

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



**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**

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

**AUTORA
CLAUDIA STHEFANY CASTRO MEJIA**

**ASESOR
MGTR. DANNY ADOLFO BUSTAMANTE SIGUEÑAS**

Chiclayo, 2019

A Dios

Por haberme otorgado la fortaleza y conocimientos necesarios para nunca rendirme, porque fue mi guía a lo largo del proceso de realización de esta investigación.

A mi familia

Por la comprensión, paciencia y apoyo constante que me brindaron a lo largo del desarrollo de mi carrera universitaria, porque siempre se mantuvieron a mi lado en cada paso dado para que pueda salir adelante. En especial a mis padres que son la razón de mi esfuerzo.

A mi asesor

Por la orientación y ayuda que me brindó durante el proceso de elaboración de esta investigación, por otorgarme sus conocimientos y resolver mis dudas durante cada asesoría.

A mis amigos

Por cada consejo dado durante mi estadía por la universidad, por todas las largas amanecidas donde cada palabra de motivación valió la pena para lograr mis objetivos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por la formación y apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera universitaria, por ser el soporte y la motivación que me dieron para convertirme en la persona que soy ahora, y por depositar su confianza en mí.

A Enrique Odar por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas pre-profesionales en la empresa y por el apoyo durante la ejecución de esta investigación, ya que gracias a él pude acceder a la información necesaria para poder desarrollarla

A los ingenieros de mi facultad, quienes despejaron las distintas dudas que surgieron durante mis años de estudio por la universidad, siempre con la amabilidad que los caracteriza. En especial a los ingenieros Vásquez y Bustamante quienes tuvieron la paciencia y los conocimientos necesarios para la elaboración de esta investigación.

A mis amigos Lucia, Gianella, Daniel quienes me otorgaron su cariño incondicional en todo momento y que disfrutaron al igual que yo de nuestras experiencias universitarias. Gracias por permanecer a mi lado en los buenos y malos momentos, porque en los amigos siempre se encuentra una segunda familia.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos generados por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L para la instalación de una planta de compostaje , a fin de obtener un compost tipo maduro, el cual es apto para ser aplicado directamente sobre los cultivos y se caracteriza por tener un mayor poder de abonado, mientras que simultáneamente se genera un ingreso adicional de utilidades para la misma empresa por la comercialización de este producto.

Es por ello que se planteó como primer objetivo realizar un estudio de mercado, dando como resultado que actualmente la región cuenta con una fuerte demanda de compost, sin embargo el nivel de importaciones de fertilizantes es superior a la producción regional debido a la falta de ofertantes en el mercado, por lo que el producto como es el compost busca cubrir a través de su comercialización estas necesidades, disminuyendo el número de importaciones y promoviendo la producción nacional de este tipo de fertilizante natural.

De acuerdo al análisis se consideró como mercado objetivo a los pequeños agricultores de la región encargados de la siembra y cosecha de distintos cultivos netamente orgánicos. A partir de ello el proyecto cubrirá un 0,50% del total de la demanda insatisfecha para el primer año de proyección.

En el estudio de mercado también se obtuvo que la cantidad de sacos de 25 kilogramos se producirán de manera cuatrimestral, debido a que el proceso de compostaje tiene una duración de 4 meses aproximadamente. Por lo tanto se producirán 149 706 sacos durante el primer año con un precio de venta de S/ 35,94 y para el último año la producción será de 155 491 sacos con un precio estimado de S/ 42,18. Por lo tanto el ingreso previsto será de S/ 5 380 054 para el primer año de funcionamiento y este incrementa hasta llegar a los S/ 6 558 543 para el último año.

Como segundo punto se procedió a analizar y determinar la caracterización físico-química de los residuos e insumos, dando como resultado que el compost tendrá una relación C/N de 35, dicho valor se encuentra dentro del rango establecido por el Instituto Nacional de Normalización de la República de Chile bajo la cual se rige la investigación.

Finalmente el estudio económico-financiero determinó que el proyecto tiene una inversión total de S/39 373, además se obtuvieron valores como el VAN con un monto total de S/9 790 727 y el TIR con un valor de 60,68 % muy por encima de la tasa atractiva mínima de retorno 15,15%. Concluyendo que el proyecto es altamente rentable.

Palabras Clave: Residuo Orgánico, Compostaje, Rentabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research work is to prepare a proposal for the use of organic solid waste generated by MBN export & CIA SRL for the installation of a composting plant, in order to obtain a mature compost, which is suitable to be applied directly to the crops and is characterized by having a greater subscriber power that thus supplies the demand for this product in the Lambayeque region, while generating additional income from profits for the same company.

That is why the determination of the supply and demand of compost in the Lambayeque region was raised as the first objective, resulting in the region currently having a strong demand for compost, which is why the level of fertilizer imports is higher than National production to achieve its supply. According to the analysis, small farmers in the region in charge of planting and harvesting different purely organic crops were considered as target markets. From this, the project will cover 0.47% of the total unsatisfied demand for the first year of projection.

In the market study, it was also obtained that the quantity of bags of 25 kilograms will be produced on a quarterly basis, because the composting process lasts approximately 4 months. Therefore 149 706 bags will be produced during the first year with a sale price of S / 35.94 and for the last year the production will be 155 491 bags with an estimated price of S / 42.18. Therefore, the expected income will be S / 5 380 054 for the first year of operation and this increases until reaching S / 6 558 543 for the last year.

As a second point we proceeded to analyze and determine the physical-chemical characterization of waste and inputs, resulting in the compost having a C / N ratio of 35, this value is within the range established by the National Institute for Standardization of the Republic of Chile under which the investigation is governed.

Finally, the economic-financial study determined that the project has a total investment of S / 39 426, in addition values such as the NPV with a total amount of S / 9 790 727 and the IRR with a value of 60.68% were obtained. above the minimum attractive return rate 15.15%. Concluding that the project is highly profitable.

Keywords: Organic Residue, Composting, Profitability.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	MARCO TEÓRICO	3
2.1.	Antecedentes.....	3
2.2.	Bases Teórico Científicas	6
2.2.1.	Residuo Orgánico:	6
2.2.2.	Tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos:	6
2.2.3.	Abono Orgánico.	8
2.2.4.	Compost.....	8
2.2.5.	Beneficios del Compost.....	8
2.2.6.	Propiedades del Compost.	8
2.2.7.	Fases del Proceso de Compostaje.....	9
2.2.8.	Factores que influyen en el proceso de compostaje.	11
2.2.9.	Tipos de Compost.....	12
2.2.10.	Caracterización físico-química del compost.....	13
2.2.11.	Técnicas de Compostaje.	15
2.2.12.	Principales Sistemas de Compostaje.	16
2.2.13.	Ventajas y desventajas.....	19
III.	RESULTADOS.....	21
3.1.	Breve Reseña de la empresa	21
3.1.1.	Descripción del proceso de dosificado de Huevos.	21
3.1.2.	Descripción del proceso de elaboración del afrecho de yuca.	23
3.1.3.	Descripción del proceso de elaboración de pulpa de camote.	24
3.1.4.	Descripción del proceso de elaboración de afrecho de camote.....	26
3.2.	Determinación de la oferta y demanda de compost en la región Lambayeque.	29
3.2.1.	Elaboración de un estudio de mercado.....	29
3.2.2.	Descripción del Producto en el Mercado.....	30
3.2.3.	Zona de Influencia del Proyecto	34
3.2.4.	Análisis de la Demanda	35
3.2.6.	Método de proyección de la demanda.	40
3.2.7.	Análisis de la Oferta.	41
3.2.8.	Oferta Histórica.	42
3.2.9.	Método de proyección de la Oferta.	43
3.2.10.	Demanda Insatisfecha.....	44
3.2.11.	Demanda del Proyecto.....	45
3.2.12.	Precio.....	45

3.2.13.	Método de Proyección del Precio.....	47
3.2.14.	Políticas del Precio.....	48
3.2.15.	Comercialización del producto.....	48
3.2.16.	Conclusiones del estudio de mercado.....	49
3.3.	Analizar y determinar la caracterización físico-química de los residuos como fuentes de materia prima.....	50
3.3.1.	Caracterización de los residuos.....	50
3.3.2.	Métodos y normas utilizadas en la realización del análisis.....	52
3.4.	Elaboración de la propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compost.....	53
3.4.1.	Plan de Producción.....	53
3.4.2.	Plan de Ventas.....	54
3.4.3.	Requerimiento de materias primas e insumos.....	54
3.4.4.	Disponibilidad de materia prima.....	58
3.4.5.	Suministros de Fábrica.....	59
3.4.6.	Localización y Tamaño.....	59
3.4.7.	Justificación y ubicación de la planta de compostaje.....	62
3.4.8.	Tamaño de la Planta.....	64
3.4.9.	Ingeniería y Tecnología del Proyecto.....	65
3.4.10.	Capacidad de la planta.....	72
3.4.11.	Indicadores de Producción.....	74
3.4.12.	Balance de Materia.....	75
3.4.13.	Consumo de Energía.....	76
3.4.14.	Requerimiento de Maquinaria, equipos, herramientas y materiales.....	77
3.4.15.	Requerimiento de Mano de Obra.....	84
3.4.16.	Distribución de Planta.....	84
3.4.17.	Cronograma de Ejecución.....	97
3.4.18.	Recursos Humanos y Administrativos.....	98
3.4.19.	Política de la empresa.....	103
3.4.20.	Objetivos de la empresa.....	104
3.4.21.	Uso de indicadores.....	104
3.5.	Evaluar la viabilidad económica de la propuesta.....	105
3.5.1.	Inversión tangible.....	105
3.5.2.	Inversión Intangible.....	108
3.5.3.	Inversión Total.....	110
3.5.4.	Presupuesto de Ingresos.....	112
3.5.5.	Depreciación.....	112
3.5.6.	Gastos Financieros.....	113

3.5.7.	Gastos Comerciales.	113
3.5.8.	Gastos Administrativos.....	114
3.5.9.	Costos de Producción.	115
3.5.10.	Punto de Equilibrio.....	116
3.5.11.	Estado de Ganancias y Pérdidas.	117
3.5.12.	Capital de Trabajo.	119
3.5.13.	Tasa Mínima Atractiva de Retorno.	119
3.5.14.	Flujo de Caja.....	120
3.5.15.	Evaluación económica financiera.	122
IV.	CONCLUSIONES.....	123
V.	RECOMENDACIONES	124
VI.	LISTA DE REFERENCIAS.....	125
VII.	ANEXOS	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tecnologías más aplicadas para el tratamiento de residuos biodegradables.....	7
Tabla 2. Resumen de las propiedades del compost.....	9
Tabla 3. Factores que influyen en el proceso de compostaje.....	12
Tabla 4. Parámetros para un compost óptimo de acuerdo a sus fases.....	15
Tabla 5. Clasificación primaria de los sistemas de compostaje.....	15
Tabla 6. Comparación de sistemas de compostaje.....	16
Tabla 7. Cantidad de residuos generados a través del tiempo.....	29
Tabla 8. Composición general del compost según la norma Chilena.....	32
Tabla 9. Principales cultivos sembrados en la región Lambayeque – 2018.....	37
Tabla 10. Superficie Agrícola Nacional – 2018.....	36
Tabla 11. Número de agricultores de la región Lambayeque 2018.....	38
Tabla 12. Hectáreas sembradas en la región Lambayeque 2014 - 2018.....	39
Tabla 13. Demanda Histórica de Compost.....	40
Tabla 14. Información estadística de Compost Maduro.....	41
Tabla 15. Producción e importación de abonos a nivel nacional.....	41
Tabla 16. Composición de los residuos generados en la empresa.....	42
Tabla 17. Oferta Histórica de R.S.O.....	43
Tabla 18. Proyección de la Oferta de compost (t/año).....	44
Tabla 19. Demanda del Proyecto.....	45
Tabla 20. Precio minorista de los productos similares y sustitutos en la región Lambayeque (Soles/tonelada).....	46
Tabla 21. Precio Histórico del Humus de Lombriz en Lambayeque.....	47
Tabla 22. Proyección del precio del compost en sacos de 25 kg.....	48
Tabla 23. Caracterización de la Cáscara de Huevo.....	51
Tabla 24. Caracterización de la Cáscara de Camote.....	51
Tabla 25. Caracterización del Afrecho de Yuca.....	51
Tabla 26. Caracterización de la Cáscara de Camote Húmedo.....	52
Tabla 27. Plan de Producción del compost (sacos de 25 kg).....	53
Tabla 28. Plan de ventas del Proyecto (Sacos de 25 kg).....	54
Tabla 29. Materiales necesarios para el proceso de compostaje.....	55
Tabla 30. Relación Carbono - Nitrógeno de los componentes.....	56
Tabla 31. Requerimiento de Materiales para un saco de 25 kg.....	57

Tabla 32. Requerimiento anual de materia prima e insumos para la producción de compost (kg/año).	57
Tabla 33. Costo del Requerimiento de Materiales del Proyecto durante 5 años.....	58
Tabla 34. Disponibilidad de materia prima (kilogramos).	58
Tabla 35. Escala de factores ponderados	61
Tabla 36. Calificación y ponderación para el terreno disponible.....	62
Tabla 37. Coordenadas del terreno propuesto	63
Tabla 38. Relación tamaño - mercado.....	65
Tabla 39. Cantidades en kg de materia prima e insumos.	65
Tabla 40. Cuadro comparativo de los procesos de compostaje.....	66
Tabla 41. Cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso de compost.	70
Tabla 42. Cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso de compost.	72
Tabla 43. Capacidades de la planta de compost.....	74
Tabla 44. Consumo de energía del proceso productivo del compostaje.	76
Tabla 45. Energía total requerida por la planta.	76
Tabla 46. Especificaciones técnicas de la trituradora industrial	77
Tabla 47. Especificaciones técnicas de la Balanza industrial	78
Tabla 48. Especificaciones de medida de la Carretilla.....	78
Tabla 49. Especificaciones de medida de la Palana	79
Tabla 50. Especificaciones de medida del Rastrillo.....	79
Tabla 51. Especificaciones de medida del Termómetro para compostaje	80
Tabla 52. Especificaciones de medida de la Balanza Analítica	80
Tabla 53. Especificaciones de medida de la Moto Carguera	81
Tabla 54. Especificaciones de medida del tamiz galvanizado	81
Tabla 55. Especificaciones de medida del pH - metro	82
Tabla 56. Especificaciones de medida de la manguera	82
Tabla 57. Especificaciones de medida del cobertor impermeable	83
Tabla 58. Especificaciones de medida de la cosedora de sacos	83
Tabla 59. Requerimiento de mano de obra directa.....	84
Tabla 60. Fórmulas del método Guerchet	88
Tabla 61. Área de Producción	91
Tabla 62. Área de oficina administrativa	92
Tabla 63. Área de Laboratorio de Calidad	92
Tabla 64. Área de Servicios Higiénicos	92

Tabla 65. Área de Camerinos	92
Tabla 66. Área de Vigilancia.....	93
Tabla 67. Área de Producto Terminado.	93
Tabla 68. Áreas que conforman la planta de compostaje.....	93
Tabla 69. Leyenda de relaciones respecto a la cercanía de las áreas.	94
Tabla 70. Relación de actividades de la planta.	95
Tabla 71. Cronograma de actividades a realizarse.....	97
Tabla 72. Duración de los trámites de licencias de permisos y funcionamiento.	98
Tabla 73. Descripción del puesto del Gerente General.....	100
Tabla 74. Requerimientos del puesto Gerente General.....	101
Tabla 75. Descripción del puesto de Jefe de Producción.....	102
Tabla 76. Requerimiento del puesto de Jefe de Producción.....	102
Tabla 77. Indicadores de la empresa.....	105
Tabla 78. Inversión en maquinaria.....	106
Tabla 79. Inversión en equipos de Producción.....	106
Tabla 80. Inversión en construcción de la planta.....	107
Tabla 81. Inversión en equipos de oficina.....	108
Tabla 82. Resumen de inversión tangible total.....	108
Tabla 83. Inversión en trámites de constitución.....	109
Tabla 84. Inversión en capacitaciones y otros servicios.....	110
Tabla 85. Resumen de inversión intangible total.....	110
Tabla 86. Inversión Total.....	111
Tabla 87. Presupuesto de Ingresos.....	112
Tabla 88. Depreciación	112
Tabla 89. Depreciación anual.....	113
Tabla 90. Gastos Financieros	113
Tabla 91. Gastos Comerciales.....	114
Tabla 92. Sueldos Administrativos.....	114
Tabla 93. Útiles de oficina administrativa.....	114
Tabla 94. Consumo de energía eléctrica	115
Tabla 95. Resumen de gastos administrativos	115
Tabla 96. Consumo de energía eléctrica de acuerdo a la maquinaria	115
Tabla 98. Gastos por Combustible	116
Tabla 99. Costos de Mano de Obra Directa.....	116

Tabla 100. Resumen de Costos de Producción	116
Tabla 101. Punto de Equilibrio.	117
Tabla 102. Estado de Resultados.....	118
Tabla 103. Capital de Trabajo	119
Tabla 104. Tasa Mínima Atractiva de Retorno	120
Tabla 105. Flujo de Caja	121
Tabla 106. Evaluación económica financiera del proyecto.....	122

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variaciones de temperatura y pH durante las fases del compostaje.	11
Figura 2. Compostaje en pilas por volteo o hileras.	17
Figura 3. Compostaje en pila estática aireada pasivamente.	18
Figura 4. Compostaje en pila estática forzadamente.	18
Figura 5. Diagrama de flujo de la dosificación de huevos.	22
Figura 6. Diagrama de bloques del afrecho de yuca.	24
Figura 7. Diagrama de bloques para la obtención de la pulpa de camote.	26
Figura 8. Diagrama de flujo para la obtención del afrecho de camote.	28
Figura 9. Etiqueta del Producto.	30
Figura 10. Tendencia de la demanda histórica de compost (t).	40
Figura 11. Tendencia de la oferta histórica (t)	43
Figura 12. Tendencia del precio de humus de lombriz (S/)	47
Figura 13. Procedimiento de comercialización del producto.	48
Figura 14. Coordenadas del terreno en disposición.	63
Figura 15. Diagrama de bloques para la producción de compost.	69
Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso.	70
Figura 17. Diagrama de actividades del proceso.	71
Figura 18. Balance de Materia del proceso.	75
Figura 19. Medidas de la pila de compostaje tradicional.	90
Figura 20. Modalidad de volteo según el número de pilas de compost.	91
Figura 21. Diagrama relacional de actividades para la planta de compostaje.	96
Figura 22. Estructura organizacional.	99

I. INTRODUCCIÓN

A través de los últimos años , la importancia del aprovechamiento de los residuos orgánicos empieza a adquirir un mayor valor a través de la necesidad de volver a utilizarlos debido al crecimiento acelerado del sector urbano como industrial y los distintos impactos ambientales que trae el mal manejo de los mismos.

De acuerdo con Penagos [1] en su investigación acerca del manejo de residuos sólidos orgánicos, refiere a que estos constituyen cerca del 70% del volumen total de desechos generados en el mundo, mientras que en el Perú, el Anuario de estadísticas ambientales [2] menciona que durante el año 2018, del total de residuos sólidos generados, la composición de materia orgánica era equivalente al 60,9% a nivel nacional y de 52,4% en la región costa. Si bien Lambayeque durante ese año contaba con una población de 1 260 650 habitantes, se estimó que la generación promedio de residuos dio una cantidad total de 997 216 toneladas durante ese año, de los cuales solo el 30% fue aprovechado para la elaboración de distintos elementos a través del reciclaje y la reutilización. Por tal motivo, es primordial que las actividades humanas e industriales se ejecuten bajo la aplicación de un concepto de desarrollo sostenible, es decir, que estas busquen optar por satisfacer las necesidades de la generación actual, sin comprometer las posibilidades de cubrir las necesidades de las generaciones futuras.

La empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L es una empresa que labora hace 14 años en el rubro de producción y comercialización de dulces tradicionales como es el alfajor gigante o comúnmente conocido como King Kong, sin embargo suelen generar grandes cantidades de desechos a lo largo de todo el proceso de elaboración, entre los que se encuentra liderando, la cáscara de camote , seguido por las cascaras de huevo y el afrecho de yuca obteniendo una cantidad de residuo no aprovechado de 116 kilogramos por día.

Además , cabe destacar que el panorama sobre el manejo de residuos orgánicos en la empresa es limitado, pues no cumplen con un protocolo de gestión de los mismos, debido a la falta de conocimiento del valor monetario que pierden al no aprovecharlos , es por ello que estos son desechados al cuarto de desperdicios de la empresa, donde se espera que sean recogidos por el camión recolector, favoreciendo la presencia de insectos y malos olores, a causa de la descomposición y las altas temperaturas propias de la región.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta ¿De qué manera se podrá aprovechar los residuos sólidos orgánicos desechados en la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L? Es por ello que la presente investigación está orientada a la aplicación de un método, como es el compostaje de residuos, el cual favorece el manejo adecuado de los mismos, a través de una manera sostenible y equilibrada, minimizando a su vez un gran número de impactos ambientales negativos

Para M. Casco y R. Moral [10] el compost es un tipo de abono orgánico, obtenido a partir de la fermentación de materia biodegradable en presencia de oxígeno, hongos, bacterias y distintos microorganismos, bajo condiciones establecidas de aireación, temperatura y humedad. Debido a que el compostaje plantea el aprovechamiento de estos residuos, contribuye de igual forma con la reducción en el uso de fertilizantes químicos en la región Lambayeque, los cuales generan un impacto perjudicial en el ambiente.

Por lo expuesto anteriormente, se definió como objetivo general buscar el aprovechamiento de estos residuos, a través de la técnica de compostaje por pilas, a fin de obtener un fertilizante de suelos natural. Así mismo, se establecieron los siguientes objetivos específicos: determinar la oferta y demanda de compost en la región Lambayeque, realizar la caracterización físico-química de los residuos generados por la empresa, elaborar la propuesta de aprovechamiento para la obtención del compost y por ultimo concluir con un estudio económico y financiero del proyecto, a fin de poder determinar su factibilidad para una posterior aplicación.

La investigación permitirá a la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L, encontrar una solución eficiente para su problemática a través del compostaje con la finalidad de comercializarlo al sector agrícola de la propia región, generando una fuente de ingresos adicionales para la empresa.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

De acuerdo con A. Gaonkar, et al. [3] en su investigación "*Application of eggshell as fertilizer and calcium supplement tablet*". Describe la producción de un fertilizante natural, teniendo como materia orgánica los cascarones de huevo, donde se procede a realizar 3 muestras con diferentes cantidades para 3 plantaciones distintas de tomate, ya que estas padecen de constantes plagas a causa de la deficiencia de calcio. Se recogieron 12 tazas de cascara de huevo para limpiarlas con agua corriente, una vez limpias se colocaron en 6 tazas de agua filtrada, estas se cocinaron por 10 minutos. Después de esto, se pulverizaron en forma granular mediante un proceso de molienda. Durante la ejecución de la investigación se notó que en la primera muestra, no se realizó la adición de polvo de cáscara de huevo, mientras que en la segunda y tercera muestra se realizó una adición en una proporción de 10% y 15% respectivamente, por 1 kg de suelo. Resultando en el análisis después de haber agregado las cáscaras en un mes que la primera planta contenía un porcentaje de calcio de 11,17% mientras que la segunda y tercera planta presentó un porcentaje de 19,15% y 27,13% de calcio respectivamente. Se concluyó que la cáscara de huevo aporta una gran cantidad de calcio, cuando se usa como fertilizante, enriquece el pH y el contenido de calcio del suelo.

Según F. Marmolejo, et al. [4] e su investigación "*Utilization of the solid wastes generated in small scale cassava starch production*", indica que en una rallandería se requiere 10,23 m³ de agua aproximadamente para procesar una tonelada de yuca con el fin de obtener almidón, dando una cantidad de 234 kg de producto final y junto con esto, se obtienen 1 740 kg de residuos sólidos, siendo este el afrecho de yuca, el cual constituye el 96,2% de los residuos sólidos generados en este tipo de industrias, además posee un alto nivel de dificultad para su manejo, lo cual impacta negativamente en el ambiente. El afrecho se obtiene del proceso de separación de los gránulos de almidón durante el tamizado, además se caracteriza por ser semisólido fibroso y por contener un nivel elevado de humedad. Es por ello que se procedió a determinar mediante un análisis fisicoquímico si es posible el uso del mismo como parte integrante del compost, dando como resultado que el afrecho presenta un valor alto de 46 en la relación C/N , así como una humedad del 90%, es decir un porcentaje por fuera del rango aconsejable y un pH de 4,8 inferior al recomendado, el análisis fisicoquímico aplicado al afrecho fue comparado con las caracterizaciones químicas de algunos residuos o subproductos generados en otros procesos, como la gallinaza, cachaza, residuos orgánicos de plazas de

mercado y biosólidos, concluyendo que el compostaje del afrecho puede resultar una opción viable en términos de aprovechamiento de los residuos generados en la agroindustria rallandera, siempre y cuando se tenga en consideración las variables mencionadas anteriormente, ya que este tipo de residuo debe ser acondicionado con materiales que sirvan como enmiendas debido a su composición y a los valores obtenidos.

G. Pérez, et al. [5] En su investigación “*Alimentos balanceados y elaboración de abonos orgánicos a partir de cáscaras de frutas y hortalizas*” hacen mención a un análisis realizado a los residuos provenientes del consumo de alimentos dentro de un mercado, incluyendo dentro de este estudio a las cáscaras de papa con una composición del 50%, cáscaras de huevo equivalente a un 10%, cáscaras de zanahoria con un 6%, cáscaras de plátano con 10%, entre otros residuos. Estas cáscaras fueron recolectadas, seleccionadas, pesadas y sometidas a un secado por medio de un secador de bandeja a gas, seguidamente, fueron trituradas asegurando un mezclado homogéneo. Durante la ejecución de este proceso, se pudo observar que el elemento más resaltante fue la cáscara de papa ya que mantiene su olor característico durante todo el proceso, a su vez cuenta con un tiempo de secado equivalente a 40 minutos a una temperatura de 45 °C, además presenta una humedad relativa del 9%. Por lo tanto, la investigación concluye que es posible la reutilización de las cáscaras de papa y los demás residuos como componentes en la elaboración de abonos orgánicos, alimentos balanceados entre otros usos, destacando que poseen un tiempo de procesamiento menor a 8 horas a través del secado, y de igual forma son capaces de aportar nutrientes si son acondicionados con otros materiales.

Según E. Montejano [6] en su investigación titulada “*Comparación de distintos escenarios de tratamiento de residuos urbanos en la ciudad de Madrid mediante la metodología de la huella de carbono*”. Hace uso de 840,29 toneladas de residuo orgánico procedente de un programa de gestión de residuos en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, para tratarlos con la finalidad de determinar la HC y cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero. Los métodos propuestos son eliminación mediante incineración, eliminación mediante disposición en vertedero y valorización mediante compostaje. Dando como resultado que el uso de vertederos es la opción menos propicia debido a que genera cantidades de GEI superiores al resto, es decir que por las 480,57 t de residuos destinados a este tratamiento se generan aproximadamente 6,79 toneladas de CH₄ a la atmósfera, lo cual equivale a su vez a 203,13 kg de CO₂/t residuo. Mientras que en la incineración por 241,514 t que

ingresan a este tratamiento se emiten a la atmosfera 168,414 kg de CO₂/t residuo. Finalmente el método de compostaje genera la cantidad más pequeña de GEI, debido a que por 118,205 t de residuos utilizados por este tratamiento, se emiten 472,82 t de CH₄ a la atmosfera, lo que expresado en términos de CO₂ eq, corresponde a 20,75 kg de CO₂/t residuo. Por lo tanto la alternativa más recomendable es la de realizar un proceso de degradación aerobia como es el compostaje, ya que de manera global provocaría un menor impacto en términos de GEI, además de que su instalación no requiere un gran suministro energético, siempre y cuando se mantenga un adecuado control del proceso biológico.

De acuerdo con I. Arias, et al. [7] en su investigación ***“Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica”*** compara dos métodos de compostaje, el compostaje por pilas con aireación forzada y el de pilas con volteo manual. Ambas pilas estaban conformadas por 1720 kilogramos de residuos orgánicos, de las cuales 1500 kg corresponden a residuos de jardinería y 220 kg a cascaras de frutas. Para la primera técnica se estableció incorporarle dos aireaciones diarias, mientras que para la segunda técnica se programaron dos volteos semanales. Ambas pilas fueron puestas en evaluación durante 120 días, donde los parámetros controlados fueron la temperatura, humedad, pH, relación C/N y conductividad eléctrica. Los resultados obtenidos al finalizar la evaluación, muestran que el comportamiento de la temperatura para ambas técnicas fue similar (36°C), mientras que la humedad fue de 57,22% para aireación forzada y 64,74% para volteo manual, el pH dio un valor de 7,95 y 8,23 y la relación C/N fue de 18.70 y 16.51 respectivamente, ambos valores se encuentran dentro de los parámetros establecidos. Por ende se concluye que ambas técnicas presentan variaciones mínimas en cuanto a los resultados obtenidos, sin embargo se utiliza como referencia de que un compost de buena calidad y libre de restricciones para su aplicación es cuando este presenta una conductividad eléctrica menor a 1.5 dS m⁻¹, para esto los resultados fueron de 1.73 dS m⁻¹ para aireación forzada y 1.3 dS m⁻¹ para volteo manual. Por lo tanto es recomendable compostar materia orgánica por pilas con volteo manual, ya que promueve el desarrollo del proceso de manera normal, evitando así la alta inversión innecesaria de implementar un Sistema de aireación forzada.

2.2. Bases Teórico Científicas

2.2.1. Residuo Orgánico:

De acuerdo con M. Abad [9] se caracterizan por ser de origen biológico, además que son generados en grandes volúmenes y causan impactos negativos sobre el medio ambiente como la contaminación de la atmósfera, el suelo y las aguas, debido a sus altos contenidos de materia orgánica y elementos minerales si es que no son tratados de manera adecuada.

Los residuos clasificados por M. Casco y R. Moral [10] se dividen en tres sectores:

- Sector primario: Residuos ganaderos, agrícolas, forestales.
- Sector secundario: Residuos industriales.
- Sector terciario: Residuos urbanos.

2.2.2. Tecnologías para el tratamiento de residuos orgánicos:

Según E. Castells [11] se entiende por tratamiento de residuos a los distintos procedimientos o métodos cuyo objetivo es transformar el carácter físico, químico o biológico de un residuo orgánico, a fin de convertirlo en un elemento inerte, de manera que pueda ser manipulado con mayor seguridad, sin que este genere daños en beneficio del medio ambiente.

Por lo tanto M. Casco y R. Moral [10] consideran que las principales tecnologías para el tratamiento de los residuos son las que se mencionan a continuación.

a. Vermi-compostaje.

Es un proceso similar al compostaje, pero en esta tecnología se adicionan lombrices, en especial las de tipo *Eisenia Foetida* a través de sus tubos digestivos transforman junto con la presencias de otros microorganismos la materia orgánica para la obtención de vermi - compost o también conocido como humus.

b. Compost.

El compost es un tipo de abono orgánico, se obtiene a partir de la fermentación de materia biodegradable en presencia de oxígeno, hongos, bacterias y distintos microorganismos, bajo condiciones establecidas de aireación, temperatura y humedad.

c. Biogás:

El biogás es un tipo de gas combustible, proviene de la biomasa de distintos residuos, estos pueden ser de origen orgánico, animal o vegetal. El gas obtenido es utilizado como combustible para generar energía.

d. Incineración:

La incineración es un tipo de tratamiento que consiste en oxidar la materia presente en los residuos, generalmente los que facilitan la combustión. Esta oxidación se da a través del aumento de la temperatura, donde usualmente se adicionan materias para facilitar la combustión. El proceso generalmente se da en hornos especiales y el objetivo es el de generar energía para suministrarla a distintos equipos que la requieran.

e. Relleno Sanitario:

El relleno sanitario es un tipo de técnica para tratar los residuos, para su ejecución es necesario hacer uso de herramientas de ingeniería para diseñar un espacio de confinamiento de los mismos, la finalidad es la de reducir los impactos sobre la salud y medio ambiente haciendo que el material contaminante no se escape de los límites del relleno sanitario a través de su almacenamiento.

Tabla 1. Tecnologías más aplicadas para el tratamiento de residuos biodegradables.

Métodos para el tratamiento de residuos.		Principio Básico	Costo del Tratamiento	Residuos Aceptados	Aceptación de residuos
Métodos Biológicos	Compostaje	Degradación por elementos aerobios	Bajo/Medio	Todos los residuos biodegradables	Si
	Vermi-compostaje	Poca cantidad orgánica	Medio/Alto	Residuos separados en origen húmedo	Si
	Incineración	Combustión	Medio/Alto	Todos los residuos biodegradables	Si
Métodos Térmicos	Pirolisis	Conversión Termo-química.	Medio/Alto	Residuos secos bien definidos	Posible, normalmente no
	Gasificación	Conversión Termo-química.	Alto – Muy Alto	Residuos separados en origen húmedo	Posible, normalmente no

Fuente: M. Casco, R. Moral [10].

2.2.3. Abono Orgánico.

K. Mendoza [12] lo define como aquellos residuos de naturaleza orgánica que tienden a descomponerse pasado un periodo de tiempo. Estos abonan los suelos y le dan los nutrientes necesarios para que las plantas crezcan y puedan desarrollarse de una manera óptima. Entre los principales abonos orgánicos se encuentran el estiércol, compost, biol, abonos verdes, entre otros.

2.2.4. Compost.

Según el Ministerio de Desarrollo e inclusión Social [13] el compost es el material orgánico obtenido a partir de la acción microbiana sobre ciertos residuos orgánicos, con la finalidad de obtener compost, el cual es un material de gran utilidad para los suelos agrícolas.

L. Uribe [14] refiere que la calidad del compost final depende de varios parámetros que intervienen durante el proceso de fermentación y maduración. Estos parámetros son la temperatura, humedad, relación Carbono - Nitrógeno, presencia de oxígeno, pH, etc.

2.2.5. Beneficios del Compost.

Para E. Castells [11] el compost es importante ya que:

- Incrementa la producción en cuanto a calidad y cantidad de los cultivos.
- Reduce las emisiones de CO₂ debido a que la aplicación del compost en el suelo produce la absorción del carbono en el mismo.
- Desplaza el uso de fertilizantes químicos, beneficiando a las aguas subterráneas y al suelo.

2.2.6. Propiedades del Compost.

De acuerdo con M. Almiña, D. Gastón [24] el compost presenta una serie de propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales están descritas a continuación.

a. Físicas.

- Mejora la porosidad del suelo, aumentando su capacidad de retención hídrica.
- Disminuye la erosión del suelo, aumentando su estabilidad.
- Incrementa la permeabilidad del suelo, en especial los de tipo arcilloso, mientras que transforma los arenosos en suelos más absorbentes.

b. Químicas

- Otorga una gran cantidad de macro y micronutrientes a la planta, dentro de los cuales se encuentra el Nitrógeno, Fósforo, Potasio (N, P, K) además de hierro y azufre.
- Estabiliza la reacción del suelo, regulando el pH y aumentando su nivel tampón.
- Debido a su alta capacidad de absorción, inactiva los residuos de plaguicidas.

c. Biológicas

- Fomenta la vida en el suelo, promoviendo la actividad microbiológica.
- Beneficia la germinación de semillas.
- Se conserva más tiempo en el suelo porque la materia orgánica se descompone paulatinamente.

Tabla 2. Resumen de las propiedades del compost.

Propiedades	Resultado
Químicas	Incrementa la estabilidad del suelo, mejorando la porosidad, su estructura y la retención de agua
Biológicas	Aumenta el nivel de materia orgánica existente en el suelo, junto con los niveles de macro y micronutrientes en el mismo.
Físicas	Favorece la presencia de diversos microorganismos, ya que incrementa: micro-flora y meso-fauna, reduciendo así la producción de patógenos en el suelo.

Fuente: M. Almiña, D. Gastón [24]

2.2.7. Fases del Proceso de Compostaje.

Según P. Román y M. Martínez [15] las distintas fases del compostaje se dividen según la temperatura como:

a. Fase Mesófila.

El proceso de compostaje inicia en la fase mesófila, donde la temperatura puede pasar en días o incluso horas del nivel del ambiente hasta los 45°C. Este aumento es ocasionado debido a la acción de los microorganismos, ya que estos utilizan fuentes de C y N para generar el calor. La duración de la fase mesófila tiene una duración corta, entre 2 y 8 días aproximadamente.

b. Fase Termófila o de Homogenización.

La transformación continua hasta la etapa de homogeneización, donde la temperatura sigue en aumento, es decir mayor que los 45 grados generados en la primera fase. En esta los microorganismos mesófilos son reemplazados por aquellos que tienden a crecer en temperaturas más elevadas. Estos pueden ser en su mayoría bacterias termófilas, cuya función es la de degradar las fuentes más complejas de Carbono.

Las bacterias termófilas transforman el nitrógeno en amoníaco, generando que el pH se incremente. A partir de los 60 - 70°C las bacterias tienden a producir esporas y actino-bacterias, estas se encargan de descomponer la materia orgánica compleja. La duración de esta fase se da generalmente en un par de meses, en base a las condiciones climáticas, los medios de cuidado, entre otros.

Generalmente es en esta fase cuando el proceso cesa, en caso de querer obtener un tipo de compost B o “joven”, el cual se aplica a suelos o cultivos que son tolerables con la materia orgánica fresca.

c. Fase Enfriamiento o Mesófila II.

La fase de enfriamiento se da cuando las fuentes de carbono y nitrógeno en los residuos a compostar se agotaron. Durante esta fase la temperatura retorna nuevamente a los 25°C y se siguen degradando los polímeros como la celulosa, a su vez se tienden a producir hongos visibles sobre el compost.

La duración de la fase de enfriamiento requiere de varias semanas hasta poder degradar la mayor cantidad de residuos y nivelar los medios de control.

d. Fase de Maduración.

Es un período que demora aproximadamente cuatro meses en condiciones de temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados.

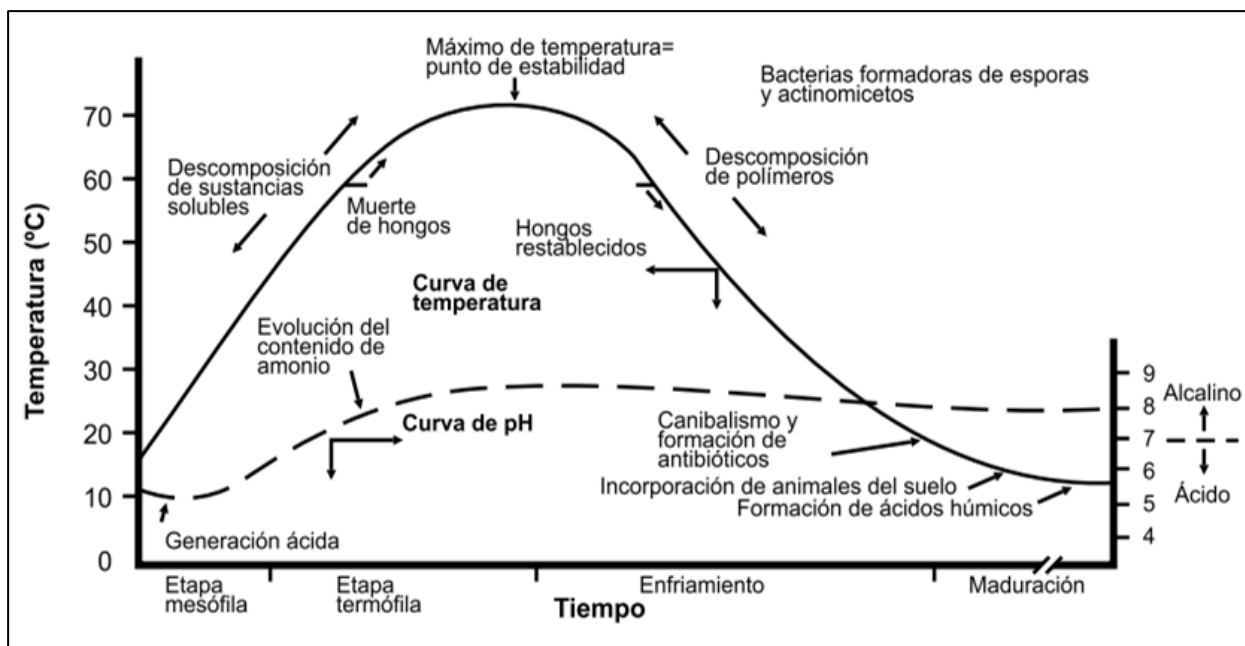


Figura 1. Variaciones de temperatura y pH durante las fases del compostaje.

Fuente: P. Román, M. Martínez [15]

2.2.8. Factores que influyen en el proceso de compostaje.

Según M. Casco y R. Moral [10] existen diversos factores que influyen de manera positiva o negativa durante el proceso de compostaje, estos factores pueden ser microbiológicos, los cuales están descritos a continuación:

a. Hongos.

Son aquellas levaduras y hongos de tipo filamentosos que tienden a crecer como colonias de color gris o blanco con una apariencia vellosa en la superficie de la pila de compostaje. Estos se encargan de descomponer los polímeros complejos como son la celulosa, pectinas, hemicelulosas, entre otros en base a lo que se le adicione al compost.

b. Bacterias.

Las bacterias conforman cerca del 80% a 90% de los microorganismos presentes en el proceso de compostaje. Dentro de estos se puede encontrar principalmente *Celullomonas*, *Pseudomonas*, Bacterias de género *Thermus*, *Bacillus* y se encargan a su vez de generar calor en la fase termófila y descomponer grandes cantidad de materia orgánica con la ayuda de enzimas para romperlas de forma química.

De acuerdo con D. Pajuelo [16] los diversos factores que influyen en el proceso de compostaje de manera clasificada como bióticos y abióticos se encuentran resumidos en la siguiente tabla.

c. Factores Microbiológicos

Se refiere al conjunto de microorganismos desarrollados durante el proceso de compostaje, estos pueden ser beneficiosos o perjudiciales para el proceso. Dentro de los microorganismos que se encuentran aquellos que brindan un compost de calidad debido a que tienden en presencia de oxígeno a transformar la materia orgánica, así como también aquellos que están presentes durante la fase de higienización eliminando los patógenos durante el proceso.

Mientras que los microorganismos perjudiciales son aquellos que están relacionados con la generación de patógenos y malos olores durante el proceso de obtención de compost.

Tabla 3. Factores que influyen en el proceso de compostaje.

Bióticos	Abióticos
Todos aquellos microorganismos aptos para la metabolización de compuestos orgánicos, los cuales pueden ser de difícil biodegradación, dentro de estos se incluyen los hongos y bacterias.	pH
	Relación C/N
	Humedad
	Oxígeno

Fuente: D. Pajuelo [16]

2.2.9. Tipos de Compost.

R. Navarro [17] manifiesta que según la fase de descomposición del compost, este se puede aplicar a diferentes tipos de suelo y cultivo.

a. Compost Maduro.

Es un tipo de compost muy descompuesto y puede utilizarse en cualquier tipo de cultivo. Se emplea en aquellos cultivos que no toleran materia orgánica fresca o poco descompuesta, sin embargo su poder de abonado es mayor al del compost tipo Joven.

b. Compost Joven.

Es un tipo de compost con un tiempo de descomposición menor y se emplea en el sembrado de cultivos, especialmente plantas que soportan bien este tipo de compost a fin de fertilizarlo.

2.2.10. Caracterización físico-química del compost.

La estructura físico-química de los elementos utilizados para la elaboración del compost, va relacionada en cuanto a la velocidad de mineralización de los mismos. De acuerdo con G. Monge [18] los factores físico-químicos más resaltantes son:

a. Temperatura.

La temperatura es un parámetro importante durante todo el proceso de descomposición de la materia orgánica, ya que esta va cambiando gradualmente a través de las distintas fases, esta va desde la temperatura ambiente hasta los de 60-70 °C para luego descender y estabilizarse. Tal como sostiene G. Monge [18] en su investigación, la temperatura ideal se encuentra entre un rango aproximado de 40 – 70 °C, sin embargo es necesario tomar constantes medidas de control ya que se necesita proporcionar a la pila condiciones aeróbicas para lograr la descomposición total de la misma.

b. Humedad

La humedad debe encontrarse en un rango aproximado de 30 – 40 % durante todo el proceso de compostaje, ya que si este sobrepasa el valor determinado el agua presente en la pila invadirá todos los poros y el proceso se transformaría en anaeróbico, es decir la materia orgánica tendría a fermentarse ocasionando putrefacción.

Por otro lado, si la humedad es excesivamente menor se reduce la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento.

c. Ventilación

La ventilación debe considerarse importante cuando el proceso de compostación es aeróbico, por lo que tendría que ser controlado constantemente.

d. Relación Carbono / Nitrógeno (C/N)

La relación carbono – nitrógeno forma la materia orgánica, por esto es necesario tener una relación equilibrada entre ambos componentes para poder conseguir un compost de buena calidad. Teóricamente el rango en el que debería encontrarse para que sea adecuado debería ser entre 25 – 35, sin embargo esta relación varía en función de las materias primas utilizadas para formar el compost.

Es importante realizar una mixtura adecuada de los distintos residuos biodegradables ya que estos poseen relaciones C/N muy variadas. A medida que el proceso de compostaje continua, los microorganismos usan el carbono como fuente de energía y el nitrógeno para la formación de células. Posteriormente el carbono es liberado como dióxido de carbono y el nitrógeno permanece en el sistema logrando formar un compost equilibrado.

e. pH

El pH se encuentra en un rango aproximado ≤ 6 durante los primeros días de compostación, luego este se incrementa alcanzando niveles superiores hasta un 8,5 debido a la acción de los microorganismos presentes en el compost.

El pH inicial es ácido y se encuentra entre 6 y 7 tendiendo a permanecer posteriormente en el rango entre 6,5 – 8,5 para el compost maduro.

f. Tiempo de compostación

El tiempo de compostaje varía en base a los factores mencionados anteriormente, generalmente el compost puede utilizarse cuando el material presenta color oscuro, lo cual es a partir de los 4 meses desde el inicio del proceso de compostaje. Además este presenta un olor agradable y suave textura.

g. Parámetros del compostaje

De acuerdo con P. Román y M. Martínez [15] los parámetros se selecciona en función al tiempo, fases y tipo de compost ya que este puede ser de tipo maduro o joven.

Tabla 4. Parámetros para un compost óptimo de acuerdo a sus fases.

Parámetro	Rango fase Mesófila (2-8 días)	Rango fase Maduración (3-4 meses)
Relación C/N	10:1 – 15:1	25:1 – 35:1
Temperatura	45 – 60 °C	25 °C
pH	6,0-6,5	6,5 – 8,5
Humedad	30% - 40%	≤ 20%
Densidad	300 – 400 kg/m ³	250 kg/m ³
Materia orgánica	50% - 70%	≥20%

Fuente: P. Román, M. Martínez [15].

2.2.11. Técnicas de Compostaje.

Según D. Bertoldi, et al. [19] la primera clasificación de las distintas técnicas de compostaje está compuesta por dos categorías, tal como se puede visualizar en la tabla 5.

Tabla 5. Clasificación primaria de los sistemas de compostaje.

Sistemas Abiertos			Sistemas Cerrados	
Pilas de volteo o hileras	Pilas estáticas aireadas pasivamente	Pilas estáticas aireadas forzadamente	Reactores verticales continuos o discontinuos	Reactores horizontales con movimiento

Fuente: D. Bertoldi, M. Vallini, G. Pera [19].

Las principales características se evidencian en la tabla 6, donde R. Haug [20] hace una comparación entre los principales sistemas de compostaje en base a distintos factores.

Tabla 6. Comparación de sistemas de compostaje.

Factores a evaluarse	Sistemas Abiertos			Sistemas Cerrados	
	Pilas de volteo o hileras	Pilas estáticas aireadas pasivamente	Pilas estáticas aireadas forzadamente	Reactor Discontinuo	Reactor con Movimiento
Costo de inversión	Bajo	Bajo	Elevado	Elevado	Elevado
Superficie requerida	Baja - Media	Media	Media	Baja	Baja
Nivel de adaptación a la variedad de MP	Buena	Media	Baja	Baja	Baja
Control de olores	Bueno	Bueno	Difícil	Bueno	Medio

Fuente: R. Haug [20].

Los sistemas abiertos se caracterizan por tener una instalación y manejo sencillo por lo que tienen un menor costo en comparación con los sistemas cerrados, debido a que estos requieren de una infraestructura más costosa, por el hecho de emplear maquinaria y/o equipos específicos para el proceso de compostaje.

2.2.12. Principales Sistemas de Compostaje.

Según P. Román y M. Martínez [15] las diferentes técnicas presentan características propias de acuerdo a los medios y requerimientos de cada una, es por ello que menciona sus principales características, así como sus ventajas y desventajas.

a. Sistemas Cerrados

Los sistemas cerrados se caracterizan porque favorecen el manejo de los distintos parámetros presentes dentro del proceso de compostaje. En cuanto al aspecto económico, estos sistemas tienen un alto costo y un manejo complejo, ya que el compostaje se da a través de reactores cerrados, estos reactores otorgan una mayor concentración de oxígeno.

Los reactores se clasifican de acuerdo a su flujo, estos pueden ser horizontales y verticales. Los que son de flujo horizontal pueden ser de carácter rotatorio, es decir poseen un sistema de agitación, mientras que los reactores de flujo vertical son aquellos que suelen ser estáticos y su altura es mayor a los 4 metros.

b. Sistemas Abiertos

- Pilas de Volteos o en Hileras.

El sistema de pilas por hileras es uno de los más económicos y sencillos para compostar el material. El sistema consiste en formar pilas alargadas de materia orgánica mezclada con otros elementos al aire libre o en galpones. El tamaño y la forma de las pilas (triangular o trapezoidal) dependen de las variables climáticas y el material usado para compostar, ya que busca que la aireación de la pila sea conveniente a través de técnicas manuales.

Cuando se realizan los volteos, la temperatura tiene a descender entre 5 a 10 °C, si en caso el proceso no término asciende de nuevo al nivel donde se encontraba inicialmente. El objetivo de este sistema es asegurar la homogeneidad a través de los volteos que se realizan, regulando a su vez la temperatura y la humedad.

La técnica más conveniente es la de “composta en pilas de volteos o hileras”. De acuerdo con R. Palmero [8] es el método más conocido de los sistemas que se tiene para compostar la materia orgánica, además es ideal porque posee bajos costos en comparación con las otras técnicas y otorga facilidades en cuanto a la aireación, riego y volteo de la pila.

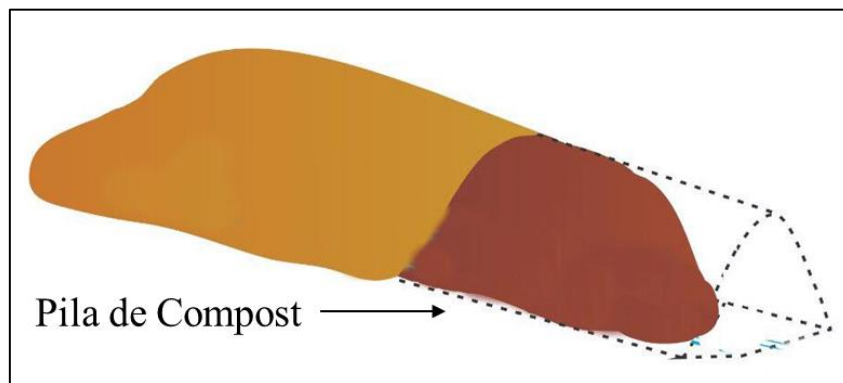


Figura 2. Compostaje en pilas por volteo o hileras.

Fuente: R. Avendaño [29]

- Pilas estáticas aireadas pasivamente.

El sistema de pilas estáticas aireadas pasivamente es un sistema versátil para compostar estiércol, restos de poda, residuos urbanos, etc. debido a que estos no generan complicaciones durante el proceso. En este sistema se utiliza una red de tuberías con un diámetro de 3 a 5

pulgadas, estas se sitúan en la parte inferior de la pila con una altura promedio de 1 a 2 metro. Las tuberías promueven la aireación natural de la pila, haciendo que exista un flujo de aire óptimo desde la base de la pila donde se genera el calor hasta la parte superior de la misma.

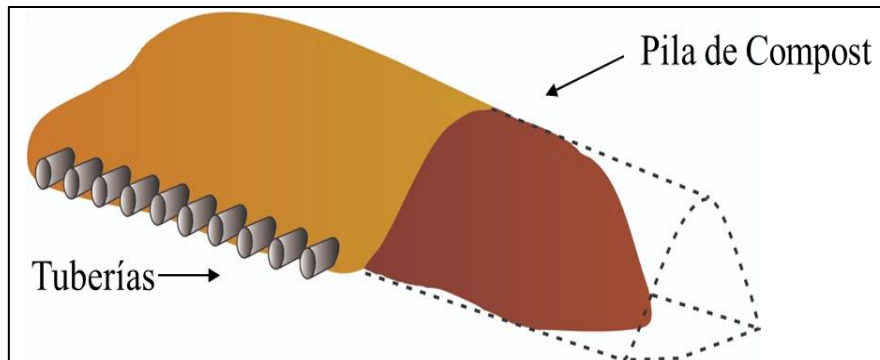


Figura 3. Compostaje en pila estática aireada pasivamente.

Fuente: R. Avendaño [29]

- Pilas aireadas forzadamente.

Este tipo de técnica utiliza compresores para poder inyectar aire desde el interior de la pila hasta el exterior. Este sistema necesita una serie de equipos, desde compresores, red de tuberías, sistemas de control de aire hasta válvulas y controladores de temperatura y humedad. Es por ello que este sistema se caracteriza por tener un nivel mayor de inversión.

Este sistema permite además tener mayor control del nivel de oxígeno que se le brinda al compost, a fin de brindarle un mejor ambiente para el desarrollo de los microorganismos aerobios durante las etapas de descomposición.

Una vez armada la pila, no se toca, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.

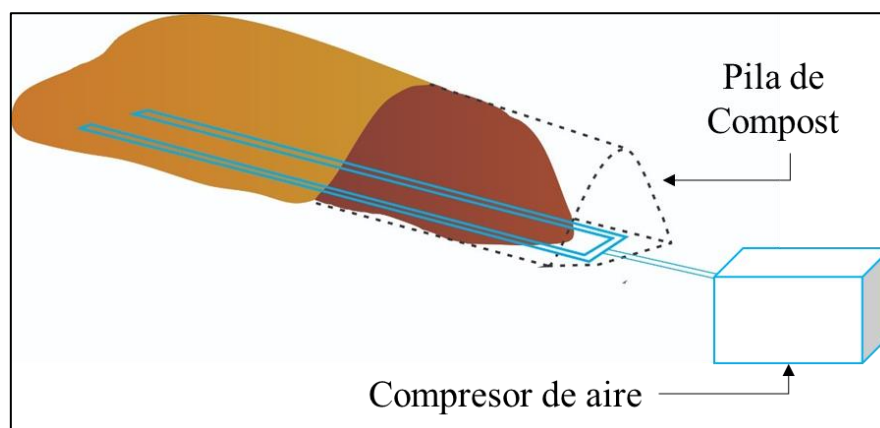


Figura 4. Compostaje en pila estática forzada.

Fuente: R. Avendaño [29]

2.2.13. Ventajas y desventajas

De acuerdo con P. Román y M. Martínez [15] las clasifica en cuanto a la técnica, tal como se muestra a continuación.

a. Ventajas: Pilas de Volteo o Hileras.

- El costo de la técnica de pilas de volteo o hileras es relativamente bajo en cuanto a su inversión y mantenimiento.
- El proceso de volteo para esta técnica se puede realizar de manera tanto mecánica como manual.
- El volteo paulatino de las pilas asegura una descomposición homogénea de los residuos que la conforman.
- La técnica promueve un resultado en un tiempo menor a las demás técnicas de sistemas abiertos, ya que el proceso completa sus fases en un tiempo aproximado de 3 a 4 meses dependiendo del material orgánico utilizado.

b. Desventajas: Pilas de volteo o hileras.

- La superficie requerida para realizar el proceso es media a alta, es decir se requiere una zona amplia para su desarrollo.

c. Ventajas : Pilas estáticas aireadas pasivamente – forzadamente

- Permite tener un mayor control de los olores que se desprenden durante el proceso a través de los sistemas de succión o presión de aire.
- Se utiliza cuando la superficie o zona que se tiene para compostar es pequeña.
- El proceso de estabilización a través de las fases es corto, concluyendo alrededor de 4 o 6 meses para la obtención del producto final.

d. Desventajas: Pilas estáticas aireadas pasivamente – forzadamente

- La aireación forzada requiere una serie de equipos y maquinaria como compresores, válvulas, entre otros, lo cual encarece el costo de inversión y mantenimiento del compost.

- Para ambas técnicas si la aireación que se tiene es mayor en base a las especificaciones origina cambios desfavorables en la temperatura y nivel de humedad.
- Se debe considerar que los desechos utilizados deben ser homogéneos, ya que en caso contrario necesitarían de la aplicación de volteos para homogenizar en general la fermentación y la temperatura de los mismos.

e. Ventajas: Reactor

- El proceso de compostar materia orgánica ocurre dentro de un contenedor cerrado, asegurando que los parámetros se encuentren debidamente controlados de manera técnica.
- El compostaje mediante reactores asegura una alta velocidad de descomposición de los residuos, dando un tiempo para completar el proceso entre 2 a 4 semanas.
- La superficie que se debe tener para compostar puede ser pequeña.
- El requerimiento de mano de obra para el control de esta técnica es mínimo.

f. Desventajas: Reactor

- Como desventaja principal se tiene el alto costo de inversión que se necesita, debido a la adquisición de maquinaria y equipos especializados, así como su posterior mantenimiento.

III. RESULTADOS.

3.1. Breve Reseña de la empresa

La empresa MBN exportaciones & CIA S.R.L inicia sus labores con la producción de galleta hojarasca en el área de panadería, cabe resaltar que esta se encarga de producir dos tipos de galleta diariamente, donde varía el uso de la cantidad de huevos dependiendo si está destinada para la hojarasca rectangular o redonda, durante este proceso se utilizan alrededor de 3 980 huevos al día. Estos una vez que se extrae la yema y clara necesaria para la masa durante la etapa de dosificado, son desechados a la basura obteniéndose una cantidad estimada de 30 kg de cáscara de huevo al día. Del 100% de insumo que entra (huevos) en el proceso de elaboración de hojarasca el 23,66% es desechado en forma de cáscara de huevo.

3.1.1. Descripción del proceso de dosificado de Huevos.

- **Recepción de Huevos**

La avícola responsable de la distribución de esta materia prima es la avícola “Sanguinetti S.A.C.”, cuando el producto es recibido por la empresa viene en hueveras de cartón color verde, se verifica las características propias del producto, constatando que no tenga deterioro físico.

- **Almacenamiento de huevos**

Los huevos son almacenados sobre parihuelas de madera, donde las hueveras de cartón están apiladas, en ambientes frescos y secos que permitan la circulación del aire.

- **Selección de columnas**

La selección de columnas se realiza con la finalidad de simplificar el proceso de selección de acuerdo a la cantidad de huevos necesarios para cada tipo de hojarasca.

- **Desinfección ultravioleta**

La desinfección de los huevos se realiza a través de luz ultravioleta tipo A donde el producto se desplaza por una faja transportadora en un tiempo de 4 segundos donde se logrará reducir la carga microbiana de la superficie de la materia prima.

- **Dosificado**

Los huevos una vez desinfectados pasan a la etapa de dosificado, donde son quebrados manualmente, en esta operación se separan las yemas y claras de la cáscara para pasar la etapa de mezclado, mientras que las cáscaras son desechadas como residuos.

La figura 5 muestra el diagrama de flujo del proceso de dosificación de para que sean utilizados en la elaboración de la tradicional galleta hojarasca.

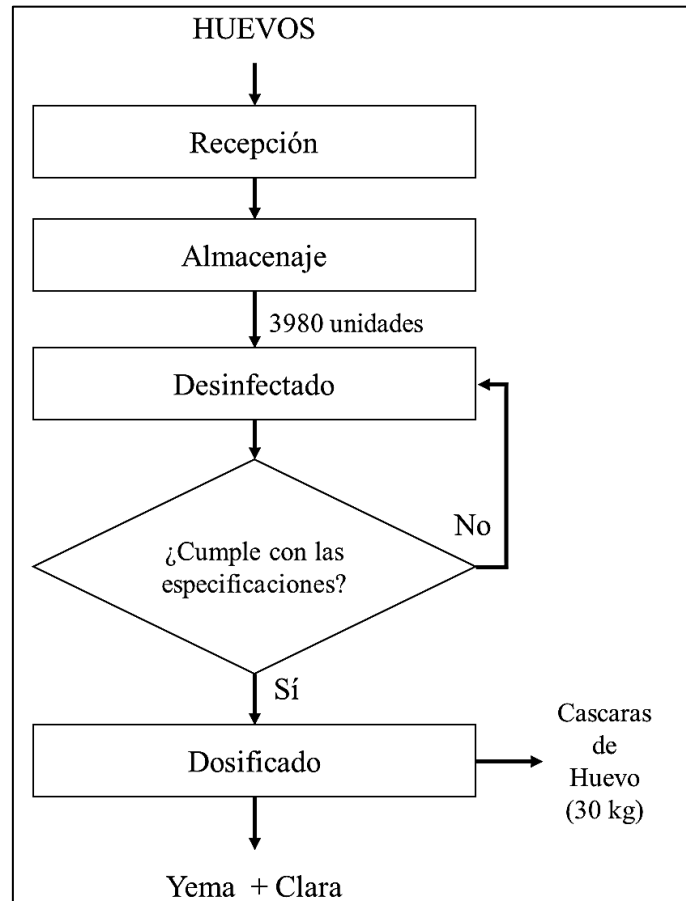


Figura 5. Diagrama de flujo de la dosificación de huevos.

Fuente: MBN exportaciones & CIA S.R.L.

A partir de lo mencionado anteriormente, se puede determinar que la cantidad de cascaras de huevo desechadas durante el proceso de dosificado al mes, es equivalente a 720 kilogramos.

La empresa MBN exportaciones & CIA SRL continua su producción con los insumos necesarios para la producción del King Kong, donde intervienen los residuos sólidos mencionados a continuación.

3.1.2. Descripción del proceso de elaboración del afrecho de yuca.

- **Recepción de materia prima:**

La materia prima es recibida directamente del proveedor, esta ingresa en un saco de polipropileno cosechero, color negro, sellado y con un peso de 80 kg.

- **Almacenaje:**

Los sacos de afrecho de yuca seca son apilados sobre parihuelas de madera dentro de ambientes frescos y secos, con una distancia a la pared de 0,5 m de distancia con el techo para permitir la circulación del aire.

- **Pesado:**

En esta etapa se realiza el pesado del afrecho de yuca seca en balanzas con plataformas de acero inoxidable, con un ingreso de 80 kg los cuales serán modificados en su composición física en las siguientes etapas.

- **Remojado:**

El afrecho de yuca tiende a remojarse durante 24 horas para que hinche su volumen y pueda aumentar su cantidad, por lo tanto hacen uso de 110 L de agua para dicho proceso.

- **Prensado:**

La etapa de prensado se realiza de manera manual, haciendo uso de una tela filtrante con 0,5 mm de abertura, con el objetivo de retirar el exceso de agua del afrecho.

- **Cernido:**

Este proceso se realiza de forma manual, empleando una doble malla con un diámetro de 0,5 cm, esto provoca que las partículas más grandes sean retenidas y así no afecten la calidad del producto final dando un peso equivalente a 29 kg de merma diaria.

- **Refrigerado:**

El afrecho de yuca húmedo se almacena en bandejas de acero inoxidable a temperatura de 16°C en el cuarto de enfriamiento para evitar a una posible fermentación, y así posteriormente usarlo como materia prima para la elaboración del dulce de piña.

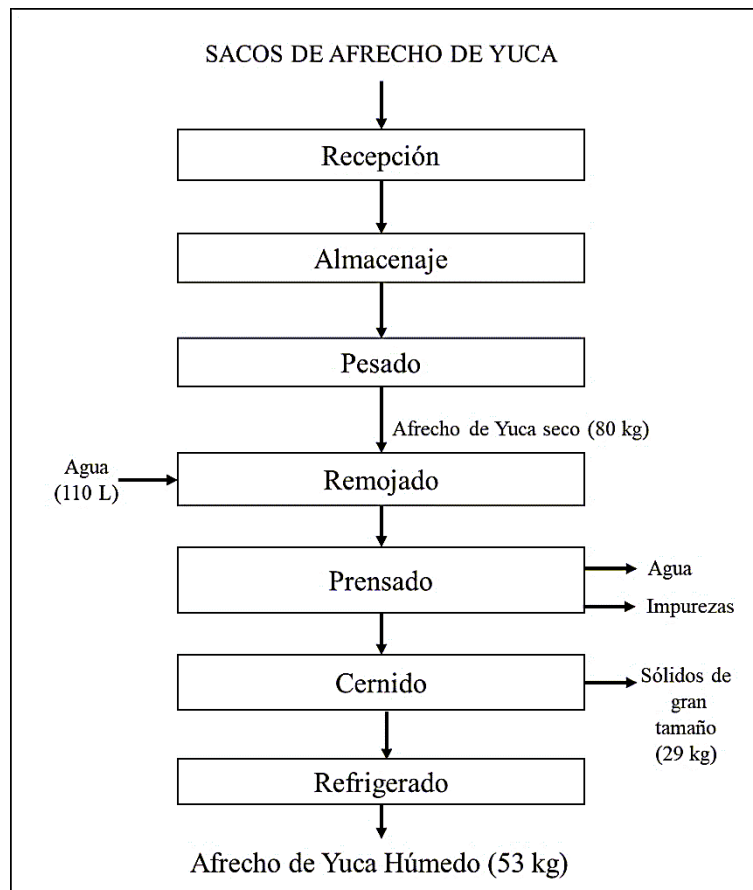


Figura 6. Diagrama de bloques del afrecho de yuca.

Fuente: MBN exportaciones & CIA S.R.L.

3.1.3. Descripción del proceso de elaboración de pulpa de camote.

- **Recepción de materia prima:**

La materia prima es recibida directamente del proveedor, esta ingresa en un saco de polipropileno sellado con un peso de 60 kg.

- **Almacenaje:**

Los sacos camote son apilados sobre parihuelas de madera dentro de ambientes frescos y secos, con una distancia a la pared de 0,5 m de distancia con el techo para permitir la circulación del aire.

- **Selección:**

Los camotes son seleccionados manualmente por un operario donde este determina los que pueden pasar al proceso de acuerdo al tamaño, dando un peso de 85 kg necesarios para el proceso.

- **Cortado:**

En esta etapa se realiza el cortado manual de los extremos del camote, eliminando los tallos para facilitar el pelado, en esta etapa se obtiene una merma equivalente al 0,70 kg entre tallos y raíces.

- **Lavado:**

El lavado del camote se realiza con un sistema de chorro de agua a presión haciendo el ingreso de 110 L, con la finalidad de extraer las impurezas del camote.

- **Troceado:**

Este proceso se realiza de manera manual dándole la forma apropiada para buscar el menor tamaño facilitando posteriormente la etapa de cocción.

- **Cocción:**

La cocción del camote se realiza en peroles de acero inoxidable, con el uso de 130 L de agua por un aproximado de 10 a 15 minutos para sancocharlo.

- **Enfriado:**

El camote sancochado se almacena en bandejas de acero inoxidable a temperatura de 16°C en el cuarto de enfriamiento durante un aproximado de 60 minutos.

- **Pelado:**

El pelado del camote se realiza de forma manual con un cuchillo con hoja de acero inoxidable, con el objetivo de retirar las cáscaras que envuelven al camote, dando un peso total de 29 kg de cáscaras de camote húmedo.

- **Molido:**

En esta etapa el molido se realiza a través de una máquina para disminuir el tamaño de la pulpa.

- **Almacenado:**

La pulpa de camote obtenida es de 58 kg, esta se almacena en bandejas de acero inoxidable a temperatura de 16°C.

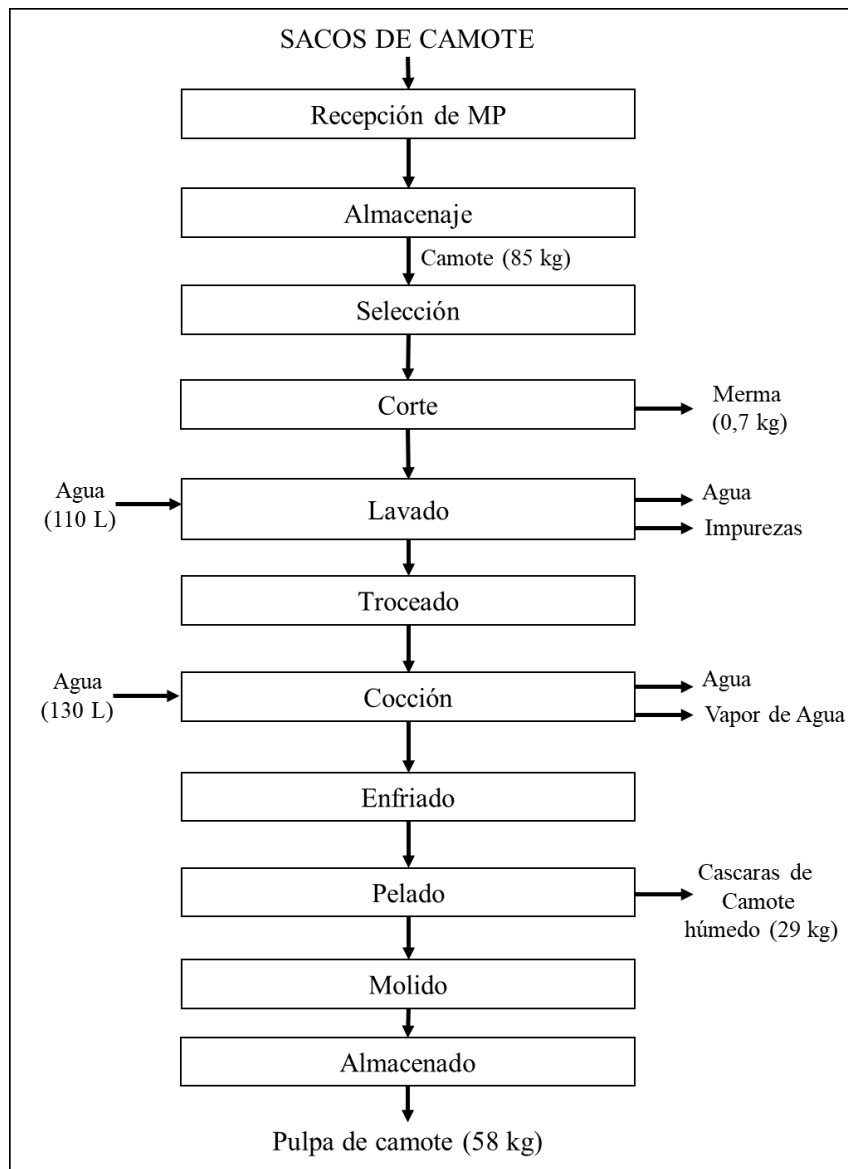


Figura 7. Diagrama de bloques para la obtención de la pulpa de camote.
Fuente: MBN exportaciones & CIA S.R.L.

3.1.4. Descripción del proceso de elaboración de afrecho de camote.

- **Recepción de materia prima:**

La materia prima es recibida directamente del proveedor, esta ingresa en un saco de polipropileno sellado con un peso de 60 kg.

- **Almacenaje:**

Los sacos camote son apilados sobre parihuelas de madera dentro de ambientes frescos y secos, con una distancia a la pared de 0,5 m de distancia con el techo para permitir la circulación del aire.

- **Selección:**

Los camotes son seleccionados manualmente por un operario donde este determina los que pueden pasar al proceso de acuerdo al tamaño, dando un peso de 70 kg.

- **Cortado:**

En esta etapa se realiza el cortado manual de los extremos del camote, eliminando los tallos para facilitar el pelado, en esta etapa se obtiene una merma equivalente al 0,5 kg entre tallos y raíces.

- **Pelado:**

El pelado del camote se realiza de forma manual con un cuchillo con hoja de acero inoxidable, con el objetivo de retirar las cáscaras que envuelven al camote, dando un peso total de 29 kg de cáscaras de camote.

- **Lavado:**

El lavado del camote se realiza con un sistema de chorro de agua a presión haciendo el ingreso de 110 L, con la finalidad de extraer las impurezas del camote.

- **Troceado:**

Este proceso se realiza de manera manual dándole la forma apropiada para buscar el menor tamaño facilitando posteriormente la etapa de cocción.

- **Cocción:**

La cocción del camote se realiza en un perol de acero inoxidable, con haciendo uso de 130 L de agua por un aproximado de 8 a 10 minutos para facilitar el pelado.

- **Enfriado:**

El camote se almacena en bandejas de acero inoxidable a temperatura de 16°C en el cuarto de enfriamiento durante un aproximado de 10 minutos, para que pueda pasar frío a la etapa de pelado.

- **Rayado:**

El rayado del camote se realiza a través de una maquina rayadora, este proceso tiene por finalidad reducir el tamaño de las partículas, para posteriormente en las otras etapas sea más fácil eliminar el almidón para obtener el afrecho.

La Figura 8 muestra que durante este proceso se logra obtener un aproximado de 45 kg de afrecho de camote por día de producción, generando una merma aproximadamente de 28 kilogramos al día, los cuales pueden ser aprovechados en su totalidad para la producción de abono orgánico.

Tabla 7. Cantidad de residuos generados a través del tiempo.

Residuos	kg/día	kg/semana	kg/mes	kg/año
Cascara de Huevo	30	180	720	8 640
Cascara de Camote (Afrecho)	28	168	672	8 064
Afrecho de Yuca	29	174	696	8 352
Cascara de Camote (Pulpa)	29	174	696	8 352
Total de Residuos	116	696	2 784	33 408

Fuente: MBN exportaciones & CIA S.R.L.

Tal como se muestra en la tabla 7 la cantidad total de residuos biodegradables que se generan durante las distintas etapas del proceso de fabricación en la empresa MBN exportaciones & CIA S.R.L es aproximadamente de 33 408 kg al año.

3.2. Determinación de la oferta y demanda de compost en la región Lambayeque.

3.2.1. Elaboración de un estudio de mercado.

De acuerdo con el IV Censo Nacional Agropecuario [21] la agricultura en el Perú ha venido evolucionando de manera significativa, haciendo que el mercado peruano se abastezca con una amplia gama de fertilizantes en su mayoría los que son de naturaleza artificial importados de otros países con una tasa de crecimiento del 8,2% con respecto al año 2017 - 2018.

Debido a lo descrito anteriormente, se busca analizar las condiciones actuales en la que se encuentra el mercado de fertilizantes respecto al compost en la región Lambayeque, con la finalidad de determinar las posibilidades que el compostaje hecho a partir de los residuos emitidos por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. tendría en el mercado, así como también la determinación del producto en cuanto a la forma para su comercialización.

3.2.2. Descripción del Producto en el Mercado.

a. Producto Principal.

El Producto que se piensa comercializar es compost, este es un tipo de abono orgánico obtenido a partir de la transformación de desechos vegetales o animales, cuya función es la de fertilizar los suelos de manera natural mediante su aplicación directa. Se caracteriza por ser un producto inocuo y libre de efectos fitotóxicos que perjudiquen al ambiente.

La materia prima para la obtención de este producto son residuos como cáscaras de huevo, cascaras de camote húmedas y secas y afrecho de yuca, generados por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. Además el producto será presentado a través de sacos tubulares de polipropileno de 25 kilogramos esta cantidad se determinó en base a la revisión de las distintas presentaciones en el mercado de este tipo de productos por parte de los demás productores.



Figura 9. Etiqueta del Producto

b. Características y Propiedades del Compost.

Debido a que el Perú no cuenta con una norma técnica o una legislación que asegure las especificaciones de un buen compost, se consideró adecuado usar como referencia las especificaciones establecidas en la norma NCh2880.Of2004, dada por el Instituto Nacional de Normalización de la República de Chile, dado que las demás normativas como la europea o norteamericana presentan ciertas clasificaciones en base a los distintos tipos de residuos aplicables durante el compostaje, es esta normativa la que se adecua más en Latinoamérica ya que es más flexible en ciertos parámetros, lo cual otorga un mayor acercamiento a la realidad actual.

De acuerdo con la norma NCh2880.Of2004, dada por el Instituto Nacional de Normalización de la República de Chile [22] el compost se puede clasificar en dos tipos A y B:

- Compost Clase A.

El compost de clase A es denominado como un tipo de compost maduro, ya que gracias al gran nivel de descomposición, su aplicación se puede dar de manera directa sobre los cultivos, es decir que no necesita ser mezclado con otros elementos. Además su poder fertilizante es mayor con respecto a un compost joven, ya que al haber completado las fases de compostaje, el producto que se obtiene tiene un mayor valor en cuanto al abonado.

- Compost Clase B.

El compost de tipo B se caracteriza porque ha culminado las etapas mesofílica y termofílica, sin embargo no culminó las etapas de enfriamiento y maduración, por lo tanto su poder fertilizante es inferior con respecto a un compost maduro, ya que muchos de sus elementos no han desaparecido en el proceso de descomposición por lo que es recomendable aplicarlo sobre macetas y plantas ornamentales.

El compost que se piensa comercializar es de tipo A, debido a que su aplicación va dirigida netamente a la fertilización de los cultivos que radican en la región Lambayeque.

La aplicación de este, reducirá la erosión del suelo, así como también evitara la compactación del mismo, favoreciendo su textura. El compost además mejora las propiedades de absorción manteniendo la humedad del suelo proporcionando un mayor rendimiento agrícola ya que brinda los nutrientes y vitaminas necesarios para las plantaciones o cultivos.

Tabla 8. Composición general del compost según la norma Chilena.

Composición	Compost Tipo A	Compost Tipo B
pH	5,0 – 8,0	6,5 – 8,5
Temperatura	40-60°C	25° C
Relación C/N	20:1 - 35:1	10:1 - 15:1
Porcentaje de materia orgánica	≥20%	≥ 20%
Porcentaje de Humedad	30 – 45%	≤ 20%

Fuente: Norma Chilena NCh2880.Of2004 [22].

c. Ficha Técnica del Producto.

IDENTIFICACIÓN	
Nombre del producto:	Compost
Tipo / Categoría	Abonos Orgánicos
Categoría	Tierras y Sustratos
UTILIZACIÓN	
Propiedades	Funciona como un reestructurador y fertilizador de suelos, mejorando la productividad y calidad de los cultivos o plantaciones.
Método de uso	Debe ser aplicado en la superficie del terreno a través de técnicas manuales, para posteriormente regarlo con abundantes cantidades de agua, favoreciendo la adecuación de la flora bacteriana en el suelo.
ESPECIFICACIONES SENSORIALES	
Color	Marrón – Café oscuro
Olor	Tierra Húmeda
Textura	Similar a la de Polvos Granulados
ESPECIFICACIONES FISICOQUÍMICAS	
Humedad	30 – 45%
Relación C/N	20:1 - 35:1
Densidad	200-250 kg/m3
Textura	Similar a la de polvos granulados

Fuente: M. Almiña, D. Gastón [24].

Para garantizar el mantenimiento del producto en buen estado durante su comercialización, este debe ser distribuido en los tipos de envase mencionados anteriormente, verificando que estos cumplan con el peso y humedad entre otras características. El producto puede ser almacenado un periodo hasta 6 meses, en un ambiente fresco y ventilado, manteniéndose alejado de la luz solar. La temperatura recomendada es entre 15°C a 23°C.

d. Usos del Producto.

El compost puede ser utilizado principalmente para mejorar las propiedades físicas del suelo favoreciendo las distintas plantaciones o cultivos. Es por ello que debe ser aplicado en:

- Suelos con baja fertilidad.
- Áreas afectadas por la erosión
- Cultivos autóctonos de la zona para el consumo humano.
- Cultivos de producción orgánicos para el consumo humano.
- Cultivos agrícolas para el consumo humano.

e. Productos Similares y Sustitutos.

Para el Boletín Estadísticos de Medios Agropecuarios [31] dentro de la clasificación de productos similares fertilizantes de tipo orgánico ofertados en el mercado podemos encontrar:

- Guano de isla.
- Gallinaza.
- Biol.
- Humus de Lombriz.
- Abonos verdes.
- Cenizas.
- Lodos Activados.

Dentro de la clasificación de productos de naturaleza inorgánica ofertados en el mercado podemos encontrar:

- Urea.
- Fosfato de Amonio.
- Nitrato de Amonio.
- Superfosfatos de calcio triple.
- Sulfato de Magnesio.
- Sulfato de Potasio.
- Cloruro de Potasio.

f. Estrategias de lanzamiento al mercado.

Tal como menciona L. Pérez [35] en su investigación acerca de las estrategias de introducción y lanzamiento al mercado de nuevos productos para las pequeñas y medianas empresas que tienen potencial de innovación, las estrategias de lanzamiento más acordes a nuestro tipo de empresa y producto son:

- Estrategia 1: La elección de un precio inicial similar al de los competidores, a través de la evaluación histórica de un producto equivalente como es el humus de lombriz, tal como se aprecia en la tabla 22, donde el precio del saco de 25 kg de compost para el primer año será de S/35,94.
- Estrategia 2: El uso de publicidad atractiva del producto, es por ello que se optó por utilizar la radiodifusión para emisoras locales de la región Lambayeque.
- Estrategia 3: El desarrollo de un sitio web, a fin de facilitar la comercialización del producto y mantenerse al nivel competitivo de los demás productores.

La aplicación de estas estrategias tiene por objetivo asociar el producto en la mente de los consumidores, estableciendo una relación directa con los clientes a fin de potencializar las ventas del mismo.

3.2.3. Zona de Influencia del Proyecto

a. Delimitación del Mercado.

Es necesario para delimitar el mercado considerar que una de las principales actividades de la región Lambayeque es la agricultura, debido a las amplias áreas de cultivo con las que cuenta la zona y la adaptación de las tierras por el favorecimiento del recurso hídrico así como el suelo y el clima.

Debido a eso, el mercado de fertilizantes de naturaleza tanto orgánica como inorgánica en la región Lambayeque ha crecido notablemente con el paso de los últimos años. Por lo tanto el factor determinante se rige en base al número de agricultores activos en la región Lambayeque dedicados exclusivamente a la siembra y cosecha de cultivos orgánicos, a fin de que puedan adquirir el producto y mejorar sus tierras.

b. Área de mercado seleccionada.

El compost estará dirigido a los pequeños agricultores que cuenten con áreas de terreno dentro de la región Lambayeque (Ferreñafe, Chiclayo, Lambayeque), destinadas a la siembra y cosecha de cultivos orgánicos, debido a que la tendencia de crecimiento de este producto aumenta con el paso del tiempo, la comercialización del mismo busca satisfacer las principales necesidades del mercado, mientras que se crea un ambiente de inclinación de los consumidores por la elección de este tipo de productos, disminuyendo así la cantidad de importaciones que se realiza, ya que se conoce que la región Lambayeque y Perú en general, no son grandes productores de abonos orgánicos.

c. Factores que limitan la comercialización.

Los principales factores que podrían limitar la comercialización del producto son:

- La falta de conocimiento de los usuarios acerca de las propiedades y beneficios que otorga la aplicación de los abonos orgánicos.
- La falta de aceptación del mercado para los nuevos productos emergentes, por incumplimiento de las expectativas o la falta de adecuación del mismo a sus necesidades.
- La introducción de la competencia extranjera y su poder de influencia con respecto al precio.

3.2.4. Análisis de la Demanda

a. Características de los consumidores.

El desarrollo de la agricultura en la región Lambayeque se ha extendido a pasos agigantados en cuanto a hectáreas, cultivos y técnicas, debido al incremento poblacional de la zona, la cual requiere de alimentos para la satisfacción de sus necesidades vitales. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Riego [23] a finales del 2018, el sector agrícola en Lambayeque estaba posicionado dentro de las 5 regiones que lograron los mayores crecimientos a nivel nacional, con un incremento del 11,6% debido a las grandes exportaciones de cultivos.

Por lo tanto, el producto que se piensa comercializar, va dirigido directamente al sector agrícola conformado por los pequeños agricultores quienes son los que se encargan de la siembra, cultivo y cosecha de productos netamente orgánicos dentro de la región Lambayeque, buscando así desplazar el uso de fertilizantes químicos por la aplicación de este tipo de abono

natural como es el compost, a fin de tener un mejor rendimiento de sus cosechas y promover una agricultura ecológica más limpia.

b. Factores que favorecen la demanda del proyecto.

- Aumento de las áreas de cultivo.

De acuerdo al Ministerio de Agricultura y Riego [23] en el 2018 el incremento de hectáreas sembradas para cultivos transitorios y estacionarios se vio reflejada en un aumento del 13,4% a nivel nacional, mientras que en Lambayeque el incremento fue de 9,7% gracias a la promoción de siembra de alimentos como tubérculos, frutas, hortalizas, algodón entre otros para su posterior exportación.

Tabla 9. Superficie Agrícola Nacional – 2018.

Tipos de Hectáreas	Cantidad	Porcentaje
Con cultivo (transitorios y permanentes)	6 155 678	67,46%
En barbecho	1 431 640	15,69%
En descanso	762 807	8,36%
No trabajada	774 882	8,49%
Total	9 125 007	100%

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego [23]

Para el Ministerio de Agricultura y Riego [23], los cultivos transitorios son todos aquellos cuyo periodo vegetativo es menor a un año, dentro de este tipo tenemos al arroz, maíz amarillo, camote, etc. Mientras que los cultivos permanentes son aquellos cuyo periodo vegetativo duran más de un año, dentro de esta categoría se encuentran mayormente los frutales como el mango, plátano, piña, etc.

- Aumento de la demanda de alimentos.

Según el valor entregado por parte del Instituto nacional de estadística e informática en el Perú [21], la demanda de alimentos y bebidas aumento en un 10,2% debido al incremento poblacional en el año 2018. De los cuales el 6,8% hace referencia a los alimentos como legumbres y hortalizas, mientras que el 3,4% corresponde al consumo de frutas.

Tabla 10. Principales cultivos sembrados en la región Lambayeque – 2018.

Cultivos Sembrados	Toneladas	% Participación
Caña de Azúcar	389 898	78,03%
Maíz Chala	9 460	1,89%
Arroz Cascara	18 001	3,60%
Alfalfa	14 202	2,84%
Arándano	2 400	0,48%
Uva	11 455	2,29%
Banano Orgánico	1 945	0,39%
Mango	52 339	10,47%
Total Toneladas	499 700	100%

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego [23]

c. Situación actual de la demanda de compost.

La agricultura en la actualidad viene atravesando una serie de cambios en cuanto a la ejecución de nuevas prácticas agrícolas, enfocadas en la obtención de productos cada vez más sanos, es decir con aplicación de productos fitosanitarios naturales, que no perjudiquen el entorno y el medio ambiente.

Tal como hace mención el IV Censo Nacional Agropecuario [21] dentro del mercado agrícola en nuestro país la comercialización del abono orgánico se centra en los productores de cultivos en la región costa y sierra.

En el Perú 1 370 000 productores agrícolas utilizan algún tipo de abono orgánico como guano de isla estiércol u otros tipos. Por lo tanto a nivel regional, el 48% corresponden a la región Sierra, el 32% a la costa y el 20% restante a la Selva.

Es necesario considerar como un factor importante que favorece el aumento de la demanda del producto, a la agricultura orgánica, la cual requiere para sus cultivos, fertilizantes y/ abonos de origen natural, es decir que estos no presenten modificaciones químicas en su composición por el uso de elementos artificiales.

Si nos referimos a la producción orgánica, el Ministerio de Agricultura y Riego [23] menciona que esta es una actividad que se lleva a cabo en todo el Perú, ya que es uno de los 10 países con mayor proporción de áreas de cultivos orgánicos. Es por ello que Perú se caracteriza por ser en cuanto al sector de la agricultura:

- 1er Exportador Mundial de Café Orgánico.
- 1er Exportador Mundial de Banano Orgánico.
- 2do Productor Mundial de Cacao Orgánico.
- 7mo País con el mayor número de productores orgánicos.

Si nos referimos a nivel departamental, Lambayeque cuenta con una extensión de valles fértiles, que permiten cultivar diversas especies de alimentos, es por ello que la agricultura forma parte de las actividades importantes de la región, por lo que es necesario promover su desarrollo.

Tal como menciona la gerencia regional de agricultura [31] en la tabla 11, hasta el 2018, Lambayeque concentraba el mayor número de productores en la región norte, siendo el total de 44 352 productores.

Tabla 11. Número de agricultores de la región Lambayeque 2018.

Provincia	Productores	Hectáreas Disponibles
Chiclayo	9 361	27 534
Ferreñafe	12 993	42 293
Lambayeque	21 998	60 234
Total	44 352	130 061

Fuente: Boletín de la Gerencia Regional de Agricultura [31].

Sin embargo de los 44 352 agricultores activos dentro la región, son pocos los que aplican algún tipo de abono orgánico a sus sembríos, debido a la escasez del producto en el mercado. Por lo que los fertilizantes que son mayormente comercializados son aquellos como el Sulfato de Magnesio, Sulfato de Potasio, Nitrato de Calcio, entre otros. Por lo tanto se recomienda la aplicación del compost como producto sustituto de este tipo de fertilizantes ya que contiene características y beneficios muy similares o incluso mejores que los fertilizantes químicos.

d. Determinación del mercado objetivo.

El mercado objetivo del compost son todos aquellos pequeños agricultores que radican en la región Lambayeque y están dedicados a la producción de cultivos orgánicos. Este será analizado a través de la data del gobierno regional de Lambayeque, junto con los boletines realizados por el Banco Central de Reserva y la Gerencia Regional de Agricultura a fin de poder determinar la tendencia de demanda y oferta del compost.

3.2.5. Demanda Histórica

a. Cálculo de la Demanda Histórica

La demanda histórica del proyecto se obtuvo en función a la información proporcionada por la Gerencia Regional de Agricultura de Lambayeque [31], donde se toma en consideración la superficie agrícola total de la región (hectáreas de cultivos sembrados tanto transitorios como permanentes) así como la cantidad de hectáreas de cultivos orgánicos, los cuales se detallan más a fondo en el Anexo 1.

Tabla 12. Hectáreas sembradas en la región Lambayeque 2014 - 2018.

Año	Hectáreas de cultivos sembrados	Hectáreas de cultivos orgánicos
2 014	104 355	22 917
2 015	105 759	23 605
2 016	111 674	25 021
2 017	111 987	26 772
2 018	130 061	28 914

Fuente: Gerencia Regional de Agricultura de Lambayeque [31].

De acuerdo con M. Almiña, D. Gastón [24] la dosis de aplicación del compost puede variar de acuerdo al tipo de compost A o B.

- Para compost maduro (A) se recomienda una proporción de 25 toneladas por hectárea de terreno agrícola.
- Para compost joven (B) se recomienda una proporción de 35 toneladas por hectárea de terreno agrícola.

Tal como indica la siguiente tabla, el cálculo de la demanda de compost se realizó en base a la cantidad de hectáreas destinadas únicamente a cultivos orgánicos por la dosis promedio de compost para la región Lambayeque.

Tabla 13. Demanda Histórica de Compost.

Año	Demanda Histórica de Compost Maduro (t)
2 014	572 925
2 015	590 113
2 016	625 520
2 017	669 306
2 018	722 851

3.2.6. Método de proyección de la demanda.

La figura 10 muestra que la data presenta una tendencia lineal debido al crecimiento de hectáreas que se da durante cada periodo anual por lo que sus patrones presentan una relación similar en cuanto a la demanda y el tiempo. La ecuación de la recta viene dada de la siguiente forma:

$$y = 5\,792,4x + 562\,976$$

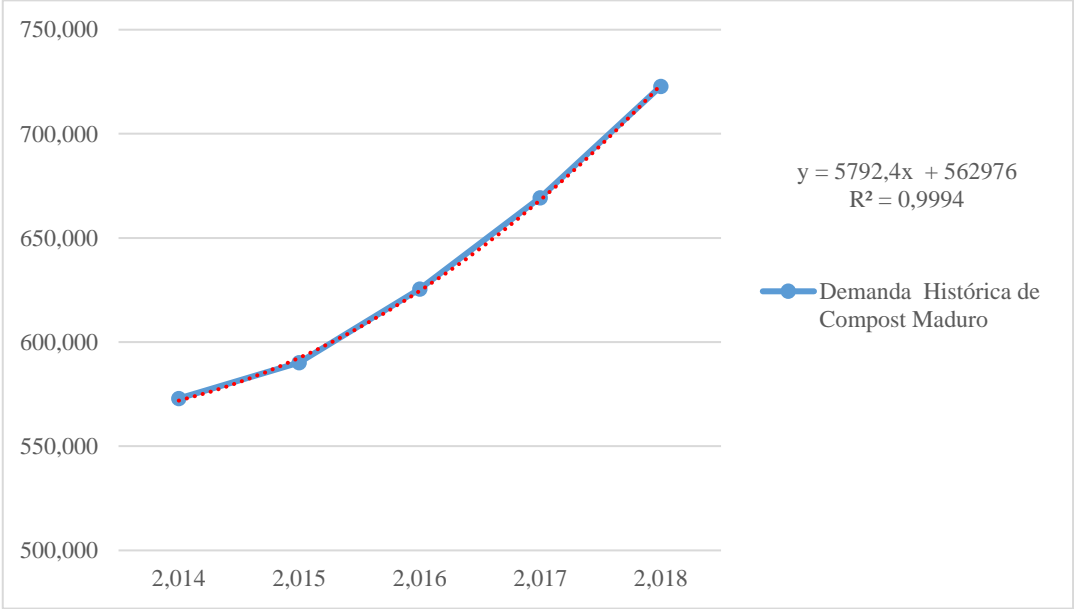


Figura 10. Tendencia de la demanda histórica de compost (t).

Con la data obtenida de la demanda histórica del compost maduro y debido al comportamiento que este presenta con una tendencia creciente a lo largo del tiempo, se

calculará la demanda proyectada a través del método de regresión lineal para los años posteriores.

a. Proyección de la Demanda.

Para determinar los valores en cuanto a la proyección de la demanda de compost maduro fue necesario utilizar la data de la tabla 13 donde menciona el total de toneladas necesarias de compost maduro en la región Lambayeque para los periodos 2014- 2018.

Tabla 14. Información estadística de Compost Maduro.

Año	Demanda Proyectada (t)
2 019	749 856
2 020	787 761
2 021	825 665
2 022	863 569
2 023	901 474

La tabla 14 muestra la proyección de la demanda para el periodo de los años 2019 al 2023 en base a las ecuaciones mostradas anteriormente (en el anexo 2 se detalla el cálculo con más precisión).

3.2.7. Análisis de la Oferta.

a. Evaluación y características de la oferta en general.

En la actualidad la oferta de fertilizantes y abonos tanto a nivel regional como nacional está dominado en su mayoría por las importaciones por parte del sector agrícola (ver detalle en el anexo 3, limitando la participación de los pequeños productores netamente nacionales de estos tipos de productos.)

Tabla 15. Producción e importación de abonos a nivel nacional.

Año	Producción (t)	Importación (t)
2 014	19 702	849 299
2 015	23 601	919 162
2 016	17 514	928 505
2 017	20 278	1 020 531
2 018	25 343	1 069 052

Fuente: Boletín Estadístico de Medios Agropecuarios [31].

Tal como se observa en la tabla 15 la importación supera por cantidades muy elevadas la producción nacional de abonos, por lo que Perú como país no es actualmente un productor potencial de fertilizantes solo produce y comercializa en gran mayoría guano de isla, por lo que se provee de países como China, Rusia, Estados Unidos, Japón, Chile, entre otros en cuanto a fertilizantes de origen inorgánico. Si bien al existir un mayor volumen de importaciones y un bajo nivel de producción nacional, el producto como es el compost busca cubrir a través de su comercialización estas necesidades, disminuyendo el número de importaciones y promoviendo la producción nacional de este tipo de producto.

3.2.8. Oferta Histórica.

Se considerará como oferta histórica la generación de residuos en la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. Para los años 2013 – 2018. De acuerdo con la información otorgada por la empresa, del total de residuos que suelen generar a lo largo de sus procesos productivos el 60% corresponde netamente a materia orgánica.

Tabla 16. Composición de los residuos generados en la empresa.

Ítem	Tipo de Residuo Solido	Composición (%)
1	Materia Orgánica	60,00%
2	Plástico	23,00%
3	Papel	9,00%
4	Cartón	5,00%
5	Otros	3,00%
TOTAL		100,00%

Fuente: M.B.N exportaciones & CIA S.R.L.

Tal como indica el anexo 4 se realizó un análisis para poder determinar en base a la información otorgada sobre la cantidad de residuos generados durante los años 2013-2018 la equivalencia netamente de materia orgánica desechada, siendo estos resultados los datos equivalentes a la oferta histórica reflejados en la siguiente tabla.

Tabla 17. Oferta Histórica de R.S.O

Año	Generación de RSO (t/año)
2 014	3 582,5
2 015	3 654,2
2 016	3 727,3
2 017	3 801,8
2 018	3 839,8

3.2.9. Método de proyección de la Oferta.

Con respecto a la información obtenida en la tabla 17 (oferta histórica de residuos sólidos orgánicos desechados por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L) la figura 11 indica que la data presenta una tendencia lineal debido al aumento de generación de R.S.O que se da durante cada periodo anual por lo que sus patrones presentan una relación similar en cuanto a la demanda y el tiempo. La ecuación de la recta viene dada de la siguiente forma:

$$y = 47\,002x + 3489,6$$

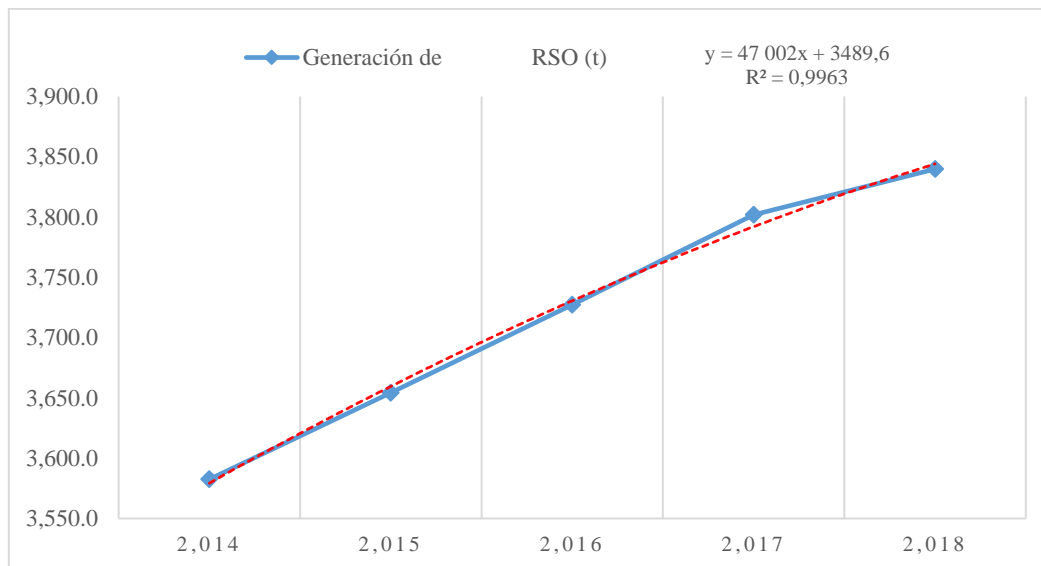


Figura 11. Tendencia de la oferta histórica (t)

Con la data obtenida de la oferta histórica y debido al comportamiento que este presenta con una tendencia creciente a lo largo del tiempo, se calculará la oferta proyectada a través del método de regresión lineal para los años posteriores.

a. Proyección de la Oferta.

Para poder proyectar la oferta de compost, es necesario conocer que no existe información recopilada acerca de la oferta que tiene el producto a nivel regional, debido al escenario en el que se encuentra el proyecto, se consideró necesario realizar el análisis en base a la disponibilidad de la materia prima (R.S.O) desechada por parte de la empresa para que sean procesados a fin de obtener compost.

Para Earth Green Colombia en su investigación “Principios Básicos del Compostaje” [25] en cuanto al flujo de materiales, por cada 100 kilogramos de materia orgánica, se obtienen aproximadamente 60 kilogramos de compost maduro, lo cual es un valor menor en base a la cantidad inicial, debido a que el resto se evapora en forma de CO₂ y vapor reflejando un porcentaje de pérdida del 38%. Dicha asociación de valores contribuirá para poder determinar la proyección de la oferta de compost.

La tabla 18 resume la proyección de la oferta de compost para el periodo de los años 2019 al 2023 en base a las ecuaciones mostradas anteriormente (el cálculo se realizó con mayor precisión en el anexo 4).

Tabla 18. Proyección de la Oferta de compost (t/año).

Año	Oferta de compost
2 019	3 743
2 020	3 779
2 021	3 815
2 022	3 851
2 023	3 887

3.2.10. Demanda Insatisfecha.

La demanda insatisfecha se rige bajo el cálculo de la diferencia entre la demanda proyectada de compost menos la oferta del mismo. Tal como se menciona anteriormente no existen antecedentes o información recopilada acerca de la oferta regional que tiene Lambayeque en cuanto a la producción de compost. Por lo tanto se determina que la oferta del proyecto estará en base a la cantidad de compost que se puede ofertar al mercado bajo la generación de los residuos sólidos urbanos por parte de la empresa productora.

Por lo tanto, la cantidad de compost que se obtendrá en base al R.S.O. solo podrá abastecer una pequeña parte de la demanda insatisfecha dentro de los requerimientos del

mercado ya que la demanda es superior a la oferta que puede brindar el proyecto, por lo que se asume que se comercializara la totalidad del compost obtenido.

3.2.11. Demanda del Proyecto.

Con los datos obtenidos de la demanda y oferta proyectada, es posible determinar la demanda que cubrirá el proyecto, así como la demanda insatisfecha del mismo, la cual se calcula a través de la diferencia de los datos proyectados en un periodo de 5 años.

Tabla 19. Demanda del Proyecto.

Año	Demanda Proyectada (t)	Oferta del Proyecto (t)	Demanda insatisfecha (t)	Porcentaje a cubrir (%)
2 019	749 856	3 743	746 113	0,50%
2 020	787 761	3 779	783 981	0,48%
2 021	825 665	3 815	821 850	0,46%
2 022	863 569	3 851	859 718	0,45%
2 023	901 474	3 887	897 586	0,43%

Teniendo en consideración los puntos mencionados previamente acerca de la falta de información, la oferta del proyecto estará basada en la producción de compost de acuerdo a la generación de R.S.O. de la empresa, por lo que el porcentaje de participación se determinará en base a esos factores, dando como resultado que para el primer año el proyecto solo puede abarcar el 0,50% del total de demanda que requiere el mercado.

3.2.12. Precio.

a. Precio del Producto en el mercado

El precio de venta del compost es menor en comparación con el de los fertilizantes de origen inorgánico. Para definir el precio es necesario tener en consideración el precio de los productos que son similares junto con la cantidad por la que es comercializada, en este caso son sacos de 25 kilogramos.

En la ciudad de Chiclayo la forma de comercialización de abono como el compost o humus se da a través del menudeo, debido a la escasez de centros de producción de este tipo de producto, donde se podrían vender en grandes cantidades de acuerdo a cada empresa.

Los principales centros de venta y/o producción dentro de la región para la categoría de Tierras y Sustratos están:

Respecto al humus de lombriz:

- Estación Experimental Agraria Villa Florida situada en Ferreñafe.

Respecto al Compost:

- Cooperativa de Servicios Múltiples situada en Pomalca, donde la producción de compost está destinada para su autoconsumo.
- Centro de Compostaje Piloto Municipal situado en Lambayeque, donde la producción de compost está destinada para el uso de espacios públicos y áreas verdes de la misma provincia.
- Tiendas por departamento como Sodimac Home Center
- Mercados de la misma región que comercializan compost en presentaciones de 1 o 2 kilogramos.

b. Precio de Productos Sustitutos o Similares.

De acuerdo con el Boletín Estadísticos de Medios Agropecuarios [32] los fertilizantes más demandados a nivel nacional son equivalentes a un 20,9% de urea, 20,3% nitrato de amonio, 20,2% sulfato de amonio, 16,7% cloruro de potasio, 12,8% guano de isla, 5,2% humus de lombriz y 3,9% sulfato de magnesio y potasio.

Tabla 20. Precio minorista de los productos similares y sustitutos en la región Lambayeque (Soles/tonelada).

Abonos	Producto	Años		
		2015	2016	2017
Abonos orgánicos	Guano de isla	S/ 1 100	S/1 225	S/1 338
	Gallinaza	-	S/550	S/480
	Humus de Lombriz	S/ 966,00	S/ 971,60	S/ 978,80
Abonos inorgánicos.	Cloruro de Potasio	S/1 640	S/1 880	S/1 787
	Sulfato de amonio	-	S/838	S/869
	Superf. de calcio triple	-	S/2 184	S/2 200
	Fosfato di amónico	S/1 937	S/1 909	S/1 900
	Urea	S/1 471	S/1 287	S/1 493

Fuente: Boletín Estadísticos de Medios Agropecuarios [32].

c. Evaluación Histórica del Humus de Lombriz.

El humus de lombriz es considerado como uno de los abonos más requeridos por los productores agrícolas porque tiene propiedades similares a las del compost, debido a esto se ha considerado evaluar el precio del producto en base al humus de lombriz y su precio correspondiente en la región Lambayeque.

Tabla 21. Precio Histórico del Humus de Lombriz en Lambayeque.

Producto	Presentación	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018
Humus de Lombriz	Soles/Saco (50 kg)	S/ 56,85	S/ 58,69	S/ 62,35	S/ 65,74	S/ 68,93
	Soles/saco (25 kg)	S/ 28,43	S/ 29,35	S/ 31,18	S/ 32,87	S/ 34,47

Fuente: Boletín Estadísticos de Medios Agropecuarios [32].



Figura 12. Tendencia del precio de humus de lombriz (S/)

3.2.13. Método de Proyección del Precio.

La fijación del precio representa una de las herramientas más importantes dentro del crecimiento de la empresa, ya que de este depende el logro de los resultados y objetivos programados a lo largo del tiempo. Para el caso de la empresa productora de compost, el precio está fijado en base al de un producto similar como es el humus de lombriz.

La proyección del precio se muestra en la tabla 22, cabe resaltar que el precio se proyectó para un periodo de 5 años ya que se tiene en consideración las variables de la economía nacional y regional (el cálculo se puede observar con mayor precisión en el anexo 6).

Tabla 22. Proyección del precio del compost en sacos de 25 kg.

Año	Soles/saco 25 kg
2 019	S/35,94
2 020	S/37,50
2 021	S/39,06
2 022	S/40,62
2 023	S/42,18

3.2.14. Políticas del Precio.

Las políticas de precio aplicadas a la planta de compostaje, están fundamentadas bajo los siguientes criterios:

- Política de precio de penetración, el producto ingresará al mercado con precios bajos, similares a los de la competencia. De esta manera se fijó en S/ 35,94 por saco de 25 kg para el año 2019, ofreciendo un precio similar con respecto al humus de lombriz en la misma presentación y peso.
- Política de descuento por volúmenes, se aplicará 2% de descuento cuando la compra del producto se de en grandes cantidades superiores al medio millar de unidades.

3.2.15. Comercialización del producto.

El procedimiento de comercialización del compost será través de una venta directa, ya que el producto estará disponible en el centro de compostaje que planea diseñarse. El objetivo de realizar un canal de distribución de directo, es la de disminuir costos evitando la contratación de minoristas o agentes, estableciendo un contacto directo con los consumidores.

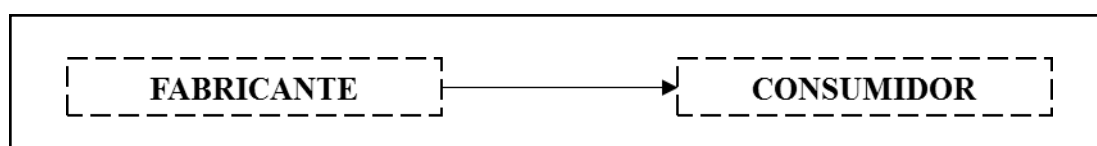


Figura 13. Procedimiento de comercialización del producto.

Además las estrategias de comercialización incluyen la difusión radial como medio de comunicación más accesible para el público objetivo además de la creación y mantenimiento de una página web, para facilitar la compra en caso se requieran grandes cantidades del producto. Así mismo con respecto a los puntos de venta, se acordó que en una etapa inicial la venta de los sacos de compost se dé dentro de la misma planta de compostaje a fin de minimizar costos.

3.2.16. Conclusiones del estudio de mercado.

- A partir del estudio de mercado descrito previamente, se determinó que es viable establecer una planta de compostaje, debido a que la demanda del producto está creciendo gracias al incremento de las hectáreas de cultivo en la región Lambayeque y la demanda de alimentos para exportación, además de la baja competencia que existe actualmente de empresas productoras que radican en la región, ya que la mayoría de estas sirven para autoabastecerse.
- De acuerdo al análisis realizado, se determinó que la demanda de compost para el año 2019 será de 749 856 toneladas, mientras que para el año 2023 el valor aumenta hasta las 901 474 toneladas. Además se determinó la oferta del proyecto, la cual se rige en base a la producción de compost que se puede generar a partir de los desechos emitidos por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L más los insumos que se adicionaran, por lo tanto la cantidad de compost que se obtendrá será de 3 743 toneladas para el año 2019 y 3 887 toneladas para el año 2023. Así mismo el porcentaje que cubrirá el proyecto va a ser mínima, debido a que como se describió en los puntos anteriores la demanda que requiere el mercado supera en grandes cantidades a lo que el proyecto puede ofertar, es por ello que el porcentaje que para el año 2019 equivale a 0,50% del total de la demanda insatisfecha y para el año 2023 será de 0,43%. Por lo tanto se asume que la totalidad de las unidades producidas serán comercializadas al sector agrícola conformado por los agricultores dedicados a la producción de cultivos orgánicos en la región Lambayeque.
- Con respecto al precio, este se estableció en referencia al precio del Humus de lombriz en el mercado, dicho valor será de S/35,94 soles para el saco de compost de 25 kg para el año 2019 y de S/42,18 para el año 2023.

3.3. Analizar y determinar la caracterización físico-química de los residuos como fuentes de materia prima.

3.3.1. Caracterización de los residuos.

La caracterización físico-química de los residuos es de suma importancia, debido a que estos deben cumplir ciertos parámetros para que sean usados posteriormente en el proceso de compostaje, el objetivo del análisis fisicoquímico es determinar los valores de humedad, pH y % de materia orgánica de cada uno.

Para realizar el análisis, se extrajeron muestras manualmente, durante el proceso productivo del alfajor gigante con el fin de recolectar los residuos. Los distintos residuos fueron puestos a disposición para su respectivo análisis, los cuales se realizaron en el laboratorio de la Facultad de Microbiología de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo el 17 de Septiembre del 2018 (ver anexo 08), el objetivo de este análisis es poder determinar la composición y propiedades físicas de cada residuo, de manera que sea posible garantizar su uso en el proceso de compostaje para obtener compost. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos son en los rubros de porcentajes (%) de Humedad, materia orgánica, además del pH junto con la relación carbono nitrógeno, tal como se muestra en las siguientes tablas. Las muestras fueron procesadas tomando en cuenta los parámetros Fisicoquímicos establecidos para cada alimento proporcionado, bajo la Norma Técnica Peruana 2009.8002015.

Para el análisis fisicoquímico las muestras fueron evaluadas en los cinco días transcurridos validando los resultados siguiendo las normas técnicas establecidas por la norma sanitaria establecida en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por el Decreto Supremo N° 007.98 SA y en concordancia técnico-normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF).

El análisis de los parámetros, permitirá evaluar la realización de la propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compost a través del compostaje por pilas.

Tabla 23. Caracterización de la Cáscara de Huevo.

Residuo	Ítem	Resultados	Unidades
Cascara de Huevo	Peso Bruto	300	g
	Peso neto determinado	310	g
	Acidez-Alcalinidad	8	p H
	Humedad	14,5	%
	Nitrógeno	0,42	%
	Relación C/N	20:01	moles
	Materia Orgánica	69,53	%

Fuente: Laboratorio Microbiología – UNPRG.

Tabla 24. Caracterización de la Cáscara de Camote.

Residuo	ítem	Resultados	Unidades
Cascara de camote pulpa	Peso Bruto	400	g
	Peso neto determinado	410	g
	Acidez-Alcalinidad	4,5	p H
	Humedad	87,3	%
	Nitrógeno	0,56	%
	Relación C/N	05:01	moles
	Materia Orgánica	16,67	%

Fuente: Laboratorio Microbiología – UNPRG.

Tabla 25. Caracterización del Afrecho de Yuca.

Residuo	Determinación	Resultados	Unidades
Afrecho de Yuca	Peso Bruto	500	g
	Peso neto determinado	510	g
	Acidez - alcalinidad	4,5	pH
	Humedad	62,35	%
	Nitrógeno	0,7	%
	Relación C/N	16:01	moles
	Materia Orgánica	55,08	%

Fuente: Laboratorio Microbiología – UNPRG.

Tabla 26. Caracterización de la Cáscara de Camote Húmedo.

Residuo	Determinación	Resultados	Unidades
Cáscara de Camote Húmeda	Peso Bruto	400	g
	Peso neto determinado	407	g
	Acidez - alcalinidad	4,3	pH
	Humedad	98,6	%
	Nitrógeno	0,48	%
	Relación C/N	05:01	moles
	Materia Orgánica	15,84	%

Fuente: Laboratorio Microbiología – UNPRG.

3.3.2. Métodos y normas utilizadas en la realización del análisis.

a. Carbono.

Para la determinación del Carbono fue necesario utilizar el método propuesto por Walkley y Black en 1943, el cual es aplicable a materia prima para compostaje, y se basa en la oxidación del carbono orgánico con un agente oxidante conocido como Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$), el cual reaccionara con el carbono del residuo oxidándolo y transformándolo en Dióxido de Carbono (CO_2), para finalmente determinar la cantidad de oxidante que no ha reaccionado para poder estimar así la cantidad que ha reaccionado con el carbono.

Los reactivos y disoluciones utilizados fueron:

- Dicromato de Potasio.
- Agua desionizada.

De acuerdo con este método en la interpretación del resultado, el valor obtenido es mayor a 5% para los residuos de Cascara de Huevo y Afrecho de Yuca por lo que le corresponde una catalogación de tipo muy alta en cuanto al contenido de carbono, mientras que para las Cáscaras de Camote la catalogación es de tipo alta.

b. Nitrógeno

Para la determinación del Nitrógeno fue necesario utilizar el método propuesto por Johann Kjeldahl el cual consta de tres etapas: digestión, donde el nitrógeno se convierte a iones nitrógeno (NH_4), destilación, en el cual los iones nitrógeno se convierten en amoníaco (NH_3) mediante la adición de un alcalino como es el Hidróxido de Sodio.

De acuerdo con este método en la interpretación del resultado, los valores obtenidos de cada muestra, se encuentran dentro del rango de recuperación aceptable en cuanto al contenido de nitrógeno.

3.4. Elaboración de la propuesta de aprovechamiento de los residuos orgánicos para la elaboración de compost.

3.4.1. Plan de Producción.

El plan de producción del compost maduro está definido para dentro de 5 años, considerando el periodo de inicio al año 2019 y el periodo de cierre al 2023. La producción de compostaje se dará durante todo el año, con un solo turno de trabajo establecido de 8 horas por 6 días a la semana.

Se consideró necesario dividir la producción por periodos cuatrimestrales, ya que el compost tiene una duración de 4 meses debido a que atraviesa distintas fases.

Tabla 27. Plan de Producción del compost (sacos de 25 kg).

Año	Periodo (Cuatrimestral)	Producción en kg	Unidades (Sacos de 25 kg)	Ventas
2019	2019-I	3 742 646	49 902	49 902
	2019-II		49 902	49 902
	2019-III		49 902	49 902
	1 AÑO		149 706	149 706
2020	2020-I	3 778 800	50 384	50 384
	2020-II		50 384	50 384
	2020-III		50 384	50 384
	2 AÑO		151 152	151 152
2021	2021-I	3 814 963	50 866	50 866
	2021-II		50 866	50 866
	2021-III		50 866	50 866
	3 AÑO		152 599	152 599
2022	2022-I	3 851 117	51 348	51 348
	2022-II		51 348	51 348
	2022-III		51 348	51 348
	4 AÑO		154 045	154 045
2023	2023-I	3 887 281	51 830	51 830
	2023-II		51 830	51 830
	2023-III		51 830	51 830
	5 AÑO		155 491	155 491

El cálculo para la obtención de las unidades durante el primer año se ve reflejado a través de la siguiente relación, el procedimiento fue el mismo para los posteriores años.

$$\begin{array}{l}
 12 \text{ meses} \longrightarrow 3\,742\,646 \text{ kg de compost} \\
 4 \text{ meses} \longrightarrow x \text{ de compost} \\
 X = 1\,247\,549 \text{ kg de compost}
 \end{array}$$

Si a dicha cantidad la dividimos entre los 25 kilogramos que tendrá la presentación de cada producto, se obtendrán 49 902 sacos de compost listos para ser comercializados durante los primeros cuatro meses de producción.

Se considera que no existe inventario inicial ni final debido a que es un producto que requiere de un proceso de compostación largo para poder obtenerse, además se asume que la totalidad de las unidades producidas serán comercializadas.

3.4.2. Plan de Ventas.

El plan de ventas se determinó a través de la oferta respecto a la cantidad de unidades de 25 kilogramos que puede ofrecer el proyecto al mercado, en correlación con el precio proyectado indicado en la tabla 28 para los siguientes años.

Tabla 28. Plan de ventas del Proyecto (Sacos de 25 kg).

Año	Oferta (kg)	Unidades Producidas (sacos de 25 kg)	Precio por saco	Total (Soles)
2 019	3 742 646	149 706	S/35,94	S/5 380 054
2 020	3 778 800	151 152	S/37,50	S/5 667 898
2 021	3 814 963	152 599	S/39,06	S/5 960 269
2 022	3 851 117	154 045	S/40,62	S/6 257 141
2 023	3 887 281	155 491	S/42,18	S/6 558 543

3.4.3. Requerimiento de materias primas e insumos.

Tal como se menciona anteriormente, el producto que se desea obtener como es el compost está conformado por residuos de naturaleza orgánica en su mayoría, siendo estos

residuos considerados como materia prima fundamental para llevar a cabo el proceso de compostaje. En cuanto al requerimiento de materiales tanto directos como indirectos del proyecto se han considerado los siguientes:

Tabla 29. Materiales necesarios para el proceso de compostaje.

Materiales	
Directos	Residuos Sólidos Orgánicos
	Estiércol de Vaca
	Pajilla de Arroz
Indirectos	Sacos de Polipropileno
	Agua

Cabe resaltar que dentro de los componentes directos se escogió pajilla de arroz y estiércol vacuno, ya que de acuerdo a S. Hang, et, al. [26] son estos elementos los más apropiados para mantener una buena relación carbono – nitrógeno del compost tipo “A”, a través de su uso, además el compostaje del estiércol vacuno permite disminuir el impacto negativo que se genera por la acumulación de este elemento. Su relación (C/N) es relativamente baja, por lo que es conveniente incorporar fuentes de carbono a fin de optimizar el proceso y la calidad del producto. Las ventajas del uso de estiércol en el proceso de compostaje son las siguientes:

- Promueve la conservación de la estructura de la pila.
- Mantienen la aireación.
- Absorben el exceso de líquidos.
- Reducen las pérdidas de Nitrógeno.

Mientras que la pajilla de arroz es un elemento proveniente de las industrias molineras y las ventajas de su uso el proceso de compostaje son las siguientes:

- Es rico en celulosa.
- Absorbe agua.
- Mejora el porcentaje de humedad.

El compost de acuerdo con la norma NCh2880.Of2004, dada por el Instituto Nacional de Normalización de la República de Chile debe tener una relación Carbono/Nitrogeno optima, la cual está dentro de un rango de 23-35 , por lo tanto se consideraron estos insumos como la pajilla de arroz y el estiércol vacuno para equilibrar la relación del mismo, para ello se estableció

un porcentaje de participación aproximado para que la relación del compost que se piensa obtener cumpla los estándares establecidos.

Para hallar la relación carbono nitrógeno, fue necesario aplicar los siguientes cálculos para mezclas de más de 2 componentes. De acuerdo con K. Mendoza [12] la relación C/N del estiércol de vaca es de 19:1 y la de la pajilla de arroz es de 66:1.

Tabla 30. Relación Carbono - Nitrógeno de los componentes.

Residuos	Relación C/N	% de Participación Parcial	Relación C/N de la mezcla
Pajilla de Arroz	66	0,2	13,2
Estiércol de Vaca	19	0,5	9,5
Cascara de Huevo	20	0,35	7
Cascara de camote afrecho	5	0,25	1,25
Afrecho de yuca	16	0,15	2,4
Cascara de camote pulpa	5	0,35	1,75
TOTAL		100%	35

De acuerdo con la tabla 30 el resultado que tendrá la mezcla de materia prima e insumos contara con una relación carbono – nitrógeno de 35, dicho valor se encuentra dentro del rango óptimo para que pueda ser considerado como un producto de calidad.

El estiércol vacuno proviene del establo de los mismos proveedores de leche de la empresa MBN exportaciones & CIA S.R.L, el ganado vacuno es de tipo Holstein con una edad aproximada entre 2 a 5 años, su alimentación está basada en forrajes compuestos por alfalfa y salvado de trigo. Mientras que la Pajilla de arroz será recolectado por el molino “MDA S.A.C”, situado en la carretera Lambayeque. Cabe resaltar que los productores de cada elemento pueden suministrar a la empresa 60 kilogramos de Pajilla de arroz y 60 kilogramos de estiércol por semana, dando un valor mensual de 240 kilogramos al mes respectivamente.

Como se ha citado previamente para Earth Green Colombia en su investigación “Principios Básicos del Compostaje” [25] en cuanto al flujo de materiales, por cada 100 kilogramos de materia orgánica, se obtienen 60 kilogramos de compost maduro, se ha considerado la cantidad en kilogramos requeridos de cada insumo que se necesitara para el

proceso de compostaje. Dichas cantidades están calculadas para producir una unidad de producto, es decir 25 kilogramos de compost tipo A. (Revisar el anexo 7, donde se detalla el cálculo)

Tabla 31. Requerimiento de Materiales para un saco de 25 kg.

Materia Prima e insumos	Cantidad en kg	%
Residuos Sólidos Orgánicos	45,83	61%
Pajilla de Arroz	8,33	11%
Estiércol Vacuno	20,83	28%
TOTAL	75,00	100%

De acuerdo a las cantidades calculadas en la tabla 31, se determina que para un saco de 25 kilogramos, se necesitan 45,83 kg de residuos sólidos orgánicos y 29,16 kg de insumos.

Tabla 32. Requerimiento anual de materia prima e insumos para la producción de compost (kg/año).

Materia Prima e insumos	2019	2020	2021	2022	2023
Residuos Sólidos Orgánicos	4 116 911	4 156 680	4 196 459	4 236 229	4 276 009
Pajilla de Arroz	748 529	755 760	762 993	770 223	777 456
Estiércol Vacuno	1 871 323	1 889 400	1 907 482	1 925 559	1 943 641

El cálculo en la tabla 32 se obtuvo a través del producto de la cantidad en kg de compost que se obtendrá de manera anual indicada en el plan de producción por el porcentaje de participación de cada material.

Tabla 33. Costo del Requerimiento de Materiales del Proyecto durante 5 años.

Materia Prima e insumos	Valor de compra	AÑO				
		2019	2020	2021	2022	2023
Pajilla de Arroz	S/0,30	S/224 559	S/226 728	S/228 898	S/231 067	S/233 237
Estiércol Vacuno	S/0,80	S/1 497 058	S/1 511 520	S/1 525 985	S/1 540 447	S/1 554 912
Sacos de Polipropileno	S/0,65	S/97 309	S/98 249	S/99 189	S/100 129	S/101 069
Costo Total		S/1 818 926	S/1 836 497	S/1 854 072	S/1 871 643	S/1 889 218

El cálculo de la siguiente tabla se obtuvo a partir del producto del valor de compra de cada material por el requerimiento anual en kilogramos.

3.4.4. Disponibilidad de materia prima

Para determinar la disponibilidad de materia prima e insumos se debe tener en cuenta el anexo 3 donde hace mención a la cantidad de materia prima (R.S.O) que se tiene disponible antes de entrar al proceso de compostaje junto con la materia prima requerida para el proceso indicado en la tabla 32.

Tabla 34. Disponibilidad de materia prima (kilogramos).

Año	Disponibilidad de materia prima	Materia Prima requerida para el proceso
2 019	6 036 526	4 116 911
2 020	6 094 839	4 156 680
2 021	6 153 167	4 196 459
2 022	6 211 480	4 236 229
2 023	6 269 808	4 276 009

Tal como menciona la tabla 34, la cantidad de residuos sólidos orgánicos que se tiene disponible para compostar es mayor que la cantidad requerida para compostar durante los periodos de años desde el 2019 hasta el 2023, por lo que se asume que si se puede cubrir la cantidad necesaria para el proceso de producción.

3.4.5. Suministros de Fábrica.

Se considera como suministros de fábrica a los recursos que requiere la planta de compostaje para su completo funcionamiento. Ambos recursos serán suministrados cuando se implemente la planta.

a. Recurso Hídrico.

El agua que será utilizada durante el todo el proceso productivo y áreas anexas dentro del sistema, será provista por EPSEL, esta será puesta en tanques de almacenamiento. Así mismo se considerara la instalación de un sistema de alcantarillado sanitario para facilitar las condiciones de trabajo.

b. Recurso Energético.

La energía eléctrica será otorgada por la empresa Electronorte S.A para el proceso productivo en caso sea requerido.

3.4.6. Localización y Tamaño.

En este punto se determinara los factores que están incluidos dentro de la localización y el tamaño que tendrá el proyecto para la producción de compost para una mayor precisión en cuanto a la ubicación e infraestructura.

a. Factores básicos que determinan la localización.

Los factores que influyen son detallados a continuación, y tiene por objetivo de determinar cuáles serían las ventajas y desventajas del terreno donado por parte de la empresa MBN exportaciones & CIA S.R.L.

☞ Factores Sociales.

Son aquellos factores que están relacionados con la adaptación del proyecto hacia la sociedad y el ambiente, tales como.

- Disponibilidad de mano de obra.
- Cercanía y posible contaminación hacia la comunidad.

➤ Factores Geográficos.

Se refieren al estado natural del terreno, donde se piensa establecer el sistema de compostaje, dentro de estos tenemos.

- Vías de acceso y comunicación.
- Clima.
- Ubicación estratégica frente a la competencia.

➤ Factores Económicos.

Se refieren a los costos en cuanto a suministros e insumos de la localidad donde se piensa ubicar el proyecto, tales como.

- Disponibilidad de servicios Públicos (agua, energía eléctrica, etc.)
- Costo de transporte de insumos y materias primas.

b. Ubicación de la planta de compostaje.

La planta de compostaje estará situada en un terreno ubicado en la calle Sr. De los Milagros, km 108. Avenida San José – Carretera Chiclayo este cuenta con un área total de 383 m², y además posee una distancia a la fábrica de dulces tradicionales de 21 minutos a través de un automóvil. Cabe resaltar que de acuerdo a la información otorgada por el gerente general de MBN exportaciones & CIA S.R.L. el terreno será donado por la empresa, ya que estos disponen del mismo por ser de su propiedad, evitando que se incurra en costos adicionales por la adquisición de un nuevo terreno

La siguiente tabla muestra la escala de factores ponderados y las consideraciones necesarias que se tuvieron para poder definir si es recomendable o no, localizar la planta de compostaje en dicho terreno.

Para la escala se consideró apropiado tener una base de calificación de 3 valores, los cuales van desde cero para factores que no se relacionan, uno para factores que están medianamente relacionados y una calificación de 1,5 para factores altamente relacionados.

Tabla 35. Escala de factores ponderados

Factores	Clima	Disponibilidad de mano de obra	Contaminación hacia la comunidad	Vías de acceso y comunicación.	Ubicación estratégica frente a la competencia	Disponibilidad de servicio Públicos	Costo de transporte de insumos y materias primas.	Total	Ponderación
Clima	-	0	0	1	0	0,5	0	1,5	8%
Disponibilidad de mano de obra	0,5	-	0,5	1	0,5	0,5	0	3	17%
Contaminación hacia la comunidad	0	0	-	0,5	0,5	0	0	1	6%
Vías de acceso y comunicación.	1	1	0,5	-	1	0,5	1	5	28%
Ubicación estratégica frente a la competencia	0	0,5	0,5	1	-	0,5	1	3,5	19%
Disponibilidad de servicio Públicos	0,5	0,5	0	1	0,5	-	0	2,5	14%
Costo de transporte de insumos y materias primas.	0	0	0	1	0,5	0	-	1,5	8%
Total								18	100%

Tabla 36. Calificación y ponderación para el terreno disponible.

Leyenda	
Valor	Calificación
0	Malo
1	Regular
2	Bueno
3	Muy Bueno
4	Excelente

Factores	Ponderación	San José	
		Calificación	Puntuación
Clima	8%	4	0,33
Disponibilidad de mano de obra	17%	3	0,50
Contaminación hacia la comunidad	6%	3	0,17
Vías de acceso y comunicación.	28%	2	0,56
Ubicación estratégica frente a la competencia	19%	3	0,58
Disponibilidad de servicio Públicos	14%	1	0,14
Costo de transporte de insumos y materias primas.	8%	3	0,25

3.4.7. Justificación y ubicación de la planta de compostaje.

La planta de compostaje estará ubicada en la avenida San José, Carretera Chiclayo debido a sus precios accesibles, la legalidad del terreno, además que la localización es propicia en cuanto a la cercanía con los proveedores de materia prima e insumos y con la región Lambayeque en general.

Las coordenadas del mismo se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 37. Coordenadas del terreno propuesto

Coordenadas	Latitud	Longitud
C1	6°44'51.61"S	79°57'44.80"O
C2	6°44'52.54"S	79°57'44.57"O
C3	6°44'52.90"S	79°57'45.76"O
C4	6°44'52.20"S	79°57'45.95"O

Fuente: Google Earth Pro.

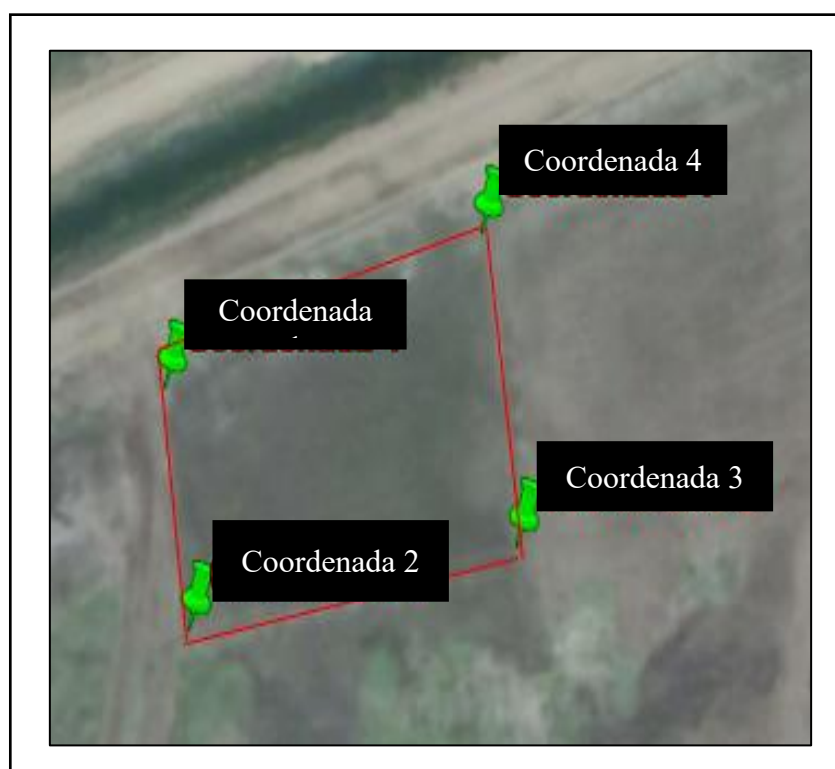


Figura 14. Coordenadas del terreno en disposición.

Fuente: Google Earth.

En cuanto al clima se consideró una calificación de excelente, ya que de acuerdo con menciona el informe de Indicadores demográficos, sociales, económicos y de gestión municipal [27] San José presenta un clima ser cálido y seco la mayoría del tiempo. La temperatura puede ser voluble en función de la estación en la que se encuentre, siendo la temperatura máxima y mínima de 30° C y 18° C respectivamente, por lo tanto es un ambiente propicio para que el proceso de compostaje se desarrolle de manera adecuada bajo estas condiciones de temperatura.

Con respecto a la contaminación hacia la comunidad la Comisión Nacional del Medio Ambiente [22] la ordenanza establece que debe existir una distancia mínima desde la planta de compostaje hasta las viviendas más cercanas a fin de evitar la generación de problemas dentro

De la comunidad, por ende la distancia debe ser de 5 kilómetros en el caso de que se practique compostaje doméstico y de 10 kilómetros en el caso de compostaje industria, por lo tanto el terreno que se tiene disponible cumple con esta ordenanza y tiene una calificación de muy buena, ya que se encuentra lejos de la presencia de viviendas anexas, tal como se puede observar en las figuras 14. Además debido a las condiciones en la que está actualmente el terreno, este está en calidad de tierra estéril.

- Para el cuarto factor, la planta de compostaje se encuentra ubicada en una zona que cuenta con una vía de acceso a través de la calla Santa María, tal como se puede apreciar en la figura 14. Lo cual permite el ingreso y salida vehicular dentro de la empresa. Es por ello que se consideró una calificación de bueno debido a que a pesar de que exista una vía de acceso, esta no se encuentra totalmente pavimentada.

- Con respecto a la disponibilidad de servicios públicos se consideró una calificación de regular ya que el terreno y la zona en general no cuenta con servicios de agua o luz, por eso es que dentro de la evaluación económica se incluyen en estos costos para la instalación del recurso energético e hídrico.

- En cuanto al costo de transporte de insumos y materias primas se consideró una calificación de muy buena, ya que como se menciona en la figura 20 la distancia desde la empresa generadora de residuos hasta la planta de compostaje es de 21 minutos en transporte vehicular. Además los costos mencionados en la evaluación económica por transporte no representan una parte significativa de los costos totales, siendo un monto de S/40,00 semanales por combustible.

3.4.8. Tamaño de la Planta

A. Tamaño – Mercado

Luego de haber realizado un estudio de mercado y habiendo establecido el porcentaje que cubrirá el proyecto con respecto a la demanda insatisfecha de compost en la región Lambayeque se obtiene la siguiente tabla, la cual menciona la relación tamaño – mercado que tendrá el mismo.

Tabla 38. Relación tamaño - mercado.

Año	Demanda del Proyecto (kg)	Demanda del proyecto en sacos de (25 kg)
2019	3 742 646	149 706
2020	3 778 800	151 152
2021	3 814 964	152 599
2022	3 851 117	154 045
2023	3 887 281	155 491

B. Tamaño – Materia Prima

Se considera como materia prima a los residuos generados por el empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. tales como (Afrecho de yuca, cascaras de camote y huevo), por lo tanto se asume que la empresa genera este tipo de residuos a diario, por lo que la frecuencia de llegada de residuo a la planta será de todos los días. Debido a eso se ha considerado que la mano de obra sea fija para todo el año.

Las proporciones de compost a partir de los R.S.O e insumos son las siguientes:

- Por cada 100 kilogramos de R.S.O se obtienen 60 kg de compost
- Insumos adicionales al proceso: Estiércol Vacuno (28%), cascarilla de arroz (11%)

Tabla 39. Cantidades en kg de materia prima e insumos.

Materia Prima	R.S.O (61,11%)	45,83	kg
Insumos	Estiércol Vacuno (28%)	20,83	kg
	Pajilla de Arroz (11%)	8,33	kg
TOTAL		75,00	kg

3.4.9. Ingeniería y Tecnología del Proyecto.

a. Determinación del proceso productivo.

El proceso para la elaboración del compost puede darse de forma manual, mecanizada o automatizada ya que dependerá de la cantidad de materia prima que se tenga disponible para el proceso, así como la complejidad del sistema escogido, entre otros factores descritos a continuación. De acuerdo con P. Román y M. Martínez [15] los procesos se diferencian por:

Tabla 40. Cuadro comparativo de los procesos de compostaje.

Factores	Alternativas		
	Proceso Manual	Proceso Mecanizado	Proceso Automatizado
Descripción			
Requerimiento de M.O a compostar	Mínimo	Elevado	Elevado
Tiempo de Obtención	Medio	Corto	Corto
Numero de Operarios	Mínimo	Alto	Alto
Espacio Requerido	Pequeño	Medio - Alto	Medio - Alto
Inversión	Bajo	Elevado	Elevado
Proceso Elegido	✓	X	X

Fuente: P. Román, M. Martínez [15]

Tal como se puede observar en la tabla 27, se determinó que el tipo de proceso manual es el que mejor se adecua para este proyecto, además de ser el más económico, no requiere del uso de máquinas especializadas para la automatización del proceso ya que cantidad de materia a compostar no es elevada.

b. Proceso Productivo.

En el siguiente punto se muestra el proceso productivo para la obtención del compost a partir de los residuos mencionados anteriormente, cabe resaltar que se escogió el método de compostaje por pilas por volteo manual en base a la investigación desarrollada por S. Uribe [32], ya que refiere a que este método posee un costo mínimo en su aplicación y presenta ciertas ventajas en comparación con los otros sistemas.

1. Recepción.

En esta etapa la materia orgánica compuesta por las cascaras de huevo, cascaras de camote, afrecho de yuca, estiércol vacuno y pajilla de arroz se recibe en la planta de compostaje y pasan posteriormente a ser pesados en una balanza eléctrica para determinar la cantidades a utilizarse.

2. Selección.

Se tiende a seleccionar el material, con el fin de desechar todos aquellos residuos que no sean parte del proceso como (plástico, papel, etc.) Esta es una de las etapas más resaltantes dentro de la línea de producción ya que de este depende la obtención de un producto final de buena calidad a fin de que cumpla con los estándares establecidos por la norma chilena

NCh2880.Of2004. Una vez que los residuos son seleccionados pasan a ser pesados con la finalidad de conocer la cantidad de R.S.O. que ingresará al proceso

3. Trituración.

La materia orgánica seleccionada puesta en carretillas pasa al proceso de trituración mediante una trituradora industrial con la finalidad de reducir el volumen de los residuos no superior a 3 centímetros, para facilitar el proceso de compostaje y la homogeneidad de la materia prima.

4. Mezclado.

En la etapa de mezclado, los residuos previamente triturados son mezclados con las proporciones adecuadas de estiércol y pajilla de arroz para proceder a armar la pila de compostaje. La pila se armará mediante el trabajo manual del operario junto con la ayuda de herramientas descritas posteriormente.

5. Compostaje.

En esta etapa las bacterias aerobias se encargan de descomponer la materia orgánica en presencia de oxígeno, por tal motivo es importante controlar los parámetros de ventilación y temperatura, además de realizar el volteo y riego de las pilas para asegurar que el proceso esté funcionando correctamente. El compost por ser de tipo A tiene una duración de alrededor de 17 semanas (4 meses).

Las pilas donde se colocara el material tendrán unas dimensiones de 2 metros de largo por 1 metros de ancho y alto. El volteo que se realizará será manual y se determinó que la cantidad de volteos será de dos veces por semana durante las primeras 4 semanas de compostaje, luego el volteo será de una vez por semana para mejorar la homogeneidad del producto.

Además se adicionara agua durante los periodos de tiempo que se crea conveniente con la ayuda de una manguera, garantizando que las pilas cumplan con las temperaturas adecuadas a través de un control constante de las mismas.

6. Tamizado

El tamizado se utiliza para separar aquellas partes solidas de gran tamaño de las que son apropiadas para el proceso. El proceso de tamizado se realizara mediante un tamiz galvanizado especial con un orificio de 5 mm.

7. Envasado.

Luego que el material es homogeneizado mediante el proceso de tamizado, procede a ser envasado en sacos tubulares de polipropileno de 25 kilogramos, para su posterior almacenaje y comercialización. Agregando un pequeño control de calidad durante el proceso de envasado se seleccionara una muestra aleatoria de la producción para verificar si el producto obtenido se encuentra bajo las especificaciones establecidas, así como el chequeo del cierre de las bolsas, el peso y las costuras de los sacos son las correctas durante el proceso.

8. Almacenamiento.

Una vez que el producto ha sido envasado en sacos tubulares de polipropileno con un peso de 25 kilogramos, pasa a ser almacenado hasta el momento de su comercialización.

El proceso descrito previamente se puede observar de manera gráfica en la figura 15.

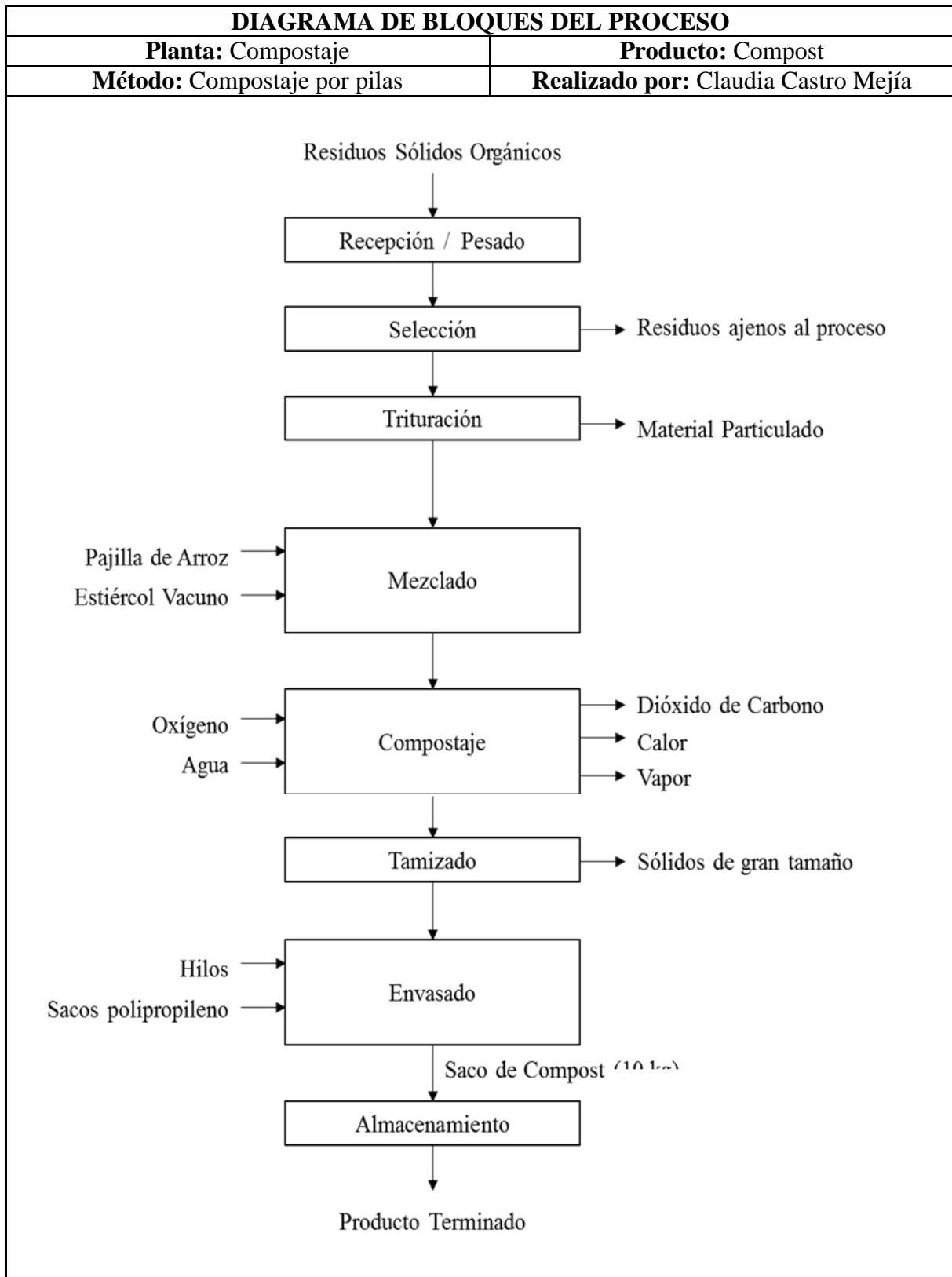


Figura 15. Diagrama de bloques para la producción de compost.

La siguiente figura hace referencia al diagrama de operaciones del proceso (DOP) que se tendrán en cuenta para la producción del compost.

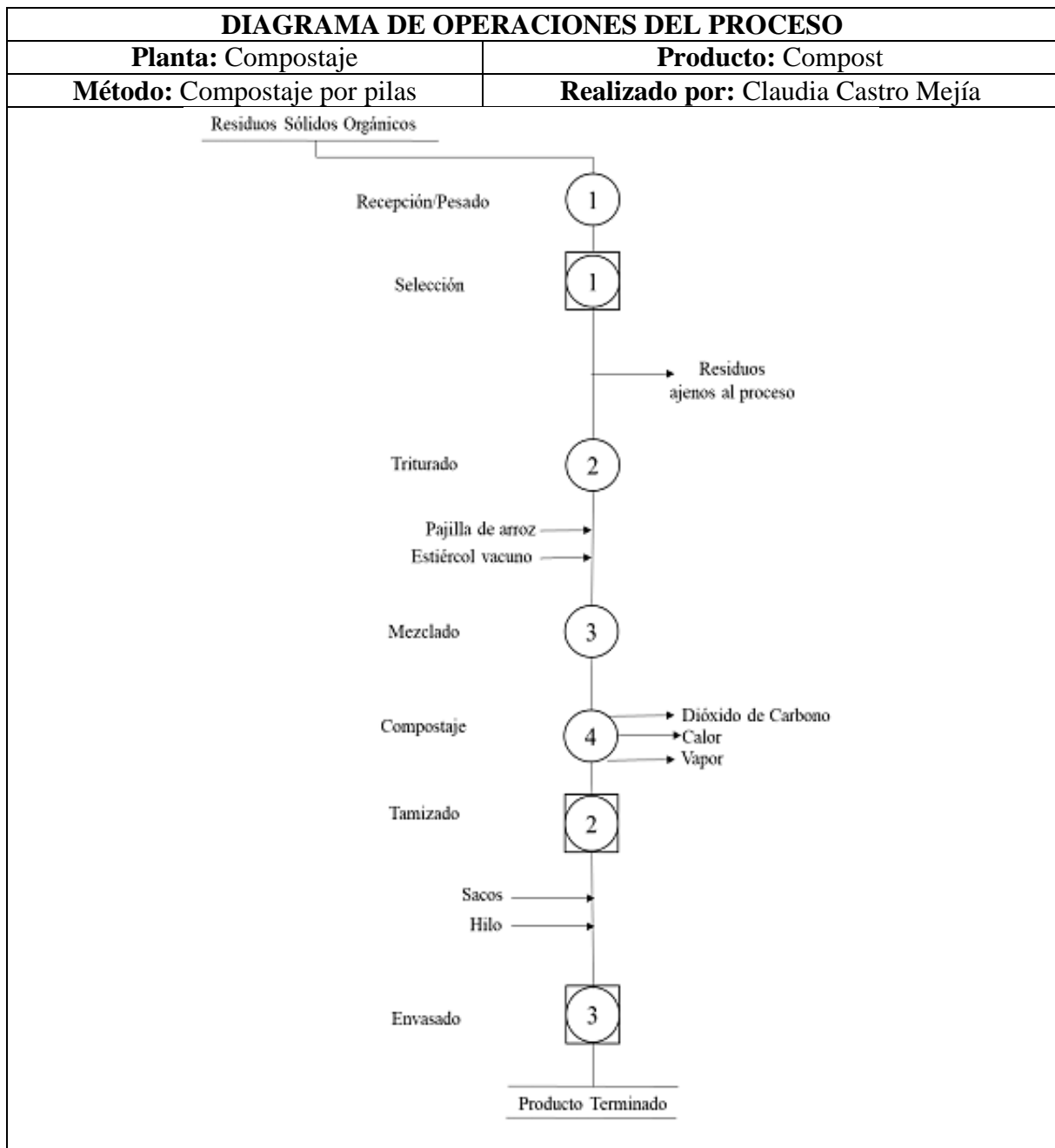


Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso.

El cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso se presenta en la siguiente tabla, contando con un total de 4 actividades de operación y 3 actividades combinadas.

Tabla 41. Cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso de compost.

Símbolo	Actividad	Cantidad
○	Operación	4
◻	Combinada	3
Total		7

La figura 17 hace referencia al diagrama de actividades del proceso (DAP) que se tendrán en cuenta para la producción del compost.

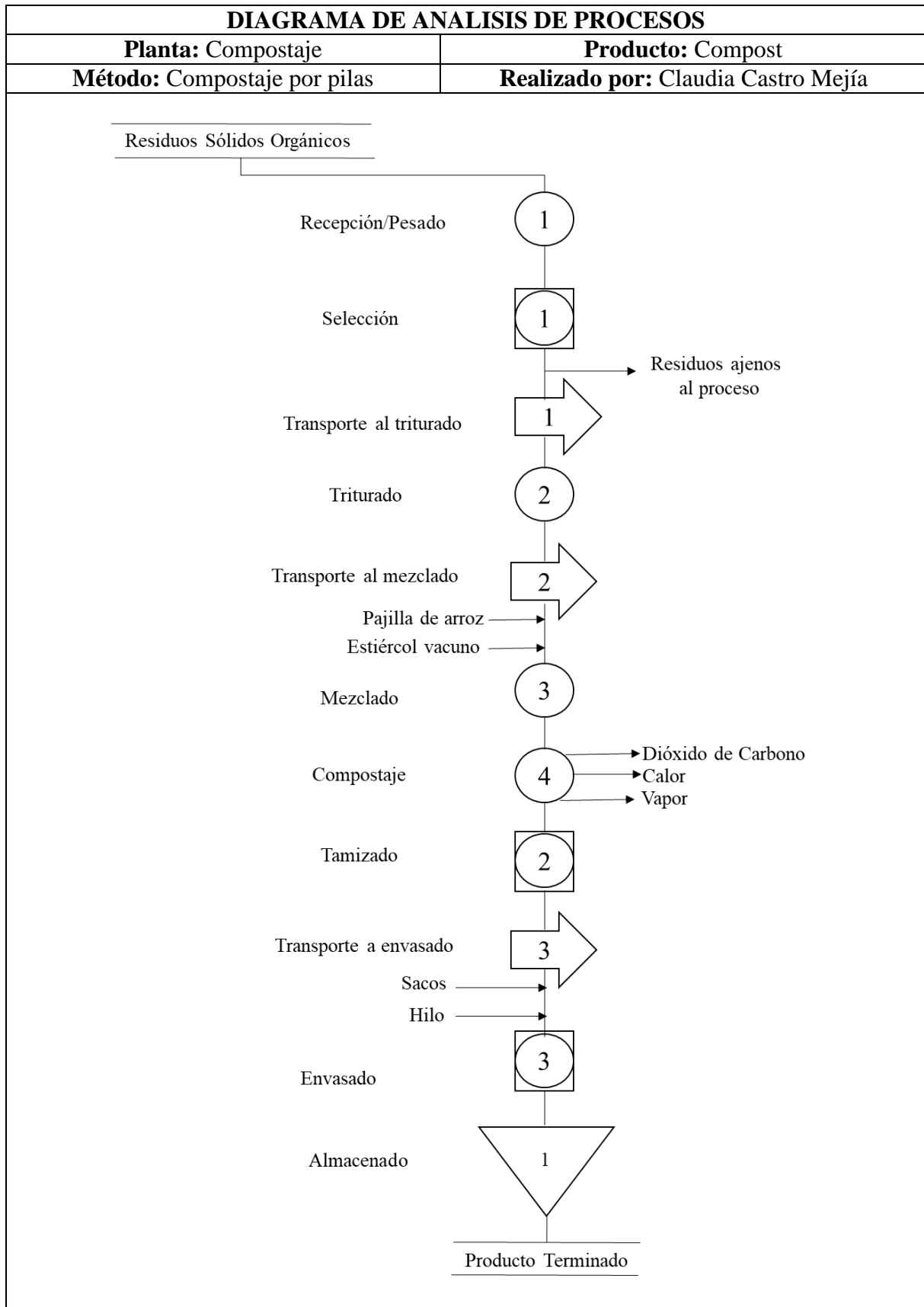





Figura 17. Diagrama de actividades del proceso.

El cuadro resumen del diagrama de actividades de proceso se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 42. Cuadro resumen del diagrama de análisis de proceso de compost.

Símbolo	Actividad	Cantidad
	Operación	4
	Combinada	3
	Transporte	3
	Almacenamiento	1
Total		11

Del diagrama de análisis del proceso se obtiene que este cuenta con un 63,6% de actividades productivas y un 36,4% de actividades improductivas del total de las actividades que lo conforman.

- **Actividades Productivas:**

$$\text{Actividades productivas} = \frac{\sum \text{Act. Productivas}}{\sum \text{Act. Totales}} = \frac{4 + 3}{11} * 100 = 63,6\%$$

- **Actividades Improductivas:**

$$\text{Actividades improductivas} = \frac{\sum \text{Act. Improductivas}}{\sum \text{Act. Totales}} = \frac{3 + 1}{11} * 100 = 36,4\%$$

3.4.10. Capacidad de la planta

A. Capacidad Diseñada.

La capacidad diseñada es la cantidad de producto final que puede producir el proyecto bajo un determinado periodo de tiempo. Es por ello que para esta capacidad se consideró la producción que tendrá el proyecto en el año 2023 como lo máximo que puede producir la empresa.

Se sabe que la empresa trabajará 6 días a la semana con una jornada laboral de 8 horas y contará con un solo turno por día. Por lo tanto la capacidad diseñada será de 58 sacos/hora.

$$\text{Capacidad diseñada} = 155\,491 \frac{\text{sacos}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{312 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 62 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}}$$

B. Capacidad Real

La capacidad real toma en consideración la cantidad que efectivamente llega a producir la planta, se considera como una reducción de la capacidad de diseño a fin de reflejar las condiciones típicas de funcionamiento en un periodo de tiempo determinado. Por lo tanto para determinar la capacidad real de la planta de compostaje se considerará la producción que se tiene prevista para el primer año proyectado, dando como resultado que la capacidad real equivale a 56 sacos/hora.

$$\text{Capacidad real} = 149\,706 \frac{\text{sacos}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{312 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Capacidad real} = 60 \frac{\text{sacos}}{\text{hora}}$$

C. Capacidad Utilizada

A partir del cálculos mencionados previamente, se puede determinar la capacidad utilizada de la planta, la cual refleja el volumen máximo de producción que se generará en cada uno de los años proyectados, a través de la división de la capacidad real entre la diseñada.

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad diseñada}} \times 100$$

$$\text{Capacidad Utilizada} = \frac{60 \text{ sacos/hora}}{62 \text{ sacos/hora}} \times 100$$

$$\text{Capacidad Utilizada} = 96,28\%$$

La siguiente tabla muestra un resumen con las capacidades obtenidas que tendrá la planta de compostaje.

Tabla 43. Capacidades de la planta de compost.

Capacidades	Cantidad
Capacidad Diseñada	62
Capacidad Real	60
Capacidad Utilizada	96,28%

3.4.11. Indicadores de Producción

Los indicadores de producción son de gran importancia para los procesos productivos, ya que a partir de estos se realiza la mejora continua. Para la planta de compostaje se tienen los siguientes indicadores.

A. Productividad.

Para calcular la productividad de compost, se debe relacionar con la cantidad que tendrá el producto, el cual es de 25 kilogramos por saco, dando el siguiente resultado:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Cantidad de recursos empleados}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{25 \text{ kg}}{45,83 \text{ kg} + 8,33 \text{ kg} + 20,83 \text{ kg}}$$

$$\text{Productividad} = 0,33$$

B. Productividad por hora – hombre:

$$\text{Productividad por hora hombre} = \frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{operarios} * \text{horas} * \text{días}}$$

$$\text{Productividad por hora hombre} = \frac{155\,491 \text{ sacos/año}}{10 \text{ operarios} * 8 \text{ horas} * 312 \text{ días}}$$

$$\text{Productividad por hora hombre} = 6,2 \frac{\text{sacos}}{\text{hora} - \text{hombre}}$$

3.4.12. Balance de Materia.

La siguiente figura, indica que la cantidad de materia orgánica que ingresa es de 14, 50 kilogramos por hora sin considerar el ingreso de estiércol vacuno y la pajilla de arroz, esto se somete a un proceso de transformación gracias a los cambios del ambiente, ya que el proceso de compostaje es aeróbico, obteniendo una cantidad de 10,17 kilogramos por hora de compost listo para su posterior envase y comercialización. Durante todo el proceso de compostaje se tiene un porcentaje de pérdida del 42%. Los cálculos de dicho balance se pueden apreciar en el anexo 5.

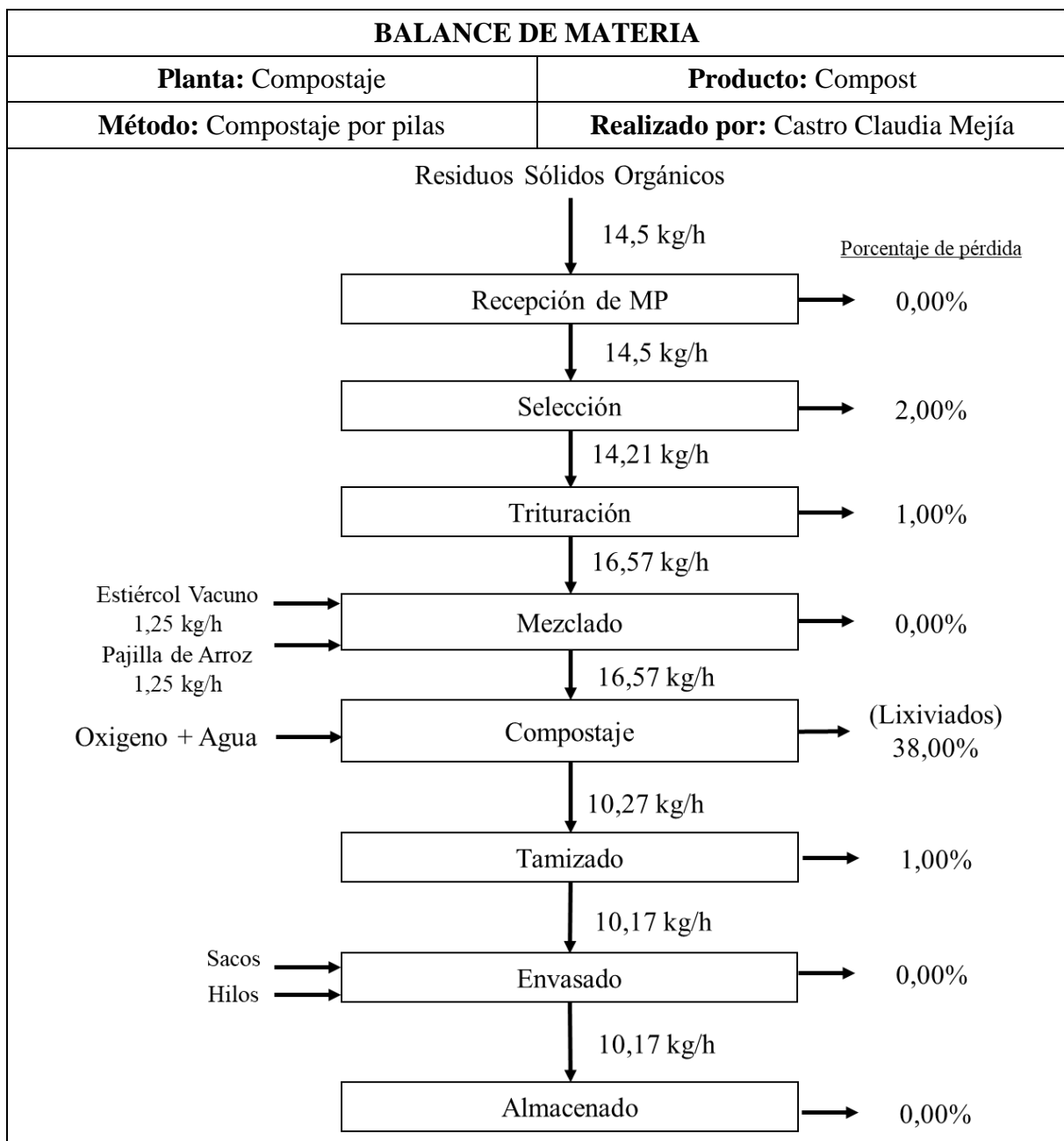


Figura 18. Balance de Materia del proceso.

3.4.13. Consumo de Energía.

Para poder determinar el consumo de energía de todo el proceso productivo se deben analizar las distintas etapas del proceso y el consumo que requieren cada una de ellas dentro del proceso productivo del compost. La tabla 44 indica que el consumo de energía requerido maquinaria para la producción de compost es de 39,63 kW.día.

Tabla 44. Consumo de energía del proceso productivo del compostaje.

Etapas del proceso productivo	Maquinarias	Unidad	Tiempo de Operación	Fuente de energía	Consumo de energía (kW)	Consumo de energía tota (kW. día)
Pesado	Balanza de Plataforma Industrial KAMBOR - 823	1	8h	Cuenta con batería recargable	0,006	0,048
Triturado	Trituradora TRO-1000-INOX	1	8h	6,5 hp	4,849	38,792
Envasado	Balanza Electrónica Modelo Lap 300	1	8h	Cuenta con batería recargable	0,009	0,072
Almacenado	Cosedora HENKEL GK-261A	1	8h	Cuenta con motor propio	0,09	0,72
Consumo de energía eléctrica de maquinaria del proceso (kW. día)						39,632

La siguiente tabla indica el consumo de energía de los equipos administrativos que formaran parte de la planta de compostaje. Al sumar ambos consumos, tanto administrativos como de producción se obtiene que la energía total requerida por la planta será de 41,51 Kw.día.

Tabla 45. Energía total requerida por la planta.

Áreas Administrativas	Equipos	Unidades	Tiempo de operación (h)	Fuente de energía (w)	Consumo de energía (kW)	Consumo de energía total (kW. día)
Oficina Administrativa	Foco Ahorrador	1	8	20	0,020	0,16
	Laptop	1	8	25	0,025	0,2
	Impresora	1	8	125	0,125	1
Laboratorio de Calidad	Foco Ahorrador	1	8	20	0,020	0,16
	Laptop	1	8	25	0,025	0,2
Servicios Higiénicos	Foco Ahorrador	1	8	20	0,020	0,16
Consumo de energía eléctrica de los equipos administrativos (kW. día)						1,88
CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA TOTAL DE LA PLANTA						41,512

3.4.14. Requerimiento de Maquinaria, equipos, herramientas y materiales.

a. Maquinaria y Tecnología.

La producción de compost, requiere de maquinarias que garanticen la inocuidad del producto y de esta manera ofrecer al cliente un producto de calidad.

Para la selección de los equipos a utilizar en el proceso productivo, se ha tomado en cuenta como un sistema de producción lineal ya que es la que más se adecua al ritmo de producción requerido para atender el mercado. La tecnología que se utilizara, esta provista de acuerdo al tipo de compostaje escogido, el cual es compostaje por pilas de volteo o hileras.

A continuación, se mostrará la relación de maquinaria y equipo necesario a emplear, así como sus especificaciones técnicas. Estos fueron seleccionados teniendo en cuenta: la materia prima, el proceso de producción, los productos a elaborar, los precios y la flexibilidad de uso de cada una.

b. Especificaciones de las maquinarias y/o equipos.

▪ Trituradora Industrial.

El tipo de molino que se piensa utilizar será utilizado para moler los residuos de naturaleza orgánica y los insumos requeridos, con la finalidad de reducir su tamaño de 5 a 8 mm a fin de facilitar la homogeneidad dentro del proceso. Considerando la amplia cartera de modelos en el mercado, se consideró necesario el siguiente modelo de trituradora.

Tabla 46. Especificaciones técnicas de la trituradora industrial

Modelo	TRO-1000-INOX	Unidades
Capacidad	20	kg/h
Peso	16	kg
Material	Acero inoxidable AISI 304	-
Potencia	0.75	kW
Tamaño de reducción	5 – 9	mm
Voltaje requerido	220 - 380	V
Largo x Ancho x Alto	1,56 x 0,45 x 1,34	m



Fuente: JK importaciones S.A.C

- Balanza Industrial.

La balanza industrial será utilizada para medir tanto la cantidad de residuos que ingresan al proceso, así como para calcular la precisión de los sacos de 10 kilogramos en el proceso de envasado. Es por ello que se consideró adecuado escoger la balanza tipo KAMBOR – 823.

Tabla 47. Especificaciones técnicas de la Balanza industrial

Modelo	KAMBOR - 823	Unidades
Capacidad	150 kg	Kg
Potencia	9,2	kW
Voltaje requerido	220 ; 60Hz	V
Largo	0,68	m
Ancho	0,4	m
Alto	0,35	m



Fuente: Balanzas Perú S.A.

- Carretilla.

La carretilla será utilizada para transportar carga, en este caso los residuos y ser dirigida por una sola persona para facilitar el movimiento.

Tabla 48. Especificaciones de medida de la Carretilla

Modelo	Truper 50- ND	Unidades
Capacidad	70	kg
Peso	0,02	t
Largo	0,92	m
Ancho	0,68	m
Alto	0,27	m



Fuente: Umina Perú S.A.C.

- Palana

La palana será utilizada para mover materiales con cohesión relativamente pequeña.

Tabla 49. Especificaciones de medida de la Palana

Modelo	TPL 67-B7	Unidades
Material	Acero y Madera	-
Altura de Base	0,265	m
Largo de Base	0,325	m
Largo Total	1,02	m
Peso	1,95	kg



Fuente: Agriaffaires I.R.L.

- **Rastrillo.**

El rastrillo será empleado dentro del proceso para rastrillar el suelo y homogeneizar el relieve.

Tabla 50. Especificaciones de medida del Rastrillo

Modelo	BRN 44- R3	Unidades
Material	Acero y Madera	-
Peso	0,04	t
Largo	1,2	m
Ancho de Cabezal	0,35	m



Fuente: Agriaffaires E. I. R. L.

- **Termómetro para compostaje.**

Este tiene como función medir la temperatura para asegurar que el compost que se desea obtener se encuentra dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 51. Especificaciones de medida del Termómetro para compostaje

Modelo	796 - BM	Unidades
Material	Metal	-
Rango	-10 a 90 °C	°C
Largo	0,4	m
Diámetro	0,05	m
Color Principal	Plata	-



Fuente: Agrotec E.I.R.L.

▪ **Balanza Analítica.**

La balanza analítica será necesaria para cuando se realicen los controles de calidad al producto, estos pueden darse durante el proceso de compostaje o cuando este ha finalizado.

Tabla 52. Especificaciones de medida de la Balanza Analítica

Modelo	XYSCALE-2C	Unidades
Precisión	0,01	g
Fuente de Alimentación	6	V
Largo	0,66	m
Ancho	0,42	m
Alto	0,39	m



Fuente: Agriaffaires E. I. R. L

▪ **Moto de carga.**

La moto de carga será utilizada para recoger los residuos de los distintos puntos de acopio para poder transportarlos a la planta de compostaje.

Tabla 53. Especificaciones de medida de la Moto Carguera

Modelo	WX250ZH-3	Unidad
Motor	250	cc
Corona	Full Ruster	-
Largo de caja de carga	2.20	m
Ancho de caja de carga	1.30	m
Alto de caja de carga	0.60	m
Color Principal	Azul	-



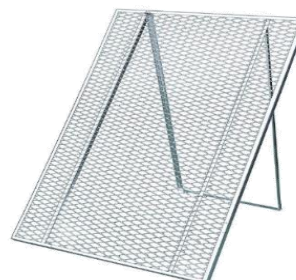
Fuente: Wanxin S.A.C

- Tamiz

El tamiz descrito en la tabla 52, será utilizado durante la etapa de tamizado, la cual sirve para separar aquellas partes solidas de gran tamaño de las que son apropiadas para el proceso.

Tabla 54. Especificaciones de medida del tamiz galvanizado

Modelo	GAH 6393	Unidades
Peso	5,92	kg
Largo	1	m
Ancho	0,8	m
Alto	1	m



Fuente: Asin WBO.

- **Medidor de pH (pHmetro)**

El medidor de pH propuesto puede ser utilizado en líquidos, semisólidos y sólidos. Este medidor cuenta con un sensor de superficie plana para evitar los electrodos rotos, por lo tanto está destinado para ser usado al momento de realizar las pruebas de control de calidad al proceso de compostaje.

Tabla 55. Especificaciones de medida del pH - metro

Modelo	pH - 100	Unidades
Marca	Extech	-
Largo	0,0356	m
Ancho	0,1277	m
Alto	0,0406	m
Rango y precisión	0.00 a 14.00 / ± 0.01	pH típica
Rango de temperatura	5 a 90	°C
Precisión de temperatura	50°C (23 a 122°F)]	°C



Fuente: Tipsac S.A.C.

- **Manguera de Plástico**

El tipo de manguera mencionada en la siguiente tabla, será utilizada para dirigir el agua hacia las pilas de compostaje propuestas, a fin de mantener un nivel de humedad dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 56. Especificaciones de medida de la manguera

Marca	PRETUL	Unidades
Color	Verde	-
Extensible	Sí	-
largo	15	m
Peso	90 g por metro	G
diámetro	½	pulgada
Material	Plástico	-



Fuente: Distribución e Importaciones H & C.

- **Cobertor impermeable.**

El cobertor impermeable, es una lámina tejida la cual enlaza cintas de polietileno por ambos lados, su peso es liviano y tiene un gran nivel de resistencia y flexibilidad, cuenta adicionalmente con ojajillos de metal especialmente ubicados en cada intervalo del cobertor

para fijar su posición. Tiene como función principal la de contrarrestar los efectos de la intemperie. Además posee protección UV por ambos lados, por lo que es perfecta para proteger las pilas de compost contra el moho, agua o polvo.

Tabla 57. Especificaciones de medida del cobertor impermeable

Marca	POLYTARP	Unidades
Color	Verde	-
Extensible	Sí	-
Medidas	Según especificación del cliente	-
Peso	750	g
Material	Plástico	-



Fuente: Corporación Litec S.A.C.

▪ **Cosedora de sacos.**

La cosedora será utilizada para sellar los sacos de polipropileno de 10 kilogramos de compost al finalizar el proceso.

Tabla 58. Especificaciones de medida de la cosedora de sacos

Marca	HENKEL GK-261A	Unidades
Rango de la puntada	6,5	mm
Eficiencia de cosido	Costura en cadena	Rpm
Largo	0,275	m
Ancho	0,370	m
Alto	0,305	m
Material Apto	Papel de Kraft o Polipropileno	-
Potencia	0,09	kW



Fuente: JK importaciones S.A.C.

3.4.15. Requerimiento de Mano de Obra.

El recurso humano, está considerado dentro del proyecto como uno de los más importantes, ya que de este depende el proceso productivo y la calidad del producto terminado.

Para ello la jornada laboral propuesta para la planta de compostaje está establecida para los 6 días de la semana contando con un solo turno de 8 horas, este inicia a las 8:00 pm y finaliza a las 4:45 pm ya que se tiene una programación de 45 minutos para actividades de descanso y/o alimentación.

Se consideró necesario contar con una persona encargada de vigilar la entrada y salida de los operarios, personal que labora dentro de la empresa y el ingreso de personal externo como visitantes o clientes. La siguiente tabla muestra la cantidad de mano de obra necesaria para el correcto funcionamiento de la planta de compostaje.

Tabla 59. Requerimiento de mano de obra directa

Puesto	# de Operarios
Recepción y pesado	
Selección de MP	1
Proceso de trituración	
Mezclado de materia prima e insumos	1
Compostaje	1
Tamizado	1
Pesado del producto terminado	1
Sellado de sacos	
Traslado al almacén	1
Vigilante	1
Total	7

3.4.16. Distribución de Planta.

a. Terrenos y construcciones

En cuanto a la edificación de la planta productora de compost, se deben tener las consideraciones respectivas que esta requiere para su instalación, ya que cada área que la conforma debe contar con las condiciones y las dimensiones necesarias para su buen funcionamiento, es por ello que se utilizarán los métodos Guerchet y Systematic Layout Planning (SLP).

La planta productora de compost, estará situada en un terreno ubicado en la calle Sr. De los Milagros, km 108. Avenida San José – Carretera Chiclayo, con una distancia a la fábrica de dulces tradicionales de 21 minutos a través de un automóvil, la ubicación exacta se determinó mediante la evaluación de ciertos factores para conocer si es propicio su instalación en dicho lugar.

La construcción de la planta debe darse en función de lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones, además de acuerdo al proceso productivo es que se debe optar por diseñar un recorrido del proceso óptimo que simplifique los desplazamientos y promueva la libre circulación del personal que la conforma.

El análisis que se realizará tiene como objetivo evitar un mal manejo del producto, además de impedir cualquier tipo de contaminación cruzada que pueda sufrir el mismo, a fin de garantizar un producto de calidad.

b. Tipo de distribución de planta

La distribución óptima para la planta será producción en línea o en cadena, debido a que la materia prima (R.S.O) y los insumos pasaran de una etapa a otra tal como lo indica el diagrama de bloques (figura 14), por lo que es necesario que el proceso siga el orden propuesto hasta llegar a obtener el compost.

Debido a que el proceso es secuencial, la distribución más apropiada para este tipo sería la distribución en “U” ya que esta se aplica cuando las operaciones que conforman el proceso productivo no son muy extensas, además considera la proximidad de la maquinaria y reduce los recorridos innecesarios entre los operarios, las maquinarias y las etapas del proceso.

c. Plan para distribución de planta de compost: Método Guerchet

Para realizar el plan de distribución se determinaron con el método Guerchet las áreas con las que va a contar la planta de compostaje, así como sus dimensiones:

- Área para el patio de maniobras.

Esta área esta seleccionada para recibir la materia prima proveniente de la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L, así como también los insumos como el estiércol vacuno y la pajilla de arroz necesarios para el proceso de compostaje. La forma en la que llega la materia prima es a través de una moto carguera, por lo que se ha considerado las dimensiones del mismo dentro de dicha área.

- Área de almacenamiento de materia prima.

Aquí se realizará la descarga de los R.S.O para que puedan ser seleccionados de forma manual, y se descarte que los materiales no son aptos para el proceso.

- Área para el almacenamiento de insumos

Esta área está destinada para almacenar temporalmente los insumos requeridos por el proceso como el estiércol vacuno, la pajilla de arroz, los sacos de polipropileno, entre otros. Cabe resaltar que la presentación y forma de cada insumo varía de acuerdo al proveedor.

- Área de producción

En esta área se formarán las pilas para que inicie el proceso de degradación de la materia, por lo tanto en esta área se consideran las etapas de compostaje y tamizado de acuerdo al diagrama de bloques propuesto, debido a ello, se debe calcular las dimensiones que tendrá cada pila y el número de pilas que se van a establecer teniendo en cuenta el espacio requerido para los volteos manuales.

- Área de almacenamiento de producto terminado

Cuando se han completado todas las etapas del proceso de compostaje, los sacos de polipropileno de 25 kg de compost pasaran a ser almacenados en esta área.

- Área de oficinas administrativas

Dentro de esta área se consideran las oficinas administrativas como la oficina del gerente general de la planta de compost y el jefe de planta encargado de realizar el control de calidad al producto.

- Área de Laboratorio de calidad.

Dentro de esta área se consideró implementar un pequeño laboratorio donde la persona encargada realizara pequeños muestreos para asegurar la calidad del producto a lo largo de todo el proceso a fin de que este pueda ser posteriormente comercializado.

- Área de servicios higiénicos

Esta área es independiente y se encuentra a disposición de los operarios y el personal administrativo.

- Área de vigilancia

Dentro de esta área se considera al personal de vigilancia y debe estar situada al ingreso de la planta de compostaje a fin de controlar el ingreso y salida de personal y vehículos internos y externos a la empresa.

- Área de vestidores

En esta área se considera los implementos necesarios para que el personal operativo pueda ingresar y colocarse la indumentaria del trabajo, además de los equipos de protección personal requeridos para empezar el proceso productivo.

- Áreas verdes

Se consideró aquellos espacios verdes de vegetación dentro de la planta, independientemente del espacio considerado para una futura expansión de las áreas.

d. Método Guerchet.

A través de la aplicación de este método se podrá obtener las medidas de los espacios físicos de la planta que se desea diseñar, para ello es necesario conocer la cantidad total de maquinarias y equipos considerados como elementos tanto estáticos o fijos, así como el número total de operarios dentro del proceso productivo y los elementos móviles.

El área de compostaje será de 76,62 m² ya que como se mencionó anteriormente se formarán 6 pilas con medidas de 2 metros de largo por 1,2 m de alto y 1 m de ancho, además se considera 1,5 m de espacio entre pila y pila para facilitar el volteo. La siguiente tabla resume la superficie de cada área.

Para poder determinar las dimensiones necesarias de las áreas mencionadas anteriormente, se debe conocer el área estática (S_s), el área de gravitación (S_g) y el área de evolución (S_e) tal como se indica en la siguiente tabla.

Tabla 60. Fórmulas del método Guerchet

Áreas	Abreviatura	Fórmula
Área estática	Ss	L*A
Área de gravitación	Sg	Ss*N
Área de evolución	Se	(Ss+Sg)* k
Área Total	St	(Ss+Sg+Se)*n

Fuente: F. Rivera, G. Martínez [36].

Donde:

- N= Número de lados de la maquinaria a utilizar
- n= Número de maquinarias
- K= Altura promedio de los elementos fijos entre los móviles

Por lo tanto el cálculo de las áreas será el siguiente:

▪ **Área de recepción de materia prima (Patio de Maniobras):**

Teniendo en cuenta las dimensiones de la moto carguera modelo WX250ZH-3 la cual servirá para el recojo de la materia prima e insumos se determinó las dimensiones de dicha área, calculando aproximadamente 3,7 m de largo por 1,39 m de ancho siendo el total del área 5,14 m² a ello se le debe considerar un radio de giro que represente dos veces las dimensiones actuales. Por lo tanto el área total sería de 10,3 m². El cálculo se presenta a continuación:

Dimensiones Moto Carguera:

$$Largo = 3,7 \text{ m}$$

$$Ancho = 1,39 \text{ m}$$

$$L \times A = 5,14 \text{ m}^2$$

Considerando el radio de giro:

$$Area \text{ total} = 5,14 \text{ m}^2 \times 2 = 10,3 \text{ m}^2$$

▪ **Área de almacenamiento de materia prima:**

Para calcular las dimensiones del área de almacenamiento, se debe tener en consideración la densidad del R.S.O. cuyo valor es de 250 kg/m³ este valor está establecido para componentes de tipo orgánico tomado de la investigación por parte de M. Soria [28]. Además se debe considerar la máxima cantidad de residuos que se van a almacenar siendo el valor proyectado para el 2023 de 3 909 460 kg/año (valor ubicado en la proyección de oferta) entre los 312 días laborables que tendrá la empresa a fin de obtener el cálculo en kilogramos por día.

$$Volumen = \frac{Masa}{Densidad}$$

$$Volumen = \frac{3\,909\,460 \frac{kg}{dia} * \frac{1 \text{ año}}{312 \text{ dias}}}{250 \frac{kg}{m^3}}$$

$$Volumen = 50,12 \text{ m}^3$$

Considerando que la altura con la que se apilara la materia será de un 1,2 con el objetivo de facilitar el traslado se determina el área total para el almacenamiento de materia prima será de 50,12 m².

$$\frac{50,12 \text{ m}^3}{1,2 \text{ m}} = 41,77 \text{ m}^2$$

▪ **Área de almacenamiento de insumos:**

Para calcular el tamaño de área de almacenamiento es necesario conocer que los insumos como el estiércol vacuno y la pajilla de arroz vienen en presentaciones dentro de sacos de polipropileno, por tal motivo se determinó unas medidas aproximadas como 45 cm x 65 cm con un espesor de 18 cm, por lo tanto la cantidad de insumos recolectados será determinado en kilogramos por día tal como se indica en la tabla de requerimiento de material para el año 2023.

$$Volumen = \frac{Masa}{Densidad}$$

$$Volumen = \frac{(777\,456 \frac{kg}{año} + 1\,943\,641 \frac{kg}{año}) * \frac{1 \text{ año}}{312 \text{ dias}}}{250 \frac{kg}{m^3}}$$

$$Volumen = \frac{34,89m^3}{1,2 \text{ m}} = 29,07 \text{ m}^2$$

Para este caso se considera apropiado apilar los sacos con una altura máxima de 1,2 metros por lo que el área de almacenamiento de insumos tendría una dimensión de 29,07 m².

▪ **Área de Producción:**

Para determinar el área de producción de la planta de compostaje se debe tener en consideración las dimensiones de las maquinarias descritas anteriormente como la trituradora, la balanza, el tamiz, entre otros. El área de compostaje se detalla con más claridad en el anexo 6.

De acuerdo a M. Soria [28], propone que para la composición de la pila de compostaje tenga unas dimensiones aproximadas de 1,2 m de altura, 1 m de ancho y 2,2 m de largo, tal como se ve en la figura 19, cabe precisar que este tipo de cálculo y forma de las pilas es el método más utilizado. El área de la pila mencionada anteriormente es equivalente a 2,4 m³

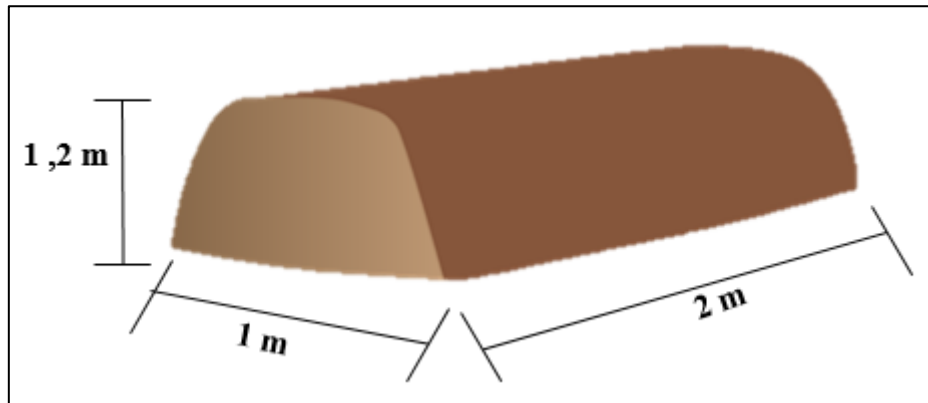


Figura 19. Medidas de la pila de compostaje tradicional.

Fuente: P. Román, M. Martínez [15].

Para medir la distancia que existirá entre pilas se consideró necesario tomar como referencia la investigación de M. Soria [28], donde considera que la distancia preferencial que debería existir entre pila y pila es equivalente a 1,5 m.

Para el cálculo del número de pilas, fue necesario conocer la densidad, masa y volumen del compost y los insumos para aplicarlo en el siguiente proceso.

- Aplicando la fórmula de la densidad:

$$V_{M.O} (mes) = \frac{m_{M.O}}{\rho_{M.O}} \rightarrow V_{M.O} = \frac{12\,530 + 8\,721.46 (M.O + insumos)}{250 \frac{kg}{m^3} + 730 \frac{kg}{m^3} + 640 \frac{kg}{m^3}} = 13,12 \text{ m}^3$$

Por lo tanto si una pila tiene un área de 2,4 metros cúbicos, para 13,12m³ de materia orgánica que se tendrá al año, es necesario tener entre 5 a 6 pilas para dicha cantidad. Si hay tres pilas o más, entonces se realiza el volteo, disponiendo las pilas nuevas en el espacio dejado por la pila volteada, tal como se indica en la siguiente figura.

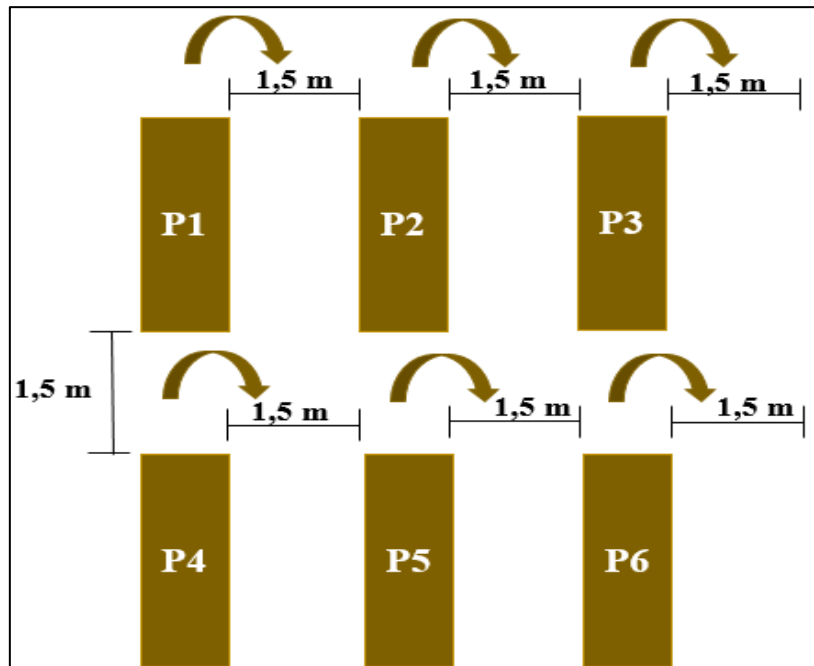


Figura 20. Modalidad de volteo según el número de pilas de compost.

Fuente: P. Román, M. Martínez [15]

Mediante el método Guerchet se determinó el área que ocuparan las maquinarias y equipos necesarios para el proceso de compostaje, tal como se muestra en la tabla 61. El cálculo del número de pilas se detalla previamente.

Tabla 61. Área de Producción

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
<i>Elementos móviles</i>									
Operarios	9		0	0,5	1,7				
<i>Elementos Fijos</i>									
Balanza de Plataforma Industrial KAMBOR - 823	2	4	2	1,5	0,1	3	12	13,66	57,32
Trituradora TRO-1000-INOX	1	1	1,8	2,4	1,6	4,32	4,32	7,87	16,51
Balanza Electrónica Modelo Lap 300	3	1	0,6	0,46	1,1	0,28	0,28	0,50	3,16
Pilas de compostaje									78,71
Superficie Total m²									155,70

<i>K</i>	<i>0,91</i>
----------	-------------

▪ **Área de oficina administrativa:**

Tabla 62. Área de oficina administrativa

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Silla de gerencia	1	1	0,63	0,55	1,15	0,35	0,35	0,63	1,32
Sillas de Oficina	2	1	0,5	0,6	0,8	0,30	0,30	0,55	2,29
Escritorio	1	1	1,5	1	0,73	1,50	1,50	2,73	5,73
Superficie Total m²									9,35

▪ **Área de Laboratorio de Calidad:**

Tabla 63. Área de Laboratorio de Calidad

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Sillas de Oficina	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	0,30	0,30	0,55	1,15
Estante	1,00	1,00	0,60	0,50	0,30	0,30	0,30	0,55	1,15
Escritorio	1,00	1,00	1,50	1,00	0,73	1,50	1,50	2,73	5,73
Superficie Total m²									8,03

▪ **Área de Servicios Higiénicos:**

Tabla 64. Área de Servicios Higiénicos

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Inodoros	2,00	1,00	0,81	0,92	1,12	0,75	0,75	1,36	5,70
Lavatorios	2,00	1,00	0,45	0,45	1,25	0,20	0,20	0,37	1,55
Basurero	1,00	1,00	0,30	0,30	0,50	0,09	0,09	0,16	0,34
Superficie Total m²									7,59

▪ **Área de Camerinos:**

Tabla 65. Área de Camerinos

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Casilleros	5,00	1,00	0,30	0,60	0,80	0,18	0,18	0,33	3,44
Vestuarios	3,00	1,00	1,40	0,60	1,80	0,84	0,84	1,53	9,63
Superficie Total m²									13,07

- **Área de Vigilancia:**

Tabla 66. Área de Vigilancia

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Sillas de Oficina	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	0,30	0,30	0,55	1,15
Mesa	1,00	1,00	1,50	1,00	0,73	1,50	1,50	2,73	5,73
Superficie Total m²									6,88

- **Área de Producto Terminado:**

Tabla 67. Área de Producto Terminado.

Equipo	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	Altura (h)	Ss	Sg	Se	ST
Parihuelas	7,00	3,00	0,90	1,30	0,20	1,17	3,51	4,26	62,60
Mesa	1,00	1,00	1,50	1,00	0,73	1,50	1,50	2,73	5,73
Sillas de Oficina	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	0,30	0,30	0,55	1,15
Superficie Total m²									69,47

La siguiente tabla resume la superficie de cada área que conformara la planta productora de compost. Cabe resaltar que se consideró el 25% de aumento del área actual en caso sea requerido. Por lo tanto a partir de los cálculos, el área total que tendrá la planta será de 387,16 m²

Tabla 68. Áreas que conforman la planta de compostaje.

AREAS	METROS CUADRADOS
Área de producción	155,70
Área de oficina administrativa	9,35
Área de Laboratorio de Calidad	8,03
Área de Servicios Higiénicos	7,59
Área de Camerino	13,07
Área de Caseta de Vigilancia	6,88
Área de recepción de materia prima (Patio de maniobras)	10,29
Área de Producto Terminado	69,47
Áreas verdes	25,00
Área General	305,37
Espacio para la expansión	25%
Área Total	381,72

e. Método Systematic Layout Planning.

Mediante el método SLP, se podrá determinar la prioridad que deben tener las áreas para lograr una mejor relación de todo el proceso productivo. Este método lo conforman los valores de proximidad, el diagrama de relación de actividades y el diagrama de relación de recorridos.

Tabla 69. Leyenda de relaciones respecto a la cercanía de las áreas.

Letra	Importancia
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Poco importante
X	No recomendable

Fuente: E. Cervera, E. Orozco [33]

En base al código mencionado en la tabla 70, se procedió a elaborar un análisis de las áreas con las que contara el sistema de compostaje, teniendo como consideración el proceso de elaboración del compost y la importancia de la ubicación de las mismas.

Tabla 70. Relación de actividades de la planta.

	Área de carga y descarga	Recepción y Pesado	Trituración	Mezclado	Compostaje	Molienda	Tamizado	Envasado	Alm de PT	Alm de insumos	Oficinas Adm.	Lab. Control de calidad	SS.HH
Área de carga y descarga	-	A	U	U	U	U	U	U	A	U	U	U	U
Recepción y Pesado		-	A	U	U	U	U	U	U	U	X	U	O
Trituración			-	A	A	U	U	U	U	U	U	E	I
Mezclado				-	A	U	U	U	U	U	U	E	I
Compostaje					-	A	A	U	U	I	U	E	I
Molienda						-	A	U	U	U	U	E	I
Tamizado							-	A	U	U	U	E	I
Envasado								-	A	E	U	E	I
Almacén de PT									-	U	U	U	O
Almacén de insumos										-	U	A	O
Oficinas Adm.											-	U	U
Laboratorio de control de calidad												-	O
Servicios Higiénicos													-

3.4.17. Cronograma de Ejecución.

Para el cronograma de ejecución se establecieron tiempos necesarios para poder realizar las actividades propuestas con profesionalismo, considerando desde la etapa del financiamiento hasta el inicio de operaciones. Además se estableció un periodo de prueba de aproximadamente 3 meses para luego dar inicio a la actividades dentro de la planta.

Debido a que el proyecto se formuló a inicios del año 2018 – I, sus proyecciones como oferta, demanda, precio, están consideradas para el inicio de actividades dentro del año 2019 por un periodo de 5 años hasta el 2023, por tal motivo se adecuo de tal forma las actividades a priori al inicio del proyecto de forma que no interfiera con las proyecciones y los análisis descritos anteriormente.

Tabla 71. Cronograma de actividades a realizarse.

Actividades	2018										2019			
	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DEC	ENE	FEB	MAR	ABR
<i>Etapa de Ejecución</i>														
Gestión de Financiamiento	X	X	X											
Permisos de construcción		X	X	X										
Licencias de funcionamiento				X	X									
Construcción (Obra)					X	X	X	X						
Supervisión de la construcción					X	X	X	X						
Adquisición de equipos						X	X	X	X					
Instalación de equipos								X	X					
Supervisión de instalación de equipos									X	X				
Periodo de Prueba									X	X	X			
Inicio de operaciones											X	X	X	X

Dentro de las actividades de licencias de permisos de construcción y licencias de funcionamiento se deben considerar los siguientes ítems con el tiempo aproximado que demora para obtenerse de acuerdo a las disponibilidad de tiempo de las entidades como la Municipalidad de Lambayeque, Superintendencia nacional de administración tributaria (SUNAT), Indecopi, etc:

Tabla 72. Duración de los trámites de licencias de permisos y funcionamiento.

Ítem	Duración (semanas)
Constitución de la empresa en notaría	1 semana
Licencia de funcionamiento	3 semanas
Licencia Defensa Civil	2 semanas
Licencia Municipal	3 semanas
Trámite para elaboración de Facturas en SUNAT	2 semanas
Legalización del libro en planillas (por 100 hojas)	1 semana
Registro de marca en INDECOPI	2 semanas
Inspección técnica de seguridad e INDECI	3 semanas
Legalización de libros contables	2 semanas
Licencia de Salubridad	2 semanas
Tiempo total	21 semanas – 5 meses

3.4.18. Recursos Humanos y Administrativos.

a. Estructura de la organización.

La planta que se piensa diseñar, tiene un enfoque más dinámico y recomendable para constituir una empresa pequeña o mediana. La estructura organizacional de la empresa es pequeña, debido a que el gerente es el que realiza las distintas labores netamente administrativas y comerciales, mientras que existe jefe de operaciones encargado de controlar los distintos parámetros del proceso productivo del compost, además de los operarios que laboran dentro de las instalaciones de la planta, ambos se aseguran de que el producto se encuentre bajo las condiciones necesarias durante el momento de su producción para su distribución y comercialización.

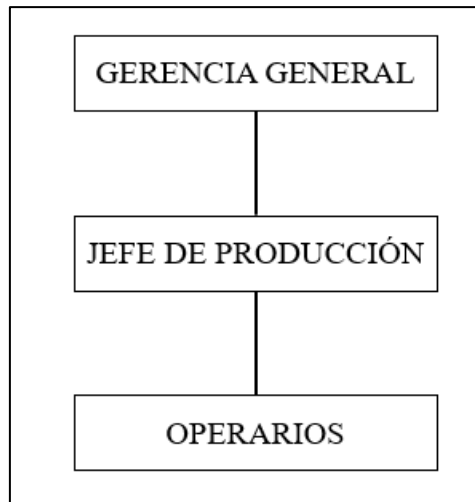


Figura 22. Estructura organizacional.

b. Descripción de las áreas y puestos.

La empresa cuenta con un área administrativa y un área productiva, la cual será descrita a través del manual de obligaciones y funciones.

- **Gerente General.**

El Gerente General es el responsable legal de la empresa y en ese sentido deberá velar por el cumplimiento de todos los requisitos legales y financieros que afecten los negocios y operaciones de ésta. Además debe planificar y proponer estrategias que impulsen a la empresa a posicionarse y crezca dentro del mercado. La experiencia con la que debe contar debe ser entre 1 o 2 años en el puesto.

Tabla 73. Descripción del puesto del Gerente General.

Nombre del Puesto	Gerente General
Líneas de Autoridad	<ul style="list-style-type: none"> - Supervisa a: Todas las áreas presentes dentro de la planta de compostaje.
Función General	<ul style="list-style-type: none"> - Dirigir y gestionar la empresa, garantizando el cumplimiento de la política, los objetivos estratégicos y las metas formuladas.
Funciones Específicas	<ul style="list-style-type: none"> - Asumir la representación legal de la empresa, así como los distintos asuntos financieros, administrativos, dirección de personal, marketing, etcétera. - Planificar, organizar, dirigir y coordinar todas las actividades de la empresa, utilizando en forma eficiente y eficaz los recursos. - Intervenir en las decisiones de la empresa relacionadas con la comercialización de productos y servicios. - Cuidar y vigilar la corrección, rendimiento y resultados de los procesos, actividades y operaciones que se realizan bajo su competencia - Elaborar presupuestos y tramitar pedidos. - Establecer y mantener un óptimo sistema de evaluación y control, a fin de garantizar el logro de los objetivos fijados, en las mejores condiciones de calidad, oportunidad y costo.
	<p align="center"><i>Internas:</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinaciones con los miembros que laboran dentro de la planta de compostaje.
Coordinaciones Principales	<p align="center"><i>Externas:</i></p> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> - Coordinaciones con la empresa MBN exportaciones & CIA S.R.L en cuanto al funcionamiento de la empresa. - Con los principales compradores, a fin de establecer una buena relación con ellos favoreciendo el nivel de compras. - Con los proveedores de materias primas e insumos, a fin de asegurar la calidad de los mismos.

Tabla 74. Requerimientos del puesto Gerente General.

<i>Formación Académica</i>	
Educación	Ingeniero Industrial o Administrador de empresas.
Conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> - Estudios complementarios en: Computación, administración, finanzas y contabilidad. - Tener un gran conocimiento del producto. - Formación específica en ventas, comercial y gestión de equipos - Conocer el proceso de venta. - Conocimientos administrativos para encargarse de informes de ventas, consultas, pedidos y garantías.
<i>Personalidad</i>	
Habilidades y/o Aptitudes	<ul style="list-style-type: none"> - Responsabilidad - Liderazgo - Capacidad de tomar decisiones
<i>Ámbito Laboral</i>	
Condiciones de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> - El trabajo se realizará en planta u oficina, con temperatura adecuada, humedad, ambiental natural, características de higiene normales, iluminación apta y una buena estructura.
Responsabilidades	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurarse que la organización está cumpliendo los requisitos norma para su correcto funcionamiento. - Asegurarse que los procesos están generando y proporcionando las salidas previstas. - Asegurarse que se promueve el enfoque al cliente dentro de la organización. - Asegurarse de que se implementan cambios dentro de la organización promoviendo el cambio constante
Compromiso	<ul style="list-style-type: none"> - Compromiso con toda la organización y la promoción de la mejora continua en todos los procesos para el logro de los objetivos

- Jefe de Producción:

El jefe de producción es el profesional encargado de planificar y programar la producción para que esta cumpla con los objetivos propuestos en el plan de ventas y producción descrito con anterioridad, de él depende la calidad del producto que se obtendrá, ya que debe controlar constantemente los procesos y parámetros del compostaje a fin de obtener un compost que cumpla con la norma bajo la cual se rige el proyecto.

Tabla 75. Descripción del puesto de Jefe de Producción.

Nombre del Puesto	Jefe de Producción
Líneas de Autoridad	- Supervisa a: El área de producción y calidad que conforman la planta
Función General	- Gestionar la producción, garantizando el cumplimiento de la los objetivos estratégicos y las metas formuladas.
Funciones Específicas	- Supervisar, controlar y asegurar las actividades de recepción, despacho, almacenamiento y distribución de materia prima, insumos y producto terminado.
	- Emitir de forma oportuna los reportes requeridos por la gerencia a fin de mantener un control.
	- Dar soporte en caso de dudas o consultas acerca del proceso productivo del compostaje y sus componentes.
	- Realizar el plan y programación de la producción
	<i>Internas:</i>
Coordinaciones Principales	- Coordinaciones con los miembros que laboran dentro de la planta de compostaje.

Tabla 76. Requerimiento del puesto de Jefe de Producción.

<i>Formación Académica</i>	
Educación	Ingeniero Industrial o Ingeniero Químico
Conocimientos	- Tener un gran conocimiento del producto.
	- Conocer el proceso de compostaje
	- Conocimientos de manejo de equipos de laboratio.
<i>Personalidad</i>	
Habilidades y/o Aptitudes	- Responsabilidad
	- Liderazgo
	- Capacidad de tomar decisiones
<i>Ámbito Laboral</i>	
Condiciones de trabajo	- El trabajo se realizará en planta, con temperatura adecuada, humedad, ambiental natural, características de higiene normal, iluminación apta y una buena estructura.

- Operario del proceso:

Los operarios encargados del proceso de compostaje deben ser personas con estudios técnicos o secundaria completa de preferencia. Debe además contar con conocimientos básicos del proceso de compostaje y las etapas que la conforman (experiencia de 1 o 2 años).

- Personal de vigilancia:

La persona destinada para este puesto debe contar con estudios secundarios concluidos, y la experiencia que se requiere es mínima (1 año o 6 meses).

3.4.19. Política de la empresa.

a. Política general de la empresa.

La empresa está dedicada a la producción y comercialización de sacos de compost para el rubro agrícola, buscando cumplir con los requisitos y expectativas del mercado. Ello es logrado mediante el control y seguimiento de nuestro proceso productivo y la capacitación constante a los miembros que la conforman. Por lo tanto la empresa se rige bajo los siguientes principios:

- Promover la mejora continua del desempeño del sistema, evaluando periódicamente el cumplimiento de los objetivos y metas propuestos.
- Minimizar el impacto ambiental que se genere a causa de las actividades.
- Garantizar que los miembros que conforman la empresa son consultados y participan activamente en los procesos y/o cambios a fin de mejorar la empresa.

De ser así, la gerencia será responsable de asegurar un fuerte liderazgo, brindar los recursos y el entrenamiento para implementar esta política. Todos los miembros y contratistas que trabajan en representación tienen la responsabilidad de trabajar conforme a esta política. Ninguna de las metas de producción u objetivos financieros será excusa alguna para el incumplimiento de esta política

b. Política de Ventas.

Las ventas de los sacos de compostaje se darán únicamente a través del pago al contado, debido a que la producción que se tiene es mínima y se espera que esta sea comercializada en su totalidad al mercado objetivo.

c. Política de Precio.

Las políticas de precio aplicadas a la planta de compostaje, están fundamentadas bajo los siguientes criterios:

- Política de precio de penetración, el producto ingresará al mercado con precios bajos, similares a los de la competencia.
- Política de descuento por volúmenes, se aplicará 2% de descuento cuando la compra del producto se de en grandes cantidades superiores al medio millar de unidades.

d. Política de Calidad.

La empresa tiene el firme compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes y de mejorar continuamente sus productos. Dicho compromiso queda reflejado en el Sistema de Gestión de la Calidad, conforme a la norma NCh. 2880.Of2004, teniendo en cuenta los siguientes principios.

- Supervisar constantemente a nuestros proveedores para que los productos que entren en la empresa cumplan con los requisitos mínimos de seguridad.
- Disponer de los recursos necesarios para elaborar un mantenimiento efectivo y asegurar unas instalaciones adecuadas.
- Mantener siempre el compromiso de mejora continua.
- Reducir paulatinamente el número de no conformidades internas y de reclamaciones de clientes.
- Mantener la seguridad de los trabajadores y del medio ambiente.

3.4.20. Objetivos de la empresa.

- Lograr la satisfacción de los clientes.
- Obtener un producto conforme.
- Realizar mejoras continuas dentro de la empresa a intervalos planificados.

3.4.21. Uso de indicadores.

Los indicadores presentados en la siguiente tabla, servirán como herramientas de medición para evaluar el logro de los objetivos planteados dentro de la planta procesadora de compost.

Tabla 77. Indicadores de la empresa.

Objetivos	Indicador	Meta	Frecuencia de Medición	Responsable
Lograr la satisfacción de los clientes.	$\frac{\# \text{ de clientes satisfechos}}{\# \text{ total de clientes}} * 100$	90%	Cuatrimestral	Gerente
Obtención del producto conforme	$\frac{(P. \text{ suministrados} - P. \text{ defectuoso})}{(\text{Productos suministrados})} * 100$	95%	Cuatrimestral	Jefe de Producción
Realizar mejoras continuas dentro de la empresa a intervalos planificados	$\frac{\# \text{ de mejoras implementadas}}{\# \text{ de mejoras propuestas}} * 100$	95%	Intervalos planificados por la Gerencia	Gerente

3.5. Evaluar la viabilidad económica de la propuesta.

A continuación se presenta la evaluación económica realizada para la propuesta del aprovechamiento de los residuos sólidos a través de la técnica de compostaje por pilas, a fin de obtener un compost de calidad, por lo que se ha considerado como inversión fija a aquellos gastos que son reconocibles fácilmente, tales como las edificaciones del mismo, la maquinaria y equipos a emplearse, entre otros. Cabe resaltar que el terreno seleccionado es parte de la empresa por lo que no se incurre en un costo por su adquisición.

3.5.1. Inversión tangible.

La inversión tangible de la empresa está conformada por los bienes que serán utilizados a lo largo de la vida útil de la misma. Es por ello que este cálculo se determinó en base a cotizaciones y proformas realizadas por la autora de la presente investigación, las cuales incluyen aquellos bienes que se encuentran en la primera fase para iniciar la producción de compost a partir de residuos orgánicos.

a. Inversión en maquinarias.

La tabla 78 hace mención a la inversión que se debe tener en cuenta para la adquisición de las distintas maquinas, en base a cotizaciones realizadas con empresas especializadas en la comercialización de las mismas, dando este un valor equivalente a S/10 660.

Tabla 78. Inversión en maquinaria.

ITEM	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Tanque de almacenamiento de líquidos	1	S/200	S/200
Balanza de Plataforma Industrial KAMBOR - 823	2	S/500	S/1 000
Trituradora TRO-1000-INOX	1	S/8 500	S/8 500
Balanza Electrónica Modelo Lap 300	3	S/320	S/960
Total			S/10 660

b. Inversión en equipos de Producción.

La siguiente tabla muestra el costo total en nuevos soles que se tendría que prever para la compra de los distintos equipos utilizados en la producción de compost, dando un valor aproximado de S/2 072.

Tabla 79. Inversión en equipos de Producción.

ITEM	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Carretilla Truper -50 ND	3	S/115	S/345
Ph-metro	1	S/400	S/400
Palas	5	S/20	S/100
Tapabocas	2	S/11	S/22
Botas	2	S/25	S/50
Manguera	1	S/35	S/35
Mamelucos Industria	2	S/45	S/90
Cobertor Impermeable	6	S/55	S/330
Cosedora Portátil	1	S/250	S/250
Juego de probetas, tubos de ensayo y vasos precipitados, cintas de Ph	1	S/300	S/300
Parihuelas de Madera	7	S/15	S/75
Moto carguera WX250ZH-3	1	S/6 500	S/75
Total			S/2 072

c. Inversión en la construcción de la planta.

Los valores mostrados en la siguiente tabla fueron obtenidos a través del artículo de Valores Unitarios de Construcción del Ministerio de Vivienda, publicada el 30 de octubre del 2018 la cual mantiene una vigencia hasta la actualidad. Tal como indica la tabla 80 se dividió de acuerdo al tipo de estructura o acabado deseado junto con su categoría y costo por metro cuadrado correspondiente.

Tabla 80. Inversión en construcción de la planta.

Tipo de acabado/estructura	Descripción	Categoría	Costo por m2 (S/)	Área a construirse m2	Costo Total (S/)
Baños	Baños con mayolica blanca , parcial	E	S/20,54	7,59	S/155,84
Pisos	Cemento pulido, con ladrillo y entablado	H	S/23,88	191,64	S/4 576,36
Instalaciones electricas y sanitarias	Agua fría, corriente trifasica , telefono	G	S/65,79	24,96	S/1 642,20
Columnas y Muros	Ladrillo de concreto armado, Drywall o similar , incluye techo	D	S/177,36	47,31	S/8 390,90
Revestimientos	Pintado en ladrillo , placa de concreto o similar	H	S/20,33	47,31	S/961,81
Puertas y Ventanas	Madera con marcos en puertas , revestimientos de PVC o madera	G	S/14,23	20,13	S/286,45
Techos	Calamina metálica, fibrocemento metálico	F	S/25,79	82,04	S/2 115,81
Total					S/18 129,37

A partir de la tabla 80 se puede apreciar que el costo total de la edificación para la planta de compostaje es de S/18 129,37 por lo tanto es necesario mencionar que se consideraron las instalaciones eléctricas necesarias para el funcionamiento de las maquinas. Además el área de compostaje y mezclado se realizan al aire libre, debido a que es un proceso que necesita de oxigenación natural.

d. Inversión en equipos de oficina.

La siguiente tabla muestra el costo total en nuevos soles que se tendría que prever para la compra de los distintos equipos de oficina utilizados dentro de la empresa para amoblar la oficina de administración y el laboratorio de calidad, dando un costo total de S/4 095.

Tabla 81. Inversión en equipos de oficina.

	ITEM	Unidades	Costo Unitario	Costo Total
Mobiliario	Escritorio	2	S/130	S/260
	Sillas de oficina	5	S/75	S/375
	Sillas de gerencia	1	S/150	S/150
	Mesa	2	S/150	S/300
	Estantes	1	S/60	S/60
Equipos	Foco Ahorrador 20 W	4	S/25	S/100
	Laptop	2	S/1 300	S/2 600
	Impresora	1	S/250	S/250
Total				S/4 095

e. Resumen de inversión tangible total.

La tabla 82 resume los costos de la inversión tangible, así como el porcentaje de participación de los mismos, que tendrá que asumir la empresa para el funcionamiento de la planta procesadora de compost, dando un valor aproximado de S/34 956,37.

Tabla 82. Resumen de inversión tangible total.

Inversiones	Costo Total (S/)	Porcentaje (%)
Estructura y acabados	S/18 129,37	51,86%
Mobiliario y equipos de oficina	S/4 095,00	11,71%
Maquinarias y equipos	S/10 660,00	30,50%
Equipos Adicionales	S/2 072,00	5,93%
Total	S/34 956,37	100%

3.5.2. Inversión Intangible

La inversión intangible de la empresa está conformada por los elementos requeridos para la formación y constitución legal de la misma. Por lo tanto los siguientes valores se

determinaron en base a cotizaciones y proformas realizadas por la autora de la presente investigación.

a. Inversión en trámites de constitución

Los valores mostrados en la siguiente tabla fueron obtenidos a través de las cotizaciones con las distintas empresas como SUNAT, INDECI, INDECOPI, entre otros, quienes brindaron la información necesaria para la posible constitución de la empresa, de acuerdo a su tamaño y estructura.

Tabla 83. Inversión en trámites de constitución.

Ítem	Cantidad (unidad)	Costo Total (S/)
Constitución de la empresa en notaría	1	S/297,13
Licencia de funcionamiento	1	S/330,50
Licencia Defensa Civil	1	S/480,00
Licencia Municipal	1	S/87,90
Trámite para elaboración de Facturas en SUNAT	1	S/115,00
Legalización del libro en planillas (por 100 hojas)	1	S/35,00
Registro de marca en INDECOPI	1	S/325,00
Inspección técnica de seguridad e INDECI	1	S/ 625,00
Legalización de libros contables	1	S/25,00
Licencia de Salubridad	1	S/46,50
Total		S/1 742,03

b. Inversión en capacitaciones y otros servicios.

La siguiente tabla muestra el costo total en nuevos soles que tendría que asumir la empresa en cuanto a las 2 capacitaciones que se piensan aplicar dentro de la misma, así como la compra del software Microsoft Office 365, dando un monto S/800, 00.

Las capacitaciones que se piensan incluir dentro de la programación serán impartidas por el ingeniero agrónomo Juan Tenorio Bejar con CIP 128216, quien trabaja actualmente en el Gobierno Regional de Agricultura de Lambayeque. Las capacitaciones informativas abarcaran los temas: “Materia prima, técnica, proceso y calidad para mejorar el compost” y “Optimización de los procesos de compostaje” y serán dictadas al iniciar y finalizar el año.

Cabe destacar que como la empresa cuenta con un solo operario, las capacitaciones serán simples, por lo tanto no implicara costos excesivos.

Tabla 84. Inversión en capacitaciones y otros servicios.

Ítem	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Capacitación al Personal	S/500,00	S/500,00
Licencia de Software Microsoft 365	S/300,00	S/300,00
Total		S/800,00

c. Resumen de inversión tangible total.

La tabla 85 resume los costos de la inversión intangible, así como el porcentaje de participación de los mismos, que tendrá que asumir la empresa para el funcionamiento de la planta procesadora de compost, dando un valor aproximado de S/2 542.

Tabla 85. Resumen de inversión intangible total.

Inversiones	Costo Total (S/)	Porcentaje (%)
Tramites de constitución	S/1 742	68,53%
Capacitaciones y otras actividades	S/800	31,47%
Total	S/2 542	100%

3.5.3. Inversión Total.

La siguiente tabla muestra la inversión total respecto a la inversión tangible e intangible referente a la empresa, considerando que el total de la inversión es de S/39 373 de la cual el 45 % de la misma será cubierta por parte de los socios y el 55% será financiado por alguna entidad bancaria que sea acorde a nuestros objetivos y brinde menores intereses. Cabe resaltar que la inversión total incluye un 5% de la inversión destinada a los posibles imprevistos que puedan ocurrir de manera inesperada, tales como los mantenimientos correctivos de la maquinaria o equipos.

Tabla 86. Inversión Total.

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN TOTAL	SOCIOS	FINANCIAMIENTO
Porcentaje	100%	45%	55%
<i>Inversión Tangible</i>			
Estructura y acabados	S/18 129	S/8 158	S/9 971
Mobiliario y equipos de oficina	S/4 095	S/1 843	S/2 252
Maquinarias y equipos	S/10 660	S/4 797	S/5 863
Equipos Adicionales	S/2 072	S/932	S/1 140
Total inversión tangible	S/34 956	S/15 730	S/19 226
<i>Inversión Intangible</i>			
Tramites de constitución	S/1 742	S/784	S/958
Capacitaciones y otras actividades	S/800	S/360	S/440
Total inversión intangible	S/2 542	S/1 144	S/1 398
Imprevistos (5%)	S/1 875	S/844	S/1 031
Inversión Total	S/39 373	S/17 718	S/21 655

3.5.4. Presupuesto de Ingresos

El presupuesto de ingresos se basa en el producto de las ventas pronosticadas para los 5 periodos anuales por el precio de venta unitario del producto. Siendo el ingreso que se obtendría para el año 2024 de S/ 6 558 543 a partir de la comercialización de 155 491 sacos de 25 kilogramos de compost.

Tabla 87. Presupuesto de Ingresos.

Periodo	Venta (unidades)	Precio (S/)	Ingresos (S/)
2 020	149 706	S/ 35,94	S/ 5 380 054
2 021	151 152	S/ 37,50	S/ 5 667 898
2 022	152 599	S/ 39,06	S/ 5 960 270
2 023	154 045	S/ 40,62	S/ 6 257 142
2 024	155 491	S/ 42,18	S/ 6 558 543

3.5.5. Depreciación.

a. Depreciación.

Tal como indica la tabla 88, el valor de las depreciaciones se aproximó durante 5 años, desde el 2020 hasta el año 2024 de acuerdo a los años a depreciar correspondientes para cada ítem.

Tabla 88. Depreciación

Descripción	Activos Total (S/)	Valor de Recuperación	Valor a Depreciar	Años a depreciar
Estructura y acabados	S/18 129	S/9 065	S/18 129	10
Mobiliario y equipos de oficina	S/4 095	S/1 536	S/4 095	8
Maquinarias y equipos	S/10 660	S/3 046	S/10 660	7
Equipos Adicionales	S/2 072	S/1 554	S/2 072	20
Total	S/34 956	-	-	-

Tabla 89. Depreciación anual

Ítem	Depreciación Anual	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Estructura y acabados	S/1 813	S/1 813	S/1 813	S/1 813	S/1 813	S/1 813
Mobiliario y equipos de oficina	S/512	S/512	S/512	S/512	S/512	S/512
Maquinarias y equipos	S/1 523	S/1 523	S/1 523	S/1 523	S/1 523	S/1 523
Equipos Adicionales	S/104	S/104	S/104	S/104	S/104	S/104
Total	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951

3.5.6. Gastos Financieros.

De acuerdo con la página informativa de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP [35] se consideró trabajar el 55% de la inversión por parte de la asistencia económica del Banco continental, ya que dentro de la categoría de micro empresa – préstamos a más de un año ofrecen la menor tasa de interés, siendo esta de 12,00%.

- Interés Préstamo a largo plazo = 12,00%
- Periodo = 5 años.

Tabla 90. Gastos Financieros

Ítem	Pre - Operativo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Préstamo a Largo Plazo	S/21 655,3					
Intereses (S/)		S/2 598,6	S/2 078,9	S/1 559,2	S/1 039,5	S/519,7
Por Préstamo a Largo Plazo		S/2 598,6	S/2 078,9	S/1 559,2	S/1 039,5	S/519,7
Amortizaciones		S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1
Por Préstamos a Largo Plazo		S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1	S/4 331,1
Total		S/13 859	S/12 820	S/11 780	S/10 741	S/9 702

En el acuerdo ejecutado con el Banco Continental se acordó establecer una holgura de 1 año para el reembolso del préstamo, a fin de que la empresa pueda establecerse con sus ingresos y egresos adecuadamente, adquiriendo solvencia para cancelar sus deudas.

3.5.7. Gastos Comerciales.

Tal como hace mención la tabla 91, se considera dentro de los gastos comerciales a aquellos gastos en los que se incurre para comercializar el producto por lo que en el rubro de

ventas y marketing fue apropiado tomar en cuenta la creación y mantenimiento de una página web para facilitar la información y comercialización del producto, así como la aplicación de publicidad visual y escrita a través de medios de promoción, estos pueden ser visuales o auditivos.

Tabla 91. Gastos Comerciales

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Mantenimiento de Página Web	S/550,0	S/550,0	S/550,0	S/550,0	S/550,0
Promoción Radial	S/750,0	S/750,0	S/750,0	S/750,0	S/750,0
Total	S/1 300,0	S/1 300,0	S/1 300,0	S/1 300,0	S/1 300,0

3.5.8. Gastos Administrativos.

Dentro de los gastos administrativos se consideró necesario tomar en cuenta los útiles requeridos para el desarrollo de las actividades dentro de la oficina de administración y el laboratorio de calidad, de igual forma, el consumo de energía eléctrica que tendrán únicamente los equipos ubicados en la misma área. Dentro de la categoría otros se considera los clips, perforadores o engrapadores.

Tabla 92. Sueldos Administrativos.

Ítem	Cantidad	Salario	Sub Total (mes)	Total (Anual)
Gerente General	1	1600	S/1 600	S/19 200
Jefe de planta	1	1200	S/1 200	S/14 400
Total				S/33 600

Tabla 93. Útiles de oficina administrativa.

Ítem	Cantidad	Costo Unitario (S/)	Costo Total (S/)
Hojas Bond	1	S/150	S/150
Cuadernos	3	S/4	S/12
Lapiceros	2	S/7	S/14
Cartuchos de Tinta	2	S/35	S/70
Otros	1	S/30	S/30
Total			S/276

Tabla 94. Consumo de energía eléctrica

ITEM	Consumo de energía (kW)	Consumo de energía tota (kW.día)	Costo por kW	Costo Anual
Oficina Administrativa	0,17	1,36	S/0,7	S/297,0
Laboratorio de Calidad	0,045	0,36	S/0,7	S/78,6
Total				S/375,6

Para la tabla 95 se toma como consideración un aumento del 5% para el costo de energía eléctrica y de un 3% para los servicios de agua potable, debido a las variaciones que puedan ocurrir con el transcurso del tiempo y las fluctuaciones en la economía.

Tabla 95. Resumen de gastos administrativos

Ítem	2019	2020	2021	2022	2023
Sueldos Administrativos	S/33 600	S/33 600	S/33 600	S/33 600	S/33 600
Útiles de oficina	S/276	S/276	S/276	S/276	S/276
Energía Eléctrica	S/376	S/394	S/414	S/435	S/457
Internet y Teléfono	S/180	S/180	S/180	S/180	S/180
Agua	S/120	S/124	S/127	S/131	S/135
Total	S/34 552	S/34 574	S/34 597	S/34 622	S/34 648

3.5.9. Costos de Producción.

En cuanto a los costos de energía eléctrica, la tabla 96 muestra el costo anual que tendrá la empresa por el consumo de energía eléctrica., por lo que fue necesario calcular su consumo y costo respectivamente.

Tabla 96. Consumo de energía eléctrica de acuerdo a la maquinaria

Ítem	Consumo de energía (kW)	Consumo de energía tota (kW.día)	Costo por kW	Costo Anual
Balanza de Plataforma Industrial KAMBOR - 823	0,006	0,048	S/0,7	S/10,5
Trituradora TRO-1000-INOX	4,849	38,792	S/0,7	S/8 472,2
Balanza Electrónica Modelo Lap 300	0,009	0,072	S/0,7	S/15,7
Total				S/8 498,4

Mientras que dentro del rubro de transportes es necesario considerar el costo que se tendrá por combustible, debido a que existirá un medio de transporte que recogerá los residuos mencionados anteriormente.

Utilizando como fuente la investigación M. Soria [28], se considera que una moto carguera consume aproximadamente S/15 de combustible día, este representa un valor anual de S/4 680

Tabla 97. Gastos por Combustible

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Combustible	S/4 680,0	S/4 726,8	S/4 774,1	S/4 821,8	S/4 870,0

Tabla 98. Costos de Mano de Obra Directa.

Ítem	Cantidad	Salario	Sub Total (mes)	Total (Anual)
Operario	7	S/930	S/9 300	S/111 600

Tabla 99. Resumen de Costos de Producción

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales Directos e Indirectos	S/1 818 926,1	S/1 836 496,8	S/1 854 072,4	S/1 871 643,1	S/1 889 218,6
Mano de Obra Directa	S/111 600	S/111 600	S/111 600	S/111 600	S/111 600
Transporte	S/4 680,0	S/4 726,8	S/4 774,1	S/4 821,8	S/4 870,0
Total	S/1 935 206	S/1 952 824	S/1 970 446	S/1 988 065	S/2 005 689

3.5.10. Punto de Equilibrio.

Tal como indica la tabla 106, es necesario identificar el punto de equilibrio del proyecto, debido a que este indicará a partir de qué nivel en ventas o unidades monetarias se obtendrán utilidades, es decir el nivel en que los egresos igualan a los ingresos. Es por ello que el punto de equilibrio se obtuvo a partir de las siguientes fórmulas.

$$\text{Punto de equilibrio económico} = \frac{\text{Costos fijos}}{1 - \frac{\text{Costos variables}}{\text{Ingresos}}}$$

$$\text{Punto de equilibrio en unidades} = \frac{\text{Punto de equilibrio económico}}{\text{Precio de venta}}$$

Tabla 100. Punto de Equilibrio.

Ítem	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de Producción	S/1 935 206	S/1 952 824	S/1 970 446	S/1 988 065	S/2 005 688
Gastos Administrativos	S/34 552	S/34 574	S/34 597	S/34 622	S/34 648
Costos de Comercialización	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300
Gastos Financieros	S/13 859	S/12 820	S/11 780	S/10 741	S/9 702
Costo Fijo Total	S/49 711	S/48 694	S/47 678	S/46 663	S/45 649
Costo Total	S/1 984 917	S/2 001 518	S/2 018 124	S/2 034 728	S/2 051 337
Ingreso Total	S/5 380 054	S/5 667 898	S/5 960 269	S/6 257 141	S/6 558 543
P.E (económico)	S/49 711	S/48 694	S/47 678	S/46 663	S/45 649
P.E (unidades)	2 161	1 982	1 824	1 684	1 560

A partir de la tabla 101 se puede interpretar que la empresa necesitará contar con 2 161 unidades de sacos de compost para el primer año, para poder cubrir sus costos y gastos, sin encontrarse en una posición donde se perjudique y pierda utilidades.

3.5.11. Estado de Ganancias y Pérdidas.

Gracias al cálculo del estado de ganancias y pérdidas o también conocido como estado de resultados se puede medir el desempeño de la empresa, para determinar si se han logrado los resultados positivos a partir del reporte financiero en base al periodo establecido de 5 años, mostrando de manera detallada los ingresos y egresos obtenidos a fin de calcular la utilidad neta y los flujos neto de efectivo para proceder a realizar la evaluación económica, tal como se muestra en la tabla 105.

Tabla 101. Estado de Resultados.

Ítems	2019	2020	2021	2022	2023
Total Ingresos	S/5 380 054	S/5 667 898	S/5 960 269	S/6 257 141	S/6 558 543
(-) Costos de Producción	S/1 935 206	S/1 952 824	S/1 970 446	S/1 988 065	S/2 005 688
Utilidad Bruta	S/3 444 848	S/3 715 074	S/3 989 823	S/4 269 076	S/4 552 855
(-) Gastos Administrativos	S/34 552	S/34 574	S/34 597	S/34 622	S/34 648
(-) Gastos de comercialización	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300
Depreciación	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951
Utilidad Operativa	S/3 405 045	S/3 675 249	S/3 949 974	S/4 229 203	S/4 512 956
(-) Gastos financieros	S/13 859	S/12 820	S/11 780	S/10 741	S/9 702
Utilidad antes de impuestos	S/3 391 185	S/3 662 429	S/3 938 194	S/4 218 462	S/4 503 254
Impuesto a la renta (30%)	S/1 017 356	S/1 098 729	S/1 181 458	S/1 265 539	S/1 350 976
Utilidad Neta	S/2 404 765	S/2 563 700	S/2 756 736	S/4 796 784	S/3 152 278

3.5.12. Capital de Trabajo.

El capital de trabajo está orientado a determinar el monto monetario con el que debe contar la empresa para poder abastecerse los primeros meses de su funcionamiento. La siguiente tabla muestra el capital de trabajo durante los próximos 5 años proyectados.

Tabla 102. Capital de Trabajo

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<i>Ingresos</i>					
Total Ingresos	S/5 380 054	S/5 667 898	S/5 960 269	S/6 257 141	S/6 558 543
<i>Egresos</i>					
Costos de Producción	S/1 935 206	S/1 952 824	S/1 970 446	S/1 988 065	S/2 005 688
Gastos Administrativos	S/34 552	S/34 574	S/34 597	S/34 622	S/34 648
Costos de Comercialización	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300
Interés de Prestamos	S/2 599	S/2 079	S/1 559	S/1 039	S/520
Amortizaciones	S/4 331	S/4 331	S/4 331	S/4 331	S/4 331
Total de egresos	S/1 977 987	S/1 995 108	S/2 012 234	S/2 029 357	S/2 046 486
Saldo (Deficit/Superavit)	S/3 402 066	S/3 672 790	S/3 948 035	S/4 227 784	S/4 512 056
Utilidad Neta	S/3 402 066	S/270 724	S/3 677 312	S/550 472	S/3 961 584

3.5.13. Tasa Mínima Atractiva de Retorno.

La siguiente tabla muestra la tasa mínima atractiva de retorno, la cual equivale a un 12%, este porcentaje será tomado como referencia para determinar si el proyecto genera ganancias al momento de ser comparado con la tasa interna de retorno.

Tabla 103. Tasa Mínima Atractiva de Retorno

Ítem	Tasa de Inflación	Estimado Ganancia	TMAR
Inversión Propia	4%	15%	19,00%
Inversión Financiada	-	12,00%	12,00%
Ítem	% Aporte	TMAR	Ponderado
Inversión Propia	45%	19,00%	8,55%
Inversión Financiada	55%	12,00%	6,60%
TMAR Global			15%

3.5.14. Flujo de Caja.

La siguiente tabla hace referencia a todos los ingresos y egresos de dinero que tendrá la empresa, facilitando la información necesaria para determinar la capacidad de la empresa para pagar sus deudas.

Tabla 104. Flujo de Caja

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS						
Capital Social	S/17 718					
Préstamos a CP y LP	S/21 655					
Cuentas por cobrar (contado)		S/5 380 054	S/5 667 898	S/5 960 269	S/6 257 141	S/6 558 543
Depreciación		S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951	S/3 951
Total de Ingresos	S/39 373	S/5 384 005	S/5 671 849	S/5 964 221	S/6 261 093	S/6 562 495
EGRESOS						
Costos de Producción		S/1 935 206	S/1 952 824	S/1 970 446	S/1 988 065	S/2 005 688
Gastos Administrativos		S/34 552	S/34 574	S/34 597	S/34 622	S/34 648
Gastos de Comercialización		S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300	S/1 300
Amortizaciones		S/4 331	S/4 331	S/4 331	S/4 331	S/4 331
Total de Egresos	S/0,00	S/1 975 389	S/1 993 029	S/2 010 675	S/2 028 318	S/2 045 967
Saldo Bruto (antes de impuestos)	-S/39 373,32	S/3 408 616	S/3 678 820	S/3 953 546	S/4 232 775	S/4 516 528
Impuesto a la Renta (30%)	S/0,00	S/1 022 584,80	S/1 103 646,00	S/1 186 063,80	S/1 269 832,50	S/1 354 958,40
Saldo (Deficit / Superavit)	-S/39 373,32	S/2 386 031,20	S/2 575 174,00	S/2 767 482,20	S/2 962 942,50	S/3 161 569,60
Utilidad Acumulada	-S/39 373,32	S/2 346 657,88	S/4 921 831,88	S/7 689 314,08	S/10 652 256,58	S/13 813 826,18

3.5.15. Evaluación económica financiera.

Tabla 105. Evaluación económica financiera del proyecto.

ITEM	VALOR
VAN	S/9 790 727
TIR	60,68%
TMAR	15,15%

VAN y TIR: Para calcular el Valor Actual Neto, se consideró una tasa del 12% dando un total de $S/9\ 790\ 727 > 0$, esto significa que el proyecto es positivo y viable.

Finalmente la Tasa interna de retorno (TIR) del proyecto es de 60,68%, el cual nos indica que es factible para la ejecución del proyecto de inversión en la instalación de una planta procesadora de compost ya que comparando con el VAN este resulta ser mayor en un 45,53%.

- **Relación Costo/Beneficio:** Es un indicador que nos ayudará a medir el grado de desarrollo y bienestar para el proyecto a ejecutar y además a medir la rentabilidad de la empresa en función a sus ingresos y egresos. El indicador de este proyecto determina que por cada sol invertido se tendrá una ganancia de S/1,97.

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{\text{Total de Ingresos}}{\text{Total de Egresos}} = \frac{S/29\ 883\ 036}{S/10\ 053\ 378}$$

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = 2,97$$

IV. CONCLUSIONES

- A partir del estudio de mercado, el análisis de la oferta y demanda de compost en la región Lambayeque determina que existe una oportunidad de ingreso en el mercado para el producto que se piensa comercializar, como es el saco de compost de 25 kg para que sea adquirido por los agricultores de cultivos orgánicos de la misma región, ya que actualmente la producción de abonos orgánicos es muy escasa a nivel regional. El porcentaje que cubrirá el proyecto será de 0,50% del total de la demanda insatisfecha para el primer año de funcionamiento y llega al 2023 con una cobertura del 0,43%. Debido a ello se asume que la totalidad de las unidades producidas serán comercializadas al sector agrícola.

- La producción de compost a partir de los residuos generados por la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L, junto con la adición de la cascarilla de arroz y el estiércol vacuno se pueda producir para el año 2019 un total de 149 706 sacos de compost con un ingreso por ventas de S/ 5 380 054 soles y para el año 2023 se tendrá una producción de 155 491 sacos de compost con un ingreso mayor equivalente a S/ 6 558 543 soles.

- En lo que respecta a las dimensiones de la planta, se determinó que esta contará con un área de 381,72 m², considerando dentro del cálculo el área de expansión para futuras proyecciones.

- Los residuos escogidos para el análisis fisicoquímico muestran que estos si son aptos para ser utilizados como fuentes de materia prima para el proceso de compostaje, a través de la evaluación de sus componentes y el aporte generado en el balance de materia y energía. Debido a ello, el compost que piensa comercializarse tiene una relación C/N de 35 con lo cual cumple los parámetros establecidos por la norma chilena NCh2880.Of2004.

- De acuerdo al análisis económico realizado, el VAN es de S/9 790 727 soles y el TIR tiene un valor de 60,68%. Además se tiene como indicador adicional la relación costo beneficio del proyecto, la cual indica que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 1,97 soles.

-

V. RECOMENDACIONES

- Con respecto al componente ambiental, se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental que incluya todos los puntos correspondientes tales como las valoraciones cualitativas y cuantitativas para una planta productora de composta, ya que sería de gran utilidad para futuros proyectos similares.
- Debido a la falta de información acerca de la oferta regional que tiene Lambayeque con respecto a la producción de abonos orgánicos, se recomienda realizar un análisis profundo en cuanto a este indicador a fin de promover futuros proyectos aplicables a la región.
- Después de haber realizado los análisis respectivos para el proyecto, se recomienda difundir a las empresas o industrias que generan residuos orgánicos dentro de sus procesos productivos, sobre aprovechamiento de los mismos, debido a que es posible contribuir a minimizar el impacto negativo que pueden generar por su mala disposición, ya que son comúnmente puestos en botaderos públicos.

Por lo tanto es importante informar acerca de un método que busque aprovecharlos en su totalidad, como es el compostaje, el cual transforma la materia en abono orgánico, beneficiando al ambiente mediante su aplicación.

VI. LISTA DE REFERENCIAS.

- [1] W. Penagos, J. Adarraga, D. Aguas, E. Molina, “Reducción de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia por medio del compostaje”, *Ingeniare*, vol. 6, pp. 37 – 44, Octubre, 2011.
- [2] F. Costa , “*Anuario de Estadísticas Ambientales*”, Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima - Perú, Dic. 2017.
- [3] A. Gaonkar, A. Chakraborty “Application of Eggshell as Fertilizer and Calcium Supplement Tablet”, en *Jirset*, vol. 5, pp.6, Marzo, 2016.
- [4] F. Marmolejo, A. Pérez, P. Torres, A. Cajigas, C. Cruz, “Aprovechamiento de los residuos sólidos generados en pequeñas industrias de almidón de yuca”, en *Lufemar*, vol. 20, pp. 104, Junio, 2008.
- [5] G. Pérez, N. Copacalle, M. Chura, L. Reynolds, D. Escalente, “Alimentos balanceados y elaboración de abonos orgánicos a partir de cáscaras de frutas y hortalizas”, en “*Baptista – Universidad Mayor y Pontificia de San Francisco*, vol.3, pp. 15, 2014.
- [6] E. Montejano, “Comparación de distintos escenarios de tratamiento de residuos urbanos en la ciudad de Madrid mediante la metodología de la huella de carbono”, en *Ed. Edamel*, vol. 5, pp. 77, Febrero, 2018.
- [7] I. Arias, M. Perez, J. Lainez, G. Castañon, “Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica”, en *Sotavento*, vol.25, n.3, pp. 27, Diciembre, 2009.
- [8] R. Palmero, “*Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montes*”, Ed. Cabildo Tenerife, Febrero, 2010.
- [9] M. Abad, R. Puchades, “*Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola*”, Asociación para la Promoción Socio - Económica Interior, Valencia, 2002, pp. 55-70.
- [10] M. Casco, R. Moral, “*Compostaje*”, Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 2008, pp. 570.
- [11] E. Castells, J. Martinez, M. Lopez, M. Soliva, “*Tecnologías aplicables al tratamiento de residuos*”, Ed. Dialnet, Logroño, 2009, pp. 91-172.
- [12] K. Mendoza, “*Preparación, uso y manejo de abonos orgánicos*”, Ed. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Ayacucho, 2016, pp. 54 – 67.
- [13] Fondo de cooperación para el desarrollo social, “*Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*”, Ed. Asociación Grafica Educativa, Lima, 2014, pp. 44.

- [14] L. Uribe, “*Taller de abonos Orgánicos*”, Ed. Catie, Costa Rica, 2003, pp. 25.
- [15] P. Román, M. Martínez, A. Pantoja, “*Manual del compostaje del agricultor*”, Ed. Fiat Pania, Santiago de Chile, 2013, pp. 112.
- [16] D. Pajuelo, “*Reciclaje de lodos residuales de la industria de papel mediante la técnica de compostaje*”, Ed. Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, Lima, 2006, pp. 27-64.
- [17] R. Navarro, “*Manual para hacer composta aeróbica*”, Ed. Cesta, El salvador, 2003, pp. 2-5.
- [18] G. Monge, A. Cantanhede, “*Compostificación de residuos de mercados*”, Lima, 1993, pp. 2-88.
- [19] De Bertoldi, M. Vallini , G. Pera, “*Technological Aspects of composting including Modelling and Microbiology*”. Gasser , Bruselas , 1997, pp. 75-88.
- [20] R. Haug, “*The Practical Handbook of Compost Engineering*”, Ed. Lewis Publishers, Florida, 2013, pp. 32-54.
- [21] Instituto Nacional de Estadística e Informática, “*IV Censo Nacional Agropecuario*”, Perú, 2018, pp. 47.
- [22] CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente. CH). 2004. “*Norma de calidad del compost, clasificación y requisitos NCh. 2880.Of2004*”. Instituto Nacional de Normalización., Chile, 2012.
- [23] Ministerio de Agricultura y Riego, “*Perú un campo fértil para sus inversiones*”, Lima, 2017, pp. 8.
- [24] M. Almiña, D. Gastón, “*Manual del Compostaje*”, Ingeniería Sustentable, Diciembre, 2013, pp. 22.
- [25] Earth Green S.A.C, “*Principios Básicos del Compostaje*”, Medellín, Colombia, 2015.
- [26] S. Hang, E. Castán, G. Negro, A. Daghero, E. Buffa, A. Ringuelet, P. Satti y M.J. Mazzarino “*Compostaje de estiércol de feedlot con Pajilla de arroz/viruta: características del proceso y del producto final*”, Ed. Agriscientia, 2015, pp. 74 – 82 .
- [27] Instituto nacional de estadística e informática, “*Indicadores demográficos, sociales, económicos y de gestión municipal de Lambayeque*”, [En línea]. Disponible en: <http://www.unfpa.org.pe/publicaciones/publicacionesperu/INEI-Lambayeque-Indicadores.pdf>.
- [28] M. Soria, “*Aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos como abono orgánico en las municipalidades distritales*”, Arequipa, Perú, 2018, pp.87.

- [29] R. Avendaño, “*El Proceso de Compostaje*”, Pontifica Universidad Católica, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Fruticultura y Enología, Lima, Perú, 2003.
- [30] Ministerio de Agricultura y Riego, “*Boletín de la Gerencia Regional de Agricultura*” Lambayeque, Perú, 2018.
- [31] A. Siguas, J. Orellano, J. Rojas, “*Boletín Estadístico de Medios Agropecuarios*”, MINAGRI, Setiembre, 2017, [En línea]. Disponible en: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/medios-produccion-agropecuario-iii trimestre2017_08118.pdf
- [32] S. Uribe, “*Propuesta de Proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en isla fuerte*”, Pontificia Universidad Javeriana, Colombia, 2012, pp.130.
- [33] E. Cervera, E. Orozco, “Diseño y distribución de instalaciones industriales apoyadas en el uso de la simulación de procesos”, en *Investing innoving*, vol. 1, pp. 6-12, Junio, 2013.
- [34] L. Pérez, “*Estrategias de introducción y lanzamiento al mercado de nuevos productos, servicios o modelos de negocio para las pymes que tienen potencial de innovación*”, Medellín, 2016, pp. 39-87.
- [35] “*Tasas de Interés Promedio*”, Superintendencia de Banca y Seguros AFP, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.sbs.gob.pe/estadisticas/tasa-de-interes/tasas-de-interes-promedio>. [Accedido: 27-mayo-2019].
- [36] F. Rivera, G. Martinez, “*Estado del arte sobre métodos y técnicas de localización y distribución aplicadas en instalaciones de manufactura y servicios*”; Universidad Autónoma de Occidente, Colombia, 2016, pp. 83.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Hectáreas de cultivos transitorios y estacionales de la región Lambayeque

Ítem	2014	2015	2016	2017	2018
<i>Transitorios</i>					
Chiclayo	25 433	27 165	26 178	26 253	31 484
Ferreñafe	33 301,08	33 121 ,08	32 043,07	32 437,08	37 935,03
Lambayeque	45 092	45 116	52 628	53 164	59 768
Total ha transitorios	103 826,08	105 402,08	110 849,07	111 854,08	129 187,03
<i>Estacionarios</i>					
Chiclayo	21	50	37	20	79
Ferreñafe	39	28	52	13	93
Lambayeque	469	279	736	100	702
Total ha estacionarios	529	357	825	133	874
Total General	104 355	105 759	111 674	111 987	130 061

Fuente: Gerencia Regional de Agricultura de Lambayeque [31].

Ítem	2014	2015	2016	2017	2018
Región Lambayeque	22 917	23 605	25 021	26 772	28 914

Fuente: Gerencia Regional de Agricultura de Lambayeque [31].

Anexo 2. Calculo de proyección de la demanda

En base a la data histórica de la demanda de compost para los años 2013-2018, se determinó la gráfica de tendencia lineal a fin de obtener la siguiente ecuación:

$$y = 37\,904x + 522\,430$$

Una vez determinada la ecuación, se procede a realizar el cálculo para obtener la demanda proyectada para los años 2019 – 2023.

X	Año	Demanda (t)
1	2014	572 925
2	2015	590 113
3	2016	625 520
4	2017	669 306
5	2018	722 851

x=n	Año	Ecuación	Demanda (t)
6	2 019	37 904 (6) + 522 430	749 856
7	2 020	37 904 (7) + 522 430	787 761
8	2 021	37 904 (8) + 522 430	825 665
9	2 022	37 904 (9) + 522 430	863 569
10	2 023	37 904 (10) + 522 430	901 474

Anexo 3. Importaciones de Fertilizantes.

Subpartida	Producto	Masa neta (t)				
		2014	2015	2016	2017	2018
<i>Abonos minerales o químicos nitrogenados</i>						
310210	Urea, incluso en disolución acuosa	402,963	365,250	342,193	424,580	358,054
310221	Sulfato de amonio	149,043	181,557	134,224	187,730	227,204
310230	Nitrato de amonio, incluso en disolución acuosa	64,057	55,561	99,364	50,572	128,006
310260	Sales dobles y mezclas entre sí de nitrato de calcio y nitrato de amonio	9,606	13,509	12,338	16,646	19,276
310310	Superfosfatos	2,300	2,643	1,854	2,171	3,739
310390	Demás abonos minerales o químicos fosfatados	38	10	20	19	19
<i>Abonos minerales o químicos potásicos</i>						
310420	Cloruro de Potasio		71,149	82,168	100,019	62,322
310430	Sulfato de Potasio	56,487	47,18	53,3	40,961	46,179
310490	Demás abonos minerales o químicos potásicos	13,851	14,922	29,503	18,953	16,268
310530	Hidrogenoortofosfato de diamonio (fosfato diamónico)	157,992	157,391	153,561	159,899	189,004
Total		894,299	919,162	928,505	1 020,531	1 069,052

**Anexo 4. Calculo para determinar la oferta histórica de R.S.O de la empresa
M.B.N exportaciones & CIA S.R.L.**

Se considerará como oferta histórica la generación de residuos en la empresa M.B.N exportaciones & CIA S.R.L. Para los años 2013 – 2018. De acuerdo con la información otorgada por la empresa, del total de residuos que suelen generar a lo largo de sus procesos productivos el 60% corresponde netamente a materia orgánica.

Ítem	Tipo de Residuo Solido	Composición (%)
1	Materia Orgánica	60,00%
2	Plástico	23,00%
3	Papel	9,00%
4	Cartón	5,00%
5	Otros	3,00%
TOTAL		100,00%

De acuerdo con la data brindada por la empresa la generación de residuos sólidos en general es la que se muestra a continuación, a ello se le aplica el producto de la composición de Materia orgánica para poder determinar solo lo equivalente al R.S.O.

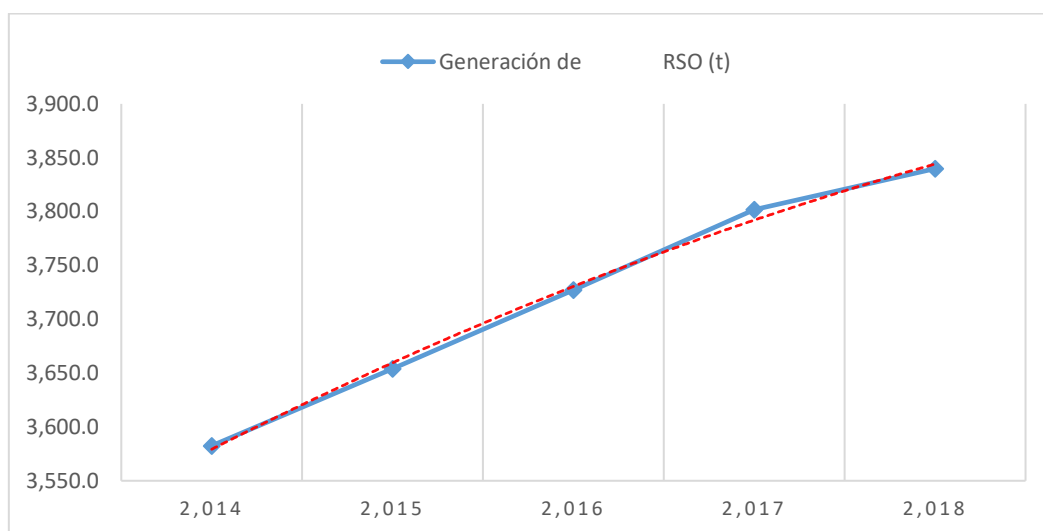
Año	Generación de R.S (t/año)	60% (*)	Unidades
2 014	5 970,88	3 582,5	t/año
2 015	6 090,30	3 654,2	t/año
2 016	6 212,10	3 727,3	t/año
2 017	6 336,35	3 801,8	t/año
2 018	6 399,71	3 839,8	t/año

(*): Multiplicación

De acuerdo al análisis realizado previamente, se tiene el siguiente cuadro resumen para los años 2014 – 2018.

OFERTA HISTORICA DE R.S.O GENERADA POR M.B.N EXPORTACIONES & CIA S.R.L	Año	Generación de RSO (t)
	2 014	3 582,5
	2 015	3 654,2
	2 016	3 727,3
	2 017	3 801,8
	2 018	3 839,8

Por lo tanto el cálculo para obtener la cantidad de R.S.O que recepcionará el proyecto para los años 2019 – 2023 se determinó la gráfica de tendencia lineal, tal como se muestra a continuación:



Una vez determinada la ecuación, se procede a realizar el cálculo para obtener la generación de R.S.O proyectada para los años 2019 – 2023.

X	Año	Generación de R.S.O (t)
1	2 014	3 582,5
2	2 015	3 654,2
3	2 016	3 727,3
4	2 017	3 801,8
5	2 018	3 839,8

x=n	Año	Cantidad Proyectada (t)
6	2 019	3 764,00
7	2 020	3 800,36
8	2 021	3 836,73
9	2 022	3 873,09
10	2 023	3 909,46

Por lo tanto la cantidad de R.S.O. que generará la empresa será de 3 764 toneladas para el año 2019 y de 3 909,46 toneladas para el año 2023. Sin embargo de acuerdo al proceso de compostaje descrito en la investigación, existen ciertas pérdidas durante todo el proceso.

Es por ello que antes de calcular la generación de compost que tendrá el proyecto, se deben considerar las mermas en base a los antecedentes revisados en la investigación junto con la información brindada por la planta piloto de compostaje de Lambayeque, donde se menciona que en promedio el 2% se descarta durante el proceso de selección, además del 38% de pérdida total que se da durante la degradación de la materia prima e insumos en las pilas de compostaje.

Una vez establecidas esas consideraciones, se procede a realizar el cálculo de la siguiente manera: Cabe resaltar que para poder facilitar la comprensión se llevan las unidades a kilogramos, ya que los cálculos y valores obtenidos más adelante se encuentran en dichas unidades.

Para determinar la cantidad de insumos necesarios se realiza un análisis simple, ya que como se ha descrito en la tabla 39 (Cantidades en kg de materia prima e insumos) por cada 45,83 kg de R.S.O, se deben adicionar 8,33 kg de pajilla de arroz y 20,83 kg de estiércol vacuno, en total serían 29,17 kg de insumos, De acuerdo a ello se tiene el siguiente cálculo:

$$3\,688\,720\text{ kg de R.S.O} * \frac{29.17\text{ kg insumos}}{45.83\text{ kg de R.S.O}} = 6\,036\,526\text{ kg de insumos}$$

Entonces la tabla para los años 2019 – 2023 quedaría de la siguiente forma:

Año	Cantidad R.S.O (kg)	R.S.O (kg) a usar menos el 2% de descarte en la selección	29,17 kg insumos (*)	45,83 kg R.S.O (/)	RSO + insumos para el proceso de compostaje (kg)
2 019	3 764 000	3 688 720	107 599 962	2 347 806	6 036 526
2 020	3 800 360	3 724 353	108 639 371	2 370 486	6 094 839
2 021	3 836 730	3 759 995	109 679 066	2 393 172	6 153 167
2 022	3 873 090	3 795 628	110 718 475	2 415 852	6 211 480
2 023	3 909 460	3 831 271	111 758 169	2 438 537	6 269 808

Luego de haber obtenido la cantidad de R.S.O e insumos necesarios para el proceso productivo, se debe considerar el 42% de descarte que se da dentro de las pilas de compostaje:

Año	R.S.O + insumos , menos el 38% de descarte (kg)	Oferta de compost en toneladas	Oferta de compost en kilogramos
2 019	3 742 646	3 742,65	3 742 646
2 020	3 778 800	3 778,80	3 778 800
2 021	3 814 964	3 814,96	3 814 963
2 022	3 851 117	3 851,12	3 851 117
2 023	3 887 281	3 887,28	3 887 281

Anexo 5. Calculo del Balance de Materia

La cantidad de materia prima recolectada para el balance de materia se consideró en kilogramos por hora, con un ingreso de 14,5 kg/h. A partir de ahí el proceso de compostaje inicia con la recepción y selección.

1. Proceso de Pesado.

Durante el proceso no se considera algún tipo de pérdida en la cantidad entrante al proceso, por lo que el porcentaje de pérdida respectivo será igual a 0%.

2. Proceso de Selección.

Se consideró apropiado que solo el 2% del total corresponda a una pérdida, dentro de este valor se puede descartar algún residuo que pueda ser descartado al no ser orgánico o que pueda afectar el proceso de compostaje.

$$14,50 \frac{kg}{h} - \left(14,50 \frac{kg}{h} * 0,02 \right) = 14,21 \frac{kg}{h}$$

3. Proceso de Trituración.

Para el proceso de trituración se debe tener en cuenta que este se da a través de una trituradora industrial con una capacidad de 200 kilogramos por hora. Es por ello que se consideró apropiado tomar en cuenta la investigación de Miranda [30] la pérdida de residuos durante el proceso de trituración equivale a un 1% del total. Es por ello que la cantidad obtenida equivale a 14,07 kg/h.

$$14,21 \frac{kg}{h} - \left(14,21 \frac{kg}{h} * 0,01 \right) = 14,07 \frac{kg}{h}$$

4. Proceso de Mezclado.

Para el proceso de mezclado se debe considerar el ingreso de estiércol vacuno y pajilla de arroz en las cantidades de 1,25 kg/h respectivamente y durante el proceso no se considera algún tipo de pérdida, por lo que el porcentaje será igual a 0%.

$$14,07 \frac{kg}{h} + \left(1,25 \frac{kg}{h} + 1,25 \frac{kg}{h} \right) = 16,57 \frac{kg}{h}$$

5. Proceso de Compostaje.

En el proceso de compostaje, se tomó como referencia a Earth Green Colombia [24] en cuanto al flujo de materiales, por cada 100 kilogramos de materia orgánica, se obtienen 60 kilogramos de compost maduro, lo cual es un valor menor en base a la cantidad inicial, debido a que el resto se evapora en forma de CO₂ y vapor siendo este generalmente un 38% del porcentaje de pérdida, por lo tanto el valor obtenido corresponde a 10,27 kg/h.

$$16,57 \frac{kg}{h} - \left(6,57 \frac{kg}{h} * 0,38 \right) = 10,27 \frac{kg}{h}$$

6. Proceso de Tamizado.

El proceso de tamizado se da a través de un tamiz galvanizado de manera manual con orificios de 5mm. Para determinar el porcentaje de pérdida durante este proceso, se tomó como referencia la investigación de Miranda [30] donde menciona que la pérdida de residuos durante el proceso de tamizado, de manera manual en una criba, equivale a un 1% del total. Es por ello que la cantidad obtenida equivale a 6147,57 kg.

$$10,27 \frac{kg}{h} - \left(10,27 \frac{kg}{h} * 0,01 \right) = 10,17 \frac{kg}{h}$$

Por lo tanto la cantidad obtenida del proceso de tamizado, procede a ser envasada en sacos de polipropileno de 25 kilogramos, para su posterior almacenamiento, donde no se reflejan pérdidas durante los dos últimos procesos.

Anexo 6. Cálculo de las áreas de compostaje

Para el cálculo del número de pilas, fue necesario conocer la densidad, masa y volumen del compost y los insumos para aplicarlo en el siguiente proceso.

- Aplicando la fórmula de la densidad:

$$V_{M.O (mes)} = \frac{m_{M.O}}{\rho_{M.O}} \rightarrow V_{M.O} = \frac{21\ 251,78\ kg\ M.O + insumos}{250\ \frac{kg}{m^3} + 730\ \frac{kg}{m^3} + 640\ \frac{kg}{m^3}} = 13,12\ m^3$$

Los 21 251,78 kg/día se obtuvieron a partir de la suma de los valores mencionados en el cálculo del área de almacenamiento de materia prima e insumos, ya que es la cantidad total con la que se contara diariamente, habiendo considerado el % de descarte inicial.

Por lo tanto si una pila tiene un área de 2,4 metros cúbicos, para 13,12 m³ de materia orgánica que se tendrá al año, es necesario tener entre 5 a 6 pilas para dicha cantidad. Si hay tres pilas o más, entonces se realiza el volteo, disponiendo las pilas nuevas en el espacio dejado por la pila volteada

Anexo 7. Requerimiento en kilogramos de cada material para un saco de 25 kg.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente se tiene la siguiente relación:

$$\begin{array}{l} 100\ kg\ R.S.O + insumos \longrightarrow 60\ kg\ de\ compost \\ x\ kg\ R.S.O + insumos \longrightarrow 25\ kg\ de\ compost \\ \hline X = 41,67\ kg\ de\ R.S.O + insumos \end{array}$$

Luego de haber determinado la cantidad de R.S.O + insumos que son requeridos, se determina de acuerdo al % de participación descrito en la tabla 30 para cada material, cuál sería la cantidad necesaria para procesar un saco de 25 kg, dando como resultado los siguientes valores:

Residuos Sólidos Orgánicos	41,67	kg	x	1,1	=	45,83	kg	45,83	kg de R.S.O
Pajilla de Arroz	41,67	kg	x	0,2	=	8,33	kg	29,17	kg de insumos
Estiércol Vacuno	41,67	kg	x	0,5	=	20,83	kg		

Con las cantidades obtenidas se muestra que para un saco de 25 kilogramos, se necesitan 45,83 kg de residuos sólidos orgánicos y 29,17 kg de insumos

Anexo 8. Análisis físico químico de los residuos.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

DATOS DE LA MUESTRA:

SOLICITANTE: CLAUDIA CASTRO MEJÍA.



Muestra 1: Cascaras de huevo

Forma de presentación: Bolsa de plástico de polietileno.	Rendimiento: No indica
Estado del envase: Bueno	Peso Bruto determinado: 300g
Naturaleza del envase: Plástico	Peso neto determinado: 310g
Marca: No especifica	Fecha de producción: No indica
Procedencia: No específico	Fecha de vencimiento: -
Peso Bruto declarado: No indica	Autorización sanitaria: No indica
Peso Neto declarado: No indica	Llegada al Laboratorio: 17/09/2018

Muestra 2: Afrecho de Yuca

Forma de presentación: Bolsa de plástico de polietileno.	Rendimiento: No indica
Estado del envase: Bueno	Peso Bruto determinado: 500g
Naturaleza del envase: Plástico	Peso neto determinado: 510g
Marca: No especifica	Fecha de producción: No indica
Procedencia: No específico	Fecha de vencimiento: -
Peso Bruto declarado: No indica	Autorización sanitaria: No indica
Peso Neto declarado: No indica	Llegada al Laboratorio: 17/09/2018

Muestra 3: Cascaras de camote

Forma de presentación: Bolsa de plástico de polietileno.	Rendimiento: No indica
Estado del envase: Bueno	Peso Bruto determinado: 400g
Naturaleza del envase: Plástico	Peso neto determinado: 410g
Marca: No especifica	Fecha de producción: No indica
Procedencia: No específico	Fecha de vencimiento: -
Peso Bruto declarado: No indica	Autorización sanitaria: No indica
Peso Neto declarado: No indica	Llegada al Laboratorio: 17/09/2018



Lic. SACERDO SOLORZAN TORRES KEVIN
C.C. 13474
REGISTRADO EN EL MINISTRO

ubicación: calle Juan XXIII o calle 8 de Octubre 119 – Pagina de Facebook
<https://www.facebook.com/Ligenn/> - Teléfono (074) 203132 – celular 977231981 o 979105041

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS PROCESADAS



Muestra 1: Cascaras de huevo

COLOR: Beige
OLOR: Sui-generis
CONSISTENCIA: -



<i>pH</i>	<i>Humedad</i>	<i>Carbono</i>	<i>Nitrógeno</i>	<i>Relación C/N</i>	<i>Materia Orgánica</i>
8.0	14.5%	20.1	0.42%	20:1	69,53%

Muestra 2: Afrecho de yuca

COLOR: blanco.
OLOR: desagradable
CONSISTENCIA: -

<i>pH</i>	<i>Humedad</i>	<i>Carbono</i>	<i>Nitrógeno</i>	<i>Relación C/N</i>	<i>Materia Orgánica</i>
4.5	62.35%	15.9	0.7%	16:1	55.08%

Muestra 3: Cascaras de camote

COLOR: marrón.
OLOR: Bueno
CONSISTENCIA: rígido al tacto

<i>pH</i>	<i>Humedad</i>	<i>Carbono</i>	<i>Nitrógeno</i>	<i>Relación C/N</i>	<i>Materia Orgánica</i>
4.5	87.3%	4.8	0.56%	5:1	16.67%



Lic. DEBADO SOBERÓN JORGE KEVIN
CBP 13424
EGRESADO DE LA UNPRG



ubicación: calle Juan XXIII o calle 8 de Octubre 119 – Pagina de Facebook
<https://www.facebook.com/Ligenn/> - Teléfono (074) 203132 – celular 977231981 o 979105041

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO



INTERPRETACIÓN

Descripción del Análisis:

Las muestras fueron procesadas tomando en cuenta los parámetros Físicoquímicos establecidos para cada alimento proporcionado, así también se realizaron todos los experimentos en el laboratorio de ingeniería química área fisicoquímica Norma Técnica Peruana 2009.8002015 realizándolo por el Lic. Jorge Kevin Delgado Soberón y el Ingeniero Baltazar Ventura. Y supervisión del Técnico de laboratorio Floriano.



Interpretación de los Resultados:

Análisis físico:

Las muestras fueron procesadas y evaluadas en los cinco días transcurridos validando los resultados siguiendo las normas técnicas establecidas por la presente norma sanitaria se establece en el marco del Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas, aprobado por Decreto Supremo N° 007.98 SA y en concordancia técnico-normativa con los Principios para el establecimiento y la Aplicación de Criterios Microbiológicos para los Alimentos del Codex Alimentarius (CAC/GL-21(1997) y con la clasificación y planes de muestreo de la International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos se concluye:

Se concluye que la muestra esta acta para los fines requeridos.

Recomendaciones:

Se recomienda tener en cuenta los resultados de la muestra para los fines de uso.

Parámetros evaluados	METODO/NORMA
HUMEDAD	NTP 201.018.2001
CARBONO	WALKLEY Y BLACK
NITRÓGENO	KJELDAHL
PH	POTENCIOMETRICO
MATERIA ORGÁNICA	WALKLEY Y BLACK
RELACIÓN C/N	-



Jorge Kevin Delgado Soberón
Lic. DELGADO SOBERON JORGE KEVIN
CBP. 13424
EGRESADO DE LA HABRA

ubicación: calle Juan XXIII o calle 8 de Octubre 119 – Pagina de Facebook

<https://www.facebook.com/Ligenn/> - Teléfono (074) 203132 – celular 977231981 o 979105041

Anexo 9: Etiqueta de Presentación del Producto



The label features a dark green background with a subtle texture. At the top, the text 'COMPOST ORGÁNICO' is written in large, white, bold letters, flanked by two pairs of white dots. Below it, '(Tierras y Sustratos)' is written in a smaller white font. The central focus is a circular emblem with a gold border and a green center. The word 'NATURAL' is arched across the top, '100%' is in the center, and 'INGREDIENTS' is arched across the bottom. A green leaf is positioned to the right of the '100%' text. Surrounding the emblem are images of natural ingredients: a plate of sliced sweet potatoes, a plate of cracked eggs, a plate of sliced carrots and potatoes, a pile of rice straw, and a cow's head. At the bottom, a small green seedling grows from a mound of dark brown soil. The text '25 kg' is written in large, white, italicized font on the right side. A list of ingredients is on the left, and a 'Contenido' section with two bullet points is on the right. The company name 'M.B.N EXPORTACIONES & CIA S.R.L' is at the bottom.

• • COMPOST ORGÁNICO • •

(Tierras y Sustratos)

NATURAL
100%
INGREDIENTS

Contenido

- Relación C/N = 35
- Material= sólido

25 kg

- Cáscara de Huevo
- Cáscara de Camote
- Afrecho de Yuca
- Estiércol Vacuno
- Pajilla de Arroz

M.B.N EXPORTACIONES & CIA S.R.L