

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Valorización de la biomasa generada por el sector porcino en la provincia
de Santa Cruz para la producción de compost**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Jorge Luis Gonzalez Diaz

ASESOR

Diana Peche Cieza

<https://orcid.org/0000-0002-1787-9758>

Chiclayo, 2023

**Valorización de la biomasa generada por el sector porcino en la
provincia de Santa Cruz para la producción de compost**

PRESENTADA POR
Jorge Luis Gonzalez Diaz

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

María Luisa Espinoza Garcia
PRESIDENTE

Edith Anabelle Zegarra Gonzalez
SECRETARIO

Diana Peche Cieza
VOCAL

Dedicatoria

La presente investigación va dirigida a Dios por brindarme sabiduría, salud, por ser mi guía para lograr mi objetivo y no dejarme vencer por los obstáculos. A Jorge y Mariza por brindarme su apoyo y confianza incondicional, también porque son mi motivo en lo que realizo. A mis profesores por todos sus conocimientos brindados.

Agradecimientos

A Dios por ser mi mayor inspiración, por su fortaleza y sabiduría a lo largo de esta etapa profesional.

A mis padres por su amor infinito y apoyo para poder culminar mi carrera.

A mi asesora de tesis Ing. Diana Peche Cieza y a mis maestros por todas sus enseñanzas necesarias para llevar a cabo esta investigación.

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

9%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

7%

3

repository.uamerica.edu.co

Fuente de Internet

<1%

4

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to Universidad Católica Santo
Toribio de Mogrovejo

Trabajo del estudiante

<1%

6

revistas.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

docplayer.es

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

9

renati.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

Índice

Resumen	6
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	9
Materiales y métodos	12
Resultados y discusión	13
Conclusiones	31
Recomendaciones	31

Resumen

En la Provincia de Santa Cruz, no existe un manejo adecuado de la biomasa porcina, durante el periodo 2015 al 2019 se generó en promedio 3 572,88 t al año que fueron arrojadas a la intemperie generando contaminación a los alrededores, es por ello que se consideró como alternativa la obtención de compost a partir de estiércol porcino. Por ende, el presente trabajo tiene como objetivo valorizar la biomasa generada por el sector porcino para la producción de compost. Se realizó un diagnóstico de la situación actual mediante la matriz de importancia identificando los impactos ambientales, los que fueron caracterizados obteniendo que el 4,8% pertenece a impactos negativos compatibles, el 61,9% moderado y el 33,3% severo; asimismo un estudio de mercado para establecer la demanda y oferta para los próximos cinco años, donde se determinó que existe una demanda insatisfecha cuyo porcentaje a cubrir será de 6%; además se efectuó un estudio técnico - tecnológico para la producción de compost, un análisis macro y micro localización en donde se determinó que la planta estará situada en Santa Cruz, en el sector San Isidro cuya área total es de 1 210,54 m². Finalmente, se llevó a cabo un estudio económico financiero en donde se obtuvo un Valor actual neto positivo de S/ 368 031,38 con una Tasa interna de retorno del 45%, el costo beneficio fue de 1,22, lo que indica que por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de S/ 0,22 lo que indica que el proyecto es beneficioso económicamente.

Palabras claves: estiércol porcino, compost, planta industrial.

Abstract

En la Provincia de Santa Cruz, no existe un manejo adecuado de la biomasa porcina, durante el periodo 2015 al 2019 se generó en promedio 3 572,88 t al año que fueron arrojadas a la intemperie generando contaminación a los alrededores, es por ello que se consideró como alternativa la obtención de compost a partir de estiércol porcino. Por ende, el presente trabajo tiene como objetivo valorizar la biomasa generada por el sector porcino para la producción de compost. Se realizó un diagnóstico de la situación actual mediante la matriz de importancia identificando los impactos ambientales, los que fueron caracterizados obteniendo que el 4,8% pertenece a impactos negativos compatibles, el 61,9% moderado y el 33,3% severo; asimismo un estudio de mercado para establecer la demanda y oferta para los próximos cinco años, donde se determinó que existe una demanda insatisfecha cuyo porcentaje a cubrir será de 6%; además se efectuó un estudio técnico - tecnológico para la producción de compost, un análisis macro y micro localización en donde se determinó que la planta estará situada en Santa Cruz, en el sector San Isidro cuya área total es de 1 210,54 m². Finalmente, se llevó a cabo un estudio económico financiero en donde se obtuvo un Valor actual neto positivo de S/ 368 031,38 con una Tasa interna de retorno del 45%, el costo beneficio fue de 1,22, lo que indica que por cada sol invertido se obtendrá un beneficio de S/ 0,22 lo que indica que el proyecto es beneficioso económicamente.

Keywords: pig manure, compost, industrial plant.

Introducción

El sector porcino a nivel mundial el principal problema que enfrenta, es el manejo incorrecto de estiércol, debido a que se producen en grandes cantidades y deben ser separadas diariamente de las granjas, teniendo una disposición final inadecuada. [1] La actividad pecuaria genera un aproximado de 60 millones de t/año de materia orgánica que no son aprovechadas en su totalidad, solamente el 38,82 millones de toneladas son convertidas en bioabonos, harinas, entre otros productos; la diferencia es eliminada hacia el medio ambiente siendo causante del deterioro del agua y suelo. [2]

En el Perú el sector porcino ha ido incrementándose significativamente en los últimos años, el número y el tamaño de las granjas se va incrementando, lo cual se convierte en un aumento proporcional al estiércol que se acumula de la limpieza de los corrales o criaderos de porcinos, este mismo estiércol se convierte en un impacto para el medio ambiente por su inadecuada disposición final, por su descomposición y emitir gases de efecto invernadero [3].

América economía menciona que en nuestro país hay 3,4 millones de porcinos [4], según comunicó el Ministerio de Agricultura y Riego la región Lima representa el 45% a nivel nacional, seguido de La Libertad con 11% y Arequipa con 7% de la población porcina, la región de Cajamarca en el 2018 contó con el 4% de participación de crianza de cerdos [5].; específicamente la provincia de Santa Cruz según datos de la agencia agraria indica que existen en promedio 14 087 porcinos que se encuentran en distintas etapas de desarrollo; lechones, crecimiento, engorde, preñadas, lactantes, sementales. En promedio cada porcino elimina 3,13 kg/día en excretas [6] acumulándose 44 092 kg/día generado de la limpieza de los corrales, ésta biomasa acumulada, por desconocimiento o falta de técnicas de aprovechamiento es arrojada hacia el medio ambiente afectando no solo los recursos naturales (aire, agua y suelo) sino también el bienestar de las personas aledañas.

Ante lo mencionado se genera la pregunta ¿De qué manera la valorización de la biomasa del sector porcino permitirá producir compost en la provincia de Santa Cruz? A raíz de ello se planteó como objetivo general valorizar la biomasa generada por el sector porcino para la producción de compost en la provincia de Santa Cruz y como objetivos específicos diagnosticar la situación actual de la biomasa generada del sector porcino en la provincia de Santa Cruz, realizar un estudio de mercado para determinar la demanda de compost, realizar estudio técnico - tecnológico para la producción de compost a partir de la biomasa generada en el sector porcino en la provincia de Santa Cruz y realizar un análisis económico ambiental de la propuesta.

El presente trabajo se centra en la valorización de la biomasa porcina en la provincia de Santa Cruz, el estado peruano contempla la Ley General del ambiente - ley N° 28611, donde hace mención el derecho de toda persona a desarrollarse en un ambiente sano; la ley N° 27314, indica que los residuos pueden clasificarse en diferentes criterios según sea su origen, asimismo, la prohibición y sanción para todo aquel que cause un impacto negativo al suelo, aire, agua o que pongan en peligro la salud de la población aledaña por la inadecuada disposición final de la materia orgánica.

En tal motivo la producción de compost a base de estiércol porcino de la provincia de Santa Cruz, es una oportunidad para abarcar parte del mercado de biofertilizantes. Siendo los principales beneficiarios de esta investigación los agricultores y la población en conjunto; el aprovechamiento del estiércol permitirá mitigar los impactos negativos, generar puestos de trabajo para mejorar la economía y estilo de vida de la población.

Revisión de literatura

La biomasa se define como fuente de energía renovable procedente de materia orgánica ya sea animal o vegetal e incluso residuos orgánicos [7]. Existen tipos de biomasa según su origen natural, residual y cultivos energéticos, según estado sólida, líquida y gaseosa [8], por su composición en la presente investigación se considera como biomasa al estiércol porcino y residuos generados en los criaderos.

Se consideran residuos sólidos a toda sustancia, producto o subproducto en estado sólido o semisólido generado por las distintas actividades que realiza el hombre [9]. Según el Decreto Supremo N°014-2017 MINAM define a los residuos orgánicos como biodegradables o destinados a descomponerse, pueden producirse ya sea en el ámbito municipal y no municipal, pecuario y agrícola [10]. Los residuos procedentes del sector pecuario son aquellos generados por las actividades de la ganadería, que incluye al engorde, cría intensiva de bovinos, porcinos, aves y animales muertos [11]. En dicho sector se generan cúmulos de residuos orgánicos o llamados biomasa que es generado a través del cambio por el que pasa la materia prima orgánica de origen animal o vegetal; pueden utilizarse como bioadsorbente y combustible [12]; la principal materia generada en el sector pecuario es el estiércol considerado un potente contaminante para el suelo, agua y aire; cabe mencionar que puede ser aprovechada en diferentes actividades productivas como la valorización [13].

La valorización de residuos orgánicos es considerada como una actividad cuyo objetivo es que el residuo tenga un fin útil [14]; como por ejemplo el estiércol del sector pecuario se puede transformar en bioabonos o abonos orgánicos proveniente de la descomposición aeróbica o

anaeróbica por acción de microorganismos y la intervención de actividades humanas [15]; el compost es un tipo de bioabono, se considera una biotécnica que facilita tomar el control sobre la etapa de biodegradación aeróbica o anaeróbica de los residuos orgánicos para posteriormente ser aplicado a los suelos [16]. Dicha valorización se puede realizar a través de los siguientes sistemas [17]:

Sistema abierto se ejecuta cuando abundancia de residuos mediante la formación de pilas, existe: aireación forzada que se realiza mediante canales fabricados en el suelo con la finalidad de mantener el oxígeno en los niveles óptimos; aireación mecánica se realiza usando un volteador lateral de tornillo adaptado a un tractor o a una pala frontal, cuya altura optima es de 1,5 m lo que permitirá facilitar el volteo.

Sistemas cerrados en donde la materia en descomposición debe estar aislada del exterior, estos sistemas brindan un control completo con respecto a las variables del proceso de compostaje, evita la generación de olores desagradables, generando una descomposición más efectiva del material a descomponer.

Algunas de las investigaciones que aportan valorización de residuos son las siguientes:

Calle y Robles [18] en su investigación titulada *“Estudio de impacto ambiental de la porcícola del Litoral S.A. en el recinto el Piedrero, Cantón El Triunfo, provincia del Guayas”* tuvo como objetivo realizar un estudio de impacto ambiental para establecer los daños ocasionados al ambiente. La metodología utilizada fue evaluar los factores ambientales mediante una matriz causa-efecto considerando los parámetros para la caracterización de impactos y determinar la severidad de dichos impactos (bajo, moderado, relevante, severo). Se obtuvo como resultado que el 73,3% de las etapas del proceso ocasionan consecuencias negativas siendo la generación de residuos peligrosos originados por la reproducción, cría y engorde de cerdos; y el 26,7% afectaciones positivas.

Cachay [19] en su estudio titulado *“Proyecto de instalación de una planta industrial productora de compost en el distrito de Monsefú para el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios”* tuvo como objetivo de investigación realizar un estudio para la construcción de una planta procesadora de compost en el distrito de Monsefú. La metodología empleada fue efectuar un estudio de investigación de mercado del compost, un análisis de la demanda, oferta y precio mediante el método de línea recta, asimismo la cantidad de estiércol e insumos para la producción de compost, seguidamente se realizó un análisis micro y macroeconómico, posteriormente se determinó el diseño y tamaño de la planta con el método Guerchet, analizando el proceso del producto y la maquinaria necesaria y se realizó un análisis económico. Cuyos resultados obtenidos en lo que respecta a la cantidad que se va a cumplir es

de 0,11% y 0,12% en el año 2023, el área de la planta de 1 447,31 metros cuadrados; con respecto a la viabilidad financiera el VAN fue de S/ 5 71 137,08 y el TIR de 73%. En cuanto al costo-beneficio se genera un adicional de 0,47 céntimos que por cada sol invertido.

Según Ruiz [20] en su investigación “*Estudio de viabilidad técnico para la creación de una planta de compostaje a partir de estiércol de una explotación de cebo de ganado porcino en Toro (Zamora)*” teniendo como problemática los impactos negativos medio ambiente ocasionados debido a la aplicación de estiércol en la agricultura sin un previo tratamiento cuyo objetivo general fue gestionar los desperdicios orgánicos de la finca Miralmonte S.A. Tuvo como metodología realizar un estudio de la viabilidad técnica en la producción de compost donde aplicaron pilas dinámicas volteadas que forman cúmulos de 1,5 y 3 m de altura y una anchura de 2,5 a 4 m en forma sección trapezoidal. Se obtuvo como resultados un TIR de 64,16% lo que muestra que el proyecto es viable, es decir, genera ingresos económicos mediante la comercialización del compost y minimiza en un 78% el grave problema en los tratamientos de estos tipos de residuos.

Jacobo, Figueroa, Maciel, López y Muñoz [21] en su investigación “*Minor elements in compost produced from livestock manure and maize stubble*”, teniendo como objetivo analizar diferentes proporciones de estiércol y barbecho de maíz para la producción de una composta de calidad con micronutrientes para los cultivos, así como al suelo. La metodología empleada fue a través de un sistema de composteo aeróbico teniendo como materia prima estiércol de ganado y residuos de maíz, se llevó a cabo en pilas de composteo, utilizando plástico de mejor calidad en la parte inferior para evitar pérdida de humedad y lixiviados al suelo, además, se cubrió de plástico la pila para evitar olores desagradables y proteger la composta de las lluvias, permitiendo mantener las temperaturas apropiadas durante el proceso. Además, se utilizó materiales que permitan la relación de carbono-nitrógeno adecuada. Los resultados denotan que el compost obtenido brinda nutrientes favorables para los diferentes cultivos y el suelo, mitigando el uso de componentes químicos logrando una producción más saludable.

Magri [22] en su investigación “*Manejo de los residuos de cama profunda en un sistema de producción porcina mediante el compostaje*”. Tuvo como objetivo analizar diferentes técnicas de composteo para el aprovechamiento de la materia generada de la crianza porcina en cama profunda. La metodología utilizada fue diferenciar el sistema de aireación empleada durante el la producción del compostaje: aireación mecánica (AM), forzada (AF) y natural (AN). Además, se evaluó distintos aspectos del tratamiento como la evolución de las principales variables físicas, químicas y biológicas, se realizó la valorización de los componentes de sustratos para el crecimiento de plantas ornamentales, se efectuó el análisis ambiental y económico de los

sistemas evaluados. Los resultados denotan que los sistemas AM y AN cumplieron con los requisitos térmicos para la higienización del material; en cambio el AF manifestó bajas y regulares temperaturas ($T \geq 40^{\circ}\text{C}$ por 5 días y $4h \geq 55^{\circ}\text{C}$) presentando menores requerimientos térmicos y una mayor exigencia de monitoreo si se aplica al suelo. Asimismo, se determinó que el compost puede sustituir parcialmente el uso de fertilizantes minerales satisfaciendo la demanda de compost orgánico.

Materiales y métodos

Para el diagnóstico de la situación actual de la biomasa generada del sector porcino en la provincia de Santa Cruz, se efectuó un análisis de datos estadísticos durante el periodo del año 2015 al 2019 proporcionados por la Agencia Agraria de dicha provincia para determinar el total de estiércol que se generan en sus diferentes tipos (hembras, hembras lactación, lechón, engorde y semental). Posteriormente, se evaluó los impactos ambientales mediante la matriz de importancia para obtener resultados cualitativos y conocer los que resultan más representativos y perjudiciales [23] y [24], estuvo estructurada por filas y columnas relacionando las etapas con los criterios ambientales afectados; la importancia se calculó con la siguiente ecuación: $I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RB)$, donde I corresponde al impacto, EX es extensión, MO es momento, PE es persistencia, RV es reversibilidad, SI es sinergia, AC es acumulación, EF es efecto, PR es periodicidad y RB es recuperabilidad, teniendo en cuenta la clasificación de impactos obtenidos según su importancia como: Irrelevante o compatible: $0 \leq I < 25$, Moderado: $25 \leq I < 50$, Severo: $50 \leq I < 75$ y Crítico: $I \geq 75$.

Luego se procedió a realizar un estudio de mercado para determinar la demanda de compost en la región de Cajamarca para ello se utilizó información de las áreas de producción orgánica durante el periodo de 2015-2019 según el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) [25], asimismo se consideró la dosis recomendada que es de 10 t de compost por hectárea en base a la fuente bibliográfica [17], se estableció la demanda del proyecto con el método de regresión lineal en donde se muestra el comportamiento con una tendencia creciente, indicando que el proyecto será factible. Para calcular la oferta histórica de la materia prima (t/año) se realizó un análisis estadístico de la generación de la biomasa en la provincia de Santa Cruz según información de la Agencia Agraria considerando la cantidad de estiércol en kg/día que genera cada porcino y el porcentaje de insumos para obtener la proyección de compost, asimismo el precio en toneladas y el plan de ventas para los 5 años posteriores.

El estudio técnico – tecnológico de la planta se determinó la relación C/N de la materia prima e insumos necesario para la elaboración de compost a partir de información brindado por

la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [26]; luego se calculó los indicadores en base a [27], el estudio a nivel micro estuvo basado en los factores favorables y una escala de importancia en donde 1: es poco conveniente, 2: conveniente y 3: muy conveniente para determinar el distrito en que se ubicara la planta, seguidamente se elaboró el proceso de producción en base a Cachay [19] realizando un balance de línea y se estableció la capacidad necesaria de la maquinaria, se definieron el total de áreas para la organización, a través del método Guerchet en base Rojas [28] se calculó el área total requerida para la planta, se analizó la disposición de las áreas mediante una matriz de relaciones.

Finalmente se efectuó un análisis económico de la propuesta, se calculó los ingresos, costos de fabricación y operación, punto de equilibrio [29], estado de ganancias y pérdidas, asimismo se elaboró el flujo de caja y se determinó el VAN, TIR de la inversión y el costo beneficio de la propuesta. Luego se llevó a cabo el estudio de sostenibilidad ambiental mediante la matriz de Leopold [30] identificando los impactos ambientales y las acciones de reducción.

Resultados y discusión

Situación actual de la biomasa generada del sector porcino en la provincia de Santa Cruz.

Santa Cruz es una provincia que pertenece a la región de Cajamarca, se encuentra ubicada entre las coordenadas Geográficas: por el sur a $6^{\circ} 37' 0''$ y por el oeste a $78^{\circ} 57' 0''$ con una altitud de 2 035msnm [31].

Tal como lo refiere la Agencia Agraria de dicha provincia, indica que existe en promedio la cantidad de 14 087 porcinos en sus diferentes etapas de desarrollo: lechones, engorde, preñadas, lactantes y sementales. Teniendo en cuenta la cantidad en kg/día que genera cada porcino en sus diferentes etapas: preñadas (3,6 kg/día), lactación (6,4 kg/día), lechón (0,35 kg/día), engorde (2,3 kg/día) y semental (3 kg/día), cuyo promedio que elimina cada porcino es 3,13 kg de estiércol [6] acumulándose 44 092 kg/día. Esta biomasa, es arrojada hacia el medio ambiente afectando no solo los recursos naturales (aire, agua y suelo) sino también la salud de las personas aledañas. La cantidad de estiércol generado en la Provincia de Santa Cruz ha ido ascendiendo a partir del 2015 al 2019 en 11,73 %. El promedio de estiércol que se genera al año en sus diferentes etapas fue de 3 572,88 t/año (Anexo N° 1).

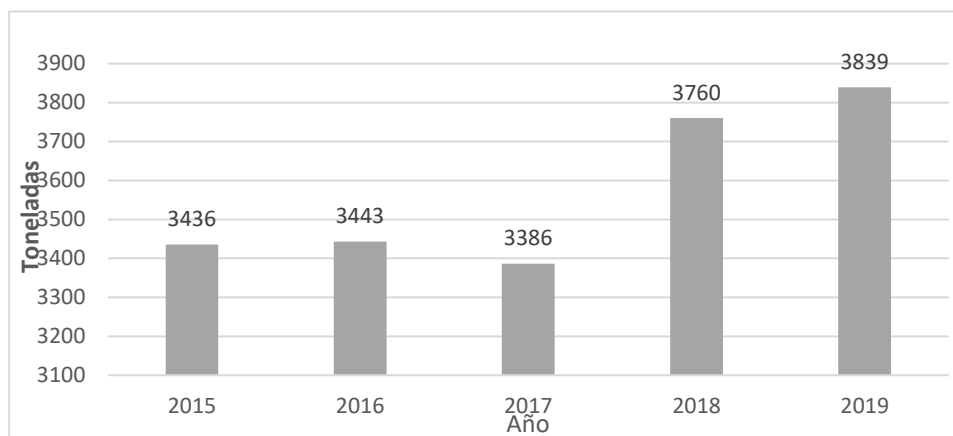


Figura 1: Cantidad de estiércol t/año en la provincia de Santa Cruz 2015-2019.

Fuente: Elaboración propia. En base a Agencia Agraria de Santa Cruz

Impactos ambientales de la actividad porcina en Santa Cruz

En la tabla 1 se observa la matriz de importancia que relaciona los criterios ambientales y las acciones generadoras de los impactos, desde la generación hasta la disposición final de la biomasa. Tomando en cuenta la clasificación de impactos se obtuvo como resultado que el 4,8% son impactos negativos compatibles, el 61,9% moderados y el 33,3% severos.

Tabla 1: Matriz de importancia.

Simbología		Acciones del proyecto	Actividades				
			Generación	Limpieza	Recolección	Transporte	Disposición final
NEGATIVO COMPATIBLE NEGATIVO MODERADO SEVERO CRITICO IMPACTO POSITIVO							
Criterios ambientales							
FÍSICO	Aire	Calidad del aire					
	Agua superficial	Calidad					
		Caudal					
	Suelo	Suelo/ calidad del suelo					
BIOLÓGICO	Ecosistemas	E. terrestre					
	Vegetación	Flora					
	Fauna	Fauna					
SOCIO ECONÓMICO	Social	Vivienda					
		Salud					
INTEGRADO	Paisaje	Paisaje visual					

Fuente: Elaboración propia. En base a Parra, Rivera, Ruíz. 2015.

Entre los impactos generados se menciona:

- Contaminación del aire por la liberación de metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O), gases que contribuyen a la generación del efecto invernadero, principalmente de la disposición final de la biomasa.
- Contaminación del agua, por las atapas de generación de residuos y lavado de corrales, eliminando las excretas y aguas residuales a los desagües que desembocan cerca de acequias y ríos.
- Contaminación del suelo, este recurso es contaminado debido a la disposición final de la biomasa ya que es arrojado a los campos generando lixiviados que afectan a los suelos agrícolas.
- Afectación de flora y fauna, esto se debe a la presencia de contaminantes y gases los cuales afectan a la flora y fauna e incluso peces de las acequias y ríos aledaños.
- Afectación al ecosistema, se genera la proliferación de insectos, plagas, la aparición de roedores, malos olores, entre otros.
- Afectación a la salud, es originado por todas las etapas que implica la generación hasta la disposición final de la biomasa generando malestar a la población por los olores y en algunas veces enfermedades respiratorias que repercuten en el bienestar de la población.
- Contaminación visual, es generado por la biomasa que es arrojada a los alrededores dando un mal aspecto al entorno.

Estudio de mercado para determinar la demanda de compost.

- **El producto en el mercado**

El compost es el producto principal que se define como un abono orgánico que beneficia las propiedades físico químicas del suelo convirtiéndolo en suelos más fértiles y productivos, es muy versátil en cuanto a su uso [32], puede ser empleado en la mejora de cultivos especialmente en zonas pobres en este componente, supresor de plagas (insectos y hongos) y para la biorremediación de suelos contaminados.

En cuanto a las características físico químicas del compost con sus respectivos parámetros se realizaron teniendo como referencia a los autores López, et al [33]. Cuyos parámetros principales son: materia orgánica 90%, humedad 40-65%, pH 8,2%, T° de 60-70°C como se detalla en el Anexo 2.

La zona de influencia del producto es la región de Cajamarca ubicada al norte del territorio nacional, la cual representa el 2,6% del territorio peruano; cuenta con trece provincias 348 433 habitantes, según el censo del INEI en el 2017 [34].

El área de mercado a seleccionar para comercialización estaría determinada por factores como, disponibilidad de materia prima, demanda creciente y efectiva de compost, tendencia al uso de abono orgánico, entre otros.

Situación actual de la demanda

Según SENASA [25] informó que la producción nacional en el 2019 se dio en 22 regiones con un área total de 394 152,22 ha, con un área orgánica de 328 009,13 ha (83,21%).

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) comunicó que el sector Agropecuario, en el primer trimestre del año 2020, tuvo un incremento de 2,9%, esto gracias a los resultados óptimos de los subsectores agrícola y pecuario con 3,4% y 2,4% respectivamente. [35]

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) indicó que el 62% del total de productores agropecuarios con tierras agrícolas utilizan abono orgánico (guano de aves marinas, estiércol, gallinaza, compost, etc.); la sierra representa el 87,0%, seguido de la costa con el 64% y la selva 37%. [36]

Demanda histórica

Se calculó en base a la cantidad de hectáreas de terreno de producción orgánica de Cajamarca según SENASA en el periodo 2015-2019 y la dosis recomendada de 10 t por hectárea, obteniendo como resultado un incremento del 51,76%.

Tabla 2: Demanda histórica de compost en la región Cajamarca durante el periodo 2015-2019.

Año	Área orgánica (ha)	Dosis por ha (t)	Demanda histórica de compost (t/ha)
2015	25 979,64	10	259 796
2016	29 274,90	10	292 749
2017	28 399,87	10	283 999
2018	35 294,65	10	352 947
2019	39 428,25	10	394 283

Fuente: Elaboración propia. En base a SENASA.

Con la información obtenida anteriormente se realizó la proyección de los siguientes cinco años.

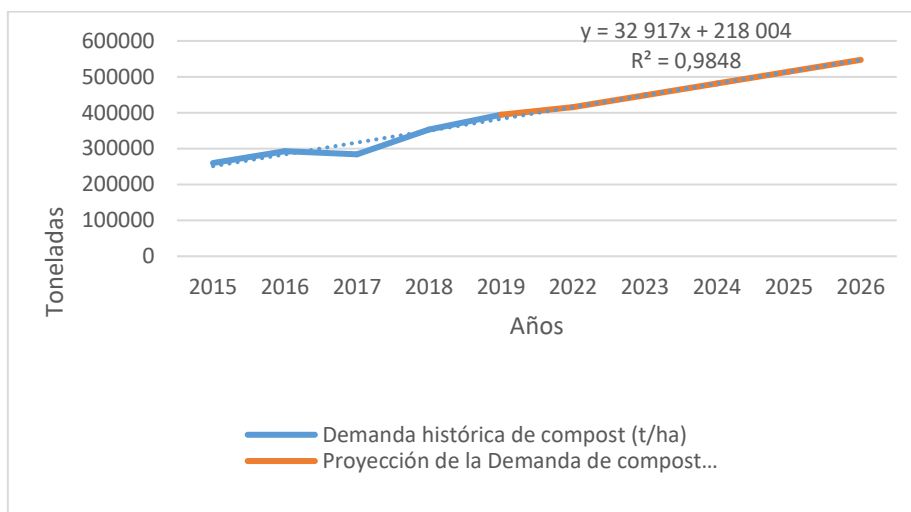


Figura 2: Proyección de la demanda de compost, año 2022-2026.

Fuente: Elaboración propia. En base a SENASA. 2015-2019.

- **Análisis de la oferta**

Se consideró la disponibilidad de estiércol, obteniéndose como resultado un incremento de 11,73%.

Tabla 3: Oferta histórica de estiércol durante el año 2015-2019 (t/año).

Año	Oferta histórica (t/año)
2015	3 436
2016	3 443
2017	3 386
2018	3 760
2019	3 839

Fuente: Elaboración propia. En base a Agencia Agraria de Santa Cruz.

Con los datos obtenidos, el porcentaje de insumos y el 1% de descarte, se efectuó la proyección para los siguientes cinco años (Anexo N° 3).

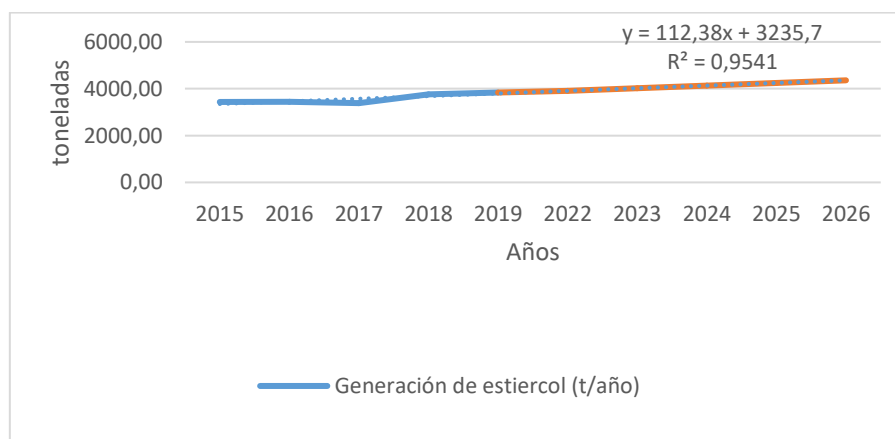


Figura 3: Proyección de la oferta de estiércol (t/año), año 2022-2026.

Fuente: Elaboración propia. En base a la Agencia Agraria de Santa Cruz.

Balance oferta y demanda

Con los datos calculados anteriormente se calculó el balance para establecer la demanda insatisfecha y determinar el porcentaje que se va a cubrir en el mercado, obteniéndose como resultado el 0,6% de participación.

Tabla 4: Proyección de la demanda, oferta y determinación de la demanda insatisfecha.

Año	Demanda proyectada(t)	Oferta proyectada(t)	Demanda insatisfecha	Cantidad que se va a cubrir (%)
2022	415 506	2 555	412 951	0,6
2023	448 423	2 628	445 794	0,6
2024	481 339	2 702	478 638	0,6
2025	514 256	2 775	511 481	0,6
2026	547 173	2 849	544 325	0,6

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de precios y plan de ventas

Con los datos obtenidos se realizó la proyección del precio de venta de compost para los 5 años siguientes, se obtuvo como resultado un precio promedio de S/. 740,00 por tonelada y S/. 37,00 por saco de 50 kg (Anexo N° 4); además, es necesario indicar que la venta del producto será de manera directa a los clientes (mayoristas y minoristas) y posteriormente al consumidor final o también desde el fabricante hacia el consumidor. Mediante el precio proyectado, se obtuvo los ingresos para el periodo 2022 al 2026, en el año 2026 será de S/. 2 125 582,81.

Tabla 5: Plan de ventas

Año	Ventas (t)	Precio (S//t)	Ingresos (S/)
2022	2 555	733	1 873 705,09
2023	2 628	737	1 935 968,38
2024	2 702	740	1 998 701,62
2025	2 775	743	2 061 909,66
2026	2 849	746	2 125 582,81

Fuente: Elaboración propia.

Estudio técnico - tecnológico para la producción de compost a partir de la biomasa.

- **Plan de producción**

Teniendo en cuenta los datos proyectados del año 2022 hacia el 2026, considerando que la producción se realizará todo el año, 26 días al mes, con una jornada diaria de 8 horas; cabe mencionar que no se considerará un inventario inicial, ya que es un insumo requerido por los agricultores de la zona, cuyo porcentaje a cubrir es de 0,6% de demanda no satisfecha.

Tabla 6: Plan de producción del compost en toneladas.

Año	Mes	Demanda (t/año)	Producción (t/mes)	Venta (t/mes)
2022	Enero	2 555	213	213
	Febrero		213	213
	Marzo		213	213
	Abril		213	213
	Mayo		213	213
	Junio		213	213
	Julio		213	213
	Agosto		213	213
	Setiembre		213	213
	Octubre		213	213
	Noviembre		213	213
	Diciembre		213	213
2023	Año 2	2 628	2 628	2 628
2024	Año 3	2 702	2 702	2 702
2025	Año 4	2 775	2 775	2 775
2026	Año 5	2 849	2 849	2 849

Fuente: Elaboración propia. propia. En base a la Agencia Agraria de Santa Cruz

- **Requerimiento de materiales e insumos**

Los insumos necesarios para la elaboración del compostaje se determinaron en base a la disponibilidad con los que cuenta dicha provincia que son el estiércol porcino, aserrín, restos de poda y hoja de caña. Según la FAO [26] el promedio adecuado de relación Carbono - Nitrógeno (C/N) para este proceso es de 25 a 35, debido a ello se consideró estos insumos equilibrando la relación C/N. (Anexo 5). Se determinó la cantidad en kilogramos de la materia prima e insumos que se necesitará para obtener una tonelada de compost cuyas cantidades son las siguientes: Estiércol porcino 1 516 kg, aserrín 25kg, restos de poda 51 kg, hoja de caña 92 kg, haciendo un total de 1 684 kg. Se obtuvo como resultado que la relación C/N de la mezcla para el proceso de compostaje es 29,3; valor que se encuentra dentro del rango ideal.

Según Castro [37] en su investigación hace mención que por cada kg estiércol durante el proceso se reduce a 0,6 kg de compost, para calcular el rendimiento por cada tonelada de mezcla durante el proceso se obtiene 0,6 t de compost, como se observa a continuación:

$$\text{Peso total} = \text{total de mezcla} * \% \text{ de humedad}$$

$$\text{Peso total} = (1 \text{ tonelada}) * (100 - 40)\%$$

$$\text{Peso total} = 0,6 \text{ toneladas de compost}$$

El requerimiento de materia prima (estiércol) e insumos para la producción de compost, periodo 2022-2026, se especifican en el anexo N° 6.

Dado que la presente investigación estará ubicada en la provincia de Santa Cruz, teniendo en cuenta la disponibilidad de materia prima y cercanía hacia nuestros clientes que son los agricultores.

La micro localización se consideró evaluar los distritos de Santa Cruz, La Esperanza y Chancay Baños, considerando aquellos con mayor población de porcinos. Al comparar los factores de disponibilidad de materia prima, disponibilidad de mano de obra, servicios públicos, vías de comunicación y transporte, cercanía al mercado y disponibilidad del terreno, se obtuvo que el proyecto se localizara en el distrito de Santa Cruz con un puntaje de 2. (Anexo N° 7-9)

Proceso de producción:

El proceso tendrá materia prima principal al estiércol en toneladas y como producto final sería el compost [19], cuyo proceso se describe a continuación.

Antes de llevarse a cabo la recepción de los materiales, el encargado de la planta realiza el proceso de negociación con los dueños de los criaderos para llegar a un acuerdo y definir como se llevara a cabo la recolección, cabe mencionar que existe cercanía entre los distritos lo cual facilitara dicho proceso, por ende se realizará dejando un día, para trasladarlos hacia la planta; teniendo como estrategia el intercambio de materia prima por la entrega de compost ya que la mayoría se dedican a la agricultura. Cabe mencionar que se va a utilizar el 80% de estiércol de dicha provincia ya que según información brindada por la Agencia Agraria alrededor del 20% no cuentan con un corral de crianza ya que los porcinos son criados en otras condiciones donde es difícil el acopio de la biomasa.

- Recepción: Los materiales son recepcionados para pasar a la siguiente etapa.
- Pesado: Se realiza en una balanza industrial por separado, para ingresar al proceso, y posteriormente trasladado al molino de martillo.
- Triturado: Se realiza con la finalidad de que los materiales puedan descomponerse de manera más rápida.
- Mezclado: Se procede a mezclar los materiales teniendo en cuenta las respectivas cantidades que son necesarios para el proceso, asimismo se añade agua, se llevaran a cabo en pilas dinámicas con las siguientes dos etapas.
- Compostaje: Esta etapa consiste en hacer que las bacterias aerobias descompongan los residuos orgánicos, teniendo en cuenta los factores como el aire, humedad de (40-65%), temperatura (60-70°C), etc. para que el proceso se efectuó de manera eficiente, mediante el sistema de aireación natural ya que cumple con los requisitos térmicos [22].

Posteriormente se coloca el material en pilas dinámicas volteadas, donde los volteos se realizarán 3 veces semanalmente durante las primeras 3 o 4 semanas, posteriormente el volteo será cada 7 días aproximadamente, añadiendo agua en el momento que el compost está secándose, teniendo en cuenta las temperaturas alcanzadas, para mantener controlada esta etapa, este proceso demora en promedio 1 – 2 meses como máximo.

- Maduración: se lleva a cabo durante 10-15 días, la temperatura alcanzada en la etapa de compostaje disminuye hasta llegar a tener temperatura ambiente, permitiendo de esta manera que los microorganismos generados se estabilicen; durante esta etapa se elimina aproximadamente el 38-40% de lixiviados; cuya medida de mitigación sería el uso de lixiviados de compost en sustratos siendo como medida preventiva para suprimir los agentes patógenos antes de que causen enfermedades en la raíz, para mejorar el crecimiento de la planta [38].

- Tamizado: se realiza para lograr un producto más homogéneo y eliminar material ajeno al compost siendo aproximadamente 1%.

- Envasado y sellado: El compost será envasado una parte en sacos de polipropileno de 50 kilogramos; en una balanza industrial, cada saco es cosido y llevado al área de producto terminado y otra parte será almacenado por toneladas.

- Almacenamiento: Se almacena el compost para ser vendido por toneladas o en sacos de 50 kilogramos según requerimiento de los clientes.

Diagrama de bloques:

A continuación, se muestra el proceso productivo para obtener como producto final 1 tonelada de compost según Cachay [19]:

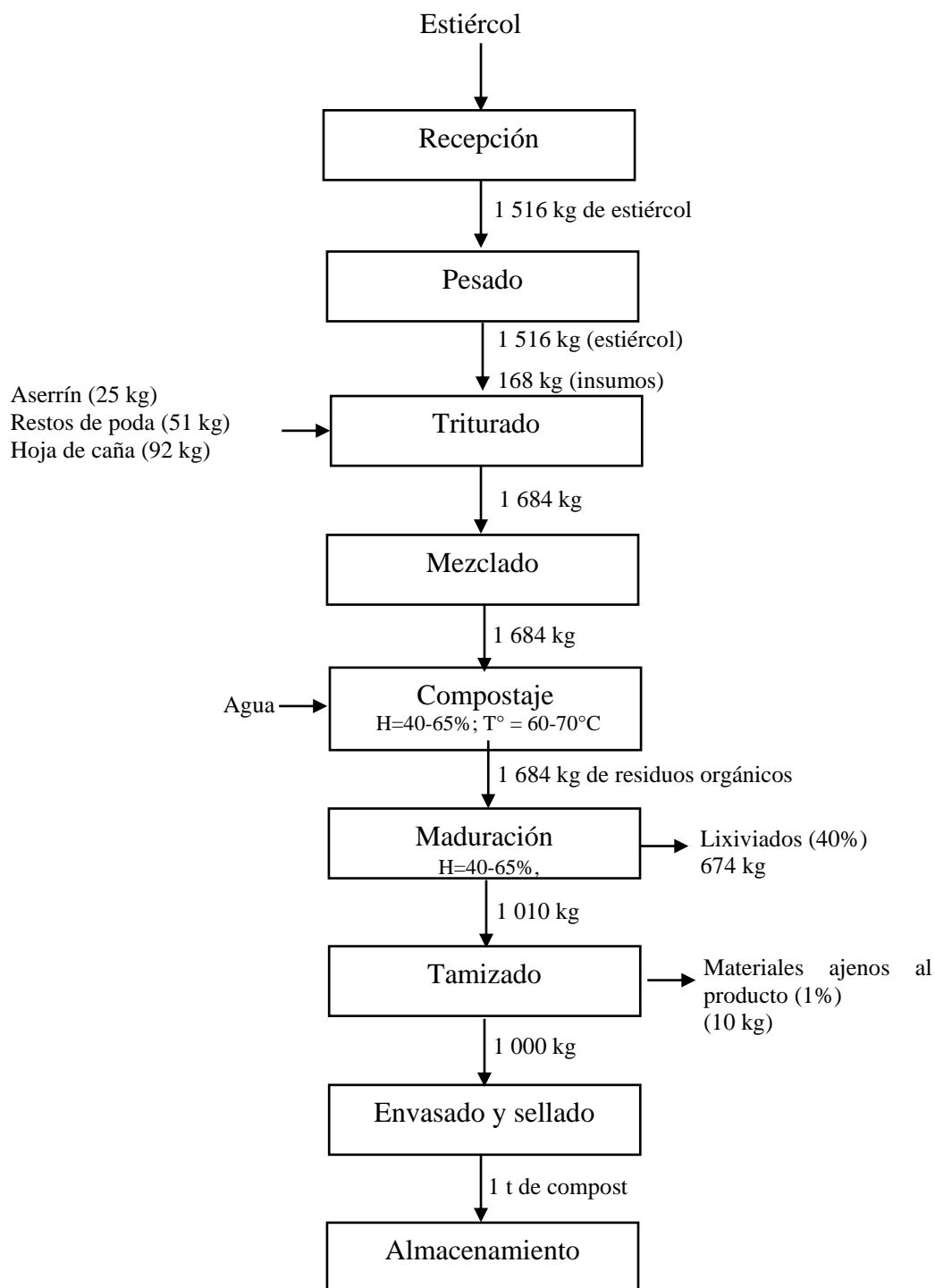


Figura 4: Balance de materiales del proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia. En base a Cachay. 2018.

Capacidad de planta

Se tuvo en cuenta la capacidad de producción del 2026 ya que es la más alta con 2 849 toneladas de compost. Para este proyecto se laborará 26 días/mes, durante todo el año. Teniendo de esta manera los siguientes resultados:

$$\text{Capacidad diseñada} = \frac{2\,849\text{ t}}{\text{año}} * \frac{1\text{ año}}{12\text{ meses}} * \frac{1\text{ mes}}{26\text{ días}} = 9,13 \frac{\text{t}}{\text{día}}$$

Se obtuvo como resultado que la planta tendrá una capacidad de diseño para la producción de 9,13 t/día equivalente a 183 sacos/día (50kg).

En lo que concierne a la capacidad real del proyecto, se considera como la capacidad que efectivamente la planta va a producir. Para ello se tomó en cuenta la capacidad de producción del primer año proyectado que es de 2 555 toneladas de compost.

$$\text{Capacidad real de la planta} = \frac{2\,555\text{ t}}{\text{año}} * \frac{1\text{ año}}{12\text{ meses}} * \frac{1\text{ mes}}{26\text{ días}} = 8,18\text{ t/día}$$

La capacidad real de producción de la planta para el primer año es de 8,18 toneladas/día equivalente a 164 sacos/día (50 kg).

Con los datos obtenidos anteriormente de la capacidad de diseño y real se calculó la capacidad utilizada para el primer año de producción.

$$\text{Capacidad utilizada (\%)} = \frac{8,18\text{ t/día}}{9,13\text{ t/día}} = 89,5\%$$

Se obtuvo como resultado que la capacidad utilizada para el primer año de producción será de 89,5%.

Indicadores de producción

Se consideró como primer indicador a la productividad, teniendo en cuenta que ingresan 1 684 kg de materia prima e insumos, obteniéndose una tonelada de compost.

$$\text{Productividad} = \frac{1\,000\text{ kg}}{1\,684\text{ kg}} * 100 = 59\%$$

Teniendo en cuenta que el proceso de producción de compost dura un periodo de dos a tres meses [39]. En la etapa de recepción el tiempo aproximado es de 480 min, pesado 5 min, triturado 240 min, mezclado 240 min, compostaje 64 800 min, tamizado 240 min, envasado y sellado 240 min y almacenamiento 240 min para obtener una tonelada de compost.

Considerando que el tiempo de ciclo es 64 800 min se determinó el número mínimo de estaciones siendo un total de 2.

$$\text{N}^\circ \text{ de estaciones} = \frac{87\,845\text{ min}}{64\,800\text{ min}} = 2\text{ estaciones}$$

La planta de compost tendrá una eficiencia de 67,7 %

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{87\,845 \text{ min}}{2 * 64\,800 \text{ min}} = 67,7\%$$

Con el número de estaciones obtenido se realizó el balance para el proceso de producción del compost (Anexo N°10)

En el proceso productivo se consideró 1 operario en la recepción y pesado, 1 operario para el triturado, 2 en el mezclado, compostaje y maduración, en el tamizado 1 operario, en el envasado y sellado 2 operarios y en el almacenamiento 1 operario, siendo un total de 8 operarios. En cuanto a la productividad de mano de obra por hora – hombre se obtuvo como resultado que cada operario debe procesar 0,143 toneladas equivalente a 2,86 sacos/(hora-hombre).

$$\text{Productividad de MO} = \frac{2\,849 \text{ t/año}}{8 \text{ operarios} * 8 \text{ horas} * 312 \text{ días}} = 0,143 \text{ t/(hora – hombre)}$$

Requerimiento de maquinaria y/o equipos

Para el proceso productivo del compost se requiere maquinaria, las cuales fueron cotizadas de catálogos de empresas (Anexo N° 11), la maquinaria requerida para el proceso es la siguiente: un volquete, una balanza (GPWA02-1 bascula de eje), un molino de martillo de doble eje, una maquina removedora de compost, un tamiz vibratorio lineal, una balanza de plataforma electrónica, una cosedora, una estoca, un cargador frontal.

Distribución de planta

La planta estará ubicada en la provincia de Santa Cruz, en el sector San Isidro (Anexo N° 12). Tendrá una distribución en línea, ya que la materia prima e insumos pasaran de un proceso a otro consecutivamente. Asimismo, se consideró que el patrón con el que va a contar es distribución en “U”. Con el método de Guerchet se determinó el área total siendo 1 210,54 m², teniendo en cuenta las dimensiones de la maquinaria y equipos necesarios, asimismo, las áreas que conformaran la empresa (Anexo N° 13,14). Mediante una matriz de relaciones, se determinó que tan cercana debe estar un área de otra; obteniendo que las áreas de recepción de materia y de producción deben estar cercanos al igual que las áreas de producción y producto terminado, además se determinó que los SS. HH del área administrativa y producción deben estar alejados del área de comedor (Anexo N°15). Una vez definida las áreas se realizó el plano de distribución como se detalla en el anexo N° 16.

Estructura organizacional

Estará conformadas por un jefe, 2 operarios para vigilancia, 8 operarios, 2 personas de limpieza, 3 administrativos obteniendo un total de 15 colaboradores (Anexo N° 17).

Análisis económico – ambiental de la propuesta

Existe inversión tangible e intangible, el capital de trabajo para dar inicio al proyecto tiene una inversión total de S/ 1 848 330,00.

Tabla 7: Inversión total para la planta de compost

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN TOTAL (S/)	PROMOTORES DEL PROYECTO (S/)	SOCIO ESTRATÉGICO (S/)	FINANCIAMIENTO (S/)
CAPITAL DE TRABAJO	75 402,32		75 402,32	
Inversion tangible				
Terrenos	40 000,00	40 000,00		
Construcciones	421 395,72			421 395,72
Infraestructura ind	710 596,60			710 596,60
Máquinaria	340 949,40			340 949,40
Equipos de oficina	14 310,00	14 310,00		
Transporte	130 000,00		130 000,00	
Total de Inversión tangible	1 657 251,72	54 310,00	130 000,00	1 472 941,72
Inversion intangible				
Estudios	20 000,00	20 000,00		
Gastos pre operativos	7 660,30		7 660,30	
Total inversion intangible	27 660,30	20 000,00	7 660,30	
Imprevistos 5%	88 015,72	3 715,50	10 653,13	73 647,09
INVERSIÓN TOTAL	1 848 330,06	78 025,50	223 715,75	1 546 588,81
Porcentaje	100%	4%	12%	84%

Fuente: Elaboración propia.

Del total de inversión obtenida el 84% será financiado por la Caja Trujillo [40], por el motivo de que su tasa de interés es del 12,7%. El monto será financiado por el plazo de 5 años.

Presupuesto de costos

Para llevar a cabo la producción del compost orgánico incurren costos de producción, gastos administrativos, gastos de comercialización y gastos financieros, cuyo resultado obtenido para el primer año, el costo total será de S/ 1 715 890,59 y para el quinto año S/ 1 630 919,47.

Tabla 8: Resumen total de costos (anexo)

ITEMS	1 Año (S/)	2 Año (S/)	3 Año (S/)	4 Año(S/)	5 Año(S/)
Costos de Producción					
Materia prima	627 124,75	645 042,60	663 205,90	681 123,75	699 287,05
Mano de Obra Directa	16 963,20	16 963,20	16 963,20	16 963,20	16 963,20
Gastos generales de fabricación	260 739,90	260 739,90	260 739,90	260 739,90	260 739,90
Costo Variable total	904 827,85	922 745,70	940 909,00	958 826,85	976 990,15
Gastos de Operaciones					
Gastos Administrativos	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000,20
Gastos de comercialización	80 328,00	80 328,00	80 328,00	80 328,00	80 328,00
Gastos financieros	505 734,54	466 451,18	427 167,83	387 884,47	348 601,12
Costo fijo total	811 062,74	771 779,38	732 496,03	693 212,67	653 929,32
Costo total	1 715 890,59	1 694 525,09	1 673 405,03	1 652 039,53	1 630 919,47

Fuente: Elaboración Propia.

Punto de equilibrio económico.

Como resultado se obtuvo que en el primer año la empresa debe producir más de 2 352 toneladas para poder obtener ingresos, asimismo se determinó el costo variable unitario como se detalla en el Anexo N°18.

Depreciación: La empresa cuenta con un monto de S/ 1 617 251,72 en activos, de los cuales al año se deprecian S/ 117 922,83. (Anexo 19)

Estado de ganancias y pérdidas:

Muestra la rentabilidad de la empresa para los 5 años siguientes, se obtuvo que en el primer año se obtendrá S/ 183 014,53 y en el quinto año S/ 183 014,53 de utilidades netas como se observa en la tabla 9.

Tabla 9: Estado de ganancias y pérdidas.

	1 Año (S/)	2 Año (S/)	3 Año (S/)	4 Año (S/)	5 Año (S/)
Ingresos totales	1 785 945,00	1 852 740,00	1 904 910,00	1 961 925,00	2 079 770,00
Costos de Producción	904 827,85	922 745,70	940 909,00	958 826,85	976 990,15
Utilidad bruta	881 117,15	929 994,30	964 001,00	1 003 098,15	1 102 779,85
Gastos administrativos	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000,20
Gastos de comercialización	80 328,00	80 328,00	80 328,00	80 328,00	80 328,00
Depreciación	117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83
Utilidad operativa	457 866,11	506 743,26	540 749,96	579 847,11	679 528,81
Gastos de financiamiento (Intereses)	196 416,78	157 133,42	117 850,07	78 566,71	39 283,36
Utilidad antes del Impuesto	261 449,33	349 609,84	422 899,90	501 280,40	640 245,46
Impuesto a la renta (30%)	78 434,80	104 882,95	126 869,97	150 384,12	192 073,64
Utilidades netas	183 014,53	244 726,89	296 029,93	350 896,28	183 014,53

Fuente: Elaboración Propia.

Flujo de caja

Con los datos obtenidos se realizó el flujo de caja anual para los primeros 5 años ya que permitirá conocer su rentabilidad y viabilidad del proyecto.

Tabla 10: Flujo de caja.

Meses	0 Año (S/)	1 Año (S/)	2 Año (S/)	3 Año(S/)	4 Año (S/)	5 Año (S/)
Inversión						
Capital social	301 741,25					
Préstamos a CP y LP	1 546 588,80					
Total inversión	1 848 330,05					
INGRESOS						
Cobranzas ventas año (Contado)		1 785 945	1 852 740	1 904 910	1 961 925	2 079 770
TOTAL INGRESOS		1 785 945	1 852 740	1 904 910	1 961 925	2 079 770
EGRESOS						
Costos de Producción		904 827,85	922 745,70	940 909,00	958 826,85	976 990,15
Gastos administrativos		225 000,2	225 000,2	225 000,2	225 000,2	225 000,2
Gastos de comerc.		80 328	80 328	80 328	80 328	80 328
Gastos financieros		505 734,53	466 451,18	427 167,82	387 884,47	348 601,16
Depreciación		117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83
TOTAL EGRESOS		1 833 813,42	1 812 447,92	1 791 327,86	1 769 962,35	1 748 842,30
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		-47 868,42	40 292,07	1 13 582,13	191 962,64	330 927,69
Impuestos a la renta		-14 360,52	12 087,62	34 074,64	57 588,79	99 278,30
SALDO (Después de impuestos)		-33 507,89	28 204,45	79 507,49	134 373,84	231 649,38
Depreciación		117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83	117 922,83
SALDO FINAL (Deficit/Superavit)	-301 741,25	84 414,93	146 127,28	197 430,32	252 296,68	349 572,22
UTILIDAD ACUMULADA	-301 741,25	-217 326,31	-71 199,02	126 231,29	378 527,97	728 100,19

Fuente: Elaboración Propia.

Se obtuvo como resultado que la utilidad que tendrá la empresa en el año 1 y 2 será negativa y en el año 3 empezará a tener ingresos positivos. Asimismo, se calculó la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) cuyo resultado obtenido es de 13%.

Valor Presente Neto (VAN): Se obtuvo como resultado que el VAN es de S/ 368 031,38.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Se obtuvo un TIR de 45%, lo que indica que el proyecto es beneficioso ya que es mayor que el TMAR que es 13%.

Relación costo/beneficio: Se obtuvo como resultado un costo/beneficio de S/ 1,22, es decir se obtendrá un beneficio adicional de 0,22 céntimos por cada sol invertido.

Estudio de sostenibilidad ambiental

Se realizó mediante la matriz de Leopold considerando como factores ambientales a los siguientes: calidad del aire, calidad de suelo, calidad de agua, contaminación acústica, ecosistema terrestre, flora y fauna, salud, paisaje visual, empleo. Asimismo, las actividades que pueden generar impactos tanto positivos como negativos, dividiéndose en dos grupos: de construcción (aplanamiento del suelo, excavaciones, eliminación de desmonte, transporte de materiales y levantamiento de la planta) y las operaciones del proceso de producción (recepción, pesado, triturado, mezclado, compostaje, maduración, tamizado, envasado y sellado, almacenamiento).

Para cada actividad se identificaron los siguientes impactos:

Aplanamiento del suelo, genera contaminación acústica ocasionado por el ruido de la maquinaria, muerte de especies tanto de fauna y vegetación.

Excavaciones, ocasiona contaminación del aire.

Eliminación de desmonte, origina contaminación del aire y suelo.

Transporte de materiales, produce contaminación del aire con material particulado, contaminación acústica por el ruido de la maquinaria, contaminación del aire por la emisión de gases.

Levantamiento de la planta, genera contaminación del aire por el material particulado, accidentes, enfermedades ocupacionales y generación de empleo.

Operaciones del proceso de producción, ocasiona contaminación del aire por la emisión de gases de la maquinaria y material particulado, contaminación del suelo por los residuos generados durante el proceso, contaminación acústica por el ruido de la maquinaria, generación de empleo.

Con los factores ambientales determinados se realizó la matriz de Leopold (Anexo 20) teniendo como resultado que el medio socioeconómico es el menos afectado, ya que su impacto

genera una puntuación de 66, seguidamente el medio integrado con -25, el medio biológico con -93, el medio físico es el componente con mayor afectación con -150. El impacto total que implica el desarrollo de las actividades está denotado en un total de -202.

Medidas de mitigación:

Contaminación del aire con material particulado de los agregados, cubrir con una carpa el volquete y adquirir los materiales de lugares más cercanos.

Contaminación del aire por la emisión de gases de la maquinaria de construcción, emplear vehículos y/o maquinarias híbridas, más eficientes y/o que utilicen combustibles más limpios, capacitar en conducción e coeficiente y emplear el uso de Gas Natural Licuado en reemplazo de diésel para la maquinaria pesada.

Contaminación acústica por ruido de maquinaria, realizar un mantenimiento continuo a la maquinaria, capacitar el uso adecuado de EPP'S.

Contaminación del suelo por algún derrame de combustible de maquinaria, realizar inspecciones antes de iniciar las labores correspondientes, cambiar el aceite en un lugar adecuado teniendo las precauciones necesarias.

Aplanamiento del terreno por el movimiento de la maquinaria pesada, señalar el área del terreno necesaria para evitar aplanar más de lo requerido.

Accidentes y enfermedades ocupacionales, capacitar al personal sobre las medidas de prevención y la importancia del EPP'S.

Accidentes laborales, capacitar al personal sobre la importancia y el uso adecuado de los EPP'S.

Contaminación del aire por emisiones de gases generadas durante el proceso, usar Gas Natural Licuado (GNL) en reemplazo de diésel para la maquinaria. Asimismo, tener en cuenta el Límite Máximo Permisible (LMP) para la medida o grado de las emisiones según el Ministerio Del Ambiente.

Contaminación del suelo por los residuos generados en el proceso, colocar tachos, reciclar y seleccionar los residuos para ser aprovechados.

Discusión:

La evaluación de impactos ambientales generados por la biomasa mediante una matriz de importancia se determinó que el 4,8% son impactos negativos compatibles, el 61,9% moderado y el 33,3% severos; representando el 100% de impactos negativos. Comparando los resultados obtenidos con la investigación realizada por Robles [18] en donde mediante la matriz causa-efecto se obtuvo como resultado que el 73,3% representa los impactos negativos y el 26,7% positivos, por lo que es necesario mitigar dichos impactos.

El análisis de mercado en la provincia de Santa Cruz determinó que existe una demanda insatisfecha para el consumo de compost de estiércol porcino, cuyo porcentaje a cubrir es de 0,6% menor al resultado obtenido por Cachay [19] en su investigación en donde obtuvo que el porcentaje a cubrir del proyecto es de 0,11% lo que indica que el valor obtenido en la presente investigación señala que existe una oportunidad para producir compost; asimismo, Magri [22] concluyó que el compost puede sustituir parcialmente el uso de fertilizantes químicos que afectan el crecimiento vegetal, lo que indica una satisfacción de la demanda del compost orgánico.

El proceso de producción, se realizó en base a la relación Carbono - Nitrógeno que fue de 29,3 comparando dicho resultado con la FAO [26] en donde indica que el rango ideal de la relación C/N para el compostaje es de 25 a 35, evidenciando que el resultado obtenido se encuentra dentro del rango establecido, dicho proceso se realizará en pilas dinámicas con un sistema de aireación natural (AN); según Ruiz [20], hace mención que es más factible el sistema de AN ya que cumple con los requisitos térmicos para la obtención de compost con mayor calidad, comparando con la investigación realizada por Magri [22] en donde se obtuvo como resultado que el sistema AN cumple con los requisitos térmicos para la higienización del material. Asimismo, se determinó que por cada 1 684 kg de materia prima e insumos se obtiene 1t de compost; dicho resultado es comparable con la investigación realizada por Castro [37] en donde hace mención que por cada kg de compost de mezcla durante el proceso se reduce a 0,6 kg de compost. Además, mediante el método Guerchet se calculó el área total siendo 1 233,88 m², este resultado es comparado con Cachay [19] en donde empleo el mismo método obteniendo como resultado 1 447,31 metros cuadrado de área para la planta.

La evaluación económica del proyecto tendrá una inversión total de S/ 1 848 330,00, el VAN fue de S/ 368 031,38, el TMAR de 13% y el TIR de 45%, cuyo costo-beneficio por cada sol invertido se genera una ganancia de S/ 0,22, dichos resultados son comparables con la investigación realizada por Cachay [19] en donde se obtuvo un VAN de S/ 5 71 137,08 y un

TIR de 73% teniendo como costo-beneficio una ganancia de 0,47 céntimos, evidenciando la viabilidad económica del presente proyecto.

Conclusiones

La instalación de una planta industrial para la producción de compost a partir de estiércol porcino en el la Provincia de Santa Cruz es viable de acuerdo con la evaluación técnica, económica y ambiental.

En el diagnóstico de la situación actual de la biomasa generada del sector porcino en la Provincia de Santa Cruz se obtuvo como promedio que cada porcino elimina 3,13 kg de estiércol, existe alrededor de 14 087 porcinos acumulándose 44 092 kg/día de biomasa siendo arrojada hacia el medio ambiente afectando no solo los recursos naturales (aire, agua y suelo) sino también la salud de las personas aledañas. Mediante la matriz de importancia se obtuvo que el 4,8% impactos negativos compatible, el 61,9% moderados y el 33,3% severo.

En cuanto al análisis del mercado realizado en la presente investigación se determinó que la demanda de compost proyectada en toneladas para el 2026 es 547 173; la oferta en el año 2026 es de 2 849. El porcentaje que se va a cubrir de la demanda insatisfecha, es de 0,6% para dicho periodo.

En lo que respecta al estudio técnico - tecnológico para la producción de compost se obtuvo una productividad de 59%, una eficiencia del 67,7% y una productividad de mano de obra de 0,143 t/hora-hombre; cuya área total de la planta es de 1 210,54 m² con una distribución en “U”.

El análisis económico de la propuesta, se determinó que el proyecto es rentable debido a que se obtuvo un VAN de S/ 368 031,38, TMAR de 13% y un TIR de 45%, asimismo se determinó que por cada sol invertido se obtendrá un adicional de S/ 0,22 lo que indica que el proyecto es beneficioso económica y ambientalmente.

Recomendaciones

Evaluar otros sistemas de compostaje (cerrado) para la biomasa del sector porcino con la incorporación de otros insumos.

Analizar nuevas alternativas de valorización de la biomasa en la Provincia de Santa Cruz.

Realizar campañas aplicando las estrategias de marketing para promocionar el producto y maximizar sus beneficios económicos.

Referencias

- [1] L. H. Quitl, «"Producción de la especie *Saccharomyces cerevisiae* mediante la bioconversión de excretas porcinas",» México, 2019.
- [2] J. A. Gómez Soto, Ó. J. Sánchez Toro y L. G. Matallana Pérez, «Residuos urbanos, agrícolas y pecuarios en el contexto de las biorrefinerías,» *Revista facultad de ingeniería*, p. 25, 13 08 2019.
- [3] L. Moreno Ayala, J. Cadillo Castro y J. Chura Chuquija, «Calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala,» *Anales Científicos*, vol. 81, n° 1, p. 11, 2020.
- [4] América Economía, «americaeconomia.com,» 18 junio 2016. [En línea]. Available: <https://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/region-lima-tiene-la-mayor-produccion-de-carne-porcina-en-el-peru>.
- [5] Ministerio de Agricultura y Riego, «Panorama y perspectivas de la producción de carne de cerdo en el Perú,» febrero 2020. [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/566516/Panorama_y_persp_produc_carne_cerdo.pdf. [Último acceso: 6 noviembre 2021].
- [6] D. E. Suero Sánchez, «Evaluación de opciones tecnológicas para el tratamiento de efluentes de la unidad experimental de cerdos de la UNALM,» Lima-Perú, 2016.
- [7] Eficiencia, «¿Qué es la biomasa?,» 4 diciembre 2015. [En línea]. Available: <https://eficiencia.com/que-es-la-biomasa/#:~:text=Redactor%20e%2DFficiencia,se%20caracteriza%20por%20su%20heterogenidad..> [Último acceso: 21 mayo 2021].
- [8] A. Lucas, C. Peso, E. Rodrigues y P. Prieto, «Biomasa, biocombustibles y sostenibilidad,» 2012. [En línea]. Disponible en : <http://sostenible.palencia.uva.es/system/files/publicaciones/Biomasa%2C%20Biocombustibles%20y%20Sostenibilidad.pdf>. [Último acceso: 25 septiembre 2021].
- [9] Ministerio del Ambiente, «Aprende a prevenir los efectos del mercurio,» *Residuos y Áreas verdes*, p. 36, 2016.
- [10] El Peruano, «Normas Legales,» 21 diciembre 2017. [En línea]. Disponible en : https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/12/ds_014-2017-minam.pdf. [Último acceso: 21 mayo 2021].
- [11] I. E. Oliveros, «Residuos Pecuarios. Actualidad de normativas y lineamientos para regulaciones provinciales,» p. 6, 2019.

- [12] D. Huanco, «Bioadsorción de mercurio (II) en aguas residuales generados por el centro minero informal de Lunar de oro, ubicado en el distrito de Ananea con biomasa de waraqqo (*Echinópsis maximiliana*)», Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Química, Puno-Perú, 2017.
- [13] L. Castro, M. Ayala y J. Castillo, «Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del mail clala», *Anales Científicos*, n° 1, p. 5, 2018.
- [14] Diario Oficial de la Unión Europea, «Directiva 2008/98/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo», 22 noviembre 2008. [En línea]. Available: <https://www.boe.es/doue/2008/312/L00003-00030.pdf>. [Último acceso: 21 mayo 2021].
- [15] M. Arregui y M. Márquez, «“Evaluación de bioabonos obtenidos a partir de residuos animales provenientes del camal Municipal de Guaranda”», Riobamba, 2018, p. 89.
- [16] S. Cespedes y M. Jimenez, *Desarrollo de un proceso de compostaje para el aprovechamiento de lodos resultantes de la planta de tratamiento de agua potable Francisco Wiesner EAAB-ESP.*, Colombia, 2018, p. 105.
- [17] Instituto de Investigaciones agropecuarias, «Elaboración y uso del Compost», 2019. [En línea]. Disponible en : <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/66927/NR41971.pdf?sequence=1>. [Último acceso: 12 junio 2021].
- [18] J. Calle y P. Robles , «Estudio de Impacto Ambiental de la Porcícola del Litoral S.A. en el Recinto el Piedrero, Cantón El Triunfo, Provincia del Guayas.», Ecuador, 2017-2018.
- [19] C. Cachay , «Proyecto de instalación de una planta industrial productora de compost en el distrito de Monsefú para el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios», Chiclayo, 2018.
- [20] D. Ruíz, «Estudio de viabilidad técnico para la creación de una planta de compostaje a partir de estiércol de una exploración de cebo de ganado porcino en toro (Zamora)», Miguel Hernández del Elche, Zamora, 2018.
- [21] A. Muñoz Villalobos, J. Salcedo, M. Jacobo, U. Figueroa, S. Maciel , L. López y A. Muñoz, «Minor Elements in Compost Produced from Livestock Manure and Maize Stubble», vol. 17, n° 2, pp. 61-71, 2017.
- [22] L. Magrí, «Manejo de los residuos de cama profunda en un sistema de producción porcina mediante el compostaje», 2020. [En línea]. Disponible en: <http://biblioteca.puntoedu.edu.ar/bitstream/handle/2133/19189/Tesis%20Magri.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. [Último acceso: 2 junio 2020].

- [23] E. Peña Merladet, «Evaluación de impacto ambiental en el plano de inundación del río "Yara" en el tramo urbano del municipio "Yara",» Dialnet, vol. 4, n° 1, p. 62, 2016.
- [24] L. Soriano Parra, M. H. Ruíz Rivera y E. Ruíz Lizama, «Criterios de evaluación de impacto ambiental en el sector minero.,» Diseño y Tecnología, vol. 18, n° 2, pp. 106-107, 11 noviembre 2015.
- [25] SENASA, «Estadísticas de producción orgánica nacional 2015-2019,» 2019. [En línea]. [Último acceso: 15 septiembre 2021].
- [26] FAO, «Manual de compostaje del agricultor,» 2013. [En línea]. Disponible en : <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>. [Último acceso: 29 junio 2021].
- [27] A. Suñé, F. Gil y I. Arcusa, Manual práctico de diseño de sistemas productivos, Madrid, 2004.
- [28] C. Rojas, Diseño y control de producción, La libertad, 1996.
- [29] M. Moya, Fundamentos de economía, México, 2012.
- [30] Economipedia, «Matriz de Leopold,» 8 septiembre 2021. [En línea]. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-leopold.html>. [Último acceso: 24 Septiembre 2021].
- [31] google maps world gazetter, «maplandia.com,» 21 04 2021. [En línea]. Disponible en: <http://www.maplandia.com/peru/cajamarca/santa-cruz/santa-cruz/>.
- [32] UABDivulga Barcelona Recerca Innovación, «El compostaje y otras aplicaciones del Compost,» Abril7 2021. [En línea]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/uabdivulga/uabdivulga_a2021m4/uabdivulga_a2021m4a1iSPA.pdf. [Último acceso: 8 junio 2021].
- [33] E. López , A. Andrade, M. Herrera , O. González y A. García, «Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña,» Centro Agrícola, Lima, 2017.
- [34] INEI, «Cajamarca resultados definitivos,» Lima, 2018.
- [35] INEI, «Indicador de la Actividad Productiva Departamental,» Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-actividad-productiva-departamental-i-trim-2020.pdf>. [Último acceso: 12 junio 2021].
- [36] Ministerio de Agricultura y Riego, «Plan Nacional de Cultivos,» 2029. [En línea]. Available: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf. [Último acceso: 17 junio 2021].

- [37] C. Castro, «Propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos desechados en la Empresa M.B.N. Exportaciones & CIA S.R.L. para la elaboración y comercialización de compost en la región Lambayeque,» Chiclayo, 2019.
- [38] T. Buechel, «Uso del lixiviado de compost en sustratos,» 9 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/uso-del-lixiviado-de-compost-en-sustratos/>. [Último acceso: 6 diciembre 2021].
- [39] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, «Manual de compostaje,» Madrid, 2009.
- [40] Caja Trujillo, «Caja Trujillo,» 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.cajatrujillo.com.pe/portalnew/creditos_rapidiario.html#:~:text=Tasa%20de%20Costo%20Efectivo%20Anual,del%20pago%20de%20la%20cuota.. [Accedido: 14 Setiembre 2021].
- [41] Instituto Nacional de Estadística e informática, «Cajamarca resultados definitivos,» Lima, 2018.
- [42] Instituto Nacional de Estadística E Informática, «Acceso a los servicios básicos en el Perú 2013-2018,» Lima, 2019.
- [43] DB, «City.com,» 08 04 2021. [En línea]. Available: <https://es.db-city.com/Per%C3%BA--Cajamarca--Santa-Cruz--Santa-Cruz>.
- [44] Alibaba, «Alibaba.com,» 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/organic-fertilizer-compost-making-machines-compost_1600275345008.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.169a3d9bj113hQ. [Último acceso: 16 Julio 2021].
- [45] Wali Shredder, «Trituradora de doble eje,» 2021. [En línea]. Disponible en: https://es.walishredder.com/product/double_shaft_crusher_single_motor_1. [Último acceso: 22 Julio 2021].

Anexos


Anexo 1: Cantidad de estiércol (kg/año) en sus diferentes etapas en la provincia de Santa Cruz, durante el periodo 2015-2019.

Provincia/ Distritos	Etapas	2015	2016	2017	2018	2019	Total/promedio
Andabamba	Preñadas	39 420	38 106	36 792	43 362	40 734	338 395
	H. Lactación	63 072	58 400	60 736	67 744	63 072	
	Lechón	35 131,25	35 897,75	36 919,75	36 919,75	35 131,25	
	Engorde	202 319,5	189 727	193 924,5	195 603,5	187 208,5	
	Semental	5 475	7 665	6 570	6 570	5 475	
Catache	Preñadas	48 618	47 304	45 990	49 932	42 048	203 356
	H. Lactación	86 432	84 096	81 760	88 768	74 752	
	Lechón	4 726,75	4 599	4 471,25	4 854,5	4 088	
	Engorde	31 061,5	30 222	29 382,5	31 901	26 864	
	Semental	40 515	39 420	38 325	41 610	35 040	
Chancaybaños	Preñadas	113 004	113 004	113 004	111 690	136 656	510 675
	H. Lactación	200 896	200 896	200 896	198 560	242 944	
	Lechón	10 986,5	10 986,5	10 986,5	10 858,75	13 286	
	Engorde	72 197	72 197	72 197	71 357,5	87 308	
	Semental	94 170	94 170	94 170	93 075	113 880	
La Esperanza	Preñadas	143 226	152 424	248 346	245 718	260 172	912 818
	H. Lactación	254 624	270 976	441 504	436 832	462 528	
	Lechón	13 924,75	14 819	24 144,75	23 889,25	25 294,5	
	Engorde	91 505,5	97 382	158 665,5	156 986,5	166 221	
	Semental	119 355	127 020	206 955	204 765	216 810	
Minabamba	Preñadas	88 038	90 666	73 584	67 014	77 526	345 020
	H. Lactación	156 512	161 184	130 816	119 136	137 824	
	Lechón	8 559,25	8 814,75	7 154	6 515,25	7 537,25	
	Engorde	56 246,5	57 925,5	47 012	42 814,5	49 530,5	
	Semental	73 365	75 555	61 320	55 845	64 605	
Pulan	Preñadas	40 734	38 106	38 106	40 734	35 478	167 940
	H. Lactación	72 416	67 744	67 744	72 416	63 072	
	Lechón	3 960,25	3 704,75	3 704,75	3 960,25	3 449,25	
	Engorde	26 024,5	24 345,5	24 345,5	26 024,5	22 666,5	
	Semental	33 945	31 755	31 755	33 945	29 565	
Santa Cruz	Preñadas	103 806	103 806	248,4	95 922	74 898	329 242
	H. Lactación	184 544	184 544	441,6	170 528	133 152	
	Lechón	10 092,25	10 092,25	24,15	9 325,75	7 281,75	
	Engorde	66 320,5	66 320,5	158,7	61 283,5	47 851,5	
	Semental	86 505	86 505	207	79 935	62 415	
Saucepampa	Preñadas	63 072	64 386	65 700	67 014	65 700	283 328
	H. Lactación	112 128	114 464	116 800	119 136	116 800	
	Lechón	6 132	62 59,75	6 387,5	6 515,25	6 387,5	
	Engorde	40 296	41 135,5	41 975	42 814,5	41 975	
	Semental	52 560	53 655	54 750	55 845	54 750	

Sexi	Preñadas	5 256	5 256	6 570	5 256	6 570	25 134
	H. Lactación	9 344	9 344	11 680	9 344	11 680	
	Lechón	511	511	638,75	511	638,75	
	Engorde	3 358	3 358	4 197,5	3 358	4 197,5	
	Semental	4 380	4 380	5 475	4 380	5 475	
Uticyaco	Preñadas	63 072	64 386	68 328	65 700	68 328	286 755
	H. Lactación	112 128	114 464	121 472	116 800	121 472	
	Lechón	6 132	6 259,75	6 643	6 387,5	6 643	
	Engorde	40 296	41 135,5	43 654	41 975	43 654	
	Semental	52 560	53 655	56 940	54 750	56 940	
Yauyucan	Preñadas	42 048	36 792	42 048	35 478	39 420	170 225
	H. Lactación	74 752	65 408	74 752	63 072	70 080	
	Lechón	4 088	3 577	4 088	3 449,25	3 832,5	
	Engorde	26 864	23 506	26 864	22 666,5	25 185	
	Semental	35 040	30 660	35 040	29 565	32 850	
Total (kg/año)		3 435 745	3 442 972	3 386 363,6	3 760 412,5	3 838 942,25	3 572 887,07
Total /t/año)		3 435,745	3 442,972	3 386,3636	3 760,4125	3 838,94225	3 572,88707

Fuente: Elaboración propia. En base a la Agencia Agraria de la Provincia de Santa Cruz.

Anexo 2: Análisis físico químico del compost.

Nombre del producto	COMPOST Campo verde
Logo de presentación	

Presentación (bolsa kg)	50
Materia orgánica (%)	90
Humedad (%)	40-65
pH	8,2
Temperatura (°C)	60-70
Densidad real (g/ml)	1,17
C/N	29,3
% Fósforo	1,3
% Potasio	1,1
% Calcio	2,0
% Magnesio	1,1

Fuente: Elaboración propia. En base a López. 2017.

Anexo 3: Proyección de la oferta del compost, periodo 2022-2026.

Año	Disponibilidad de Estiércol (t) proyectado	1,5% de aserrín	5,5% de hoja de caña	3% de resto de poda	Total de mezcla	Reducción de la mezcla (40%)	Descarte (1%)	Producto final compost (t)
2022	3 910	59	215	117	4 301	2 581	26	2 555
2023	4 022	60	221	121	4 425	2 655	27	2 628
2024	4 135	62	227	124	4 548	2 729	27	2 702
2025	4 247	64	234	127	4 672	2 803	28	2 775
2026	4 360	65	240	131	4 796	2 877	29	2 849

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4: Proyección de precio de compost (t), periodo 2022-2026.

Años históricos	Precio S//t)	Años proyectados	Precio S/
2015	699	2022	733
2016	755	2023	737
2017	710	2024	740
2018	725	2025	743
2019	730	2026	746

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5: Porcentaje de participación C/N de la materia prima e insumos.

Materia prima e insumos	Porcentaje de participación	Relación C/N	Relación C/N de la mezcla
Estiércol porcino	90	16	14,4
Aserrín	1,5	400	6,0
Restos de poda	3	150	4,5
Hoja de caña	5,5	80	4,4
Total	100		29,3

Fuente: Elaboración propia. En base a la FAO. 2013.

Anexo 6: Requerimiento de materia prima e insumos.

Periodo	Producción (t)	Estiércol (90%)	Aserrín (1,5%)	Hoja de caña (5,5%)	Restos de poda (3%)
2021-I	643	579	9	32	17
2021-II	639	383	6	21	11
2021-III	639	383	6	21	11
2021-IV	635	381	6	21	11
Total 2022	2 555	1 533	23	84	46
Total 2023	2 628	1 577	24	87	47
Total 2024	2 702	1 621	24	89	49
Total 2025	2 775	1 665	25	92	50
Total 2026	2 849	1 709	26	94	51

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Evaluación de localización a nivel micro.

FACTORES	CHANCAY BAÑOS	LA ESPERANZA	SANTA CRUZ
Disponibilidad de materia prima	De acuerdo a la Agencia Agraria de la Provincia de Santa Cruz en el distrito de Chancay Baño se genera en promedio la cantidad de 510,675 t/año de estiércol.	Según la Agencia Agraria indica en dicho distrito se genera 912,818 t/año de estiércol.	Según la Agencia Agraria indica en dicho distrito se genera 329,242 t/año de estiércol.
Disponibilidad de mano de obra	Según el INEI en el censo 2017 la provincia tiene un total de 37 164 habitantes, siendo el 75,2% de la población que se encuentra en edad de trabajar. [41]		
Servicios públicos (energía, agua, entre otros)	Según el INEI en la región de Cajamarca el 90,7% cuenta con energía eléctrica mediante red pública, el 88,8% cuenta con el servicio de agua y el 49,1% de la población cuenta con alcantarillado u otras formas de disposición sanitaria de excretas. [42]		
Vías de comunicación y transporte	<p>La provincia de Santa Cruz cuenta:</p> <p>Transporte urbano: El vehículo público más utilizado es la moto taxi moto lineal.</p> <p>Vía terrestre: Se puede llegar desde Chiclayo con 3 horas 20 minutos en automóvil y por Cajamarca 5 horas de viaje.</p> <p>Vía aérea: Cuenta con aeródromo.</p>		
Cercanía al mercado	La cercanía al comprador permitirá incurrir en costos de transporte mientras menor sea la distancia genera mayores beneficios económicos.		
Disponibilidad de Terreno	La provincia cuenta con una superficie de 10 400 hectáreas. [43]		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8: Factores de localización a nivel micro.

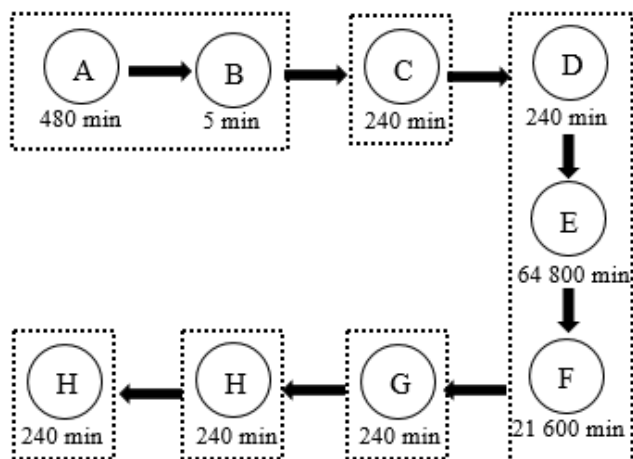
Ítem	Factores
F1	Disponibilidad de materia prima
F2	Disponibilidad de mano de obra
F3	Servicios públicos (energía, agua, entre otros)
F4	Vías de comunicación y transporte
F5	Cercanía al mercado
F6	Disponibilidad de Terreno

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9: Evaluación a nivel micro.


Factores de macrolocalización	Ponderación del factor (%)	Chancay Baños		La Esperanza		Santa Cruz	
		C	P	C	P	C	P
Disponibilidad de materia prima	25%	2	0,50	3	0,75	2	0,50
Disponibilidad de mano de obra	13%	2	0,25	2	0,25	2	0,25
Servicios públicos (energía, agua, entre otros)	16%	1	0,16	1	0,16	2	0,32
Vías de comunicación y transporte	14%	2	0,29	2	0,29	2	0,29
Cercanía al mercado	21%	1	0,21	1	0,21	2	0,43
Disponibilidad del terreno	11%	2	0,21	1	0,11	2	0,21
Total	100%		1,63		1,77		2,00

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10: Balance de línea del proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11: Ficha técnica de la maquinaria.

Volquete	
Marca	Dongfen
	
Capacidad (carga)	1 – 10 t
Dimensiones generales (L*W*H)	7,743x2,495x2, 850 m
Potencia	190 hp
Precio	S/. 37 050,00
Balanza (GPWA02-1 báscula de eje)	
Marca	GALOSE
	
Capacidad (carga)	15 t
Dimensiones generales (L*W*H)	0,9x0,5x0,40 m
Potencia	1 hp
Precio	S/. 6 072,30
Molino de martillos de doble eje	
Marca	WALI SHREDDER
	
Capacidad (carga)	1-2 t
Dimensiones generales (L*W*H)	2,43 * 1,68 * 2,22 m
Potencia	30 Kw
Precio	S/. 12 000,00
Maquina removedora de compost	
Marca	YUXING
	
Capacidad	1,5 t/hora
Dimensiones generales (L*W*H)	2,75x4,50x3,30 m
Potencia	6,7 hp
Precio	S/. 117 000,00

Cargador frontal

Marca Montaña aumento



Capacidad	3 600 kg
Dimensiones generales (L*W*H)	5,51*1,56*2,79 m
Potencia	50,9 hp
Precio	S/. 19 500,00

Tamiz vibratorio lineal para compost

Marc GAOFU



Capacidad	1-10 t
Dimensiones generales (L*W*H)	1,45x2,30x1,50 m
Potencia	7,3 hp
Precio	S/. 117 000,00

Balanza de plataforma electrónica

Marca GREAT RIVER




Capacidad	200 kg
Dimensiones generales (L*W*H)	0,215x0,15x0,59 m
Material	Acero inoxidable
Precio	S/. 140,40

Máquina cosedora de sacos

Marca Aobo Huanyu



Dimensiones generales (L*W*H)	2,5x2,5x 0,8 m
Material	Aleación de aluminio
Precio	S/. 312,00

Stocka	
Marca	BLOSSOM
	
Capacidad	2 t
Dimensiones generales (H)	1,15x0,55x2 m
Precio	S/. 370,50

Fuente: [44], [45]

Anexo 12: Ubicación de la planta de compost en el distrito de Santa Cruz.



Fuente: Google maps.

Anexo 13: Método de Guerchet

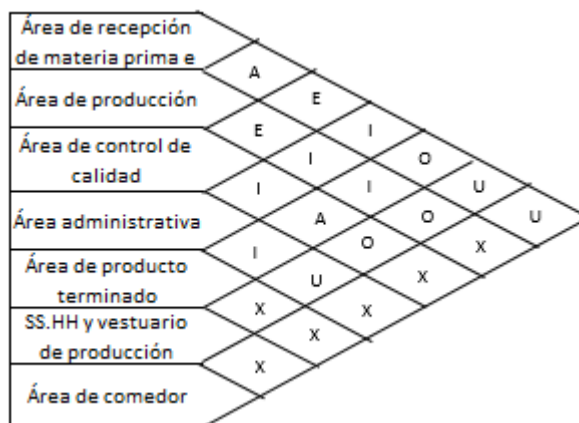
Superficie	Fórmula
S. Estática: Está superficie corresponde a que se va a distribuir como muebles, máquinas, etc.	$Ss = l * a$
S. Gravitacional: Para el cálculo se considera el número de lados accesibles que tiene la máquina para el manejo adecuado.	$Sg = Ss * N$
S. de Evolución: Está área sirve para la distribución de los materiales y operarios teniendo en cuenta las estaciones de trabajo	$Se = (Ss + Sg) * K$

Fuente: Rojas, 1996 [28]

Anexo 14: Área total de la planta de compost.

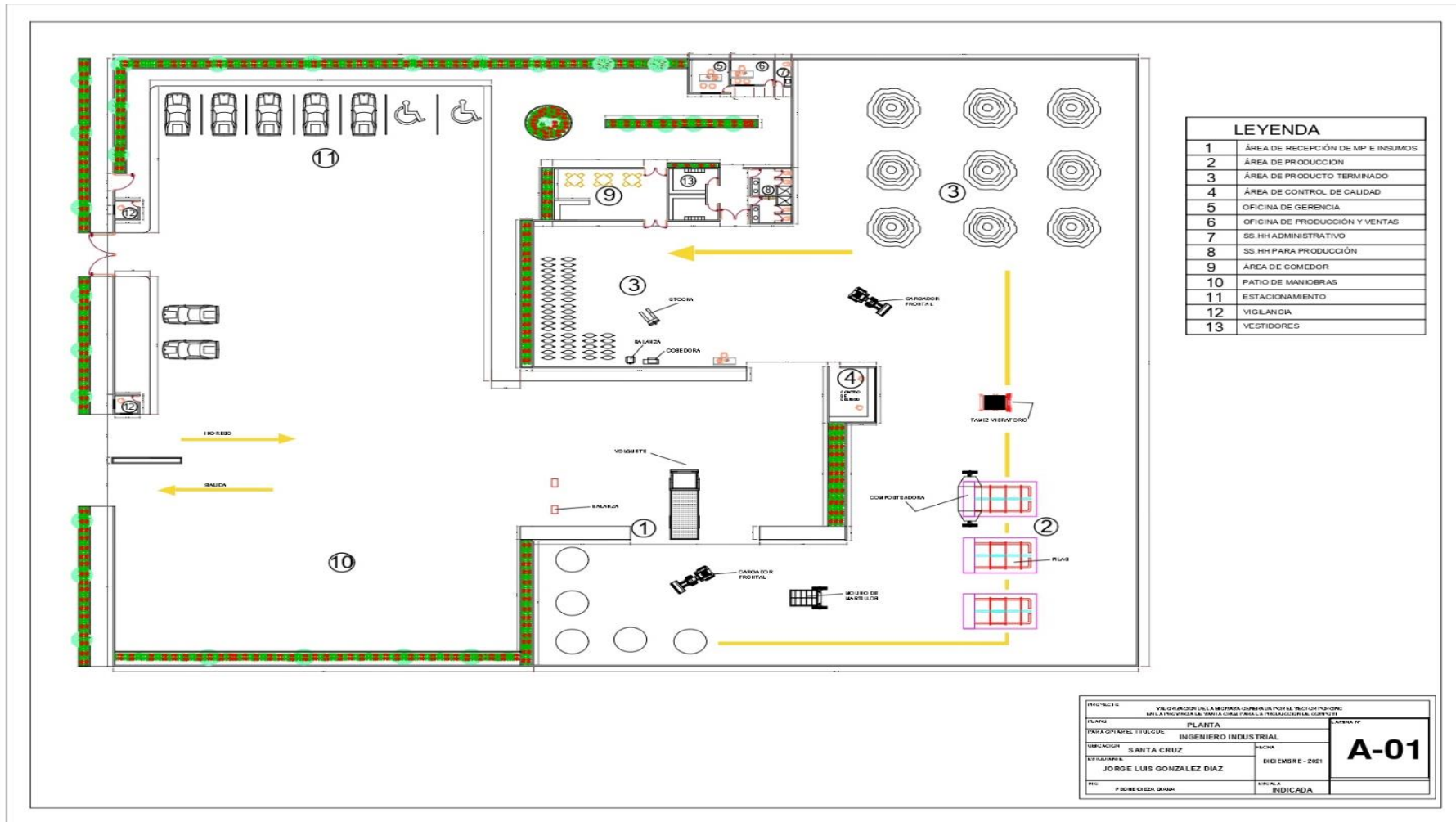
AREAS	M2
Área de producción	415,32
Área de producto terminado	24,08
Área de control de calidad	9,22
Área de producción y ventas	14,73
Área de gerencia	8,52
SS-HH Administrativo	3,32
SS-HH para producción	7,36
Area de comedor	23,81
Patio de maniobras	274
Estacionamiento	307,22
Vigilancia	5,06
Areas verdes	57,6
Vestidores	20,08
AREA TOTAL	1 210,54

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Relación de actividades.

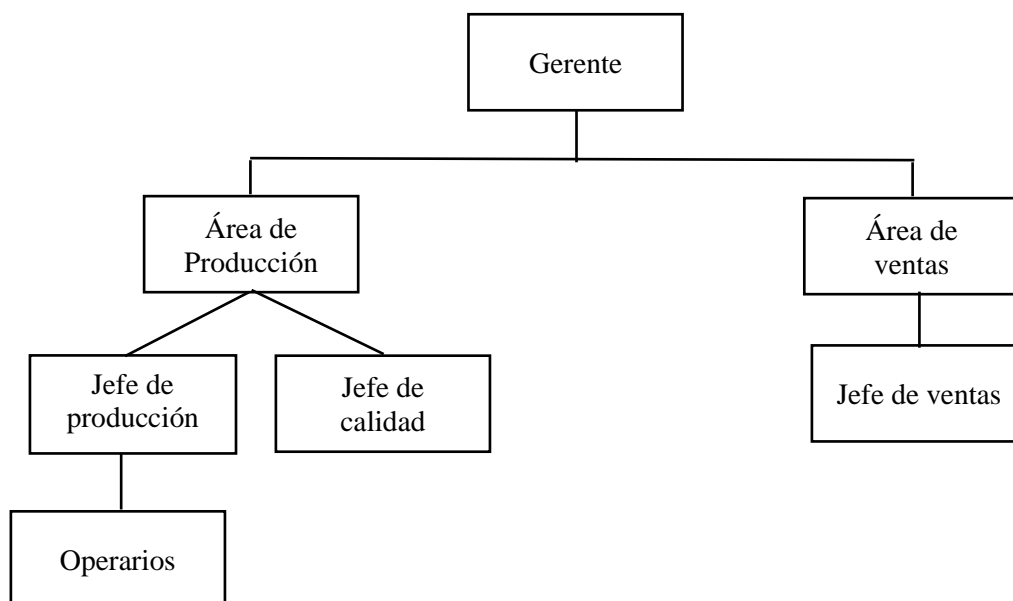
Fuente: Elaboración propia.

Anexo 16: Plano de distribución de la Planta Industrial de Compost.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17: Estructura organizacional.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 18: Punto de Equilibrio Económico.

ITEMS	1 Año (S/)	2 Año (S/)	3 Año (S/)	4 Año (S/)	5 Año (S/)
Materia prima	627 124,75	645 042,60	663 205,90	681 123,75	699 287,05
Mano de Obra Directa	16 963,20	16 963,20	16 963,20	16 963,20	16 963,20
Gastos generales de fabricación	260 739,90	260 739,90	260 739,90	260 739,90	260 739,90
Costo Variable	904 827,85	922 745,70	940 909,00	958 826,85	976 990,15
Gastos Administrativos	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000,20	225 000 20
Gastos de comercialización	80 328,00	80 328 00	80 328,00	80 328,00	80 328,00
Gastos financieros	505 734,54	466 451,18	427 167,83	387 884,47	348 601,12
Costo Fijo	811 062,74	771 779,38	732 496,03	693 212,67	653 929,32
Costo total	1 715,890,59	1 694 525,09	1 673 405,03	1 652 039,53	1 630 919,47
Ingresos	1 785 945,00	1 852 740,00	1 904 910,00	1 961 925,00	2 079 770,00
Punto de equilibrio (económico)	1 643 951,04	1 537 543,34	1 447 445,61	1 355 830,71	1 233 267,53
Punto de equilibrio (unidades)	2 352	2 181	2 053	1 918	689
CV UNITARIO	354,14	351,12	348,23	345,52	342,92

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 19: Depreciación de bienes.

Descripción	Activos total (S/)	Valor a depreciar (S/)	Años a depreciar	Depreciación anual
Construcciones	421 395,72	421 395,72	20	21 069,79
Infraestructura ind	710 596,60	710 596,60	15	47 373,11
Máquinaria	340 949,40	340 949,40	10	34 094,94
Equipos de oficina	14 310,00	14 310,00	6	2 385,00
Transporte	130 000,00	130 000,00	10	13 000,00
TOTAL	1 617 251,72	1 617 251,72		117 922,83

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20:: Matriz de Leopold de los impactos generados en la empresa industrial de compost.

FACTORES AMBIENTALES	ACCIONES DEL PROYECTO	ETAPA DE CONSTRUCCION DE PLANTA							ETAPA DE OPERACIÓN								
		Aplanamiento del suelo	Excavaciones	Eliminación de desmonte	Transporte de materiales	Levantamiento de la planta	Recepción	Pesado	Triturado	Mezclado	Compostaje	Maduración	Tamizado	Envasado y sellado	Almacenamiento	Impacto por sub componente	
Físico	Aire	Calidad del aire	-3/3	-2/2	-3/3	-2/2	-3/3	-2/2		-2/2	-2/2	-2/2	-2/2	-2/2			-59
		Ruido	-2/3	-2/3	-2/2	-2/2	-2/2	-1/1		-3/3	-1/1	-2/2	-2/2	-3/3			-52
	Agua	caudal					-3/3				-2/2	-2/2				-17	
	Suelo	Suelo /calidad del suelo	-2/2	-2/2			-2/2				-2/2	-2/3				-22	
Biologico	Ecosistema	Ecosistemas terrestres	-3/3	-3/3	-3/3		-3/3									-36	
	Vegetación	Flora y vegetación	-3/3	-3/3	-3/3	-2/2										-31	
	Fauna terrestre	Fauna	-3/3	-2/2	-2/2		-3/3									-26	
Socioeconomico		Empleo	2/2	2/2	2/2	2/2	3/5	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2	2/2	1/1	1/1	1/1	47
		Salud	-2/2	-2/2	-2/2	-2/2	-2/2				-1/2	-1/2	-1/2	-1/1	-1/1	-1/1	-28
	Economía	Actividad comercial	2/2	2/2	2/2	2/2	3/4	2/2								3/5	47
Integrado	Paisaje	Paisaje visual	-2/2	-2/2	-3/3	-2/2	-2/2									-25	
Promedios aritmeticos			-62	-52	-56	-26	-79	-10	-1	-14	-10	-18	-24	-15	-2	-17	

Fuente: Elaboración propia.