícolas dañados por los fertilizantes químicos y, por ende, el direccionamiento

de estas a la agricultura orgánica como una alternativa agrícola complementaria a la propuesta de solución (Figura 14).

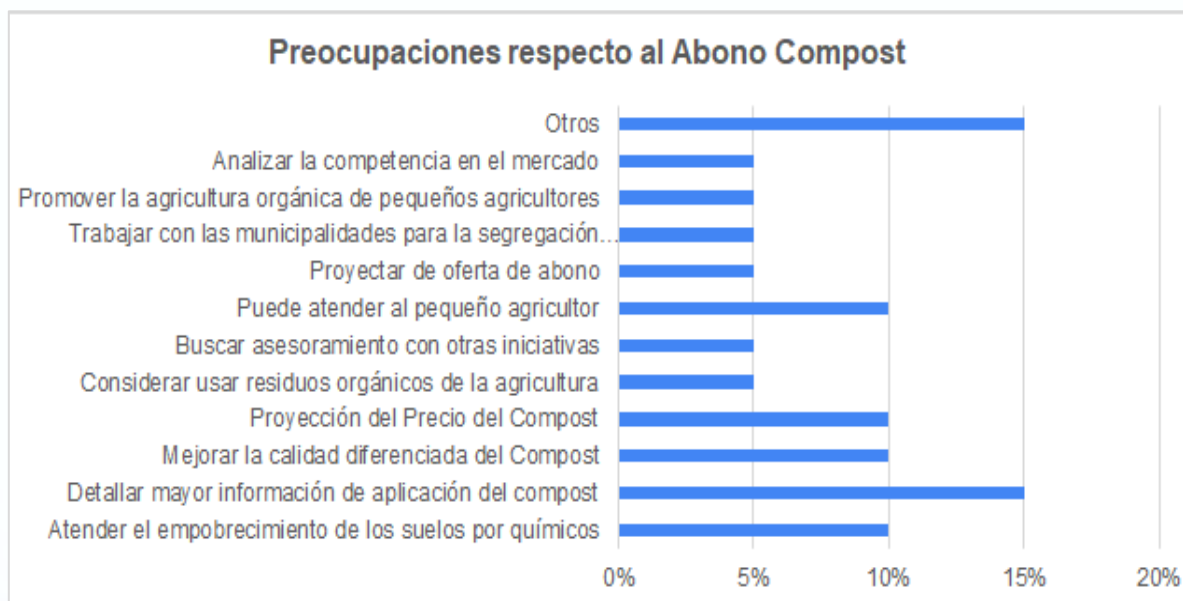


Figura 14. Preocupaciones respecto al abono compost.

### 3.2.2 Método Cuantitativo

La recolección de datos cuantitativos fue mediante un cuestionario digital enviado a los potenciales clientes (ver Apéndice G). Se envió al segmento de agricultores pequeños y grandes considerando las asociaciones de productores. Este cuestionario se orientó a recabar información sobre el comportamiento actual del mercado agrícola, así como la probable respuesta del mercado al modelo de negocio replanteado.

El mercado evaluado presenta gran concentración de pequeños comerciantes que producen productos agrícolas de hasta 1250 TN métricas por año, principalmente de los rubros de hortalizas y frutas que hacen un total de 50% de los encuestados (Figura 15).

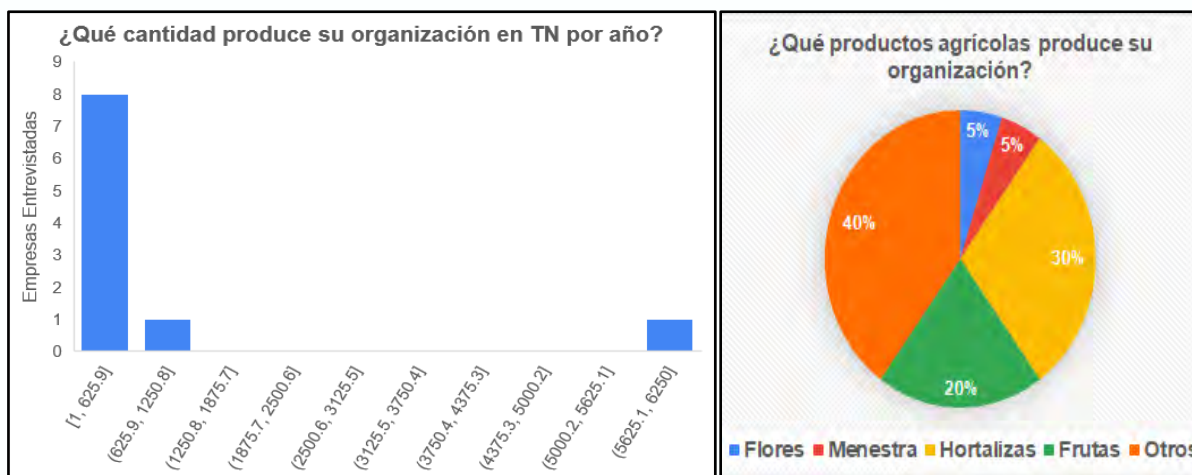


Figura 15. Cantidad de producción y tipos de cultivo de los encuestados.

Se observa que el abono utilizado por los agricultores ya contempla el uso de fertilizantes químicos, orgánicos y otros como una combinación de ambos; es decir, el 55% de los potenciales usuarios analizados ya utiliza el abono orgánico, lo cual representa el mercado objetivo a dónde el modelo de negocio replanteado se enfoca. Del mismo modo, se observa que la procedencia del 75% de abono utilizado es local (se considera las respuestas del nacional y ambos). Esta información resulta importante ya que evidencia un mercado a dónde ingresar bajo este modelo de negocio (Figura 16).



Figura 16. Tipo de abono utilizado y su procedencia.

Otra información importante obtenida de esta encuesta es una alta correlación entre la cantidad de abono usada en toneladas por la cantidad total producida de productos agrícolas. Tal como se observa en la Figura 17, se puede estimar que por cada 100Tn de producción se



necesita 39Tn de abono en general. Cabe resaltar que tal estimación permite proyectar la demanda de abono del mercado meta. Es necesario indicar tal proporción puede variar para un cultivo específico, así como por cada cliente evaluado.

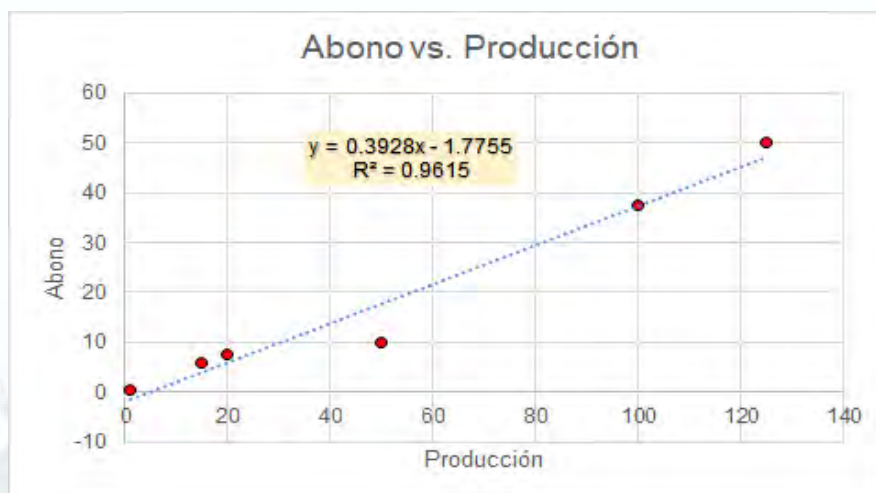


Figura 17. Curva de cantidad abono vs cantidad de producción.

Respecto a los precios del abono, se puede observar que este se comercializa en el mercado bajo un empaque de 50 kg. Existe una variabilidad de precio dependiendo de la calidad y origen del abono. En la Figura 18 se observa que los precios parten de S/. 18 hasta los S/. 138 para los abonos en general, pero específicamente para el abono producto del proceso de compostaje de residuos orgánicos el precio se encuentra alrededor de S/ 31.25, este dato es usado como referencia de la cotización de Control Ambiental Perú SAC del Apéndice H, donde se detalla que el saco de 40Kg tiene un costo de S/ 25.

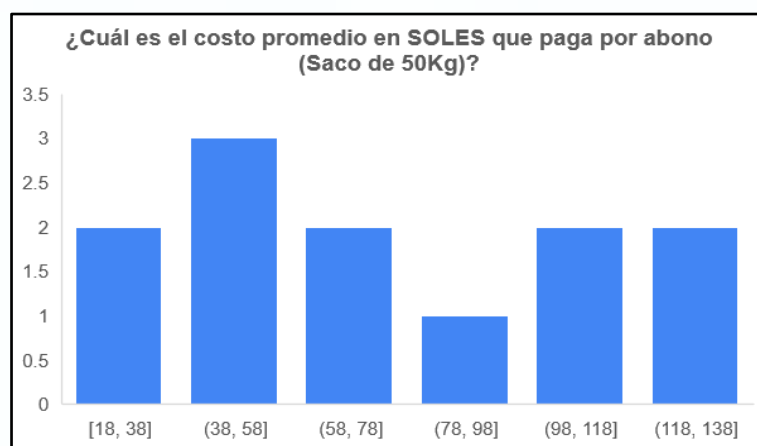


Figura 18. Precio del abono utilizado por los agricultores.

Debido a la necesidad latente de mejorar los cultivos y mitigar el daño ocasionado por los fertilizantes químicos, se observa en la Figura 19 que la mayoría de los clientes potenciales estarían dispuestos a utilizar el abono orgánico en sus cultivos; es decir, el 90% lo considera viable utilizarlo en sus procesos productivos actuales. Este resultado revela las tendencias y cambios que surgen en este tipo de actividad económica, la cual se encuentra impulsada por un mayor aumento de la conciencia medioambiental hacia la agricultura orgánica tal como se reveló esta preocupación en el análisis previo.



Figura 19. Aceptación del uso de abono orgánico.

Como conclusión de la segunda ronda de entrevistas es que existe una buena aceptación del producto propuesto por Green Compost, abono orgánico proveniente del compostaje de residuos orgánicos urbanos. Existe un potencial de compra de 85%, cabe detallar que un 40% condiciona su respuesta a temas de precios y calidad del producto. Otro aspecto importante para evaluar es que sólo el 15% de los encuestados no estarían dispuestos a comprar el producto de Green Compost (ver Figura 20). Comparando con la información de la primera iteración del desarrollo del modelo de negocio, se observa que bajo el nuevo segmento y definición del producto el rechazo se ha reducido de 55.6% a sólo 15%. Esta validación del nuevo modelo se considera clave para la determinación de la estrategia de



Green Compost que se orienta a brindar un valor agregado en términos de responsabilidad ambiental con un precio dentro del mercado actual.

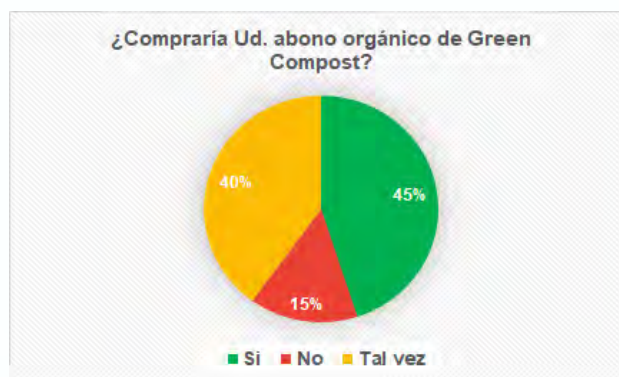


Figura 20. Aceptación de la propuesta de abono orgánico de Green Compost.

### 3.3 Definición de la solución al problema de negocio

Con base en la información generada en los capítulos anteriores se replanteó la solución (ver Figura 21) bajo el modelo canvas o lienzos (Osterwalder & Yves, 2010), este lienzo representa el modelo final de Green Compost, en el presente ítem se describe dicho modelo, los objetivos del negocio y su prototipado.

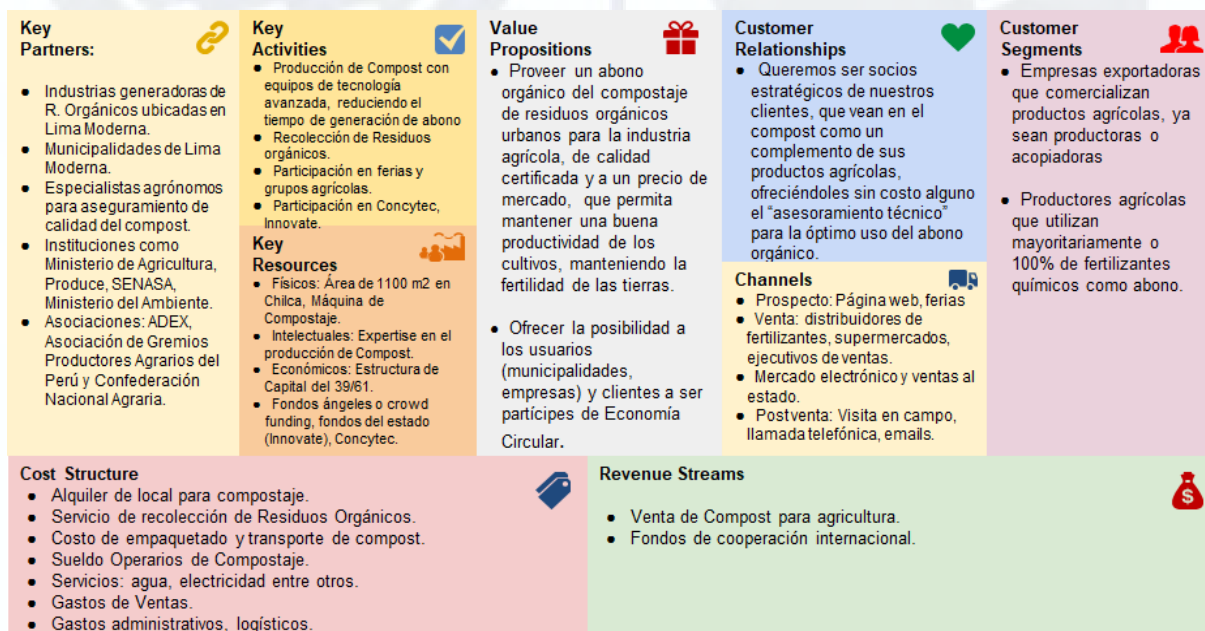


Figura 21. Modelo de negocio Green Compost replanteado.

Adaptado de *Generación de modelos de negocio*, por A. Osterwalder y P. Yves, 2010, p.44. Barcelona: Centro Libros PAPP. Recuperado de <http://www.convergenciamultimedial.com/landau/documentos/bibliografia-2016/osterwalder.pdf>.

### **3.3.1 Modelo de negocio**

**3.3.1.1 Segmento.** El segmento está representado por empresas exportadoras que comercializan productos agrícolas, ya sean productoras o acopiadoras, en especial las que atienden un mercado de productos orgánicos que se encuentra en expansión. Asimismo, el segmento considera a productores agrícolas que utilizan mayoritariamente o 100% de fertilizantes químicos como abono, a quienes se les podrá brindar otras opciones y guiar en la tendencia de sostenibilidad ambiental. Finalmente, también se considera a empresas que desean migrar a la producción de productos 100% orgánicos que les genere un mayor valor en el mercado de su producto.

**3.3.1.2 Propuesta de valor.** Se enfoca en proveer un abono orgánico del compostaje de residuos orgánicos urbanos para la industria agrícola, de calidad certificada y a un precio de mercado, que permita mantener una buena productividad de los cultivos, manteniendo o recuperando la fertilidad de las tierras. Asimismo, se busca ofrecer la posibilidad a los usuarios, municipalidades y clientes a ser partícipes de una economía circular, ya que los insumos en la preparación del abono compost considera el reprocesamiento de residuos orgánicos urbanos.

**3.3.1.3 Canales.** Dentro de los canales se han identificado de diferentes tipos. Para el caso de prospección de clientes se considera la creación de una página web y participación en ferias agrícolas. Como canales de venta se dispone de distribuidores de fertilizantes, supermercados, ejecutivos de ventas, venta directa a pequeños agricultores mediante contactos personales, ventas en línea y participación en licitaciones con el estado. Finalmente, para el servicio de post venta se consideran visitas en campo, llamadas telefónicas, correos electrónicos y encuestas.

**3.3.1.4 Relación con los clientes.** El modelo de negocio de Green Compost plantea llegar a ser socios estratégicos de sus clientes, que vean en el compost como un complemento

de sus productos agrícolas, ofreciéndoles sin costo alguno el “asesoramiento técnico” para el óptimo uso del abono orgánico de Green Compost. Finalmente, se plantea formar una comunidad denominada también Green Compost, la cual juntará a los residentes de Lima (usuarios), proveedores de insumos como las municipalidades; y clientes (consumidores del abono compost), ya que ellos forman la cadena que nutre el ciclo de Green Compost. Esta comunidad busca que más personas o empresas se integren en la cadena.

**3.3.1.5 Recursos clave.** Así como en los canales, se identifican diferentes tipos de recursos. En primer lugar se tienen los físicos compuestos por terreno cuya área corresponde a 1100 m<sup>2</sup> y se ubica en Lurín (departamento de Lima), tal ubicación resulta de un mejor acceso a municipalidades Lima Moderna que tienen un programa de reciclaje más comprometido y extendido, tales como San Isidro, Surco, San Borja; así como también se cuentan con los distritos de Lurín y Pachacamac que cuentan tanto con zonas comerciales de venta de abono como zonas agrícolas cuyos residuos podrían ser reaprovechados como parte de los insumos necesarios para crear el compost. Otro componente físico importante es la fabricación de tres máquinas de producción de compostaje cuya capacidad de producción corresponde a 30 Tn/mes, las mismas son explicadas en el prototipado explicado más adelante así como su introducción en análisis financiero. Cabe indicar que el diseño de estos equipos ha sido incorporado en el presente trabajo.

Dentro de los recursos del tipo intelectual se considera al *know how* en la producción de Compost. Como parte de los recursos económicos se considera una estructura de capital de 39/61. Como parte de la búsqueda de financiamiento se plantea participar en concursos de innovación impulsados por el gobierno peruano, tales como Innovate y Concytec, este último, por ejemplo, permite obtener beneficios tributarios mediante la investigación que se realizaría en mejoramiento del proceso de compostaje. Finalmente, se espera presentar el proyecto de empresa Green Compost a fondos ángeles.

**3.3.1.6 Actividades clave.** Como actividades clave se disponen de un proceso operativo de producción de compost con equipos de tecnología avanzada, reduciendo el tiempo de generación de abono, contratación de empresas para la recolección de residuos orgánicos, búsqueda de fuentes de financiamiento por concursos en temas de innovación ecológica o participación en concursos de financiamiento internacional que buscan soluciones innovadoras en el reúso de residuos orgánicos, participación en ferias y grupos agrícolas para prospeccionar clientes, y participación en programas de financiamiento empresarial desarrollados por el gobierno peruano.

**3.3.1.7 Aliados estratégicos.** Se plantean alianzas con las municipalidades de Lima Moderna, especialistas agrónomos para aseguramiento de calidad del compost, instituciones como Ministerio de Agricultura, SENASA y Ministerio del Ambiente, asociaciones como la Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú (ADEX) y Confederación Nacional Agraria. Finalmente, también se consideran como potenciales aliados estratégicos a las empresas exportadoras de productos orgánicos certificados y empresas certificadoras de producción orgánica.

**3.3.1.8 Estructura de costos.** Como parte de la estructura de costos se consideran diferentes aspectos, tales como el costo de fabricación de equipos procesadores de compostaje, alquiler del terreno para la producción del compostaje, costo del servicio de recolección de residuos orgánicos a los proveedores estratégicos, costo de empaquetado en bolsas de 50 kg, transporte de compost a clientes o centros comerciales, sueldo de operarios en la producción del compostaje, costos por servicios (agua, electricidad, entre otros) y gastos de ventas, administrativos y logísticos.

**3.3.1.9 Ingresos.** Básicamente, la estructura de ingresos se compone de la venta de Compost para agricultura.

### **3.3.2 Objetivos de negocio**

Como objetivos del negocio se persigue posicionar a Green compost dentro de los dos primeros años como una empresa referente en el manejo de residuos orgánicos, lograr un 20.1% de utilidad el primer año y del segundo año para adelante en el orden 31.9%, se espera concretar alianzas con 5 municipalidades de Lima Moderna que aseguren un abastecimiento de residuos orgánicos entre 270 a 300 Tn.mes.

### **3.3.3 Prototipado ágil**

Este modelo de negocio está dirigido a productores y/o exportadores agrícolas que tengan interés en reemplazar sus fertilizantes químicos por abono orgánico para mejorar la fertilidad de sus tierras. Además de la innovación en el modelo de negocio, dentro de sus recursos clave, existe la fabricación de equipos de procesamiento de compost a nivel industrial, cuya producción resulta de 30 Tn/mes. A diferencia de un modelo tradicional este compostador de alta tecnología permite reducir el tiempo de procesamiento debido al estricto control de los parámetros de temperatura, humedad, aireación y agitación; con lo cual se obtendrá un “abono” apto para la recuperación de suelos, la fertilización de cultivos y la producción más limpia de alimentos.

El prototipo tiene las siguientes especificaciones técnicas:

- Posee un contenedor cilíndrico que sirve como acopiador de los residuos orgánicos con diferentes capacidades.
- Cuenta con un sistema avanzado de control que incluye sensor para monitorear la temperatura interna y un sistema de ventilación forzada que acelera la degradación.
- Diseñado para procesar todo tipo de residuos orgánicos “in situ” o procedentes de recogida selectiva.
- Carga de la máquina a su conveniencia, diariamente o cuando el residuo se genere.

- Carga de los residuos de forma manual o automática, dependiendo del tamaño y tipo de planta.
- Sistema interno de mezclado y homogeneización de la mezcla.
- Triturador interno en materiales antiabrasión y anticorrosión diseñado para evitar averías en el caso de que se introduzcan elementos accidentalmente como tenedores o utensilios de cocina.
- Descarga del compost programable.
- Cámara para el madurado final del compost.
- Acceso rápido y directo a todos los elementos principales de la máquina, para facilitar su mantenimiento.
- Mínimo espacio requerido para las plantas en comparación con cualquier otro sistema.
- Consumo energético insignificante, el equipo trabaja apenas 30 min /día.
- Drástica reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero medidas en CO<sub>2</sub>.

El desarrollo del prototipo a pequeña escala se presenta en la Figura 22, este representa una propuesta innovadora de gran potencial para el mejor aprovechamiento de los residuos. Finalmente, se elaboró el plano final para la elaboración del equipo a gran escala (ver Figura 23), este equipo incorpora todas las funcionalidades indicadas, además este modelo servirá como parte de la propuesta de proyecto de innovación para el programa Innóvate. El detalle de las dimensiones y diseño del equipo se puede visualizar en el Apéndice H y el Apéndice I.





Figura 22. Prototipo de la máquina de compostaje automatizado.

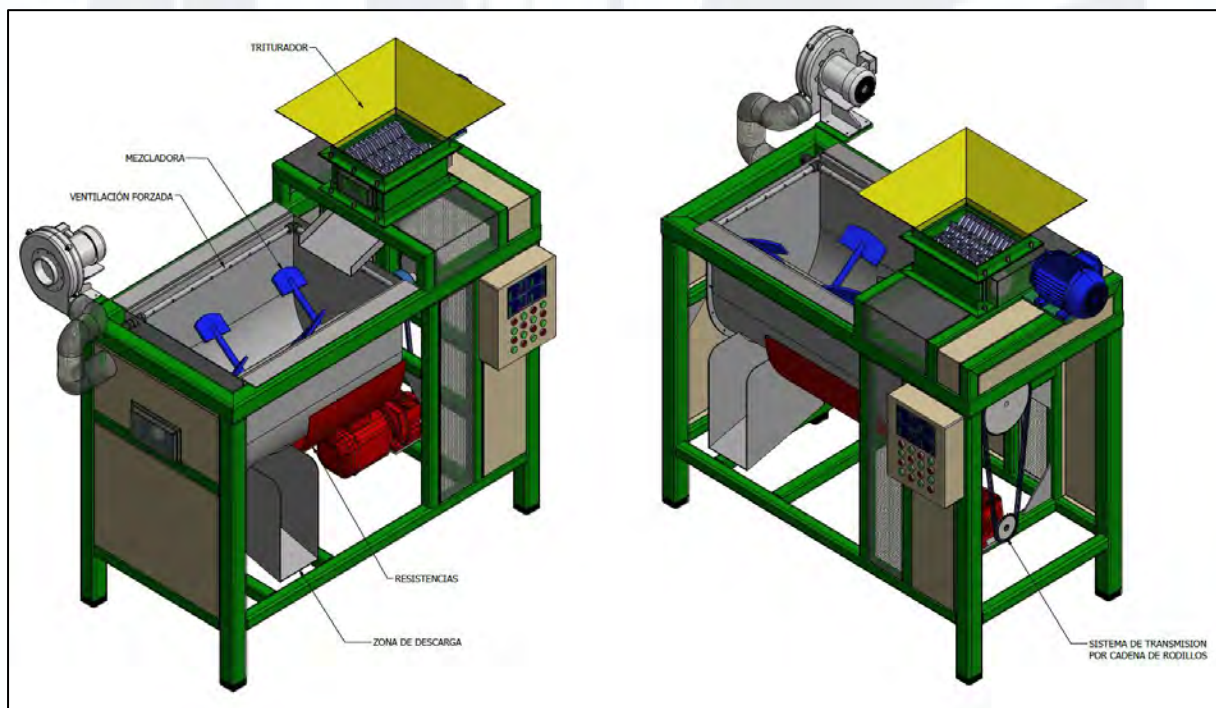


Figura 23. Diseño de la máquina de compostaje automatizado.

### 3.3.4 Feedback de prototipo

A todos los potenciales clientes les pareció que el prototipo tiene un diseño innovador y funcional que brinda varias mejoras en comparación al tratamiento de residuos orgánicos por compostaje tradicional. Los clientes mencionaron que se debe intentar que el equipo



procese todo tipo de residuos orgánicos, revisar el tipo de instalación que se realizará, verificar el proceso de segregación de los residuos previos a la entrada del equipo y almacenamiento del producto. Finalmente, con respecto a la viabilidad de la puesta en marcha de este prototipo, el 80 % lo considero viable y sólo el 20% detalló lo contrario debido a que el nivel de residuos orgánicos era muy pequeño.

### **3.4 Discusión sobre la innovación disruptiva en la solución al problema de negocio**

En el presente trabajo se dividió en dos puntos la innovación disruptiva, por un lado, la innovación propiamente dicha, tanto conceptuales como físicas que se están incorporando al modelo de negocio, y por otro lado la disrupción, a manera de evaluar su impacto en el mercado actual.

#### **3.4.1 Sobre la innovación en la solución**

En el caso de la innovación respecto a la solución propuesta, se presentan a continuación las razones de porqué el presente modelo de negocio se considera de un nivel alto de innovación.

- Actualmente en el mercado se vende abono compost provenientes de los residuos de animales de ganadería, de agricultura y jardinería, cuyos precios oscilan entre 18 hasta los 138 soles (ver ítem 3.2), lo cual sugiere una gran variación en las calidades y definición de abono orgánico compost. Green compost obtiene su diferenciación en el producto que ofrece, ya que su abono tipo compost considera como insumo residuos orgánicos urbanos mezclados con tierra orgánica, residuos agrícolas y jardinería necesarias para una alta calidad del producto.
- La elaboración de un equipo a gran escala y automatizado que produzca abono compost en 15 días, que luego genere una producción continua representa una disrupción en el mercado peruano, ya que no se cuenta actualmente con ello, asimismo que será financiado a través de un fondo de inversión gubernamental

como INNOVATE, lo cual ayudará a reducir el costo necesario para el inicio del proyecto.

- El tener un equipo que logre tasas continuas de producción reducirá el espacio necesario en la cadena de producción que implique, por ejemplo, espacio de almacenamiento de residuos orgánicos, ya que el área en sí representa un gran impacto en el costo operativo, lo cual diferencia del proceso convencional en pilas desarrollado en grandes áreas.
- Es innovador porque genera un modelo de negocio circular , ya que utiliza los residuos orgánicos urbanos, cuya reutilización mediante la práctica del compostaje en Perú y, en específico en Lima, es mínimo. Green Compost contribuirá en la reducción paulatina de generación de CO2 por la descomposición de estos residuos en el medio ambiente y aumentará la conciencia entre sus proveedores de residuos como de sus potenciales clientes en la adopción de prácticas ecológicamente amigables que aporten a la sostenibilidad del país.
- Si bien existen empresas con modelos de negocio circular que consideran el procesamiento de residuos orgánicos provenientes de cadenas de restaurantes (Sinba), este ofrece el producto recuperado para cadenas de producción de ganado porcino. Green Compost se enfocará en residuos orgánicos urbanos en general buscando generar alianzas con municipalidades para utilizar sus residuos orgánicos como insumo.
- Este modelo de negocio permitirá a los productores agrícolas de diferente escala participar directamente de la “economía circular” y con ello permitirles promover su marketing de contenido de contribución para el cuidado del medio ambiente y bienestar de la comunidad.

### **3.4.2 Sobre la disrupción de la solución**

Dentro del Perú, lograr un abono compost en 15 días y que este sea de residuos orgánicos urbanos representa una disrupción al mercado peruano de abono, ya que la mayor parte está enfocada en la generación en campo abierto apilando residuos mayoritariamente provenientes de la misma actividad agrícola y ganadera. El presente modelo propone hacerlo en corto tiempo, en espacios reducidos al tener una producción mayor con el uso de las composteras automáticas y ayuda a aliviar el problema de la contaminación urbana al reutilizar los residuos orgánicos como insumo. Finalmente, se considera de un nivel de disrupción medio, ya que el producto no es nuevo en el mercado y tendrá que competir con otros tipos de abonos.

### **3.5 Discusión sobre la exponencialidad en la solución al problema de negocio**

El modelo de negocio que ofrece Green Compost será exponencial en mediano a largo plazo, ya que el costo de inversión será alto por la fabricación del equipo que contribuya en acelerar la producción de compostaje, en el lienzo ExoCanvas (ver Tabla 4) se muestra el análisis realizado para la exponencialidad de Green Compost.

Tabla 4

*Lienzo ExoCanvas exponencialidad de Green Compost*

| <b>Propósito de Transformación Masivo</b>   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Green Compost existe como solución innovadora al reciclaje de residuos orgánicos  | Empresas exportadoras de productos agrícolas<br>Productores agrícolas que usan fertilizantes químicos   |   |   |
| El propósito de Green Compost es ser una empresa ambientalmente responsable y rentable económicamente   | La organización adquiere residuos orgánicos urbanos y los transforma en abono para el sector agrícola   |   |   |
| La data más importante es:<br>Producción de residuos orgánicos (obtenida de municipalidades que quieren contribuir en el reúso de residuos orgánicos)   | <b>Personal bajo demanda</b><br>Se contratará a empresas para el recojo de residuos.<br>Las personas en planta serán contratadas directamente.<br>Se contratará la distribución o buscará socios en la distribución del producto. | <b>Interfaces</b><br>No se cuenta con una aplicación para conectar directamente a los clientes, se usará correo electrónico y ferias  | La cultura será basada en un profundo sentido de responsabilidad social y enfoque en el cumplimiento de las ODS.<br>La obtención de fondos del estado mediante concurso de innovación es clave para el financiamiento             |
| Proyectos de investigación internos para una mejor continua<br>Los puntos más importantes son en los indicadores financieros y ambientales, elecciones de los segmentos de mercado y estrategias de fidelización de los clientes. | <b>Comunidades y Seguidores</b><br>Se busca armar una red de seguidores usando marketing de contenidos para las empresas grandes y orientar al consumo responsable con productores menores.                                       | <b>Cuadros de Control</b><br>Se preparará para la recolección, producción y distribución.<br>Los sistemas por usar serán con base a ratios de productividad en caso de los medios de recolección y distribución y producción a través de sensores en los equipos de compostaje. | Proyectos de investigación internos para una mejor continua<br>Los puntos más importantes son en los indicadores financieros y ambientales, elecciones de los segmentos de mercado y estrategias de fidelización de los clientes. |
| Base de datos de empresas agrícolas (disponible de sus páginas web)<br>Bajo acceso a información de clientes de uso de fertilizante químico<br>Ratios de producción de los equipos (acceso inmediato)                             | <b>Algoritmos</b><br>El proceso físico automatizado de la producción de compost que reduce el proceso de tres meses a 15 días.  | <b>Experimentación</b><br>Los experimentos se abordarán en dos casos: mezcla de diferentes residuos orgánicos y especialización de producto para un cierto tipo de cosecha y mejoras en los equipos de compostaje.  |   |
| Contribución en indicadores ambientales como el CO <sub>2</sub> que no se emitirá por el reciclaje de residuos orgánicos  | <b>Activos Externos</b><br>El insumo para el compost proviene de residuos orgánicos.<br>El recojo es propio.<br>El recojo se puede realizar con alianzas con municipalidades.   | <b>Autonomía</b><br>No hay una herramienta precisa para ser autónomos por depender de un insumo de bajo costo de municipalidades o personas y de la venta en el mercado. El crecimiento del personal a cargo sería solo de algunos (administrador, ingeniero de operaciones).   |   |
|   | <b>Compromiso</b><br>Para los productores más pequeños el precio será determinante<br>Se espera mejorar la calidad en el tiempo con investigación   | <b>Tecnologías sociales</b><br>Se usarán herramientas comunes como LinkedIn y Facebook, estas herramientas pueden ser usadas para captar clientes, pero no se espera un alto impacto por el tipo de producto  |   |

Nota. Adaptado de *Metodología de la investigación aplicada* (material de aula), por O. Uribe, 2019. Lima, Perú: CENTRUM Católica Centro de Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú

Basados en el lienzo anterior se observa que si bien el insumo es de bajo costo, es dependiente de la tendencia del comportamiento de las personas limeñas a hacer un mejor manejo de sus residuos y alianzas con entidades estatales, al no ser un negocio basado en plataformas tecnológicas, más allá de la fabricación de un compostador automatizado, y el comportamiento del mercado agrícola, así como la dependencia de la inversión en concursos públicos; este modelo se espera que sea de exponencialidad baja al inicio, tendiendo a una mediana a medida que crezca y pueda autosostenerse financieramente, que será a partir del cuarto año de acuerdo con el análisis financiero detallado en el capítulo 3.6.2.

### **3.6 Discusión sobre la sostenibilidad en la solución al problema de negocio**

#### **3.6.1 Sostenibilidad social/ambiental**

De acuerdo con el análisis elaborado en el ítem 2.3, se identificaron cuatro ODS, a continuación, en la siguiente tabla se explica cada objetivo con su indicador correspondiente (Global Reporting Initiative and UN Global Compact, 2017).

Tabla 5

*Sostenibilidad del modelo de negocio*

| <b>ODS</b>                                 | <b>Indicador ODS (Target)</b>   | <b>Razón</b>   |
|--|---|--|
| 9. Industria, Innovación e Infraestructura | 9.4 Uso y adopción de tecnologías que fomenten procesos ambientalmente amigables  | Dentro de la industria agrícola, Green Compost incursiona con un producto 100% orgánico a través de tecnología netamente peruana que reutilizará los residuos orgánicos transformándolos en abono compost.   |
| 11. Ciudades y sociedades sostenibles      | 11.6 Reducción de los impactos ambientales en las ciudades como el manejo de residuos   | Ya que Green Compost contempla como insumo principal a los residuos orgánicos urbanos para su transformación en abono compost.   |
| 12. Producción y Consumo responsable       | 12.4 Alcanzar un manejo adecuado de los residuos en todo su ciclo, para minimizar los impactos en el ambiente y salud humana<br><br>12.5 Al 2030, reducir sustancialmente la generación de residuos a través de prevención, reducir, reciclar o reusar<br><br>12.6 Fomentar la adopción de prácticas de sostenibilidad en grandes empresas e incorporarlo en su reporte | Green Compost incorpora el concepto de economía circular en su modelo de negocio al reutilizar los residuos sólidos orgánicos y transmitir sus beneficios y su uso a los usuarios<br><br>Al reutilizar los residuos orgánicos se está aportando en tal indicador.<br><br>Se propone tanto a los proveedores como a los consumidores que la adopción de nuestro producto fomentaría la economía circular entorno al reúso de residuos orgánicos, incorporaremos nuestros indicadores de reducción en la huella de carbono de nuestro modelo, entre otros como se detalla en la Tabla 9. |
| 13. Acción por el clima                    | 13.3 Mejorar la educación en aspectos ambientales como adaptación, mitigación y reducción de impactos   | Green Compost plantea generar una comunidad entre sus proveedores y clientes para que esta luego pueda involucrar a más personas en el reúso y mejorar el manejo de residuos orgánicos.  |

Nota. ODS: Objetivo de Desarrollo Sostenible.

### **3.6.2 Sostenibilidad financiera**

**3.6.2.1 Precio y costos.** El modelo de negocio se orientó a la venta de abono orgánico en sacos de 50 kg, mediante venta directa o por convenios con distribuidores de fertilizantes.

El precio de venta del producto es de S/ 31.25 con base en la cotización presentada en el Apéndice H, que resulta de la aplicación de una proporción directa del precio de un saco de 40 kg a S/ 25.00 indicado en la cotización. Adicionalmente se obtendría un pago de la municipalidad de S/ 13.50 por cada tonelada de residuo dispuesto (Municipalidad de San Martín de Porres, 2014)

Respecto a los costos, se realizó una evaluación de costos fijo y costos variables. En el caso de costos fijos se considera los gastos de planilla, servicios fijos, alquiler de local, alquiler de maquinarias, gastos de publicidad, administrativos y contables. El costo fijo mensual estimado para una operación de tres máquinas de 30TN/mes de producción de compost es S/ 20,617.00 con base en la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida..**

Tabla 6

*Costos fijos mensuales de Green Compost*

| <b>Costos fijos mensuales</b>                        |                     |
|--|---------------------|
| Sueldos operarios (tres Operarios más un supervisor) | S/ 6,375.00         |
| Servicios internet, cable y teléfono                 | S/ 180.00           |
| Servicios de agua                                    | S/ 400.00           |
| Alquiler de local de 1100m <sup>2</sup>              | S/ 6,012.00         |
| Alquiler de un montacarga                            | S/ 2,400.00         |
| Gastos de publicidad                                 | S/ 1,000.00         |
| Gastos administrativos                               | S/ 3,750.00         |
| Gastos contables                                     | S/ 500.00           |
| <b>Total costos fijos mensuales</b>                  | <b>S/ 20,617.00</b> |

Respecto a los costos variables se considera todos los involucrados en el proceso productivo, los cuales son gastos logísticos de recolección, energía eléctrica, gastos de embalaje y de ventas. En la **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida..**, se muestra los gastos variables por la producción de un saco de 50 kg son de S/ 7.95, lo cual representa un 23.9% del precio propuesto de venta. El dato más relevante es el margen de



venta bruto que resulta es de 76.1%; debido a que el insumo principal no tiene costo ya que son recolecciones de las municipalidades de los residuos urbanos o industriales. El gasto más relevante viene representado por los gastos de recolección de S/ 5.25, debido la razón de que para producir 50Kg de compost se necesita procesar 150Kg de residuos orgánicos (LIMA COMPOST, 2020).

Tabla 7

*Costos variables e Ingresos por saco de 50Kg de abono Green Compost*

| <b>Costos Variables por Saco 50Kg Compost</b>   |           |              |
|---|-----------|--------------|
| Recolección 150Kg de Residuos Orgánicos   | S/        | 5.25         |
| Energía Eléctrica   | S/        | 0.45         |
| Aditivos Aceleradores   | S/        | 0.25         |
| Gastos de Embalaje  | S/        | 1.00         |
| Gastos de Ventas 3% de la venta   | S/        | 1.00         |
| <b>Total Costos Variables por Saco de 50Kg</b>  | <b>S/</b> | <b>7.95</b>  |
| <b>Ingresos por Saco 50Kg</b>   |           |              |
| P. unitario de venta por saco 50Kg  | S/        | 31.25        |
| Pago de la Municipalidad por disposición de 150Kg residuos (Pago a rellene sanitario de Tn= S/ 13.50) | S/        | 2.03         |
| <b>Total Ingresos por Saco de 50Kg</b>  | <b>S/</b> | <b>33.28</b> |
| <b>Margen de Venta Bruto</b>  |           | <b>76.1%</b> |

**3.6.2.2 Punto de equilibrio mensual.** Considerando la evaluación de costos fijos y variables del punto anterior, se analizó el punto de equilibrio. Se obtuvo que para cubrir todos los costos mensuales se deben de vender mensualmente 814 sacos como mínimo de acuerdo con la proyección de ventas y evaluación de la inversión. El detalle se puede observar en la Tabla 8 y Figura 24.

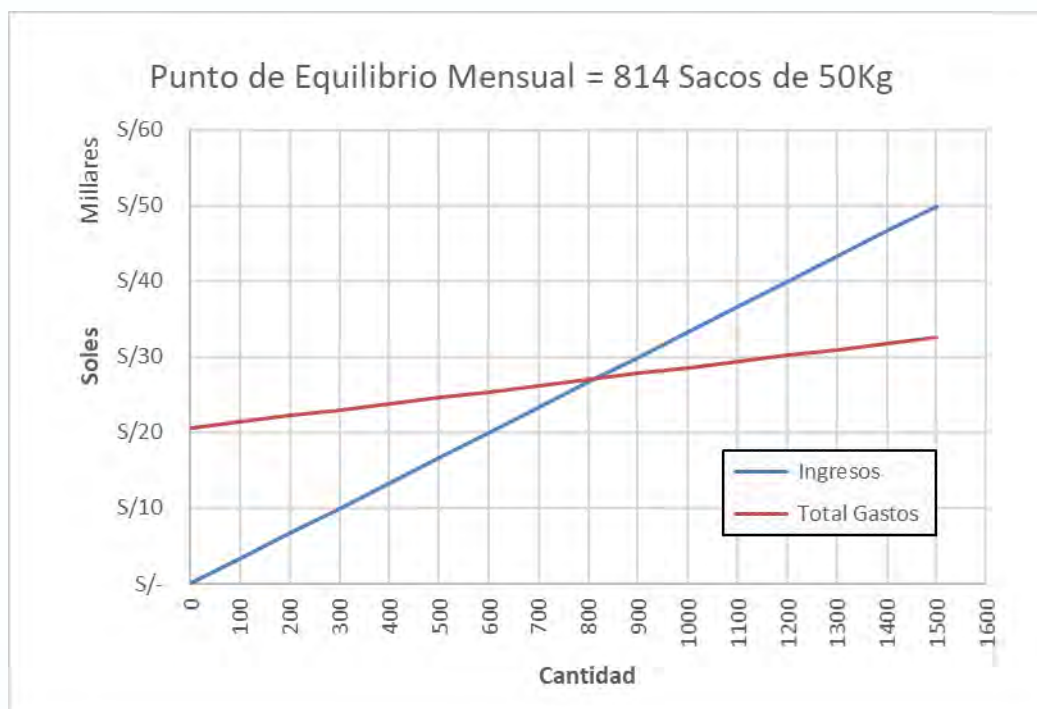


Figura 24. *Punto de equilibrio mensual.*

Tabla 8

*Análisis de punto de equilibrio mensual*

| <b>EQUILIBRIO - ANÁLISIS MENSUAL</b> |                 |                         |                     |                     |                 |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| <b>Cantidad de sacos 50Kg</b>        | <b>Ingresos</b> | <b>Gastos variables</b> | <b>Gastos fijos</b> | <b>Total gastos</b> | <b>Utilidad</b> |
| 0                                    | S/-             | S/-                     | S/20,617.00         | S/20,617.00         | -S/20,617.00    |
| 100                                  | S/3,327.50      | S/794.83                | S/20,617.00         | S/21,411.83         | -S/18,084.33    |
| 200                                  | S/6,655.00      | S/1,589.65              | S/20,617.00         | S/22,206.65         | -S/15,551.65    |
| 300                                  | S/9,982.50      | S/2,384.48              | S/20,617.00         | S/23,001.48         | -S/13,018.98    |
| 400                                  | S/13,310.00     | S/3,179.30              | S/20,617.00         | S/23,796.30         | -S/10,486.30    |
| 500                                  | S/16,637.50     | S/3,974.13              | S/20,617.00         | S/24,591.13         | -S/7,953.63     |
| 600                                  | S/19,965.00     | S/4,768.95              | S/20,617.00         | S/25,385.95         | -S/5,420.95     |
| 700                                  | S/23,292.50     | S/5,563.78              | S/20,617.00         | S/26,180.78         | -S/2,888.28     |
| 800                                  | S/26,620.00     | S/6,358.60              | S/20,617.00         | S/26,975.60         | -S/355.60       |
| 900                                  | S/29,947.50     | S/7,153.43              | S/20,617.00         | S/27,770.43         | S/2,177.08      |
| 1000                                 | S/33,275.00     | S/7,948.25              | S/20,617.00         | S/28,565.25         | S/4,709.75      |
| 1100                                 | S/36,602.50     | S/8,743.08              | S/20,617.00         | S/29,360.08         | S/7,242.43      |
| 1200                                 | S/39,930.00     | S/9,537.90              | S/20,617.00         | S/30,154.90         | S/9,775.10      |
| 1300                                 | S/43,257.50     | S/10,332.73             | S/20,617.00         | S/30,949.73         | S/12,307.78     |
| 1400                                 | S/46,585.00     | S/11,127.55             | S/20,617.00         | S/31,744.55         | S/14,840.45     |
| 1500                                 | S/49,912.50     | S/11,922.38             | S/20,617.00         | S/32,539.38         | S/17,373.13     |

**3.6.2.3 Evaluación de inversión.** El desarrollo del proyecto está planteado en ejecutar una prueba piloto con una máquina de 1Tn/Mes la cual definirá todos los parámetros de producción y la evaluación de la calidad de compost obtenido y probado por los agricultores. Después de ello se considera la fabricación de tres máquinas de 30Tn/mes (600 Sacos de 50Kg/mes), esto implica la habilitación de la máquina, el local de producción, así como los gastos de instalación y permisos de funcionamiento. En la Tabla 9 se muestra que la Inversión total inicial estimada es de S/ 495,000.00 antes del inicio de producción. Los costos de la maquinaria son en base al Anexo L.

Tabla 9

*Inversión inicial de Green Compost*

| <b>ANÁLISIS ANUAL</b>                                      |               |                 |                        |                      |
|--|---------------|-----------------|------------------------|----------------------|
| <b>Gastos de inversión</b>                                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Precio Unitario</b> | <b>Precio Total</b>  |
| Fab. máquina de compostaje 1tn/mes (20 sacos 50kg / mes)   | und           | 1               | S/ 15,000.00           | S/ 15,000.00         |
| Fab. máquina de compostaje 30tn/mes (600 sacos 50kg / mes) | und           | 3               | S/ 120,000.00          | S/ 360,000.00        |
| Gastos de instalación                                      | und           | 1               | S/ 50,000.00           | S/ 50,000.00         |
| Servicios especializados                                   | und           | 1               | S/ 30,000.00           | S/ 30,000.00         |
| Gastos de permisos   | und           | 1               | S/ 25,000.00           | S/ 25,000.00         |
| Otros gastos   | und           | 1               | S/ 15,000.00           | S/ 15,000.00         |
|  |               |                 | <b>Total inversión</b> | <b>S/ 495,000.00</b> |

El análisis del retorno de inversión se evaluó para un horizonte de 10 años, se está considerando una Tasa de Descuento de 4% (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2011), una depreciación de los equipos de 10 años. La capacidad instalada será de 1800 sacos de 50 kg mensuales, se considera una producción y venta en el primer año a eficiencia de 60% y a partir del segundo año una eficiencia estable del 90% de producción y venta. Como resultado de dicho análisis se obtienen los siguientes indicadores: VAN igual a S/ 936,107.10; una tasa interna de retorno (TIR) de 29.73%, cabe resaltar que el tiempo de retorno de inversión será de 3.56 años. Los detalles sobre el flujo de caja de inversión se muestran en la Tabla 10 y los parámetros de cálculo se puede observar en el Apéndice J.

Tabla 10

*Flujo de caja financiero de la inversión del modelo de negocio*

| <b>FLUJO DE CAJA FINANCIERO</b>                        |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|--|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Año</b>   | <b>0</b>   | <b>1</b>     | <b>2</b>     | <b>3</b>     | <b>4</b>     | <b>5</b>     | <b>6</b>     | <b>7</b>     | <b>8</b>     | <b>9</b>     | <b>10</b>    |
| Δ Beneficios / Ingresos                                |            | S/431,244    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    | S/646,866    |
| Δ Costos Fijos   |            | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   | -S/247,404   |
| Δ Costos Variables                                     |            | -S/103,009   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   | -S/154,514   |
| <b>Δ EBITDA</b>  |            | S/80,831     | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    | S/244,948    |
| Menos la Depreciación                                  |            | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    | -S/49,500    |
| Menos la Amortización                                  |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Δ EBIT   |            | S/31,331     | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    | S/195,448    |
| Menos el Impuesto 30%                                  |            | -S/9,399     | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    | -S/58,634    |
| Δ NOPAT (Utilidad operativa neta después de impuestos) |            | S/21,931     | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    | S/136,814    |
| Más la Depreciación                                    |            | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     | S/49,500     |
| INVERSIÓN  | -S/495,000 |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Mas el Valor de Rescate                                |            |              |              |              |              |              |              |              |              |              | S/45,000     |
| <b>FCF</b>   | -S/495,000 | S/71,431     | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/186,314    | S/231,314    |
| <b>Margen Neto</b>                                     |            | <b>16.6%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>28.8%</b> | <b>35.8%</b> |
| <b>VAN(S/)</b>   | 936,107.1  |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>TIR</b>   | 29.73%     |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>IR</b>  | 2.89       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>PAYBACK (AÑOS)</b>                                  | 3.56       |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |

*Nota. Nota.* Δ=Ingresos, EBITDA=Beneficio bruto de explotación calculado antes de la deducibilidad de los gastos financieros, EBIT=Beneficio antes de intereses e impuestos, FCF=Flujo de caja libre, VAN=Valor actual neto, TIR=Tasa interna de retorno, IR=Índice de rentabilidad, Payback=Tiempo de retorno de inversión.

### **3.7 Implementación de la solución al problema de negocio**

Para la implementación del proyecto se está considerando varias etapas, empezando por el análisis del suministro de residuos orgánicos pasando a la fabricación de una máquina piloto que generará 1 Tn/mes de compost a partir de residuos orgánicos, con esta máquina se realizará las pruebas técnicas de funcionamiento y calidad del producto que luego se entregará a potenciales clientes agricultores como muestras gratis.

#### **3.7.1 Cadena de suministro**

Como se mencionó en los ítems 3.3.1.1.5 y 3.3.1.1.7, Green Compost forjará alianzas con municipalidades de Lima Moderna y/o empresas, para poder determinar si se podrá contar con el insumo suficiente para la generación de 90 Tn/mes de compost sobre lo cual se ha basado el análisis financiero. Para ello se ha considerado 3 fuentes de información: base de datos de producción de residuos sólidos entre los años 2009 a 2018 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019), con lo cual se cuantifica los residuos sólidos, luego se considera los ratios de residuos orgánicos por distrito de Lima Moderna proveniente de la información de plan de Gestión ambiental de Lima Metropolitana (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2014), finalmente se complementa con el porcentaje de residuos sólidos en general que se usa como compostaje en Lima, equivalente a 0,2% al año 2015, dato obtenido de Orihuela (2018). En función de dicha información se elaboró la Tabla 11.

De la Tabla 11 se puede observar que al año 2018 se usaba alrededor de 100 Tn/mes de residuo orgánico para compostaje, probablemente los esfuerzos provenían de las propias municipalidades, ya que algunas como La Molina, Pueblo Libre, San Borja, San Isidro, San Miguel, Santiago de Surco y Jesús María cuentan con plantas para producción de compost en pilas el cual es un proceso más improductivo. Cabe resaltar, que para producir 90 Tn/mes de compost es necesario usar alrededor de 270 Tn/mes de residuo orgánico (ratio de 3:1) y asumiendo un 10% en posibles mermas, Green Compost tendría que recolectar 300 Tn/mes

de sus futuras alianzas, ello contribuiría que del 0.2% que representaba al 2018 el uso de residuo orgánico como compost en Lima pase a 0.8% con la contribución de Green Compost. Si bien la segregación puede resultar un problema, actualmente las mismas municipalidades están creando programas para generar una mayor concientización entre sus vecinos en contribuir en una mejor selección y disposición de sus residuos orgánicos como se menciona a continuación:

- En el caso de la municipalidad de Magdalena del Mar cuentan con el programa “Vamos a Reciclar” para la segregación de residuos sólidos (Municipalidad de Magdalena del Mar, 2018).
- En el caso del distrito de Lince, desde el 2017 apoya iniciativas de cuidado medioambiental (Municipalidad de Lince, 2017), así como también ha vuelto iniciar su promoción de programas de reciclaje (Municipalidad de Lince, 2020).
- En el caso del distrito de Jesús María, ha estado llevando campañas de reciclaje para que sus vecinos puedan llevar residuos sólidos segregados (Municipalidad de Jesús María, 2019).
- En el caso de la municipalidad de Surco, desde el 2017 cuentan con un programa llamado “Surco Recicla” (Municipalidad de Santiago de Surco, 2017 ), así como también este distrito tiene históricamente un perfil de cuidado medio ambiental como el tener una planta de tratamiento de aguas residuales para uso de regado de sus parques.
- En el caso del distrito de San Isidro también cuenta con un programa de reciclaje llamado “Recicla San Isidro” (Municipalidad de San Isidro, 2017), el cual está orientado a residuos sólidos.



- En el caso de la municipalidad de Pueblo Libre, se vienen realizando esfuerzos desde el 2016 con programas de reciclaje entregando tachos especiales a sus vecinos (Municipalidad de Pueblo Libre, 2016).
- En caso del distrito de Barranco, desde el 2011 cuentan con el programa Prorecicla, el cual se fomenta el reciclaje de los residuos aprovechables inorgánicos (Municipalidad de Barranco, 2011).
- En el caso de distrito de Miraflores, cuenta con el programa “Basura que no es Basura”, que data antes del 2020 (Municipalidad de Miraflores, 2020).

Como se observa, existen varios programas de los distritos que forman nuestro objetivo como proveedores del insumo de residuo orgánico para el desarrollo del negocio de Green Compost, para lo cual se buscan formar alianzas como fue mencionado en el punto 3.3.1.1.7. Cabe notar que la mayor parte de los programas iniciaron a partir del 2017, por lo tanto, la data con la cual se elaboró la Tabla 11 podría haber cambiado en cuanto al reaprovechamiento de residuos orgánicos. Por otro lado, también se puede observar que los programas de residuos orgánicos poco a poco podrían ir implementándose, siendo potencialmente impulsados por justamente la iniciativa de Green Compost.

En la Figura 25 se muestra el flujo de economía circular del proyecto de empresa Green Compost; se aprecia que el ciclo productivo inicia con la generación de residuos orgánicos propios de nuestra alimentación, seguido del trabajo de concientización en los hogares sobre la correcta segregación impulsado por las municipalidades; luego viene los servicios propios de recolección y transporte de estos residuos hasta recibirlos en las instalaciones de Green Compost; paso siguiente es el tratamiento de compostaje automatizado continuo realizado por Green Compost hasta obtener el abono orgánico; y por último la venta de este abono a los agricultores para que sirva nuevamente como insumo para la producción de nuestros alimentos.



Figura 25. Flujo de economía circular de Green Compost

Tabla 11

*Producción de residuos orgánicos en Lima Moderna y proporción de su uso como compostaje*

| Municipio         | Habitantes | Producción de residuos sólidos (Tn/año) | Generación per cápita (kg/hab/día) | Ratio de residuos orgánicos | Producción de residuos orgánicos (Tn/año) | Producción de residuos orgánicos (Tn/mes) | Residuos orgánicos usados en compostaje (Tn/mes) |
|-------------------|------------|---|------------------------------------|-----------------------------|---|---|--|
| Barranco          | 31,680     | 19,924                                  | 0.99                               | 50.6%                       | 10,081.5                                  | 840.1                                     | 3.3  |
| Miraflores        | 82,688     | 59,946                                  | 0.75                               | 59.6%                       | 35,727.8                                  | 2,977.3                                   | 10.0   |
| La Molina         | 153,263    | 71,589                                  | 0.71                               | 55.1%                       | 39,445.5                                  | 3,287.1                                   | 11.9   |
| Pueblo Libre      | 73,101     | 34,909                                  | 0.60                               | 57.3%                       | 20,006.3                                  | 1,667.2                                   | 5.8  |
| San Borja         | 121,622    | 33,295                                  | 0.75                               | 51.3%                       | 17,083.8                                  | 1,423.7                                   | 5.5  |
| San Isidro        | 54,761     | 59,987                                  | 0.66                               | 54.1%                       | 32,429.0                                  | 2,702.4                                   | 10.0   |
| San Miguel        | 146,435    | 59,364                                  | 0.66                               | 40.9%                       | 24,279.9                                  | 2,023.3                                   | 9.9  |
| Santiago de Surco | 355,986    | 139,073                                 | 0.63                               | 50.6%                       | 70,343.1                                  | 5,861.9                                   | 23.2   |
| Surquillo         | 105,475    | 40,081                                  | 0.75                               | 48.4%                       | 19,395.2                                  | 1,616.3                                   | 6.7  |
| Jesús María       | 63,804     | 35,028                                  | 0.61                               | 58.4%                       | 20,438.8                                  | 1,703.2                                   | 5.8  |
| Lince             | 51,789     | 26,551                                  | 0.72                               | 60.4%                       | 16,036.8                                  | 1,336.4                                   | 4.4  |
| Magdalena         | 49,957     | 29,478                                  | 0.64                               | 61.0%                       | 17,981.6                                  | 1,498.5                                   | 4.9  |
| <b>Total</b>      |            |   |                                    |                             | <b>323,249.5</b>                          | <b>26,937.5</b>                           | <b>101.5</b>                                     |

### 3.7.2 Financiamiento y fabricación del equipo

En paralelo a las pruebas y con la información provenientes de estas, se mejorará la propuesta de inversión para la búsqueda de inversionistas mediante programas de apoyo o inversionistas Ángeles. Se busca un financiamiento de por lo menos el 61% de los fondos requeridos para el proyecto de producción industrial, basado en una inversión inicial de S/ 495,000 y considerando, por ejemplo, que INNOVATE brinda un financiamiento de hasta S/ 300,000.

En paralelo a la búsqueda de fondos, se realizará los diseños finales de las máquinas industriales de capacidad de 30 Tn/mes. Luego de obtenida la financiación, se iniciará la construcción e implementación del local de tratamiento, lo cual incluye etapas de habilitación de oficinas, servicios, contratación de personal y elaboración de planes de ventas y marketing.

Cabe resaltar que los hitos más importantes en la ejecución del proyecto son la fabricación del equipo piloto de producción de abono compost de una TN/mes, validación de la calidad del producto, obtención del financiamiento, fabricación de las tres máquinas de producción de 30 TN/mes, instalación de producción implementada y el inicio del proceso productivo. El cronograma total de implementación de proyecto de compostaje de residuos orgánicos urbanos tomará un total de 10.5 meses hasta el inicio de la producción industrial según el cronograma planteado la Figura 26. Cronograma de implementación de Green Compost..



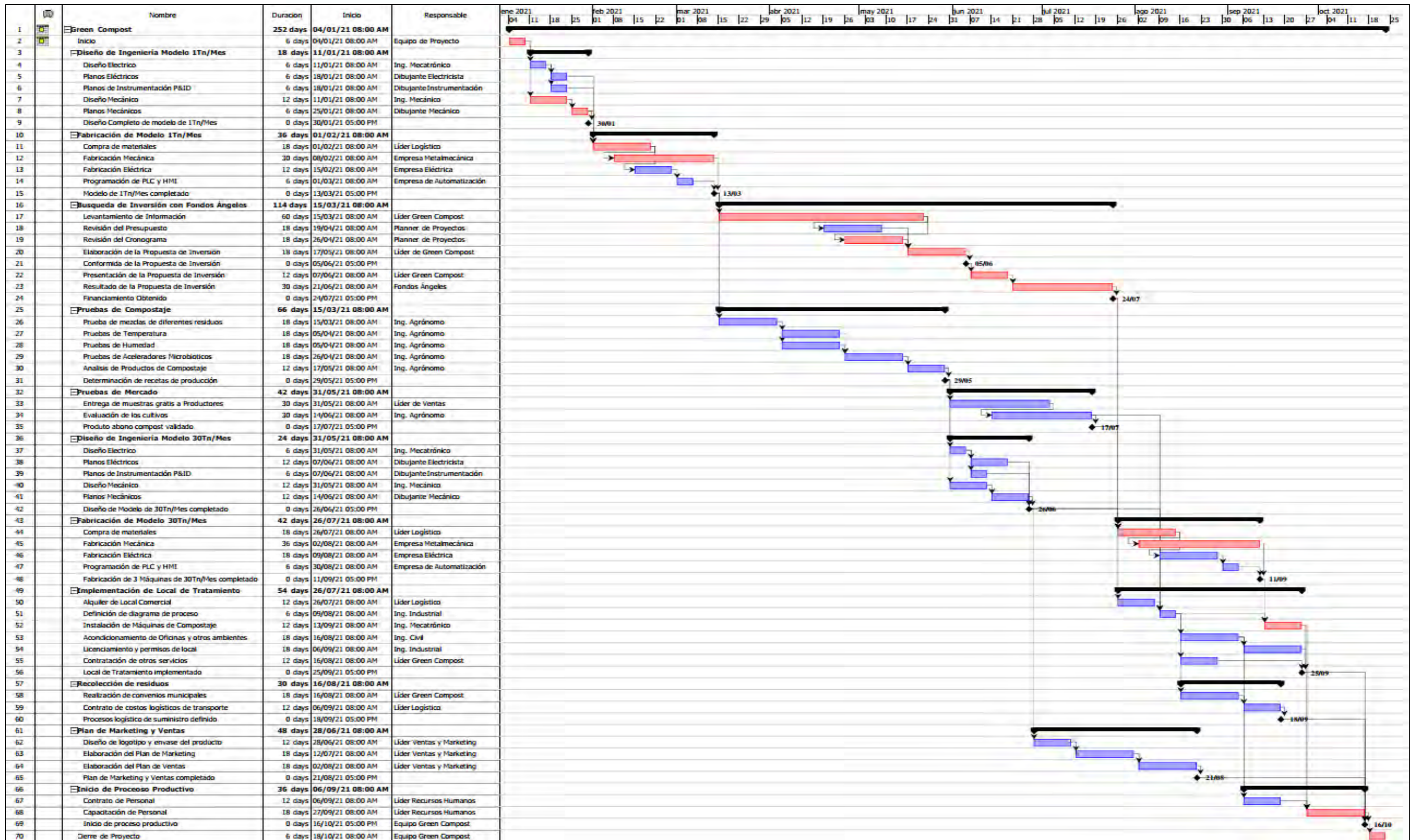


Figura 26. Cronograma de implementación de Green Compost.

### 3.8 Métricas y resultados que confirman el éxito de la solución planteada al problema de negocio

El éxito del modelo de negocio está en función del cumplimiento de las ODS (ver **¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.**) y el cumplimiento de los indicadores económicos y financieros (ver Tabla 13).

Tabla 12

*Matriz de métricas de éxito del modelo de negocio en base a las ODS*

| ODS  | Indicador ODS  | Relación Green Compost  | Métrica de éxito  |
|--|--|---|---|
| 9. Industria, Innovación e Infraestructura | 9.4 Uso y adopción de tecnologías que fomenten procesos ambientalmente amigables   | Se elaborará un equipo que mejora la productividad de un proceso de reúso de residuos orgánicos urbanos y provenientes de agricultura. Se invertirá para la producción de este equipo para implementarlo en el modelo de negocio.   | Seis mil TN de CO <sub>2</sub> equivalente. que se deja de emitir, por el total toneladas de residuos orgánicos reaprovechados.                       |
| 11. Ciudades y sociedades sostenibles      | 11.6 Reducción de los impactos ambientales en las ciudades como el manejo de residuos  | El principal insumo de Green Compost son los residuos orgánicos urbanos y los generados por nuestros potenciales clientes.  | Procesamiento de cerca 1440 TN de residuos orgánicos para la generación de compost.   |
| 12. Producción y Consumo responsable       | 12.4 Alcanzar un manejo adecuado de los residuos en todo su ciclo, para minimizar los impactos en el ambiente y salud humana | Se ha analizado el contexto actual de manejo de residuos en Perú y se ha creado un modelo de negocio circular tratando los desechos orgánicos   | Recuperar la fertilidad de suelos de aproximadamente 300 hectáreas de terreno.  |
|  | 12.5 Al 2030, reducir sustancialmente la generación de residuos a través de prevención, reducir, reciclar o reusar           | Green compost como parte de su compromiso con el medio ambiente plantea ayudar a los proveedores de insumos con orientación en la segregación de residuos orgánicos que es nuestro principal insumo   | Incorporar en el primer año a 10 empresas responsables con el medio ambiente que serán las proveedoras de los residuos orgánicos.                     |
|  | 12.6 Fomentar la adopción de prácticas de sostenibilidad en grandes empresas e incorporarlo en su reporte                    | Para nuestros clientes más grandes y que se encuentren en el mercado de capitales, tendrán que generar un reporte de sostenibilidad y con la compra de los productos de Green compost podrán mejorar sus indicadores de sostenibilidad. Esto también aplica para nuestros proveedores de residuos orgánicos, ya que generarían un valor adicional con sus desechos y promocionar esa práctica | Mejorar los indicadores de sostenibilidad en las 10 empresas que hacen reportes y/o desarrollan marketing de contenido orientado a la sostenibilidad. |



|                         |   |  |   |
|-------------------------|---|--|---|
| 13. Acción por el clima | 13.3 Mejorar la educación en aspectos ambientales como adaptación, mitigación y reducción de impactos | Green compost plantea capacitar a nuestros clientes y a nuestros proveedores para generar conciencia en un mejor manejo de los residuos orgánicos y su contribución en nuestra cadena de producción tanto con su consumo como brindándonos sus desechos ya segregados en lo posible. | Alcanzar el objetivo de 20 horas de capacitación a potenciales clientes e instituciones a fin de que sean nuestros socios estratégicos. |
|-------------------------|---|--|---|

Tabla 13

*Cuadro de mando integral de Green compost*

| PERSPECTIVA  | OBJETIVO ESTRATÉGICO   | MEDIA (INICIATIVA ESTRATÉGICA)   |
|--|--|--|
| <b>Perspectiva Financiera</b>                            | OE1 Alcanzar el nivel de ventas proyectado S/431,244.00 en el primer y S/646,866.00 en el segundo año.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con la proyección de producción mensual de 90 toneladas de abono orgánico.</li> <li>- Cerrar contratos con las diez empresas agrícolas socialmente responsables que serán nuestro principal cliente. (Participación del 80%).</li> <li>- Colocación en canales físicos y digitales como tiendas de mejoramiento del hogar, viveros, tiendas especializadas y tienda online propia (Participación del 10 %).</li> <li>- Alianzas con ente gubernamentales siendo sus proveedores en la gestión de áreas verdes. (Participación del 10 %).</li> </ul> |
|  | OE2 Alcanzar el 16.6% de utilidad neta en el primer año.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir con la proyección de producción.</li> <li>- Lograr el proyectado de ventas.</li> <li>- Adecuado control de costos operativos y de marketing.</li> </ul>   |
| <b>Perspectiva del cliente</b>                           | OE3 Lograr una imagen de marca como un emprendimiento socialmente responsable.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar el posicionamiento de la marca “Green compost” en diversas redes y comunidades como emprendimiento verde.</li> </ul>  |
|  | OE4 Lograr excelentes acuerdos comerciales con las diez empresas responsables incrementando el cumplimiento de sus ODS y brindándoles opción de mejorar el Marketing de contenido. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar acuerdos comerciales basado en la ética y responsabilidad compartida con nuestros clientes, a fin de que promueva que toda la cadena logre incorporar los ODS en su organización.</li> </ul>  |
| <b>Perspectiva de procesos internos (Sostenibilidad)</b> | OE5 Reducción del tiempo de proceso en un 83% en comparación con el compostaje natural convencional.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Con el uso de la compostadora de alta tecnología se logrará la reducción significativa del tiempo de proceso, de 90 días a 15 días.</li> </ul>  |
|  | OE6 Reducción de 4500 toneladas de CO2 equivalente.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gracias al reusó de 1080 toneladas de residuos orgánicos.</li> </ul>  |

|  |     |  |   |
|--|-----|--|---|
| <b>Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento (Sostenibilidad)</b> | OE7 | Capacitación continua de nuestros colaboradores en temas de economía circular. | - Establecer un programa de capacitación a todos nuestros colaboradores en las diversas posiciones. |
|--|-----|--|---|

---

### 3.9 Conclusiones

A continuación, se detallan las conclusiones del capítulo tres del presente trabajo:

- El modelo de negocio tuvo que ser iterado, ya que inicialmente iba a enfocarse en la venta de equipos u ofrecer el servicio de compostaje y se modificó el modelo de negocio.
- Se elaboró el modelo de negocio final con base a la segunda ronda de preguntas y la retroalimentación obtenida de la primera encuesta.
- Se realizó un prototipo y se elaboró el diseño final del equipo que permitirá procesar los residuos orgánicos, este diseño servirá como parte de los sustentos en la participación de concursos de financiamiento para la implementación del modelo de negocio.
- Green Compost tiene un alto nivel de innovación en su modelo de negocio, ya que ingresará al mercado peruano utilizando tecnología avanzada que reducirá los tiempos de producción de abono compost; además brindará la oportunidad de participación en un modelo de economía circular a productores agrícolas.
- Green Compost tiene un nivel de disrupción medio, puesto que tratará los residuos orgánicos urbanos con equipos automáticos. El producto final de abono compost competirá con otros abonos que han sido generados por procesos e insumos tradicionales.
- El nivel de exponencialidad es de nivel bajo por la fuerte inversión inicial a realizar; además la recuperación de la inversión es mayor a tres años. Sin embargo, será posible escalarlo hacia otras regiones del Perú dependiendo de los

proyectos con municipalidades y el cambio cultural de la segregación adecuada de los residuos sólidos por parte de las personas.

- Se espera iniciar la producción con tres máquinas que generan 30 Tn/mes de abono orgánico cada una. Tal estimación fue iterativa, ya que la inversión en tales equipos como la utilidad esperada son las que determinan el punto de equilibrio del negocio, el cual se determinó en 3.56 años aproximadamente.
- Con base en el análisis financiero se determinó una capacidad instalada de 1800 sacos de 50 kg mensuales, cuyo precio por bolsa es S/. 31.25, se considera una producción y venta en el primer año a eficiencia de 60% y a partir del segundo año una eficiencia estable del 90% de producción y venta. Finalmente, se determinó una inversión inicial de S/. 495,000, VAN igual a S/ 936,107.10, TIR de 29.73%, cabe resaltar que el tiempo de retorno de inversión será de 3.56 años. La utilidad neta esperada para el primer año es de 16.6% y después del segundo año de 28.8%.
- El modelo Green Compost se ajusta a cuatro objetivos de desarrollo sostenible: Industria, innovación e infraestructura, Ciudades y sociedades sostenibles, Producción y consumo responsable, y Acción por el clima. En la presente investigación se ha desarrollado como estos se vinculan al modelo de negocio y se han generado los indicadores de sostenibilidad correspondientes a los que Green Compost se compromete a medir.
- Se determinaron cuatro indicadores enfocados en las ODS y siete objetivos estratégicos que incorporan la perspectiva financiera, orientación al cliente, procesos internos, aprendizaje y crecimiento.
- Green compost aumentaría en un 0.6% al tratamiento de residuos orgánicos en Perú, el cual actualmente es sólo del 0.2%. A través de alianzas con las

municipalidades de Lima Moderna, quienes proveerían de estos residuos con base a directivas medio ambientales que han venido desarrollando en los últimos años.

- Se concluye que Green Compost promueve la economía circular de los residuos orgánicos: desde la generación de los residuos, el reaprovechamiento mediante compostaje y su uso en la industria agrícola como abono orgánico.



## 4 Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

El modelo de negocio Green Compost ingresará al mercado nacional de abono como una propuesta diferenciada y de alto impacto ambiental que se dirigirá al sector agrícola, brindando una solución innovadora y tecnológica con el objetivo de mejorar sus indicadores de sostenibilidad y ser parte de un ciclo de economía circular.

El modelo de negocio de Green Compost hace parte de la economía circular a los usuarios generadores de residuos orgánicos, clientes agrícolas y municipalidades; logrando que estas buenas prácticas se difundan a través de los canales de comunicación de Green Compost tanto a nivel local y nacional.

En la investigación se determinó que no existe en el mercado local equipos de compostaje industrial de gran tonelaje con lo cual la oportunidad está dada. Incursionando en tecnología de punta para el reaprovechamiento de 1080 toneladas residuos orgánicos en el primer año.

La estrategia de Green Compost se basa en la diferenciación por el uso de composteras de alta tecnología, modelo de negocio circular por el reaprovechamiento de residuos orgánicos, indicadores de sostenibilidad por el menor impacto al medio ambiente debido a la reducción de 4500 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

Como resultado del análisis cuantitativo (cuestionario), se obtuvo que la propuesta de valor de Green Compost tiene una aceptación del mercado y potencial de compra de un 85%. Revisando la información de la primera iteración del desarrollo de este modelo de negocio, vemos que con el nuevo segmento y definición de la propuesta de valor, la negativa se redujo de 55.6% a sólo 15%.

El precio de venta del producto es de S/ 31.25 por sacos de 50 Kg, los gastos variables por la producción de un saco son de S/ 7.95, lo cual representa un 25.4% del precio

propuesto de venta. Además, el margen de venta operativo es de 76.1%, debido a que el insumo principal no tiene costo, ya que son residuos orgánicos urbanos o industriales.

El punto de equilibrio de la evaluación financiera es de 814 sacos de 50Kg cada uno por mes. Por lo tanto, se considera la fabricación de tres máquinas de 30Tn/Mes, siendo la Inversión inicial estimada de S/ 495,000.00 antes del inicio de producción. Este capital se obtendrá de participación en concursos como Innovate Perú, plataforma Kunan, inversionistas ángeles u otro concurso que impulse las iniciativas de negocios verdes.

La evaluación financiera a 10 años da un VAN de S/ 936,107.10, una tasa interna de retorno (TIR) de 29.73% y el tiempo de retorno de inversión será de 3.56 años. Los indicadores financieros demuestran la viabilidad para la puesta en marcha del proyecto, considerando que los equipos representan la mayor inversión y cuya vida útil es de diez años.

El cronograma total de implementación del modelo de negocio será de 10.5 meses hasta el inicio de la producción industrial.

Green Compost presenta un alto nivel de innovación, debido a que es un nuevo modelo de negocio dentro del mercado peruano, que utilizará tecnología avanzada reduciendo significativamente los tiempos de producción de abono compost. La disrupción es de un nivel medio, puesto que procesará residuos orgánicos urbanos con equipos automatizados para la producción de abono compost que competirá con los abonos que han sido generados por procesos e insumos tradicionales. El nivel de exponencialidad es bajo dado que el CAPEX de inversión inicial es alta.

Green compost aumentará en un 0.6% al tratamiento de residuos orgánicos en Perú, a través de alianzas con las municipalidades de Lima Moderna, quienes proveerían de estos residuos orgánicos con base a directivas políticas medio ambientales que vienen desarrollando en los últimos años.



## 4.2 Recomendaciones

Además de la participación en concursos de captación de fondos por intermedio de INNOVATE, se plantea participar posteriormente en concursos patrocinados por Concytec, con el objetivo de lograr beneficios tributarios mediante una constante investigación realizada en la cadena de producción y calidad de los productos. Asimismo, para aumentar la exponencialidad del proyecto, se plantea presentar el modelo de negocio, pitch y propuesta de valor a inversionistas ángeles.

A partir del segundo año se plantea invertir 5% de las ventas en la innovación continua de las operaciones, a fin de que se logre que el producto esté siempre a la vanguardia del mercado y los costos de producción se vayan reduciendo.

El modelo de negocio permite incursionar en otros mercados; como por ejemplo, patentar la creación y fabricación del equipo de compostaje para realizar la venta del mismo a grandes empresas industriales; si bien esto podría generar la canibalización, se podría explorar otros modelos que generen ingresos por otros conceptos a Green Compost, como las capacitaciones y asesorías en economía circular o reaprovechamiento de residuos a mayor escala en caso otro tipo de competencia aparezca en el mercado.

Como parte de la proyección de crecimiento se debe plantear instalar otras plantas procesadoras de compostaje en ciudades importantes y de gran producción agrícola del Perú; por ejemplo, Trujillo, Piura, Arequipa, Moquegua y Cuzco, que a su vez podrían proveer los residuos urbanos para la generación del compost.

Promover la creación de una comunidad de productores de abonos orgánicos y así tener una mayor relevancia técnica, política y económica en el entorno empresarial y político peruano. Con el objetivo de lograr la promulgación de leyes que beneficien este tipo de negocios que trabajan en economía circular; por ejemplo, actualmente existen bonos tributarios por construcción “verde”.

Aplicar a la obtención de fondos de cooperación internacional, a quienes se sustentaría el beneficio que genera el modelo de negocio Green Compost en la sociedad, para la fabricación de mayor cantidad de equipos de procesamiento de compost y expandir la zona de acción de la empresa.



## Referencias

- Akyol, Ç., Ince, O., & Ince, B. (2019). Crop-based composting of lignocellulosic digestates: Focus on bacterial and fungal diversity. *Bioresource technology*, 288, 1-7.  
doi:10.1016/j.biortech.2019.121549
- Alemán, M. (2005). *Diagnóstico y pronóstico de la emisión de gases de efecto invernadero en la provincia de Matanzas*. (tesis doctoral), Universidad de Girona, Instituto del Medioambiente, Girona, España. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/398387>
- Appropedia. (2016). *Organic waste*. Obtenido de [https://www.appropedia.org/Organic\\_waste](https://www.appropedia.org/Organic_waste)
- Atif, K., Haouas, A., Aziz, F., Tallou, M. Y., Tallou, A., & Amir, S. (2020). Pathogens evolution during the composting of the household waste mixture enriched with phosphate residues and olive oil mill wastewater. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 1789–1797. doi:10.1007/s12649-018-0495-3
- Baltrenas, P., Jankaite, A., & Raistenskis, E. (2006). Experimental investigation of biodegradation processes in food waste with different amounts of moisture. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 14(4), 173-181.  
doi:10.1080/16486897.2006.9636895
- Banco Mundial. (2018). *Informe del Banco Mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Baniasadi, M., Santunione, G., Moradi, A., & Tartarini, P. (2019). Zero-waste approach for combined energy and fertilizer production: The case of Ravenna, Italy. *AIP Conference Proceedings*, 2191(1), 020013. doi:10.1063/1.5138746
- Bekchanov, M., & Mirzabaev, A. (2018). Circular economy of composting in sri lanka: Opportunities and challenges for reducing waste related pollution and improving soil

- health. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1107-1119.  
doi:10.1016/j.jclepro.2018.08.186
- Bolong, N., & Saad, I. (2019). Characterization of university residential and canteen solid waste for composting and vermicomposting development. *Green engineering for campus sustainability*, 193-206. doi:10.1007/978-981-13-7260-5\_14
- Brodie, H. L., Carr, L. E., & Condon, P. (2000). A comparison of static pile and turned windrow methods for poultry litter compost production. *Compost Science & Utilization*, 8(3), 178–189. doi:10.1080/1065657x.2000.10701990
- Ellen Macarthur Foundation. (2013). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. Obtenido de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- Geisendorf, S., & Pietrulla, F. (2017). The circular economy and circular economic concepts- a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, 60(5), 771-782. doi:10.1002/tie.21924
- Global Reporting Initiative and UN Global Compact. (2017). *Business reporting on the SDGs: An analysis of the goals and targets*. Obtenido de [https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRI\\_UNGC\\_Business-Reporting-on-SDGs\\_Analysis-of-Goals-and-Targets.pdf](https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRI_UNGC_Business-Reporting-on-SDGs_Analysis-of-Goals-and-Targets.pdf)
- Grandez, P. (2019). *Retos y oportunidades del compostaje en el Perú*. Obtenido de Sociedad Peruana de Derecho Ambiental: <https://www.actualidadambiental.pe/opinion-retos-y-oportunidades-del-compostaje-en-el-peru/>
- Guo, R., Li, G., Jiang, T., Schuchardt, F., Chen, T., Zhao, Y., & Shen, Y. (2012). Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource Technology*, 112, 171–178. doi:10.1016/j.biortech.2012.02.099

- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta ed.). México D.F, México: McGraw-Hill Interamericana. Obtenido de <http://www.ebooks7-24.com.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/?il=721>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Residuos sólidos domiciliarios generados en la provincia de Lima, según distrito, 2009-2018*. Obtenido de [http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices\\_tematicos/cap02062.xlsx](http://m.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/indices_tematicos/cap02062.xlsx)
- Jain, M. S., Paul, S., & Kalamdhad, A. S. (2020). Kinetics and physics during composting of various organic wastes: Statistical approach to interpret compost application feasibility. *Journal of Cleaner Production*, 255. doi:10.1016/j.jclepro.2020.120324
- Kaza, S., Yao, L., Bhada Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development, Washington, DC, EEUU. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- LIMA COMPOST. (23 de 10 de 2020). Obtenido de <https://limacompost.com/talleres-de-compost/>
- Lluzar, P. (2019). *Ficha Sector Perú: Fertilizantes en Perú*. Oficina Económica y Comercial de España en Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-mercado/estudios-informes/DOC2019819665.html?idPais=PE>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2013). *Resultados Definitivos: IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima, Perú. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2011). *Cálculo de la tasa social de descuento para proyectos de inversión pública ambientales*. Dirección General de Programación

- Multianual de Inversiones. Obtenido de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/estudios\\_documentos/estudios/Calculo\\_TSD\\_PIP\\_Ambientales\\_Noviembre\\_2011.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/estudios_documentos/estudios/Calculo_TSD_PIP_Ambientales_Noviembre_2011.pdf)
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2014). *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*. Lima, Perú. Obtenido de <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2015). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Dirección General de Gestión de Residuo Sólidos, Lima, Perú. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- Ministerio del Ambiente del Perú. (2019). *Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos Municipales*. Lima, Perú. Obtenido de [http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2\\_Valorizacion-Organicos.pdf](http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2_Valorizacion-Organicos.pdf)
- More, A., & More, S. S. (2019). Enriched rapid composting techniques for agro industrial organic solid waste. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 8(10), 4032-4036. doi:10.35940/ijitee.J9941.0881019
- Municipalidad de Barranco. (2011). *Programa Prorecicla*. Obtenido de el cual se fomenta el reciclaje de los residuos aprovechables inorgánicos
- Municipalidad de Jesús María. (2019). *Reciclaton*. Obtenido de <https://www.munijesusmaria.gob.pe/reciclaton/>
- Municipalidad de Lince. (2017). *Cuidar el Medio Ambiente es cuidar la salud de los ciudadanos de Lince*. Obtenido de <http://www.munilince.gob.pe/articulo/cuidar-el-medio-ambiente-es-cuidar-la-salud-de-los-ciudadanos-de-lince>



Municipalidad de Lince. (2020). *Se reinician las actividades de reciclaje de manera gradual y controlada*. Obtenido de <http://www.munilince.gob.pe/articulo/se-reinician-las-actividades-de-reciclaje-de-manera-gradual-y-controlada>

Municipalidad de Magdalena del Mar. (2018). *Programa de segregación de residuos sólidos*. Obtenido de <http://www.munimagdalena.gob.pe/programa-segregaci%C3%B3n>

Municipalidad de Miraflores. (2020). *Miraflores Recicla – Programa Basura que no es Basura*. Obtenido de <https://www.miraflores.gob.pe/los-servicios/ambiental/programa-basura-que-no-es-basura/>

Municipalidad de Pueblo Libre. (2016). *Vecinos recibieron tacho de reciclaje*. Obtenido de [http://www.muniplibre.gob.pe/Inicio/Detalle\\_Noticias/881](http://www.muniplibre.gob.pe/Inicio/Detalle_Noticias/881)

Municipalidad de San Isidro. (2017). *Recicla San Isidro*. Obtenido de <http://msi.gob.pe/portal/san-isidro-recicla/>

Municipalidad de San Martín de Porres. (2014). *Ordenanza N° 367-MDSMP*. Lima, Perú.

Municipalidad de Santiago de Surco. (2017). *Normas*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/se-aprueba-programa-segregacion-fuente-surco-recicla>

Municipalidad Metropolitana de Lima. (2014). *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la provincia de Lima 2015-2025*. Obtenido de <http://smia.munlima.gob.pe/uploads/documento/f432645446993306.pdf>

Nakasaki, K., Hirai, H., Mimoto, H., Quyen, T. N., Koyama, M., & Takeda, K. (2019).

Succession of microbial community during vigorous organic matter degradation in the primary fermentation stage of food waste composting. *Science of the Total Environment*, 671, 1237-1244. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.03.341

- Negro, M. J., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R., & Ciria, P. (2000). *Producción y gestión del compost*. Gobierno de Aragón, Dirección General de Tecnología Agraria, Centro de Técnicas Agrarias, Aragón, España. Obtenido de [http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=3705249](http://bibliotecavirtual.aragon.es/bva/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=3705249)
- Nikoloudakis, Y., Panagiotakis, S., Manios, T., Markakis, E., & Pallis, E. (2018). Composting as a service: A real-world IoT implementation. *Future Internet*, 10(107), 1-12. doi:10.3390/fi10110107
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *World fertilizer outlook and trends to 2019*. Roma, Italia. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i5627e.pdf>
- Orihuela, J. (2018). *Un análisis de la eficiencia de la gestión municipal de residuos sólidos en el Perú y sus determinantes*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>
- Osterwalder, A., & Yves, P. (2010). *Generación de modelos de negocio: Un manual para visionarios, revolucionarios y retadores*. Barcelona, España: Centro Libros PAPP. Obtenido de <http://www.convergenciamultimedial.com/landau/documentos/bibliografia-2016/osterwalder.pdf>
- Román, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual del compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Santiago de Chile, Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

- Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, Chile. Obtenido de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Rosselló, V. (2019). *Las metodologías ágiles más utilizadas y sus ventajas dentro de la empresa*. Obtenido de Innovation & Entrepreneurship Business School: <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>
- Sandhu, G. S., & Naeem, M. A. (2017). A case study of innovative businesses involved with efficient municipal solid waste management in Islamabad, Pakistan. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 223, 529-538. doi:10.2495/SC170461
- Sehnm, S., Campos, L., Julkovski, D. J., & Cazella, F. C. (2018). Circular business models: level of maturity. *Emerald Insight*, 57(4), 1043-1066. doi:10.1108/MD-07-2018-0844
- Shahbandeh, M. (2020). *Worldwide sales of organic foods 1999-2018*. Obtenido de Statista: <https://www.statista.com/statistics/273090/worldwide-sales-of-organic-foods-since-1999/>
- Sözer, H., & Sözen, H. (2020). Waste capacity and its environmental impact of a residential district during its life cycle. *Energy reports*, 6, 286-296. doi:10.1016/j.egyr.2020.01.008
- Sudharmaidevi, C. R., Thampatti, K. C., & Saifudeen, N. (2017). Rapid production of organic fertilizer from degradable waste by thermochemical processing. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 6(1), 1-11. doi:10.1007/s40093-016-0147-1
- Thuriès, L. J., Ganry, F., Sotamenou, J., Oliver, R., Parrot, L., Simon, S., . . . Fernandes, P. (2019). Cash for trash: An agro-economic value assessment of urban organic

materials used as fertilizers in cameroon. *Agronomy for Sustainable Development*, 39(52), 1-13. doi:10.1007/s13593-019-0598-7

Uribe, O. (2019). Curso de Metodología de La Investigación Aplicada [Material de clase]. CENTRUM Católica. Lima, Perú.

Urrego, E., & Rodríguez, J. P. (2016). Aplicación de las metodologías EPA, mexicano e IPCC para la estimación de biogás, caso de estudio relleno sanitario Doña Juana, Bogotá - Colombia. *Universidad y Salud*, 18(2), 338-344. Obtenido de <http://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/07/692169/2842-9341-1-pb.pdf>

Vaverková, M. D., Adamcová, D., Winkler, J., Koda, E., Petrželová, L., & Maxianová, A. (2020). Science of The Total Environment. *Alternative method of composting on a reclaimed municipal waste landfill in accordance with the circular economy: Benefits and risks*, 723, 1-8. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.137971

Wang, D., Tang, Y. T., Long, G., Higgitt, D., He, J., & Robinson, D. (2020). Future improvements on performance of an EU landfill directive driven municipal solid waste management for a city in England. *Waste Management*, 102, 452-463. doi:10.1016/j.wasman.2019.11.009

World Bank and CCAC MSW Initiative. (2016). *Sustainable Financing and Policy Models for Municipal Composting*. Social, Urban, Rural & Resilience Global Practice. Obtenido de <https://www.waste.ccacoalition.org/document/sustainable-financing-and-policy-models-municipal-composting>

## Apéndice A: Composición física de residuos sólidos urbanos, según región

Tabla A1

*Composición física de residuos sólidos urbanos, según región*

| Tipo de residuos           | Porcentaje (%) |        |       |
|----------------------------|----------------|--------|-------|
|                            | Costa          | Sierra | Selva |
| Materia orgánica           | 44,07          | 46,81  | 43,47 |
| Madera follaje             | 2,64           | 2,69   | 2,57  |
| Papel                      | 3,79           | 4,04   | 3,62  |
| Cartón                     | 3,26           | 3,28   | 3,10  |
| Vidrio                     | 2,88           | 3,03   | 2,77  |
| Plástico PET               | 3,15           | 3,27   | 2,93  |
| Plástico duro              | 2,41           | 2,51   | 2,33  |
| Bolsas                     | 3,86           | 4,22   | 3,86  |
| Tecnopor y similares       | 0,75           | 0,76   | 0,68  |
| Metales                    | 2,24           | 2,36   | 2,13  |
| Telas, textiles            | 1,44           | 1,56   | 1,39  |
| Caucho, cuero y jebe       | 0,99           | 1,08   | 0,98  |
| Pilas                      | 0,30           | 0,49   | 0,45  |
| Restos de medicinas, focos | 0,46           | 0,53   | 0,53  |
| Residuos sanitarios        | 6,31           | 9,25   | 8,22  |
| Material inerte            | 7,73           | 8,16   | 7,30  |
| Otros                      | 2,74           | 3,39   | 2,93  |

*Nota.* Adaptado de *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*, Ministerio del Medio Ambiente, 2014, p. 39. Lima, Perú.

## Apéndice B: Esquema de una economía circular

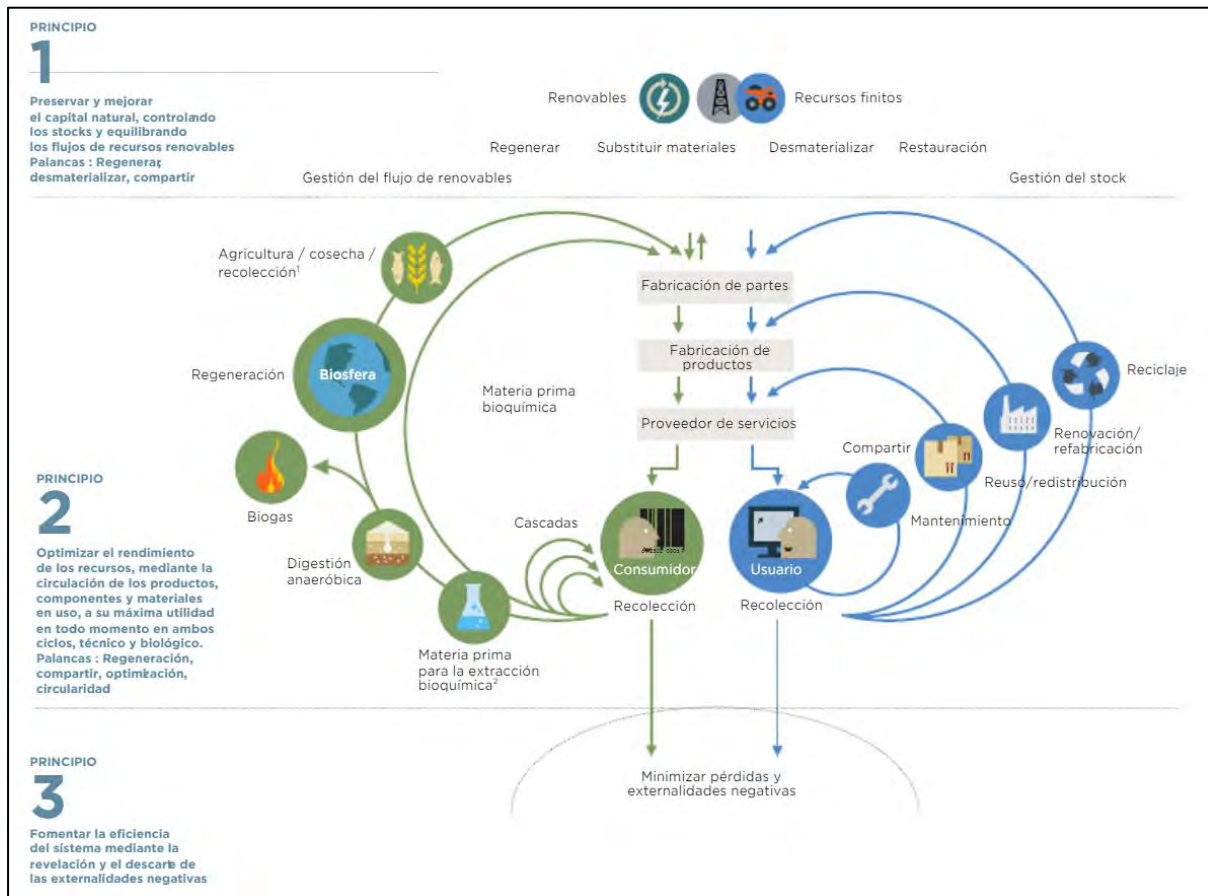


Figura B1. Esquema de una Economía Circular.

Tomado de *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*, por Ellen MacArthur Foundation, 2013, p. 6.



### Apéndice C: Estadísticas de la generación de residuos sólidos

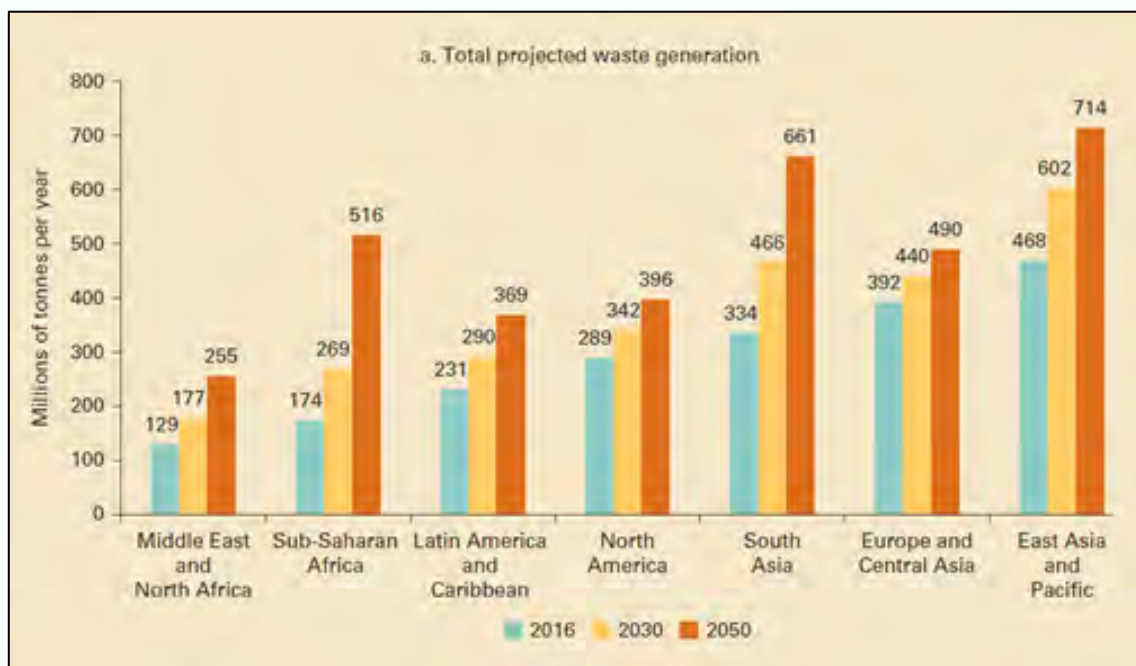


Figura C1. Proyección de generación de residuos por continente.

Tomado de *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, por S. Kaza, L. Yao, P. Bhada y F. Van, 2018, p. 28. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, EEUU.

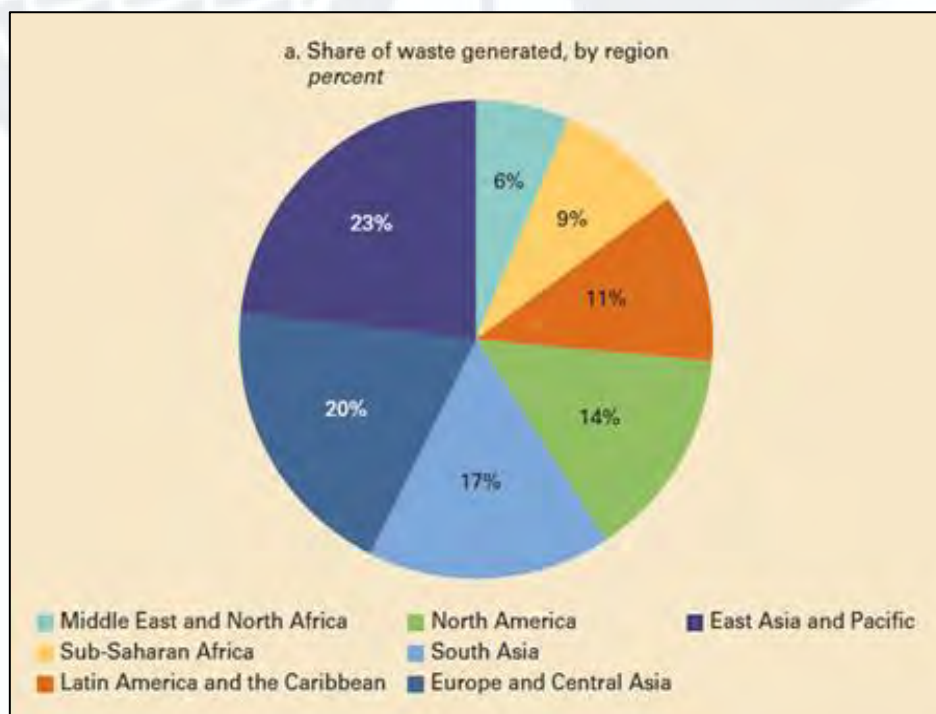


Figura C2. Generación de residuos por continente.

Tomado de *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, por S. Kaza, L. Yao, P. Bhada y F. Van, 2018, p. 19. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, EEUU.



Figura C3. Generación de residuos por continente en millones de toneladas.

Tomado de *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, por S. Kaza, L. Yao, P. Bhada y F. Van, 2018, p. 20. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, EEUU.



Figura C4. Generación de residuos per cápita vs ingresos per cápita en diferentes países.

Tomado de *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, por S. Kaza, L. Yao, P. Bhada y F. Van, 2018, p. 22. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, EEUU.

**Apéndice D: Fotografías de la disposición actual de residuos sólidos**

*Figura D1.* Inadecuada disposición de residuos domiciliarios en Lima.



*Figura D2.* Relleno sanitario en Lima.



### Apéndice E: Tratamiento de los residuos a nivel global

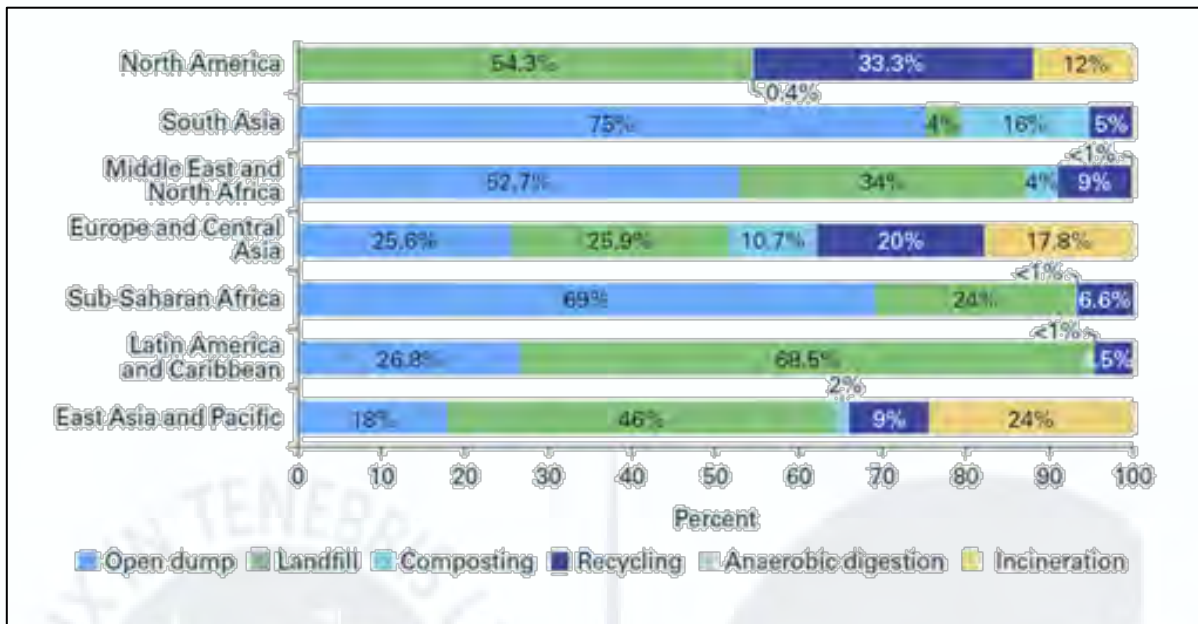


Figura E1. Tratamiento de los residuos a nivel global.

Tomado de *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*, por S. Kaza, L. Yao, P. Bhada y F. Van, 2018, p. 35. World Bank Group, International Bank for Reconstruction and Development. Washington, DC, EEUU.

## Apéndice F: Guía de Entrevista

Preguntas de la entrevista para la exploración de la problemática según el planteamiento inicial del modelo de negocio.

### *EVOQUE HISTORIAS*

1. *¿Sabes cuánta basura se genera en Lima?*
2. *¿Sabes qué porcentaje se recicla?*
3. *¿qué entiende por economía circular?*
4. *¿Qué cantidad de residuos orgánicos produce por día/semana?*
5. *¿A dónde destina sus residuos orgánicos producidos? ¿Quién los recoge o traslada?*
6. *¿Quién es el área encargada en la empresa de la disposición de residuos orgánicos?*

### *EXPLORE EMOCIONES*

7. *¿Cómo cree que impacta la basura no tratada?*
8. *¿Tienen en la empresa una política de Responsabilidad Ambiental?*
9. *¿Alguna vez ha hecho uso de algún producto de compostaje? ¿Qué tal fue la experiencia?*
10. *¿Lo considera viable para mejorar su responsabilidad ambiental?*
11. *¿Estaría dispuesto a contratar el servicio de compostaje para el tratamiento de sus residuos orgánicos, permitiéndole de esta forma aplicar economía circular, reducir su huella de carbono y mejorar su marketing de contenido?*

## Apéndice G: Cuestionario

Preguntas del cuestionario para la exploración de la problemática según el planteamiento replanteado del modelo de negocio.

*Hablemos sobre la problemática de los residuos orgánicos en el Perú:*

1. *¿Sabe Ud. cuánta basura Orgánica se genera en el Perú por día?*
2. *¿Sabe Ud. qué porcentaje % de basura orgánica se recicla?*
3. *¿Cómo se siente Ud. respecto al problema de la Basura y la contaminación que genera, ¿Qué acciones recomienda Ud.?*
4. *¿Qué entiende por Economía Circular?*
5. *¿Qué conoce sobre Compostaje de residuos orgánicos para obtener abono orgánico?*
6. *¿A qué Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS (ONU) su empresa se encuentra alineada? Puede marcar más de una.*

*Conozcamos más sobre su proceso de producción:*

7. *¿Qué productos agrícolas produce su organización?*
8. *¿Qué cantidades por año produce su organización?*
9. *¿Produce Ud. productos orgánicos certificados?*
10. *¿Qué tipos de abono utiliza en su proceso?*
11. *¿Ud. compra o produce el abono que utiliza?*
12. *¿Qué cantidad de abono utiliza en su proceso? Indicar por tipo de abono.*
13. *¿Qué es lo que valora Ud. en el abono que utiliza? Puede marcar más de una.*
14. *¿Quiénes son sus proveedores de abono?*
15. *Por favor indicar las empresas a quién le compra abono.*
16. *¿Cuál es el costo promedio en soles que paga por abono (Saco de 50Kg)? Indicar por tipo.*
17. *¿Considera Ud. viable el uso de abono orgánico del compostaje de residuos orgánico para la industria agrícola?*
18. *¿Compraría Ud. abono orgánico de Green Compost?*



## Apéndice H: Cotización del abono orgánico compost



**Carlos Leyton C** 10:44 p. m.  
para mí, Jesús, Sandro ▾



Estimada Judy:

De antemano agradecemos tu comunicación. Los precios te los detallamos a continuación:

1. Costo de tonelada a granel: S/ 350
2. Costo por saco de 40 kg: S/ 25

Cabe resaltar que estos costos son para el producto dispuesto en planta de compostaje. De requerir la entrega para algunos sitio en específico, se te enviará una cotización según el punto y costo de traslado.

Estaremos atentos y prestos a las comunicaciones.

Saludos,

**Carlos Leyton C.**

Gerente

Control Ambiental Perú SAC

Av. Emilio Cavenecia 225 Ofc. 614

San Isidro - Lima

Oficina: 4218593

Celular: 956381204

[www.controlambiental.com.pe](http://www.controlambiental.com.pe)

[www.controlambiental.com.co](http://www.controlambiental.com.co)

Apéndice I: Planos del diseño de la compostera automatizada

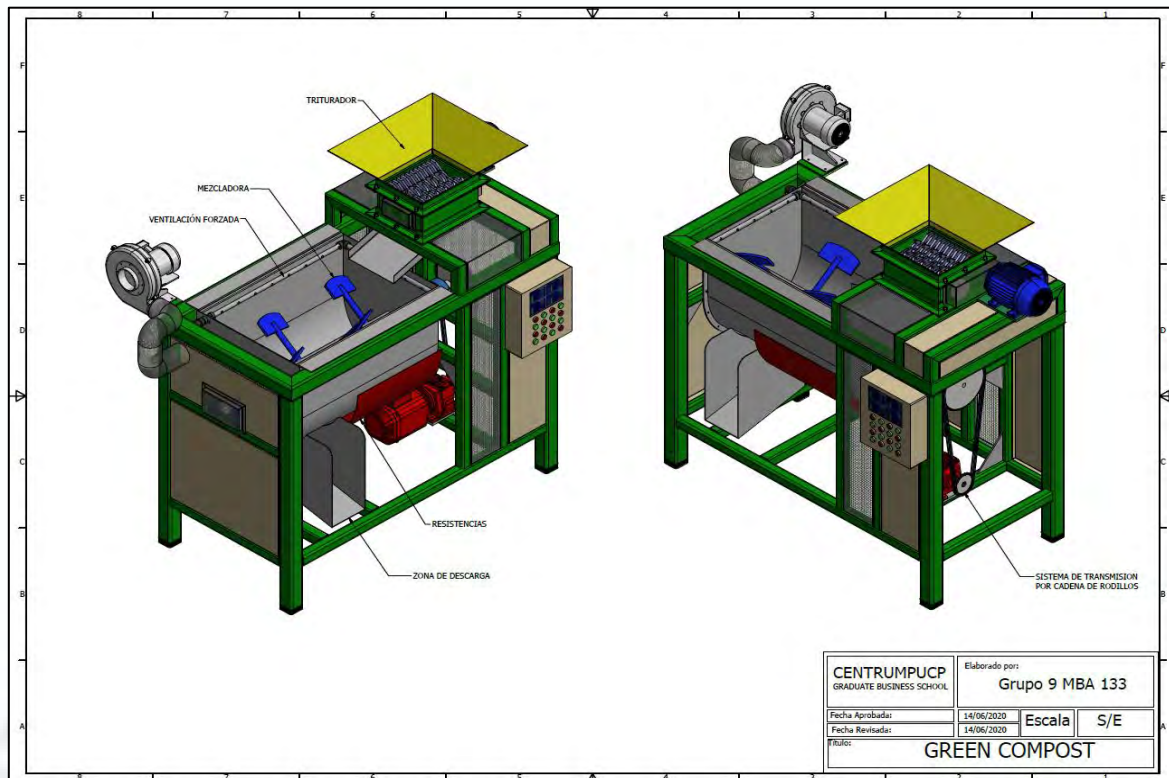


Figura 11. Máquina de compostaje automático diseñado por Green Compost.

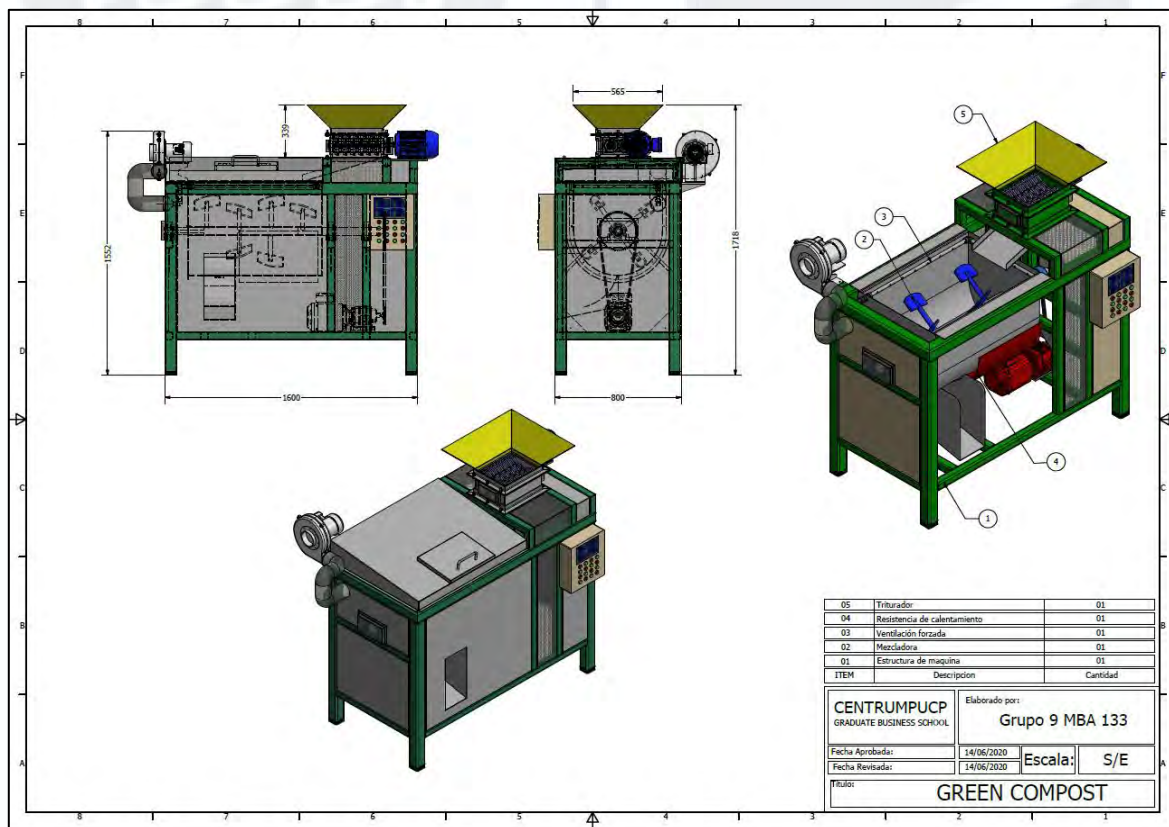


Figura 12. Dimensiones máquina de compostaje automático de Green Compost.

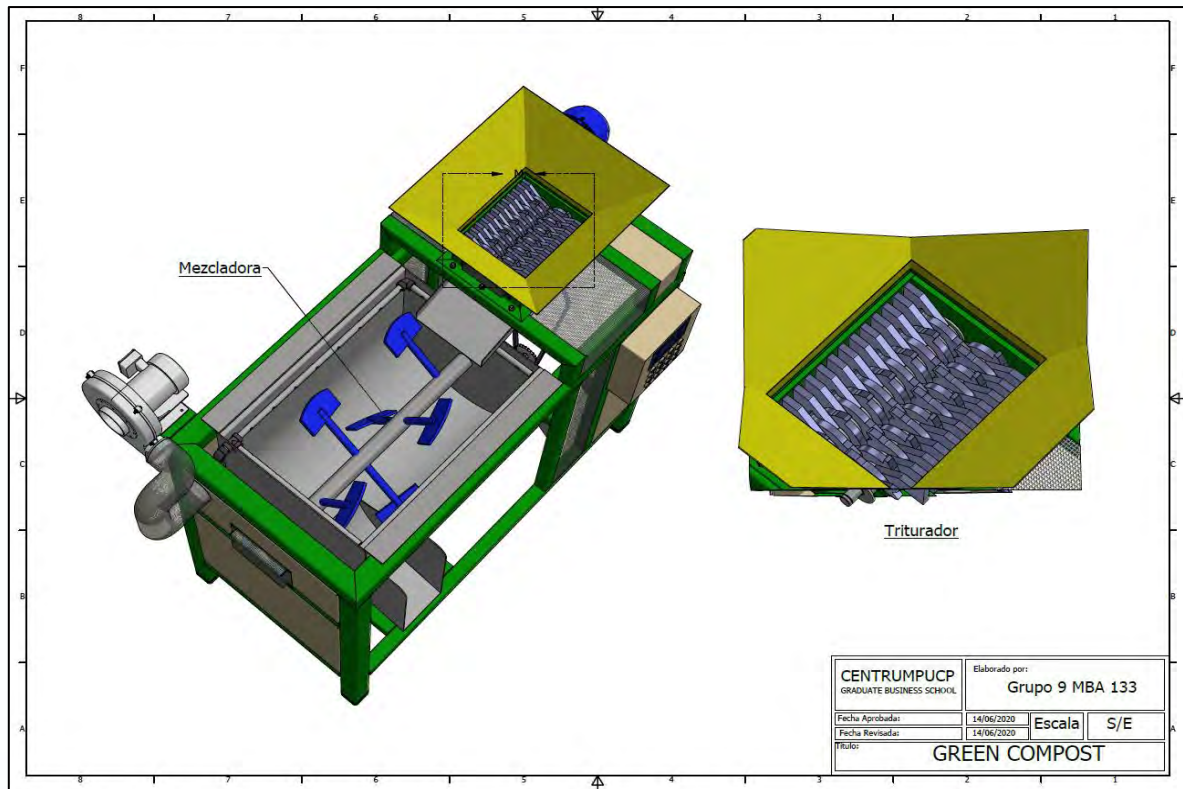


Figura 13. Detalle del triturador y la mezcladora de máquina de compostaje automático de Green Compost.

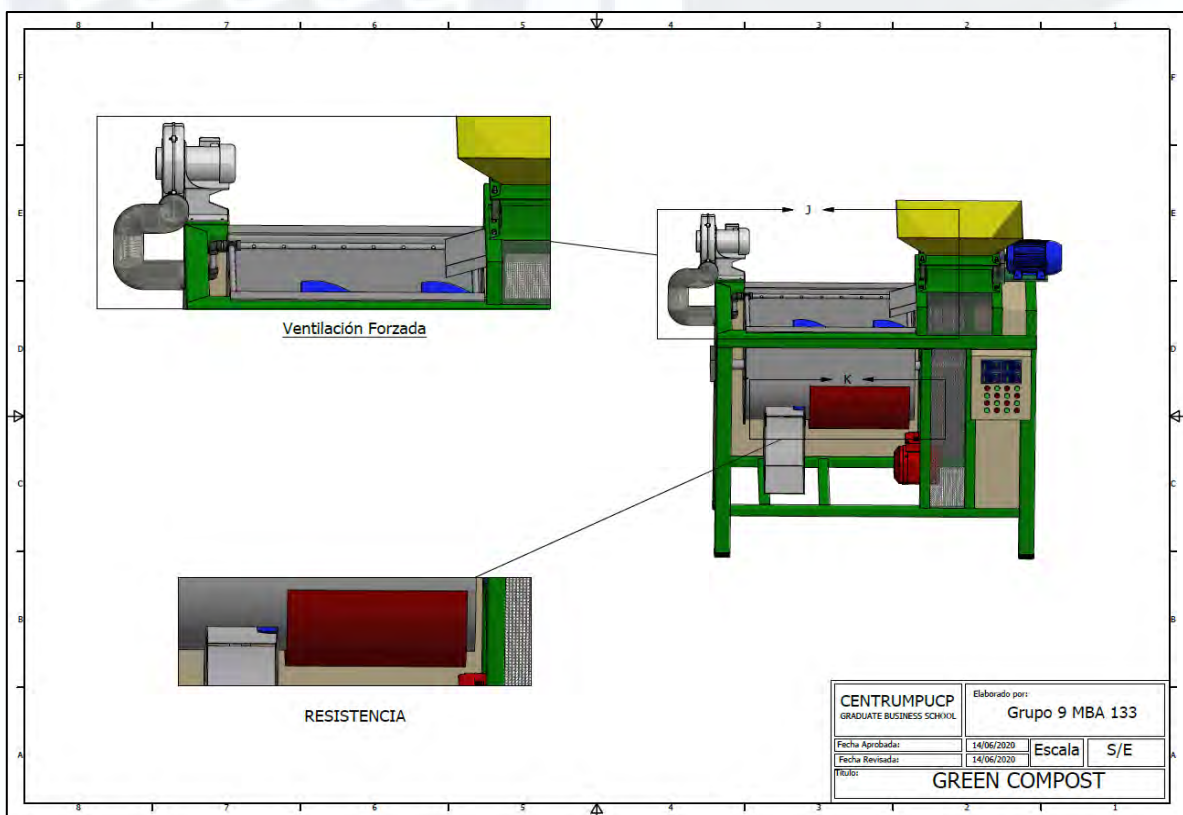


Figura 14. Detalle de la ventilación forzada y el calefactor de la máquina de compostaje automático de Green Compost.

**Apéndice J: Análisis de Inversión del modelo de negocio de Green Compost**

Tabla J1

*Análisis de Inversión del modelo de negocio de Green Compost*

| <b>ANÁLISIS INVERSIÓN PARA UN FLUJO ANUAL</b>              |                    |                 |                             |                      |
|--|--------------------|-----------------|-----------------------------|----------------------|
| <b>Gastos de inversión</b>                                 | <b>Unidad</b>      | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b>      | <b>Precio Total</b>  |
| Fab. máquina de compostaje 1tn/mes (20 sacos 50kg / mes)   | und                | 1               | S/ 15,000.00                | S/ 15,000.00         |
| Fab. máquina de compostaje 30tn/mes (600 sacos 50kg / mes) | und                | 3               | S/ 120,000.00               | S/ 360,000.00        |
| Gastos de instalación                                      | und                | 1               | S/ 50,000.00                | S/ 50,000.00         |
| Servicios especializados                                   | und                | 1               | S/ 30,000.00                | S/ 30,000.00         |
| Gastos de permisos   | und                | 1               | S/ 25,000.00                | S/ 25,000.00         |
| Otros gastos   | und                | 1               | S/ 15,000.00                | S/ 15,000.00         |
| <b>Total inversión propia</b>                              |                    |                 |                             | <b>S/ 495,000.00</b> |
| <b>Otros datos de la proyección</b>                        |                    |                 |                             |                      |
| Tasa de descuento  |                    |                 |                             | 4.00%                |
| Tasa impuestos   |                    |                 |                             | 30.0%                |
| Plazo de depreciación (años)                               |                    |                 |                             | 10                   |
| Valor de rescate   | und                | 3               | S/ 15,000.00                | S/ 45,000.00         |
| <b>Proyección de la venta</b>                              | <b>Unidad</b>      | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b>      | <b>Precio Total</b>  |
| Venta del año 1  | Saco 50Kg          | 12,960          | S/ 31.25                    | S/ 405,000.00        |
| Venta a partir del año 2                                   | Saco 50Kg          | 19,440          | S/ 31.25                    | S/ 607,500.00        |
| <b>Costos Fijos</b>  | <b>Unidad</b>      | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b>      | <b>Precio Total</b>  |
| Costos Fijos Mensuales                                     | mes                | 12              | S/ 18,742.00                | S/ 224,904.00        |
| <b>Costos variables</b>                                    | <b>Unidad</b>      | <b>Cantidad</b> | <b>Precio unitario</b>      | <b>Precio Total</b>  |
| Total costos variables año 1                               | Saco 50Kg          | 12,960          | S/ 6.54                     | S/ 84,758.40         |
| Total costos variables año 2                               | Saco 50Kg          | 19,440          | S/ 6.54                     | S/ 127,137.60        |
| <b>INDICADORES DEL ANÁLISIS EN 10 AÑOS</b>                 |                    |                 |                             |                      |
| <b>VAN(S): S/998,471.10</b>                                | <b>TIR: 31.35%</b> | <b>IR: 3.02</b> | <b>PAYBACK (años): 3.39</b> |                      |



## **Apéndice K: Evidencias del desarrollo del modelo de negocio de Green Compost**

Video prototipo:

<https://drive.google.com/open?id=1TFA70SCkzSz04d58mk7r66KLMi37ejPE>

Entrevistas de primera y segunda iteración:

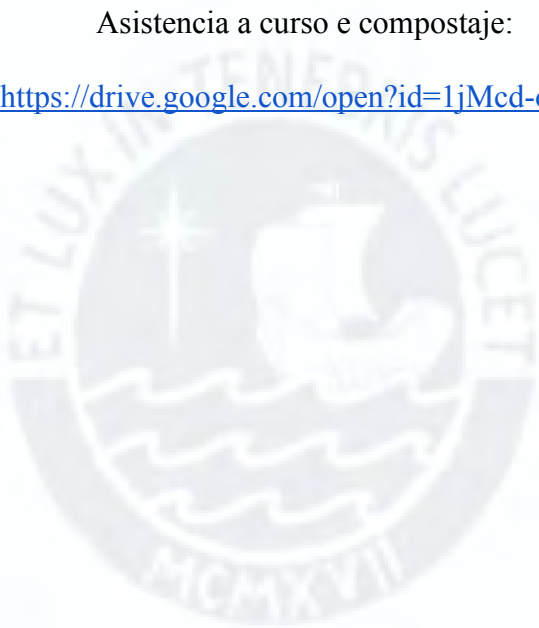
<https://drive.google.com/open?id=13kIBnAIO-eIhXz-ndurzecics6RmWhWx>

Audios y fotos:

[https://drive.google.com/open?id=1aBaZY5\\_JzxfSww8N1SOZUQbWNvFZphnO](https://drive.google.com/open?id=1aBaZY5_JzxfSww8N1SOZUQbWNvFZphnO)

Asistencia a curso e compostaje:

[https://drive.google.com/open?id=1jMcd-oDZ15xpeEghFGhJvB\\_W\\_a1ceb34](https://drive.google.com/open?id=1jMcd-oDZ15xpeEghFGhJvB_W_a1ceb34)



## Apéndice L: Cotización de fabricación de maquinaria automatizada de compostaje

|    |        | COTIZACIÓN N° Q-2005-072  |          |   |             | CÓDIGO:   | VEN.R.001   |                   |
|---|--------|---|----------|---|-------------|-----------|-------------|-------------------|
|   |        |   |          |   |             | VERSIÓN:  | 01          |                   |
|   |        |   |          |   |             | REVISIÓN: | 1/05/2019   |                   |
| New Industria SAC.<br>RUC: 20604624372<br>MZ. A LT. 27 URB. EL MOLINO - LOS OLIVOS - LIMA<br>Teléfonos: (01) 739 7100 / 989 392 261 / 993 047 046 |        | Señores: GREEN COMPOST<br>Dirección:  |          |  |             |           |             |                   |
| Asunto: <b>Maquinaria de Compostaje</b>   |        | RUC:<br>Teléfono: +51 1 992400729<br>Atención: JESSICA REY SANCHEZ  |          |   |             |           |             |                   |
| Asesor: Miguel Lampa<br>E-mail: <a href="mailto:miguel.lampa@newin.com.pe">miguel.lampa@newin.com.pe</a>  |        | Fecha: 16/05/2020<br>Moneda: Soles  |          |   |             |           |             |                   |
| Ítem  | Código | Descripción   | Cantidad | UM  | P. Unitario | Dcto.     | V. Unitario | Precio Total      |
| 1   | 700501 | <b>Máquina de Compostaje 1Tn/mes</b><br>Un conjunto de ventilador y ductos de inyección de aire al reactor.<br>Manifold de inyección con conductos de PVC.<br>Un conjunto de ventilador, ductos de extracción de gases del reactor y biofiltro.<br>Un sistema de comando eléctrico del equipo.<br>Tablero eléctrico IP64, apto para instalación a la intemperie, con botoneas de comando y display HMI.<br>Un conjunto de controlador lógico programable, panel de comando (PLC + HMI) y sensores para control de la instalación.<br>Un biorreactor de compostaje<br>Paletas de agitación<br>Boca de carga con tapa hermética y boca de salida para descarga a contenedores.<br><b>Tiempo de entrega: 2 Semanas</b>   | 1        | UN  | 15,000.00   | 0%        | 15,000.00   | S/ 15,000.00      |
| 2   | 700502 | <b>Máquina de Compostaje 30Tn/mes</b><br>Un conjunto de ventilador y ductos de inyección de aire al reactor.<br>Manifold de inyección con conductos de PVC.<br>Un conjunto de ventilador, ductos de extracción de gases del reactor y biofiltro.<br>Un sistema de comando eléctrico del equipo.<br>Tablero eléctrico IP64, apto para instalación a la intemperie, con botoneas de comando y display HMI.<br>Un conjunto de controlador lógico programable, panel de comando (PLC + HMI) y sensores para control de la instalación.<br>Un elevador de contenedores plásticos<br>Un biorreactor de compostaje<br>Camisa exterior de chapa de acero galvanizada prepintada.<br>Aislación inyectada de espuma de poliuretano entre ambas camisas.<br>Paletas de agitación<br>Boca de carga con tapa hermética y boca de salida para descarga a contenedores.<br><b>Tiempo de entrega: 3 Semanas</b> | 3        | UN  | 120,000.00  | 0%        | 120,000.00  | S/ 360,000.00     |
| <b>SUB TOTAL</b>  |        |   |          |   |             |           | S/          | <b>375,000.00</b> |

### CONDICIONES COMERCIALES:

#### LOS PRECIOS NO INCLUYEN IGV

Moneda: Soles  
 Forma de pago: Adelanto 50%, 50% Factura a 30 días.  
 Validez de Oferta: 15 días.  
 Lugar de Entrega: En sus almacenes de Lima  
 Garantía: 6 meses

Acceptada nuestra propuesta, sirvase hacer referencia en su Orden de Compra al N° de esta Cotización.

Miguel Lampa  
 Asesor Comercial  
 New Industria SAC.  
 RUC: 20604624372  
 MZ. A LT. 27 URB. EL MOLINO - LOS OLIVOS - LIMA  
 Teléfonos: (01) 739 7100 / 989 392 261 / 993 047 046  
[ventas@newin.com.pe](mailto:ventas@newin.com.pe)  
[www.newin.com.pe](http://www.newin.com.pe)