



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**REDISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE**  
**“TRIKOHUMUS” DE LA PLANTA “ECOMARTIN” UBICADA EN**  
**LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARROQUIA SAN ANDRES,**  
**COMUNIDAD BATZACON**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**TIPO: PROYECTO TECNICO**

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA QUIMICA**

**AUTORA: JESSICA MARIA CARRASCO SANTILLAN**

**TUTOR: ING. HANNIBAL LORENZO BRITO MOINA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2018**

**(C) 2018, Jessica María Carrasco Santillán**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca los Derechos del Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación REDISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE “TRIKOHUMUS” DE LA PLANTA “ECOMARTIN” UBICADA EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO, PARROQUIA SAN ANDRES, COMUNIDAD BATZACON, de responsabilidad de la señorita **Jessica María Carrasco Santillán**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Hannibal Lorenzo Brito Moina <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2018-05-16 _____
Dr. Robert Alcides Cazar Ramirez <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2018-05-16 _____

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo, Jessica María Carrasco Santillán declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

**Riobamba, 16 de marzo del 2018**

Jessica María Carrasco Santillán

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por darme la fortaleza y a mi madre porque desde su lado sé que enviaba sus bendiciones.

A mi padre por ser el MOTOR PRINCIPAL gracias a él pude culminar un peldaño más del largo camino de la vida, por estar siempre ahí cuando lo necesito y ser la persona más maravillosa que me enseña lo que es perseverancia y darme el impulso de ser siempre la mejor.

A mis hermanos por siempre estar al pendiente de mí, por demostrarme que lo que uno quiere lo puede lograr, que muchas veces no es necesario llegar pronto, sino saber llegar al objetivo propuesto.

A mi pequeña hija que con sus abrazos me daban el ánimo suficiente de seguir cuando quería desistir y aquella persona especial que estuvo en esta etapa que me ayudaba a ver el otro lado de las cosas y buscar soluciones de distinta manera.

Jess

## **AGRADECIMIENTO**

Como no agradecer a Dios porque sin él como ser supremo no estaría aquí, a mi madre que me dio la vida y me sigue guiando desde el cielo.

A mi padre y mis hermanos que son y serán mi apoyo principal e incondicional.

A mi hija porque con su alegría me daba la fortaleza para no desistir.

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xv
SUMMARY .....	xvi
CAPITULO I	
1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.2. Justificación del proyecto.....	1
1.3. Línea base del proyecto.....	2
1.3.1. Antecedentes .....	2
1.3.2. Objetivos de la empresa .....	2
1.3.3. Maquinaria y Equipos .....	3
1.3.3.1. Picadora.....	3
1.3.3.2. Camas o ambientes de descomposición .....	3
1.3.3.3. Tamizadora rotativa .....	4
1.4. Definiciones principales.....	4
1.4.1. Propiedades físicas de los suelos.....	4
1.4.2. Tipos de suelo .....	5
1.5. Compost .....	8
1.5.1. Fases del compostaje.....	8
1.5.1.1. Fase Mesofílica .....	9
1.5.1.2. Fase termofílica o de higienización.....	9
1.5.2. Fase de enfriamiento o Mesofílica II .....	9
1.5.3. Fase de maduración.....	10
1.5. Tipos de compost .....	10
1.5.4. Compostaje aerobio.....	11
1.6. Factores que intervienen en el proceso de compostaje .....	11
1.6.1. Relación Carbono/Nitrógeno .....	11
1.6.2. Estructura y tamaño de residuos .....	12
1.6.3. Temperatura .....	12
1.6.4. Aireación .....	12
1.6.5. Humedad .....	12
1.6.6. pH.....	12

1.7.	Humus .....	13
CAPITULO 2		
2.	OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	15
2.1.	General.....	15
2.2.	Específicos .....	15
CAPITULO 3		
3.	ESTUDIO TECNICO .....	16
3.1.	Localización del proyecto .....	16
3.2.	Ingeniería del proyecto.....	16
3.2.1.	Fases del proyecto.....	16
3.2.2.	Primera Fase.....	17
3.2.3.	Segunda Fase.....	17
3.2.4.	Tercera fase .....	17
3.3.	Parte Experimental .....	17
3.3.1.	Diagrama de flujo del proceso .....	17
3.3.2.	Trituración de materia prima.....	19
3.3.3.	Camas de descomposición .....	19
3.3.4.	Proceso de obtención de humus .....	20
3.3.5.	Tamizaje.....	20
3.3.6.	Análisis de Laboratorio.....	21
3.4.	Rediseño.....	21
3.4.1.	Rediseño en el proceso de Trituración.....	21
3.4.2.	Rediseño de las camas de descomposición .....	22
3.4.3.	Pre descomposición.....	23
3.4.4.	Análisis de resultados.....	23
3.4.2.1	Producción de humus .....	24
3.4.3	Rediseño del proceso de tamizado .....	24
3.4.4	Adición de Trichoderma .....	25
3.4.4.1	Propiedades del Trikohumus.....	26
3.4.5.	Las principales propiedades de este nuevo producto son:.....	26
3.4.5	Balance de masa y energía del ´proceso .....	26
3.4.5.1.	Balance de masa.....	26
3.4.6	Productos terminados .....	49
3.4.6.1	Análisis químico del producto terminado .....	49



3.4.7	Personal requerido.....	49
3.4.8	Análisis de costos.....	50

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

## INDICES DE TABLAS

Tabla 1-3	Trituración manual de materia prima.	19
Tabla 2-3	Rango de niveles de nutrientes en diversos residuos de origen animal y vegetal.	19
Tabla 3-3	Dimensiones y riego de las camas de descomposición.	20
Tabla 4-3	Análisis de laboratorio inicial.	21
Tabla 5-3	Resultados de la picadora.	22
Tabla 6-3	Rediseño de camas.	23
Tabla 7-3	Configuración de parámetros para balance de masa y energía.	28
Tabla 8-3	Parámetros de operación para el triturador.	28
Tabla 9-3	Parámetros de operación para el mezclado.	29
Tabla 10-3	Parámetros de operación del proceso de descomposición	29
Tabla 11-3	Parámetros de operación del proceso de compostaje.	29
Tabla 12-3	Parámetro de operación del tamizado.	29
Tabla 13-3	Parámetros de operación de empaquetado.	30
Tabla 14-3	Parámetros iniciales para balance de masa ideal.	30
Tabla 15-3	Proceso de balance de operación discreta, periodo:144 semanas.	30-33
Tabla 16-3	Parámetros para balance de masa y energía, proceso con recirculación.	36
Tabla 17-3	Proceso de balance de operación discreta con recirculación. Periodo:144 semanas	36-39
Tabla 18-3	Parámetros iniciales para balance de masa del proceso completo.	42
Tabla 19-3	Proceso de balance de operación discreta, proceso completo. Periodo:144 semanas	42-45
Tabla 20-3	Análisis de producto terminado.	49
Tabla 21-3	Maquinaria e insumos.	50
Tabla 22-3	Mano de obra de producción.	50
Tabla 23-3	Costos de materia prima.	50
Tabla 24-3	Costos de producción.	51
Tabla 25-3	Costos relacionados.	51
Tabla 26-3	Costos totales.	51
Tabla 27-3	Tabla de precio.	51
Tabla 28-3	Cronograma del proyecto.	52

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Suelos arenosos	5
Figura 2-1	Suelos calizos	6
Figura 3-1	Suelos humíferos	6
Figura 4-1	Suelo arcilloso	7
Figura 5-1	Suelos pedregosos	7
Figura 6-1	Suelos musgosos y limosos	8
Figura 7-1	Fases del proceso de compostaje.	10
Figura 8-1	Clasificación de abonos.	11
Figura 9-1	Parámetros básicos para una buena actividad microbiana.	13
Figura 10-1	Humus.	14
Figura 1-3	Ubicación de planta.	16
Figura 2-3	Diagrama del proceso de elaboración de compost.	18
Figura 3-3	Zaranda manual.	21
Figura 4-3	Triturador rediseñado.	22
Figura 5-3	Diseño de la zaranda rotatoria.	25
Figura 6-3	Esquema de operaciones para balance de masa y energía del proceso.	27
Figura 7-3	Producto final.	49

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1-3	Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto.	34
Grafico 2-3	Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto ideal.	34
Grafico 3-3	Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto ideal.	35
Grafico 4-3	Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto ideal.	35
Grafico 5-3	Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto ideal.	36
Grafico 6-3	Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto con recirculación.	40
Grafico 7-3	Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto con recirculación.	40
Grafico 8-3	Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto con recirculación.	41
Grafico 9-3	Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto con recirculación.	41
Grafico 10-3	Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto con recirculación.	42
Grafico 11-3	Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto completo.	46
Grafico 12-3	Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto completo.	46
Grafico 13-3	Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto completo.	47
Grafico 14-3	Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto completo.	47
Grafico 15-3	Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto completo.	48
Grafico 16-3	Resultados de producción de gas proceso discreto completo.	48

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografías 1-1	Picadora	3
Fotografías 2-1	Tamizadora.	4

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO A	Análisis de Laboratorio
ANEXO B	Análisis final.
ANEXO C	Primeras camas.
ANEXO D	Rediseño de camas.
ANEXO E	Trituración
ANEXO F	Abono vacuno.
ANEXO G	Camas rediseñadas
ANEXO H	Tamizaje
ANEXO I	Rango de niveles de nutrientes en diversos residuos de origen animal y vegetal
ANEXO J	Proceso de elaboración de humus
ANEXO K	Tabla de valores de abonos orgánicos.

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se planteó un rediseño del proceso de producción de “TrikoHumus” de la planta “ECOMARTIN” con el apoyo de maquinaria en las diferentes etapas del proceso, los cuales ayudaron a minimizar el tiempo que lleva el proceso de descomposición de la materia prima, además de mejorar la calidad y la presentación del producto. Existen 6 etapas dentro del sistema las cuales se clasifican en: Triturado, mezclado, descomposición, compostaje, tamizado y empaquetado. El proceso es un sistema discontinuo, basado en esto se pudo establecer el método para el balance de masa. Para ello, se creó 3 modelos: el primer modelo es ideal y toma en cuenta solo la línea principal del proceso; el segundo modelo toma en cuenta la recirculación; y el tercero el modelo toma en cuenta: recirculación, formación de gas y pérdidas de material en las distintas operaciones. Los resultados obtenidos del modelo completo son: rendimiento de 57,98%, pérdidas de gas 29,45% y una producción de 109,24 sacos/año, consideramos que los sacos que salen a la venta son de 10 kg. Al producto obtenido en la planta se le realizaron análisis del laboratorio, los resultados son los siguientes: nitrógeno 2.2%, fósforo total 1.3%, Potencial de hidrógeno 7,2%, conductividad eléctrica 1530 uS/cm y potasio 1.1%. Mejorando de esa manera los parámetros físicos y químicos como se planteó al inicio del trabajo. Como conclusión se planteó e implementó la propuesta para el rediseño del proceso de compostaje, que mejoraba los tiempos de proceso y las características del producto. Se recomienda realizar estudios sobre la generación de gas y demás reacciones importantes en el proceso de compostaje con el objeto de mejorar el modelo planteado para el balance de masa.

Palabras claves <INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA QUÍMICA, <PROCESO INDUSTRIAL>  
<COMPOSTAJE > <ANÁLISIS FÍSICOS QUÍMICOS>, <PROCESO  
DISCONTINUO><PROCESO SEMICONTINUO> <NITRÓGENO> <CONDUCTIVIDAD  
ELÉCTRICA>

## SUMMARY

In the present work of investigation it was proposed a redesign of the production process of "Trikohumus" of the plant "ECOMARTIN" with the support of machinery in the different stages of the process, which helped to minimize the time taken by the decomposition process of the raw material, in addition to improving the quality and presentation of the product. There are 6 stages within the system which are classified as: Crushing, mixing, decomposition, composting, sifting and packaging. The process is a discontinuous system, based on this; the method for mass balance could be established. For this, 3 models were created: the first model is ideal and takes into account only the main line of the process; the second model takes recirculation into account; and the third model takes into account: recirculation, gas formation and material losses in the different operations. The results obtained from the complete model are: yield of 57.98%, gas losses 29.45% and production of 109.24 bags / year, it was considered that the bags that go on sale are 10 kg. The product obtained in the plant was analyzed by the laboratory, the results are as follows: nitrogen 2.2%, total phosphorus 1.3%, hydrogen potential 7.2%, electrical conductivity 1530 uS / cm and potassium 1.1%. Improving in that way the physical and chemical parameters as it was raised at the beginning of the work. As a conclusion, the proposal for the redesign of the composting process was proposed and implemented, which improved the process times and the characteristics of the product. It is recommended to carry out studies on gas generation and other important reactions in the composting process in order to improve the model planned for the mass balance.

**Keywords:** <CHEMICAL ENGINEERING AND TECHNOLOGY,> <INDUSTRIAL PROCESS> <COMPOSTING> <PHYSICAL CHEMICAL ANALYSIS>, <DISCONTINUOUS PROCESS> <SEMICONTINUOUS PROCESS> <NITROGEN> < CONDUCTIVITY



## CAPITULO I

### 1. DIAGNÓSTICO Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación del problema

La empresa ECOMARTIN ha puesto especial atención en los desechos orgánicos que al no ser reciclados son los causantes de contaminaciones muy importantes en el agua, aire y suelo. ECOMARTIN consciente de estos problemas, desde el 2010 se ha dedicado a la transformación de dichos contaminantes a productos amigables con la naturaleza, utilizando técnicas básicas de compostaje y teniendo como materia prima: desechos de animales de granja, además de utilizar restos de cosechas y residuos vegetales propios de la zona. La empresa cuenta con un buen producto, sin embargo, el procedimiento que se lleva a cabo es empírico, el tiempo de descomposición es prolongado lo que origina pérdidas para la empresa, con un REDISEÑO u optimización en la producción con un aporte de maquinarias y técnicas en el proceso se logrará una mejor producción y calidad

Además, se sugerirá la adición de *Trichoderma harzarium* al fertilizante, para lograr un producto mixto como fertilizante y controlador de plagas, eminentemente orgánico y de gran aplicabilidad en el agro.

#### 1.2. Justificación del proyecto.

“La contaminación ambiental se ha convertido en un problema que requiere atención inmediata por parte de la humanidad, ya que hacer caso omiso a los llamados de auxilio que lanza nuestro planeta puede llevarnos a una extinción prematura .(Aranda 2015)

La empresa ECOMARTIN al tanto de este problema ha venido trabajando en el cambio de restos orgánicos contaminantes a fertilizantes orgánicos, aunque de forma empírica, aportando soluciones para evitar de alguna manera la contaminación del suelo.

Con el rediseño del proceso de producción, ECOMARTIN obtendrá un fertilizante con mayor enriquecimiento de la micro y macro fauna y flora entre otros elementos. En consecuencia, los suelos, al ser aplicados con este fertilizante volverán a ser más productivos y más fértiles, las plantas alimenticias serán más saludables, de mejor color, sabor y calidad.

### **1.3. Línea base del proyecto.**

#### ***1.3.1. Antecedentes***

La tendencia actual es proveer a los consumidores productos libres de pesticidas con mejor sabor, presentación, cuidar de su salud, mejorar la fertilidad del suelo, el cuidado del Medio Ambiente, crear Tecnologías apropiadas para el mejor aprovechamiento de suelo y productos es la filosofía de la empresa por esta razón ECOMARTIN desde el año 2010 a asumido esta responsabilidad social, con la producción y comercialización de abonos sólidos y líquidos (TRIKOHUMUS) estrictamente orgánicos y mejorados para aumentar la calidad de vida y suelos. Así también controlar algunas de las enfermedades causadas por hongos susceptibles al *Trichoderma Harzanium*, presentes en los diferentes tipos de plantas. Por lo expuesto se han hecho las siguientes recomendaciones para elevar la calidad y producción. (Lexus 2007)

- Utilización de una maquina troceadora de desechos orgánicos o restos de cosechas
- Crear un ambiente de descomposición más óptico de acuerdo al medio
- Un sistema mecánico para la reparación de partículas no descompuestas como huevos, lombrices bebes y adultas.

#### ***1.3.2. Objetivos de la empresa***

- Crear una Microempresa dedicada a la producción y comercialización de abonos orgánicos sólidos y líquidos utilizando residuos orgánicos provenientes especialmente de animales de granja y restos de cosecha, mejorados con *Trichoderma Harzanium*, hongo reconocido como controlador de enfermedades de carácter fúngico y plagas como la infestación de nematodos.
- Socializar a la comunidad la importancia de recuperar los suelos de cultivo antes de su colapso que los convertirán en improductivos e inertes.
- Fomentar la importancia que tienen los desechos de materia orgánica en la elaboración de productos saludables e inoos como el humus de lombriz disminuyendo el impacto ambiental y de salud causadas por una fertilización química aplicada por inexpertos y en forma indiscriminada.

### ***1.3.3. Maquinaria y Equipos***

#### ***1.3.3.1. Picadora***

Bajo sugerencia ECOMARTIN adquirió una máquina que trocea o corta la materia orgánica en trozos de 2 o 3 cm de longitud. Favoreciendo con este elemento mecánico una descomposición de la materia orgánica de manera acelerada



**Fotografía 1-1 Picadora**

*Fuente: ECOMARTIN*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

#### ***1.3.3.2. Camas o ambientes de descomposición***

Bajo sugerencia ECOMARTIN opto por aumentar las superficies de los ambientes de descomposición o camas, además cubrirlas bajo techo y asegurar sus perímetros con malla metálica.

### 1.3.3.3. *Tamizadora rotativa*

Se sugiere la introducción de una máquina que haga las veces de una zaranda manual de malla, pero con mejores características, en la misma se debía obtener una granulometría adecuada, limpia de elementos no descompuestos así mismo sin la presencia de lombrices y huevos. Aumentar el nivel del producto obtenido en lo que a higiene se refiere, que debe ser mucho mejor que aquellos que siempre están en contacto con áreas contaminantes.



**Fotografía 2-1 Tamizadora.**

*Fuente: ECOMARTIN*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

## **1.4. Definiciones principales**

### ***1.4.1. Propiedades físicas de los suelos***

Los suelos minerales consisten de mezclas porosas de partículas inorgánicas (minerales) de materia orgánica de descomposición, de aire y de agua. Encierran, además, variedades de organismos vivos. La materia que integra los suelos minerales consiste de fragmentos sueltos,

desunidos, de rocas o de sedimentos dispersos de varias clases. Las características físico químicas de los agentes atmosféricos dan lugar a la formación de capas horizontales en la masa del subsuelo. Se puede apreciar estas capas en zanjas, terrenos erosionados y cortes en los caminos. La forma en que están dispuestas y el material de que consisten afectan tanto al crecimiento de la raíz como el movimiento y retención del agua en el suelo. (Holzmann 2015, p. 14)

### ***1.4.2. Tipos de suelo***

Los tipos de suelos se clasifican de acuerdo a su composición y utilidad agrícola.

- **Suelos arenosos:**

No retienen el agua, tienen muy poca materia orgánica y no son aptos para la agricultura.(Pineda 2006)



**Figura 1-1 Suelos arenosos**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

- **Suelos calizos:**

No son buenos para la agricultura al tener un alto valor en sales calcáreas.



**Figura 2-1 Suelos calizos**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

- **Suelos humíferos (tierra negra):**

Poseen materia orgánica en descomposición, retienen bien el agua y son aptos para el cultivo.



**Figura 3-1 Suelos humíferos**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

- **Suelos arcillosos:**

La particularidad de este suelo es su color amarillo al poseer granos finos los cuales retienen el agua, puede ser buenos para cultivar siempre y cuando se los mezcle con humus.



**Figura 4-1 Suelos arcillosos**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

- **Suelos pedregosos:**

No son buenos para el cultivo por su falta de retención de agua y su formación de rocas de todos los tamaños.



**Figura 5-1 Suelos pedregosos**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

- **Suelos musgosos o limosos:**

Contienen agua, arena, limo y arcilla en partes más o menos iguales. son semipermeables y son suelos óptimos para la agricultura. (Pineda 2006)



**Figura 6-1 Suelos musgosos y limosos.**

*Fuente: GARCIA REYES*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

## **1.5. Compost**

La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbica que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutriente. (Román, Matínez y Pantoja 2013, p. 24) Se trata de un producto de aspecto terroso, ausente de olores y libre de microorganismos patógenos y de semillas y que puede emplearse en múltiples aplicaciones como abono de fondo, sustituyendo a los fertilizantes químicos tradicionales, más agresivos con el medio. El compost enriquece el suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas por el aporte de materia orgánica y elementos fertilizantes. (Pineda 2006)

### ***1.5.1. Fases del compostaje***

El compostaje es un proceso biológico que se origina de la presencia de oxígeno además de una adecuada humedad y temperatura para la transformación higiénica de la materia orgánica dando como producto un material homogéneo y de fácil asimilación para las plantas.

El compostaje es una serie de procesos metabólicos donde los diferentes microorganismos en presencia de oxígeno (O), aprovecha el nitrógeno (N) y el carbono (C) para producir su propia biomasa. Adicionalmente a este proceso los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, llamado compost.



Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en:(Román, Matínez y Pantoja 2013)

#### 1.5.1.1. *Fase Mesofílica*

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días).(Román, Matínez y Pantoja 2013)

#### 1.5.1.2. *Fase termofílica o de higienización*

Al alcanzar temperaturas mayores de 45°C, los microorganismos preexistentes en la fase anterior mesofílicos son reemplazados por los microorganismos termofílicos en su mayoría bacterias mesofílicos que ayudan facilitando la degradación de celulosa y lignina.

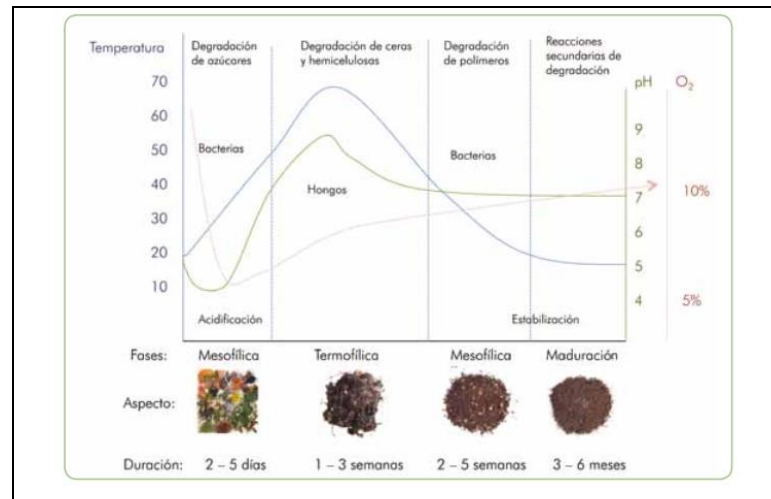
Estos microorganismos actúan transformando nitrógeno en amoníaco variando el pH. Esta fase recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado a partir de los 60°C destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como la *Escherichia coli* y *salmonela spp* creando así un ambiente de pasterización.

#### **1.5.2. Fase de enfriamiento o Mesofílica II**

En esta fase el material de compostaje ya no cuenta con fuentes de carbono y en especial nitrógeno, la temperatura desciende hasta los 40 45°C. Los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH desciende levemente todo esto ocurre a una temperatura de 40°C, esta fase puede confundirse con la fase de maduración por lo que requiere de varias semanas

### 1.5.3. Fase de maduración

Es el último proceso en donde se realizan las reacciones secundarias de degradación de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos, este proceso se da a temperatura ambiente y puede tardar meses.



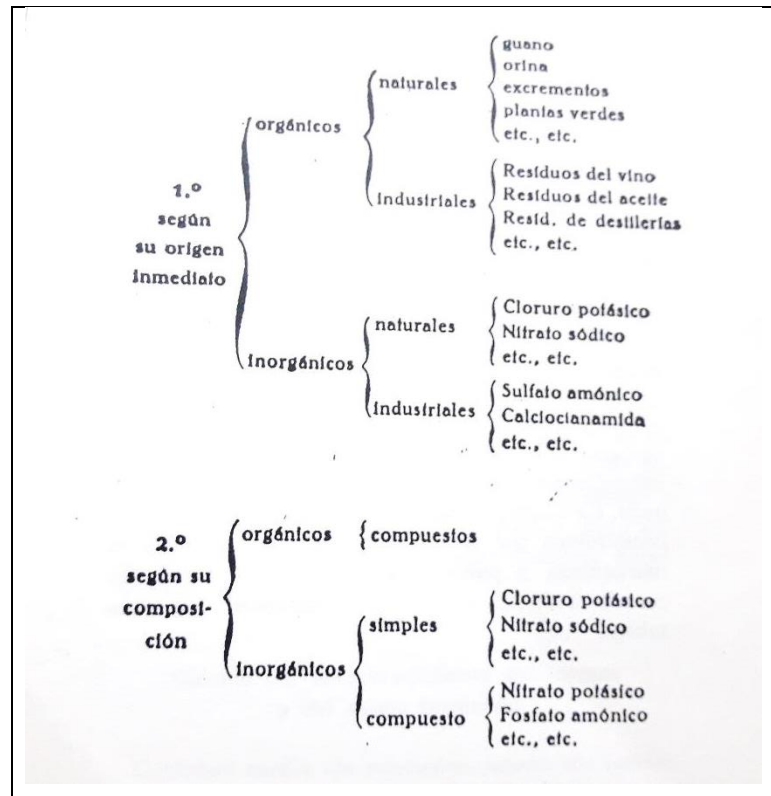
**Figura 7-1 Fases del proceso de compostaje.**

Fuente: (1)

Realizado por: Carrasco J., 2019

### 1.5 Tipos de compost

Las sustancias que pueden llamarse abonos son tan numerosas que se hace necesario ordenarlas según determinados criterios en grupo, con el objeto de facilitar el estudio comparativo. (Rigau 1982, p. 13)



**Figura 8-1 Clasificación de abonos.**

Fuente: (2 pág. 13)

Realizado por: Carrasco J., 2019

#### **1.5.4. Compostaje aerobio**

El compostaje aerobio es un proceso exotérmico de degradación y estabilización biológica del material orgánicos en presencia de oxígeno, mediante la acción combinada de una serie de poblaciones de microorganismos asociados a una sucesión de factores ambientales, obteniendo como principales productos del metabolismo biológico: dióxido de carbono, agua y calor. (Takeshi 2014)

### **1.6. Factores que intervienen en el proceso de compostaje**

#### **1.6.1. Relación Carbono/Nitrógeno**

La relación C/N es determinante para la formación de compost, puesto que el carbono es fuente de energía y el nitrógeno es necesario para el crecimiento y funcionamiento celular de los microorganismos. Para poder tener una relación más alta contiene los residuos de color café y seco, hojas otoñales, virutas de madera, aserrín y papel, ya que contienen mayor cantidad de carbono. En algunos casos el material inicial a utilizar en el proceso de compostaje puede no

presentar una relación C/N inicial apropiada. En este caso, se debe realizar una mezcla con otros materiales para lograr una relación apropiada. (Takeshi 2014)

### ***1.6.2. Estructura y tamaño de residuos***

La actividad microbiana aumenta su descomposición cuando el tamaño de las partículas disminuye

### ***1.6.3. Temperatura***

Este parámetro depende de las distintas fases por el que atraviesa el proceso de compostaje

### ***1.6.4. Aireación***

El parámetro básico para una buena actividad microbiana.

### ***1.6.5. Humedad***

La humedad es relevante para el éxito del proceso de compostaje, se considera que entre un 50 y 80 % de contenido de humedad es adecuado para el desarrollo de las colonias de microorganismos. (Takeshi 2014)

### ***1.6.6. pH***

Es una de los parámetros de control, el parámetro óptimo para el crecimiento de bacterias varía entre valores de 6 y 7.5 y en el caso de los hongos varía entre 5.5 y 8.

Parámetro	Observaciones
Tamaño de partícula	Para obtener resultados óptimos el tamaño de los residuos sólidos deberían estar entre 15 y 30 mm.
Relación C/N	Las relaciones iniciales de carbono y nitrógeno (por masa) de entre 25 y 50 son óptimas para el compostaje aerobio.
Mezcla y siembra	EL tiempo de compostaje puede reducirse mediante la siembra con residuos sólidos parcialmente descompuestos. También se puede añadir lodos de aguas residuales.
Contenido de humedad	EL contenido de humedad debería estar entre el 40 y el 50 % durante el compostaje.
Mezcla/volteo	Para prevenir el secado, encostramiento y la canalización de aire, el material que esta compostándose debería ser mezclado o volteado regularmente o cuando sea necesario. La frecuencia de la mezcla o volteo dependerá del tipo de compostaje.
Temperatura	Para obtener mejores resultados, la temperatura debería mantenerse entre 55 y 60 °C para el resto del periodo de compostaje activo.
Control de Patógenos	Si se lleva a cabo correctamente, se pueden destruir todos los patógenos, hierbas malas y semillas, durante el compostaje.
Requisitos de oxígeno	El aire con por lo menos el 50 % de la concentración del oxígeno inicial restante debería llegar a todas las partes del material que esta compostándose para conseguir resultados óptimos.
Control de pH	Para lograr una descomposición aerobia optima, el pH debería permanecer en el rango de 6.5 a 8.0. Para minimizar la perdida de nitrógeno en la forma de gas amonio, el pH no debería sobrepasar el valor de 8.5
Grado de descomposición	El grado de descomposición puede estimarse mediante la medición de la bajada final de temperatura, el grado de la capacidad de autocalentamiento, la cantidad de materia orgánica descomponible y resistente en el material compostado, la subida en el potencial redox, la absorción de oxígeno, el crecimiento del hongo <i>Chaetomium gracilis</i> , y el ensayo almidón - yodo.

**Figura 9-1 Parámetros básicos para una buena actividad microbiana.**

Fuente: (3)

Realizado por: Carrasco J., 2019

## 1.7. Humus

Históricamente la lombriz, mucho antes de que el hombre utilizaba el arado era la encargada de airear y abonar la tierra, mientras más cantidad de lombrices por metro cuadrado existía, los terrenos eran más fértiles.

Las lombrices son capaces de transformar cualquier tipo de residuos orgánicos, como el estiércol, hojas, ramas y basuras urbanas, en fertilizante orgánico, una vez que las lombrices absorben y digieren este alimento gradualmente, de abajo hacia arriba y van dejando como residuo de este proceso digestivo el humus. Es decir, de esta manera la parte inferior del lecho contiene humus, mientras en la parte superior se encuentra el alimento y las lombrices.



**Figura 10-1 Humus.**

*Fuente: ECOMARTIN*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

## **CAPITULO II**

### **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **2.1. General**

Rediseñar el proceso de producción de “TRIKOHUMUS” de la empresa ECOMARTIN, comunidad Batzacón, cantón Guano, Provincia de Chimborazo.

#### **2.2. Específicos**

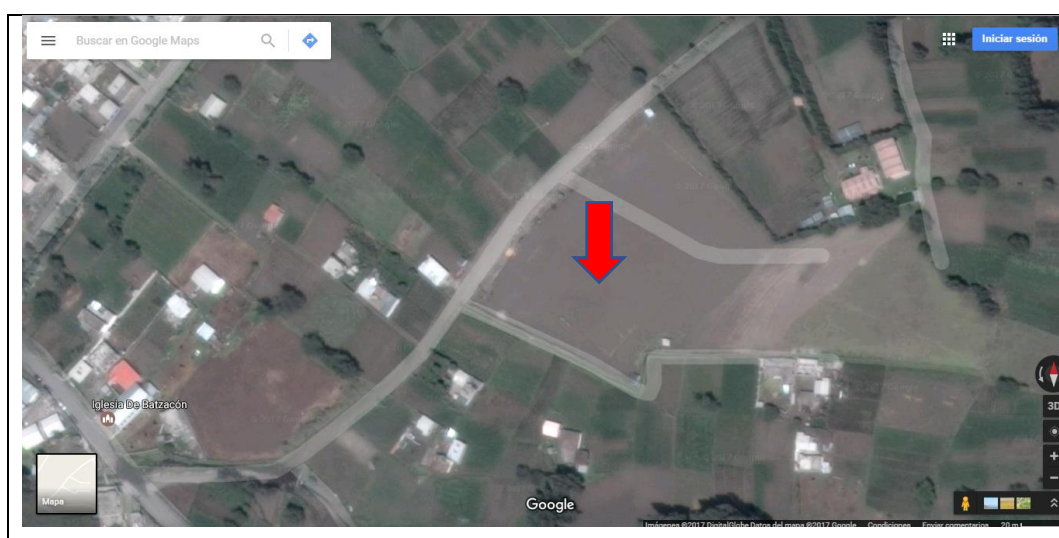
- Realizar el diagnóstico de la situación actual de la planta.
- Caracterizar al “TRIKOHUMUS” producido por la empresa ECOMARTIN en base a las características físico químicas
- Validar el rediseño propuesto bajo norma interna de calidad mediante la factibilidad técnica del diseño propuesto.
- Proponer la distribución y venta del producto.

## CAPITULO III

### 3. ESTUDIO TECNICO

#### 3.1. Localización del proyecto

La empresa ECOMARTIN se encuentra ubicada en la provincia de Chimborazo, Cantón Guano, Comunidad Batzacón. Sus coordenadas son las siguientes: -1,596954; -78,712708.



**Figura 1-3 Ubicación de planta.**

*Fuente: ECOMARTIN*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

#### 3.2. Ingeniería del proyecto

##### 3.2.1. Fases del proyecto

Este proyecto consta de tres fases:

- La primera fase: Se realiza la revisión bibliografía acerca del proceso del compostaje.
- La segunda fase: Se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, para determinar las variantes y métodos a utilizar.
- La tercera fase: En base al diagnóstico realizado se procede a realizar el REDIMENSIONAMIENTO de la empresa.



### ***3.2.2. Primera Fase***

Para esta etapa fue necesario buscar información acerca del proceso del compostaje y de la elaboración de humus, además de tener un texto base como es el Manual de Compostaje del Agricultor (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO)

### ***3.2.3. Segunda Fase***

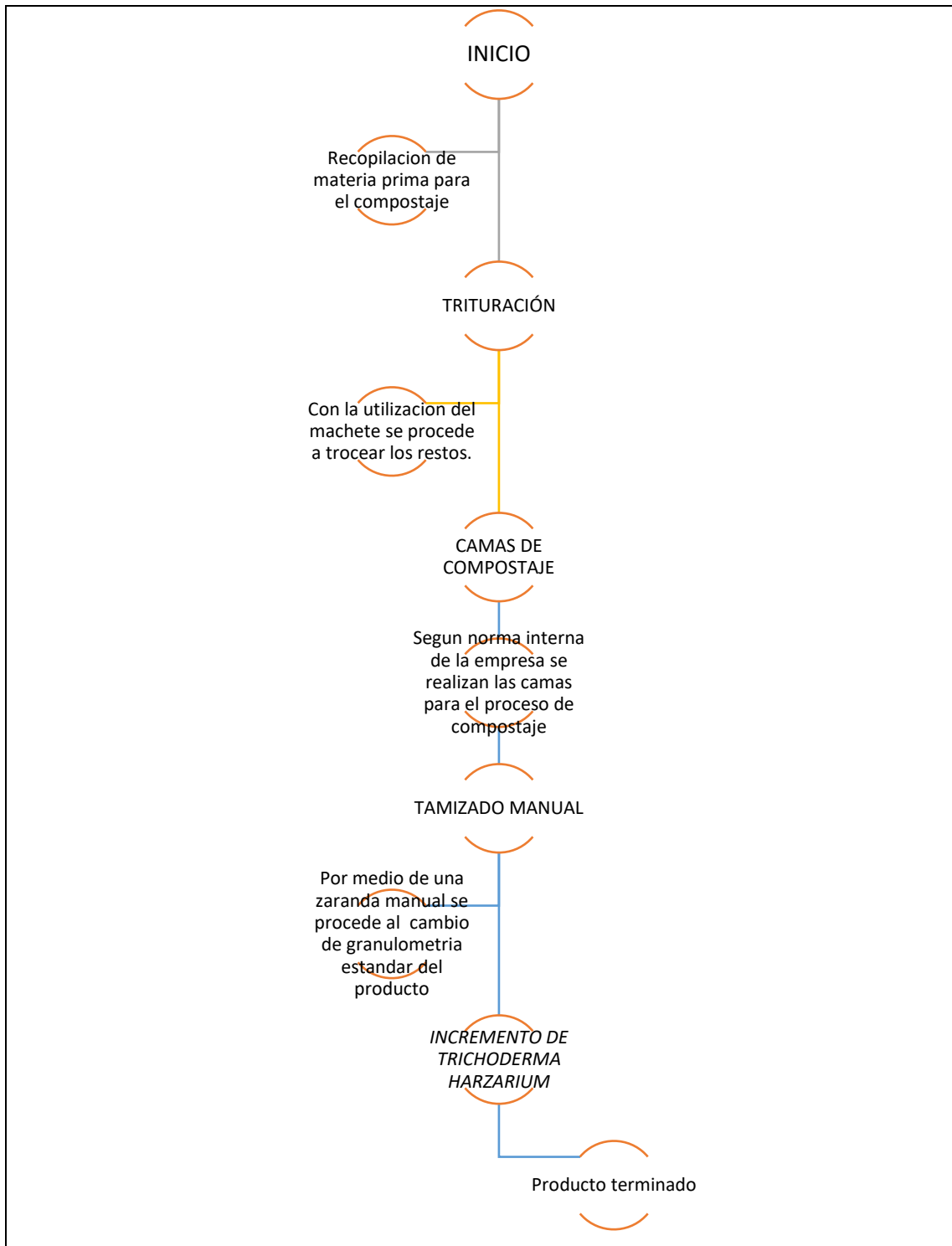
Se comienza a analizar la situación actual de la empresa iniciando el estudio del proceso con una valoración física determinando las ventajas y desventajas de cada etapa de la línea de producción y culminando con la determinación de las variables que vamos a estudiar en la etapa de desarrollo del producto

### ***3.2.4. Tercera fase***

Una vez realizado el análisis del proceso de producción, además de un análisis físico-químico se procede al Rediseño de la empresa ECOMARTIN.

## **3.3. Parte Experimental**

### ***3.3.1. Diagrama de flujo del proceso***



**Figura 2-3 Diagrama del proceso de elaboración de compost.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

### 3.3.2. Trituración de materia prima

La materia prima la empresa la consigue de los excrementos de animales de granja, restos de cosechas y restos de alimentación de las especies menores (restos de alfalfa).

**Tabla 1-3** Trituración manual de materia prima.

Tipo de material	Personal	Tamaño de partículas	Cantidad	Tiempo requerido
Rastrojos de caña de maíz, tallos de alfalfa, restos de jardín	2 zafreiros equipados con machetes	3 a 5 cm	1 metro cubico	3 Horas (180 min)

Fuente: ECOMARTIN

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 2-3** Rango de niveles de nutrientes en diversos residuos de origen animal y vegetal.

Materia prima	C(%)	N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Conejos	23 – 35	1.0 - 1.9	0.9 - 1.8
Bovinos	17.4 - 40.6	0.3 - 0.2	0.1 - 1.5
<b>RASTROJO</b>			
Caña de maíz	30 – 40	0.8 – 1.8	0.4 – 0.6
Hojas secas	35 – 40	1	0.30

Fuente: MANUAL DE BIOGAS

Realizado por: Carrasco J., 2019

### 3.3.3. Camas de descomposición

Al comenzar el estudio visualizamos camas con las siguientes dimensiones y condiciones de riego,

**Tabla 3-3** Dimensiones y riego de las camas de descomposición.

<b>Material</b>	<b>Riego</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Largo (m)</b>	<b>Ancho (m)</b>	<b>Altura (m)</b>
Utilización de tablas para el cercado de la misma	20 litro de agua por medio de una regadera	1 vez al día	5 m	1 m	1 m

Fuente: ECOMARTIN

Realizado por: Carrasco J., 2019

El suelo de la finca es arenoso permitiendo que el agua se filtra sumándose a la evaporación por efecto solar. La intromisión de animales domésticos, es regular, por no contar con ninguna protección para evitarla.

Provocando una compactación de la materia a descomponerse y una reacción deficiente.

De esta manera se cumple la fase de producción de compost.

#### **3.3.4. Proceso de obtención de humus**

Al terminar la fase de semi-descomposición del compost está listo como servir como alimento de lombrices de tipo californiano, es conocida como lombriz roja de california, lombriz de abono, lombriz compostera, su nombre científico es *EISENIA FOETIDA*, los mismos serán los convertidores de compost a humus, la característica especial de especie de lombrices es la de adaptarse a cautiverio y es la más indicada para producir humus de lombriz, tanto de uso doméstico como industrial. (Sarmiento 2018)

#### **3.3.5. Tamizaje**

En el proceso de tamizaje se utiliza una zaranda manual de un 1x 1 mm y una malla de 1 mm, para mejorar la granulometría del producto y separar productos que no se han descompuesto en su totalidad.

Los problemas que se presentan en esta etapa son los siguientes:

- La zaranda manual se utiliza con una inclinación de 45° y al ser alimentada repetidamente existe una aglomeración del producto en la parte inferior del marco, maltratando a tanto a lombrices y huevos; como causando contaminación al producto por su contacto con diversos factores contaminantes del suelo.



**Figura 3-3 Zaranda manual.**

*Fuente: (4)*

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

### **3.3.6. Análisis de Laboratorio**

De acuerdo a un análisis Químico de laboratorio tenemos los siguientes resultados:

**Tabla 4-3** Análisis de laboratorio inicial.

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>
<b>Nitrógeno total</b>	%	1.63
<b>Fosforo total</b>	%	0.82
<b>Potencial de hidrogeno</b>	%	7.68
<b>Conductividad Eléctrica</b>	μS/cm	1432
<b>Potasio</b>	%	1.0

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

## **3.4. Rediseño**

### **3.4.1. Rediseño en el proceso de Trituración.**

En el rediseño de esta etapa del proceso se sugirió la construcción de una Picadora de desechos orgánicos con las siguientes características:



**Características:**

- Motor de 3 HP
- 1200 RPM
- Alimentación manual

**Figura 4-3 Triturador rediseñado.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

Al utilizar este tipo de maquinaria podemos encontrar los siguientes resultados:

**Tabla 5-3 Resultados de la picadora.**

Tipo de material	Equipo a utilizar	Tamaño	Cantidad	Tiempo
Rastrojos de caña de maíz, tallos de alfalfa, restos de jardín	Picadora	2.5 a 3 cm	1 metro cubico	5 min

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

Podemos entonces calcular el rendimiento con los resultados de la TABLA 1 con los resultados de la TABLA 4 con la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{tiempo\ 1}{tiempo\ 2} = \frac{180}{5} = 36 \quad \text{Ec. 1}$$

Aumentando de esta manera un rendimiento de 36 veces mayor y minimizando el tiempo de descomposición de la materia prima por su tamaño.

### **3.4.2. Rediseño de las camas de descomposición**

Al observar algunas fallas en el diseño anterior se optó por clasificar este tipo de proceso en dos:

### 3.4.3. Pre descomposición

Los espacios de pre descomposición sugeridos según el medio seco donde se encuentra la empresa:

**Tabla 6-3** Rediseño de camas.

Material	Riego	Tiempo	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Cubierta
Utilización de bloques de cemento para el cercado de la misma	micro aspersores	1 vez al día	10 m	3 m	50 cm	Se incorpora una cubierta de zinc.

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

### 3.4.4. Análisis de resultados

Al ser muy altas las camas convencionales se notó una compactación de las partículas y tiempos más largos en la descomposición razón por la que se realiza el tipo de camas con las medidas y características de la TABLA 5, mismas que poseen las siguientes ventajas:

- Al estar cubierta bajo techo se evita la acción de los rayos solares, los cuales paralizan la fermentación por la muerte de bacterias que realizan esta acción y la evaporación del agua.
- Al cercar las “camas” se evita la intromisión de los animales domésticos propios de la empresa, mismos que contaminaban y acababan con lombrices interfiriendo en una buena descomposición.
- El sistema de riego se cambió por micro aspersores que permiten una humedad adecuada en toda la superficie y no es necesario un personal a cargo de este proceso. Un aspersor cubre un radio máximo de 1,5 m se han colocado los suficientes para llegar a toda la superficie y llegar a la humedad del 80% (prueba del puño)
- Por medio de un análisis visual y bibliográfico se sugiere la incrementación de deyecciones de vacunos al no contar con ello en la granja, para aumentar los niveles de N, P, K. (ver tabla 2)
- El volteo se dará al comprobar que la humedad en el núcleo y sus bases, a decaído o es necesaria, ya que por la falta de hidratación se notan manchas plomas y blancas en las partículas lo cual significa que no existe una descomposición normal.

#### **3.4.2.1 Producción de humus**

En esta etapa se optó por realizar una “camará” de las mismas características de la TABLA 5, una vez terminada la fase termofílica en el compostaje la empresa ha optado alimentar con este compost a lombrices rojas o californianas.

Este alimento debe estar húmedo y a una temperatura no mayor a 20°C, se colocan las lombrices en una proporción de 100 a 250 lombrices por metro cuadrado. Inmediatamente debe regarse ya que la lombriz debe tener siempre su cuerpo húmedo, para cumplir su actividad. (Pineda 2006)

Cada 2 semanas se coloca delgadas capas de estiércol fresco de cuyes y conejos y no existe peligro de recalentamiento o acidez, por su delgado espesor y por la humedad de la masa.

Los dos aspectos importantes a tomar en cuenta es la oxigenación del alimento y evitar su compactación.

#### **3.4.3 Rediseño del proceso de tamizado**

Se tamiza el humus de manera suave separando lombrices muy pequeñas y adultas como sus huevos sin causarles daño alguno. La materia no tamizada contiene restos orgánicos no descompuestos y “semillas” de lombrices para dar inicio a una nueva área de producción de humus.





**Características:**

- Motor 1 Hp
- Diametro 80 cm
- Granulometria 2,5 mm

**Figura 5-3 Diseño de la zaranda rotatoria.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

#### **3.4.4 Adición de *Trichoderma***

El dueño de la empresa a considerado ponerle un nombre a esta mezcla, llamándole TRIKOHUMUS, que lo podemos definir como un extracto de humus de lombriz más cepas de *Trichoderma Harzanium*.

El *Trichoderma* controla eficientemente muchas enfermedades causadas por hongos de los géneros *Rhizoctonia* (podredumbre de plantas), *Mucor* (podredumbre de frutos), *Pythium* (podredumbre de raíces), *Fhytophthora* (tizón de la papa), *Rhizopus* (ataca a los frutos y vegetación), *Botrytis* (ataca y pudre a las flores), *Colletotrichum* (produce manchas negras en las hojas y luego las secas).

#### **3.4.4.1 Propiedades del *Trikohumus***

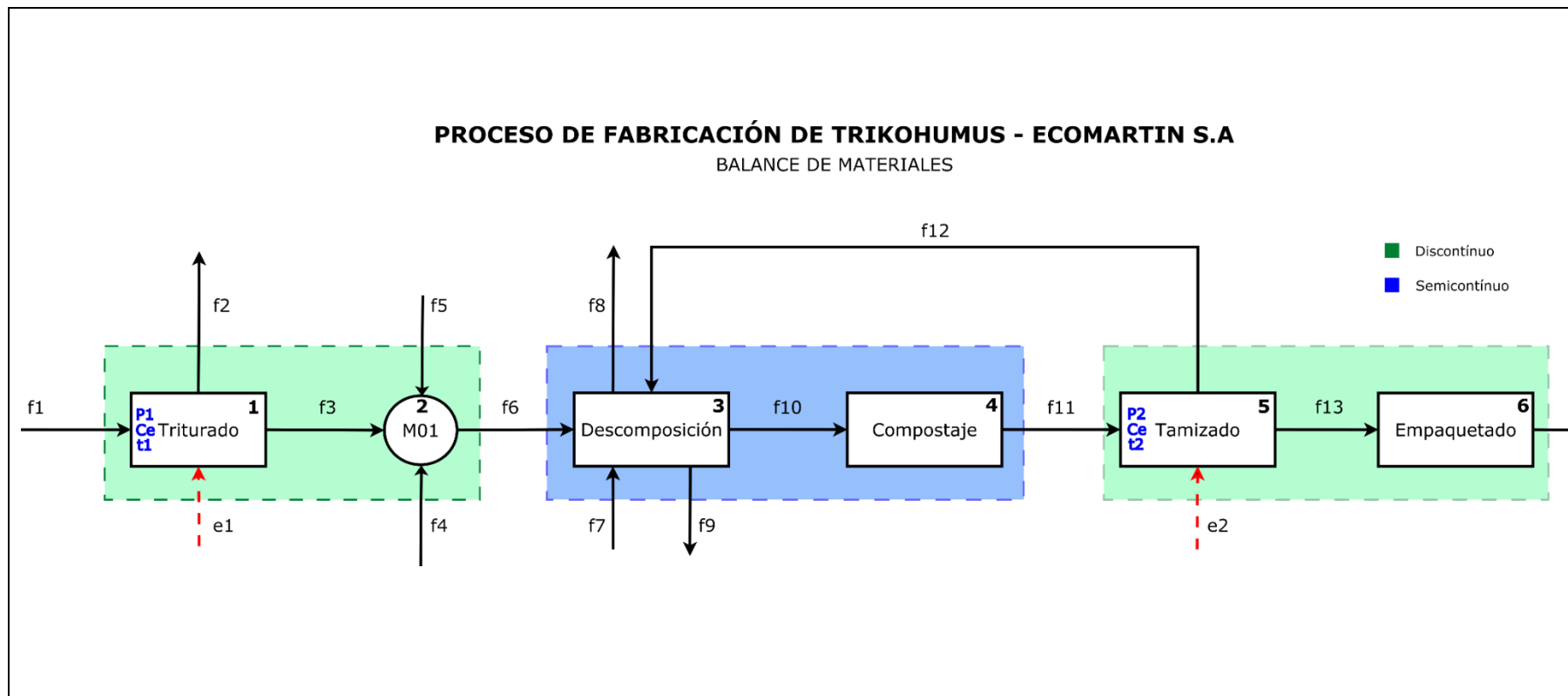
#### **3.4.5. Las principales propiedades de este nuevo producto son:**

- Compete por sustratos o alimentos con otros hongos patógenos de plantas
- Produce antibióticos que son tóxicos para hongos perjudiciales
- Se instala en raíces y hojas formando un verdadero escudo al ataque de plagas
- Parasita a los micelios de los hongos perjudiciales impidiendo su reproducción
- Ayuda al desarrollo y aumento de población de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno al suelo.

#### **3.4.5 Balance de masa y energía del proceso**

##### **3.4.5.1. Balance de masa**

Existe 6 etapas dentro del sistema las cuales se clasifican en: Triturado, Mezclado, Descomposición, Compostaje, Tamizado y empaquetado. Mediante un sistema discontinuo y semi-continuo se pudieron establecer las corrientes del proceso, creando así 3 modelos, el primer modelo Ideal tomando en cuenta la línea principal, el segundo un modelo con recirculación y el tercero el modelo completo.



**Figura 6-3** Esquema de operaciones para balance de masa y energía del proceso.

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 7-3** Configuración de parámetros para balance de masa y energía.

<b>CORRIENTES DEL PROCESO</b>			
<b>Corriente</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
f1	240	[kg/ciclo]	Material vegetal (entero).
f2	12	[kg/ciclo]	Rechazo del proceso de trituración.
f3	228	[kg/ciclo]	Material triturado.
f4	240	[kg/ciclo]	Material orgánico (excretas animales).
f5	160	[kg/ciclo]	Tierra granulada.
f6	628	[kg/ciclo]	Mezcla para cama de descomposición.
f7	4466,56	[kg/ciclo]	Agua de temperado de cama.
<b>MODELO IDEAL (LÍNEA PRINCIPAL)</b>			
f8	0	[kg/año]	Gases producidos por la descomposición.
f9	0	[kg/año]	Lixiviados de cama de descomposición.
f10	1604,88995	[kg/año]	Material descompuesto.
f11	1576,98	[kg/año]	Humus.
f13	1576,98	[kg/año]	Material tamizado.
f14	157,70	[sacos/año]	Sacos de humus de 40kg.
<b>MODELO CON RECIRCULACIÓN</b>			
f8	0	[kg/año]	Gases producidos por la descomposición.
f9	0	[kg/año]	Lixiviados de cama de descomposición.
f10	1578,31	[kg/año]	Material descompuesto.
f11	1547,74	[kg/año]	Humus.
f13	1547,74	[kg/año]	Material tamizado.
f14	154,77	[sacos/año]	Sacos de humus de 40kg.
<b>MODELO COMPLETO</b>			
f8	554,88	[kg/año]	Gases producidos por la descomposición.
f9	0	[kg/año]	Lixiviados de cama de descomposición.
f10	1668,55	[kg/año]	Material descompuesto.
f11	1092,49	[kg/año]	Humus.
f13	1092,49	[kg/año]	Material tamizado.
f14	109,25	[sacos/año]	Sacos de humus de 40kg.

realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 8-3** Parámetros de operación para el triturador.

<b>U001 TRITURADO</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Modo de cálculo	Def. rendimiento	NA	Método de cálculo (BM).
Rendimiento (Ep1)	0,95	[kg/kg]	Rendimiento (f3/f1).
Número de operarios (np1)	2	[personas]	Operadores del proceso.
Potencia del motor (p1)	3	[HP]	Potencia mecánica del motor.
Tiempo operativo (t1)	15	[min]	Tiempo del proceso de trituración.

realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 9-3** Parámetros de operación para el mezclador.

<b>UN002 MEZCLADO</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de cálculo	Ideal, manual	NA	Modo de cálculo de equipo.
Potencia de motor(P2)	0,00	[HP]	Potencia del motor del triturador.
Número de operario (np2)	2	[personas]	Número de operarios que realizan el triturado.
Tiempo de operación (t2)	40	[minutos]	Tiempo que tarda el triturado.

realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 10-3** Parámetros de operación del proceso de descomposición.

<b>UN003 DESCOMPOSICIÓN</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de cálculo	Ideal, manual, rendimiento	NA	Modo de cálculo de equipo.
Rendimiento (f10/f6)	0,732	[kg/kg]	Relación de producción de material descompuesto/material alimentado.
Fracción de lixiviados (f9/f7)	0,008	[kg/kg]	Relación de agua retenida en proceso de temperado.
Potencia de motor(P2)	0,00	[HP]	Potencia del motor del triturador.
Número de operario (np2)	2	[personas]	Número de operarios que realizan el triturado.
Tiempo de operación (t2)	4	[meses]	Tiempo que tarda el triturado.
Fracción de retiro de material	0,75	[kg/kg]	Fracción promedio de retiro de material al finalizar el ciclo.
Tasa de descomposición	0,01675	[kg/kg mes]	Tasa de descomposición semanal

realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 11-3** Parámetros de operación del proceso de compostaje.

<b>UN004 COMPOSTAJE</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de cálculo	Ideal, manual, rendimiento	NA	Modo de cálculo de equipo.
Número de operario (np2)	2	[personas]	Número de operarios que realizan el triturado.
Fracción de retiro de material	0,5	[kg/kg]	Fracción promedio de retiro de material al finalizar el ciclo.

realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 12-3** Parámetro de operación del tamizado.

<b>UN005 TAMIZADO</b>			
<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de cálculo	Ideal, manual, rendimiento	NA	Modo de cálculo de equipo.

Número de operario (np2)	2	[personas]	Número de operarios que realizan el triturado.
Rechazo de tamizado	0,08	[kg/kg]	Fracción promedio de retiro de material al finalizar el ciclo.

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 13-3** Parámetros de operación de empaquetado.

UN005 EMPAQUETADO			
Parámetro	Valor	Unidades	Descripción
Tipo de cálculo	Ideal, manual, rendimiento	NA	Modo de cálculo de equipo.
Número de operario (np2)	1	[personas]	Número de operarios que realizan el triturado.
Peso de saco	10	[kg/saco]	Fracción promedio de retiro de material al finalizar el ciclo.

Realizado por: Carrasco J., 2019

- BALANCE IDEAL

**Tabla 14-3** Parámetros iniciales para balance de masa ideal.

Parámetro	Valor	Unidades
<b>Cap. Saco</b>	10	[kg]
<b>Entrada ciclo</b>	628	[kg]
<b>Fracción ext. DESCOMP</b>	0,75	[adm]
<b>Fracción ext. COMPOS</b>	0,5	[adm]
<b>F. Rechazo T</b>	0,087	[adm]

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 15-3** Proceso de balance de operación discreta, periodo: 144 semanas.

Mes	Semana	T&M (F1)	DESCOMP (F10)	COMPOS (F11)	T (F13)	E (F14)
1	1,00	628,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	3,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	4,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
2	5,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	6,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	7,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	8,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
3	9,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	10,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	11,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	12,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
4	13,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00

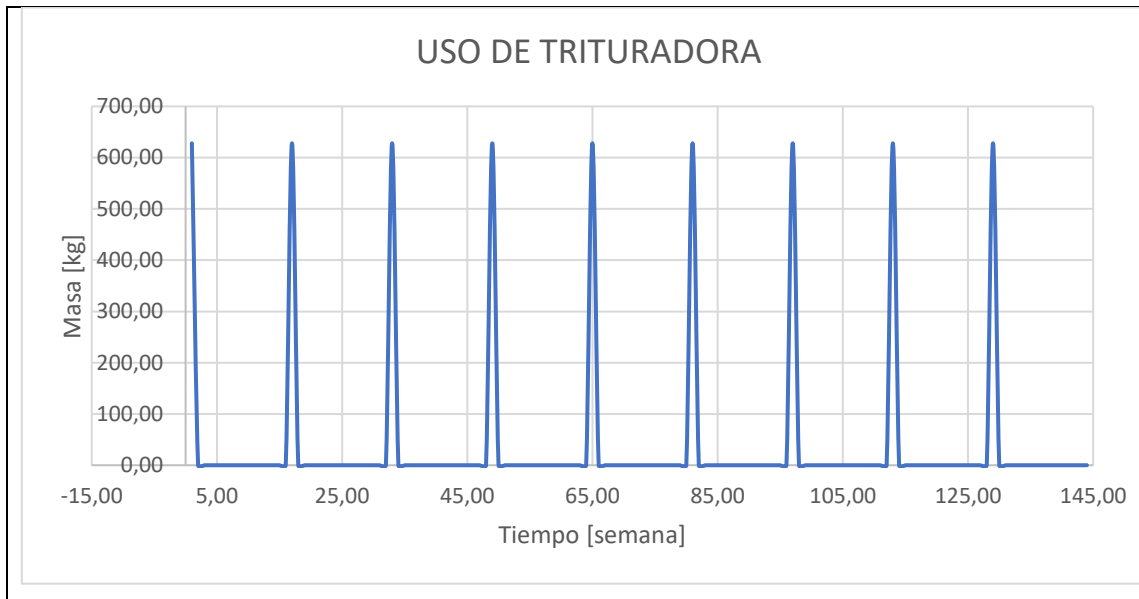
	14,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	15,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	16,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
5	17,00	628,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	18,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	19,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
6	21,00	0,00	785,00	235,50	235,50	23,55
	22,00	0,00	785,00	235,50	0,00	0,00
	23,00	0,00	785,00	235,50	0,00	0,00
	24,00	0,00	785,00	235,50	0,00	0,00
7	25,00	0,00	785,00	117,75	117,75	11,78
	26,00	0,00	785,00	117,75	0,00	0,00
	27,00	0,00	785,00	117,75	0,00	0,00
	28,00	0,00	785,00	117,75	0,00	0,00
8	29,00	0,00	785,00	58,88	58,88	5,89
	30,00	0,00	785,00	58,88	0,00	0,00
	31,00	0,00	785,00	58,88	0,00	0,00
	32,00	0,00	785,00	58,88	0,00	0,00
9	33,00	628,00	824,25	618,19	29,44	2,94
	34,00	0,00	824,25	618,19	0,00	0,00
	35,00	0,00	824,25	618,19	0,00	0,00
	36,00	0,00	824,25	618,19	0,00	0,00
10	37,00	0,00	824,25	309,09	309,09	30,91
	38,00	0,00	824,25	309,09	0,00	0,00
	39,00	0,00	824,25	309,09	0,00	0,00
	40,00	0,00	824,25	309,09	0,00	0,00
11	41,00	0,00	824,25	154,55	154,55	15,45
	42,00	0,00	824,25	154,55	0,00	0,00
	43,00	0,00	824,25	154,55	0,00	0,00
	44,00	0,00	824,25	154,55	0,00	0,00
12	45,00	0,00	824,25	77,27	77,27	7,73
	46,00	0,00	824,25	77,27	0,00	0,00
	47,00	0,00	824,25	77,27	0,00	0,00
	48,00	0,00	824,25	77,27	0,00	0,00
13	49,00	628,00	834,06	656,82	38,64	3,86
	50,00	0,00	834,06	656,82	0,00	0,00
	51,00	0,00	834,06	656,82	0,00	0,00
	52,00	0,00	834,06	656,82	0,00	0,00
14	53,00	0,00	834,06	328,41	328,41	32,84
	54,00	0,00	834,06	328,41	0,00	0,00
	55,00	0,00	834,06	328,41	0,00	0,00
	56,00	0,00	834,06	328,41	0,00	0,00
15	57,00	0,00	834,06	164,21	164,21	16,42
	58,00	0,00	834,06	164,21	0,00	0,00

	59,00	0,00	834,06	164,21	0,00	0,00
	60,00	0,00	834,06	164,21	0,00	0,00
16	61,00	0,00	834,06	82,10	82,10	8,21
	62,00	0,00	834,06	82,10	0,00	0,00
	63,00	0,00	834,06	82,10	0,00	0,00
	64,00	0,00	834,06	82,10	0,00	0,00
17	65,00	628,00	836,52	666,60	41,05	4,11
	66,00	0,00	836,52	666,60	0,00	0,00
	67,00	0,00	836,52	666,60	0,00	0,00
	68,00	0,00	836,52	666,60	0,00	0,00
18	69,00	0,00	836,52	333,30	333,30	33,33
	70,00	0,00	836,52	333,30	0,00	0,00
	71,00	0,00	836,52	333,30	0,00	0,00
	72,00	0,00	836,52	333,30	0,00	0,00
19	73,00	0,00	836,52	166,65	166,65	16,66
	74,00	0,00	836,52	166,65	0,00	0,00
	75,00	0,00	836,52	166,65	0,00	0,00
	76,00	0,00	836,52	166,65	0,00	0,00
20	77,00	0,00	836,52	83,32	83,32	8,33
	78,00	0,00	836,52	83,32	0,00	0,00
	79,00	0,00	836,52	83,32	0,00	0,00
	80,00	0,00	836,52	83,32	0,00	0,00
21	81,00	628,00	837,13	669,05	41,66	4,17
	82,00	0,00	837,13	669,05	0,00	0,00
	83,00	0,00	837,13	669,05	0,00	0,00
	84,00	0,00	837,13	669,05	0,00	0,00
22	85,00	0,00	837,13	334,52	334,52	33,45
	86,00	0,00	837,13	334,52	0,00	0,00
	87,00	0,00	837,13	334,52	0,00	0,00
	88,00	0,00	837,13	334,52	0,00	0,00
23	89,00	0,00	837,13	167,26	167,26	16,73
	90,00	0,00	837,13	167,26	0,00	0,00
	91,00	0,00	837,13	167,26	0,00	0,00
	92,00	0,00	837,13	167,26	0,00	0,00
24	93,00	0,00	837,13	83,63	83,63	8,36
	94,00	0,00	837,13	83,63	0,00	0,00
	95,00	0,00	837,13	83,63	0,00	0,00
	96,00	0,00	837,13	83,63	0,00	0,00
25	97,00	628,00	837,28	669,66	41,82	4,18
	98,00	0,00	837,28	669,66	0,00	0,00
	99,00	0,00	837,28	669,66	0,00	0,00
	100,00	0,00	837,28	669,66	0,00	0,00
26	101,00	0,00	837,28	334,83	334,83	33,48
	102,00	0,00	837,28	334,83	0,00	0,00
	103,00	0,00	837,28	334,83	0,00	0,00



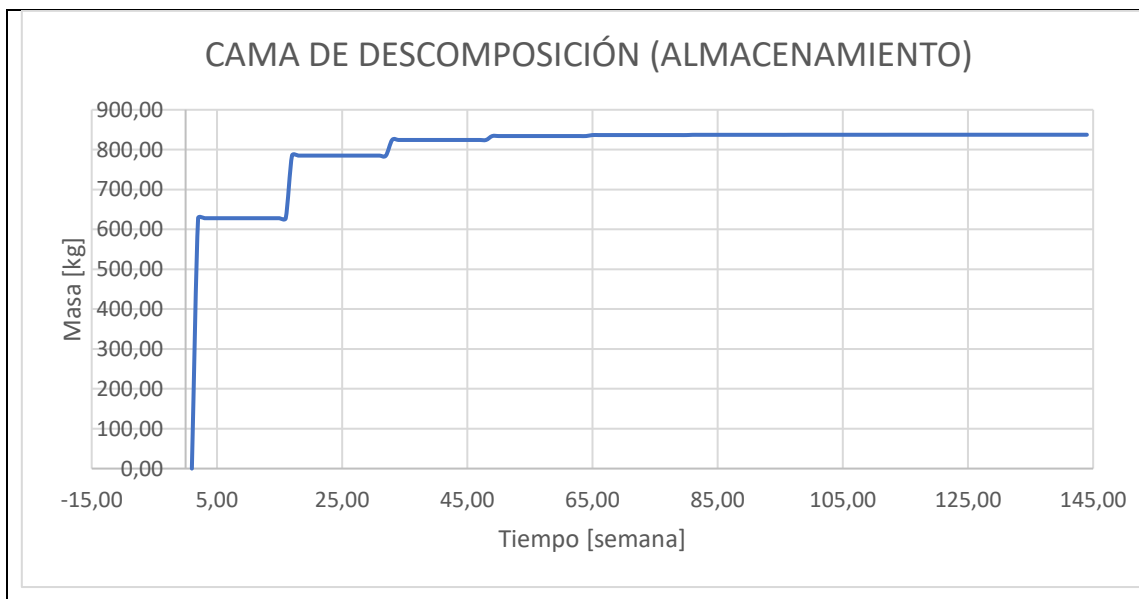
	104,00	0,00	837,28	334,83	0,00	0,00
27	105,00	0,00	837,28	167,42	167,42	16,74
	106,00	0,00	837,28	167,42	0,00	0,00
	107,00	0,00	837,28	167,42	0,00	0,00
	108,00	0,00	837,28	167,42	0,00	0,00
28	109,00	0,00	837,28	83,71	83,71	8,37
	110,00	0,00	837,28	83,71	0,00	0,00
	111,00	0,00	837,28	83,71	0,00	0,00
	112,00	0,00	837,28	83,71	0,00	0,00
29	113,00	628,00	837,32	669,82	41,85	4,19
	114,00	0,00	837,32	669,82	0,00	0,00
	115,00	0,00	837,32	669,82	0,00	0,00
	116,00	0,00	837,32	669,82	0,00	0,00
30	117,00	0,00	837,32	334,91	334,91	33,49
	118,00	0,00	837,32	334,91	0,00	0,00
	119,00	0,00	837,32	334,91	0,00	0,00
	120,00	0,00	837,32	334,91	0,00	0,00
31	121,00	0,00	837,32	167,45	167,45	16,75
	122,00	0,00	837,32	167,45	0,00	0,00
	123,00	0,00	837,32	167,45	0,00	0,00
	124,00	0,00	837,32	167,45	0,00	0,00
32	125,00	0,00	837,32	83,73	83,73	8,37
	126,00	0,00	837,32	83,73	0,00	0,00
	127,00	0,00	837,32	83,73	0,00	0,00
	128,00	0,00	837,32	83,73	0,00	0,00
33	129,00	628,00	837,33	669,85	41,86	4,19
	130,00	0,00	837,33	669,85	0,00	0,00
	131,00	0,00	837,33	669,85	0,00	0,00
	132,00	0,00	837,33	669,85	0,00	0,00
34	133,00	0,00	837,33	334,93	334,93	33,49
	134,00	0,00	837,33	334,93	0,00	0,00
	135,00	0,00	837,33	334,93	0,00	0,00
	136,00	0,00	837,33	334,93	0,00	0,00
35	137,00	0,00	837,33	167,46	167,46	16,75
	138,00	0,00	837,33	167,46	0,00	0,00
	139,00	0,00	837,33	167,46	0,00	0,00
	140,00	0,00	837,33	167,46	0,00	0,00
36	141,00	0,00	837,33	83,73	83,73	8,37
	142,00	0,00	837,33	83,73	0,00	0,00
	143,00	0,00	837,33	83,73	0,00	0,00
	144,00	0,00	837,33	83,73	0,00	0,00
<b>TM</b>	<b>5652,00</b>	<b>MRC/MTPC/NST</b>	<b>921,06*</b>	<b>4730,94**</b>	<b>473,09**</b>	

Realizado por: Carrasco J., 2019



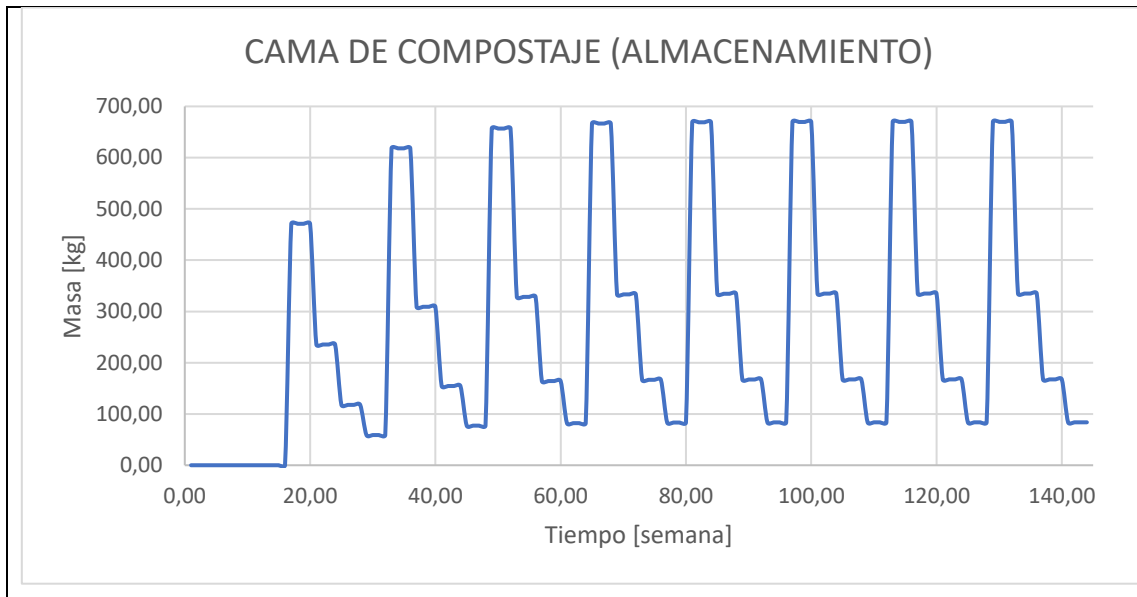
**Gráfico 1-3** Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto ideal.

Realizado por: Carrasco J., 2019

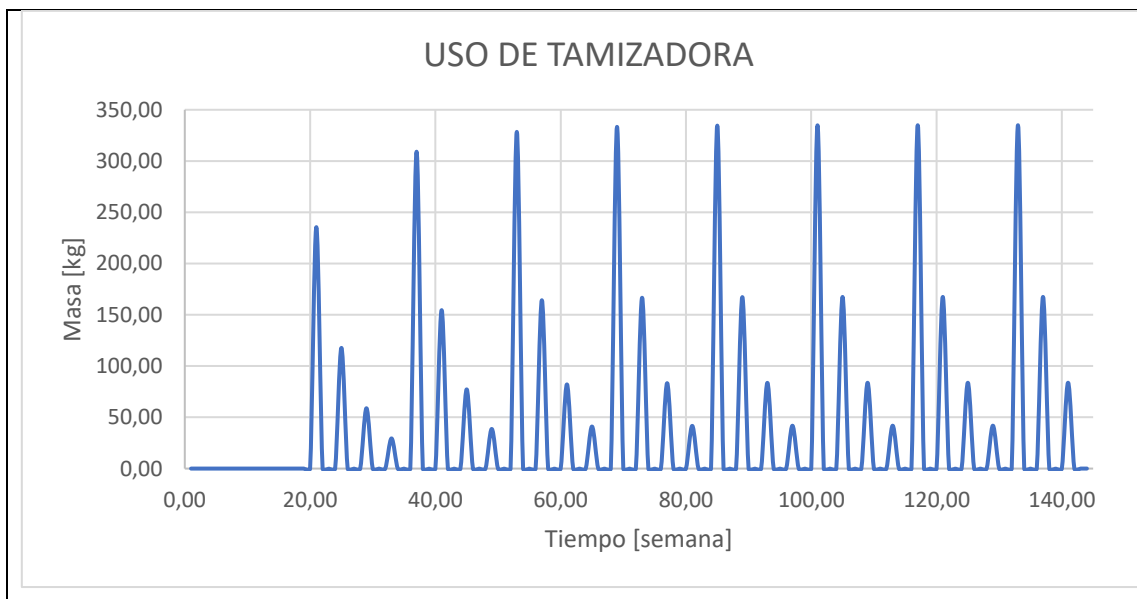


**Gráfico 2-3** Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto ideal.

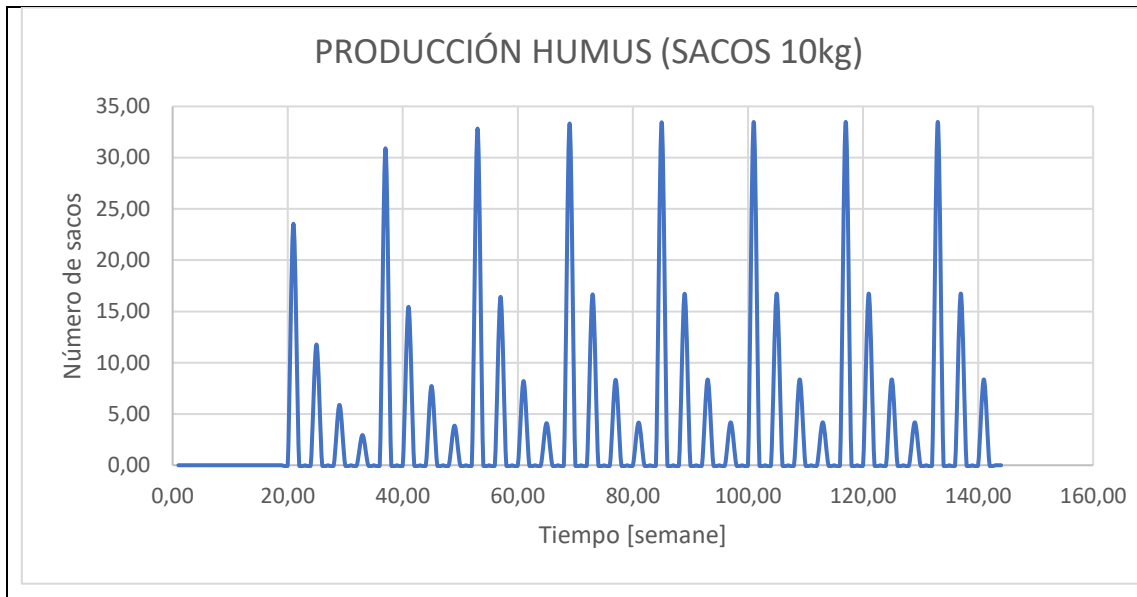
Realizado por: Carrasco J., 2019



**Gráfico 3-3** Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto ideal.  
 Realizado por: Carrasco J., 2019



**Gráfico 4-3** Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto ideal.  
 Realizado por: Carrasco J., 2019



**Gráfico 5-3** Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto ideal.

Realizado por: Carrasco J., 2019

- **MODELO CON RECIRCULACION**

**Tabla 16-3** Parámetros para balance de masa y energía, proceso con recirculación.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
<b>Cap. Saco</b>	10	[kg]
<b>Entrada ciclo</b>	628	[kg]
<b>Fracción ext. DESCOMP</b>	0,75	[adm]
<b>Fracción ext. COMPOS</b>	0,5	[adm]
<b>F. Rechazo T</b>	0,087	[adm]

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 17-3** Proceso de balance de operación discreta con recirculación. Periodo:144 semanas.

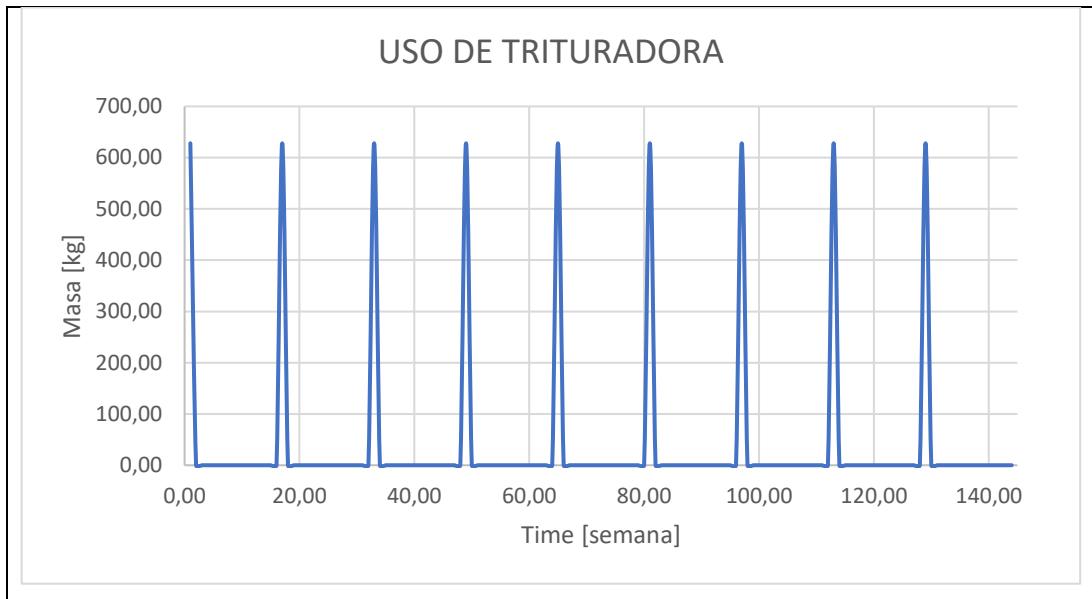
<b>Mes</b>	<b>Semana</b>	<b>T&amp;M (F1)</b>	<b>DESCOMP (F10)</b>	<b>COMPOS (F11)</b>	<b>T (F13)</b>	<b>E (F14)</b>
1	1,00	628,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	3,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	4,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
2	5,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	6,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	7,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	8,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
3	9,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	10,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	11,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	12,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00

4	13,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	14,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	15,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
	16,00	0,00	628,00	0,00	0,00	0,00
5	17,00	628,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	18,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	19,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
	20,00	0,00	785,00	471,00	0,00	0,00
6	21,00	0,00	805,49	235,50	215,01	21,50
	22,00	0,00	805,49	235,50	0,00	0,00
	23,00	0,00	805,49	235,50	0,00	0,00
	24,00	0,00	805,49	235,50	0,00	0,00
7	25,00	0,00	815,73	117,75	107,51	10,75
	26,00	0,00	815,73	117,75	0,00	0,00
	27,00	0,00	815,73	117,75	0,00	0,00
	28,00	0,00	815,73	117,75	0,00	0,00
8	29,00	0,00	820,85	58,88	53,75	5,38
	30,00	0,00	820,85	58,88	0,00	0,00
	31,00	0,00	820,85	58,88	0,00	0,00
	32,00	0,00	820,85	58,88	0,00	0,00
9	33,00	628,00	835,77	645,08	26,88	2,69
	34,00	0,00	835,77	645,08	0,00	0,00
	35,00	0,00	835,77	645,08	0,00	0,00
	36,00	0,00	835,77	645,08	0,00	0,00
10	37,00	0,00	863,84	322,54	294,48	29,45
	38,00	0,00	863,84	322,54	0,00	0,00
	39,00	0,00	863,84	322,54	0,00	0,00
	40,00	0,00	863,84	322,54	0,00	0,00
11	41,00	0,00	877,87	161,27	147,24	14,72
	42,00	0,00	877,87	161,27	0,00	0,00
	43,00	0,00	877,87	161,27	0,00	0,00
	44,00	0,00	877,87	161,27	0,00	0,00
12	45,00	0,00	884,88	80,63	73,62	7,36
	46,00	0,00	884,88	80,63	0,00	0,00
	47,00	0,00	884,88	80,63	0,00	0,00
	48,00	0,00	884,88	80,63	0,00	0,00
13	49,00	628,00	852,73	703,98	36,81	3,68
	50,00	0,00	852,73	703,98	0,00	0,00
	51,00	0,00	852,73	703,98	0,00	0,00
	52,00	0,00	852,73	703,98	0,00	0,00
14	53,00	0,00	883,35	351,99	321,37	32,14
	54,00	0,00	883,35	351,99	0,00	0,00
	55,00	0,00	883,35	351,99	0,00	0,00
	56,00	0,00	883,35	351,99	0,00	0,00
15	57,00	0,00	898,66	175,99	160,68	16,07

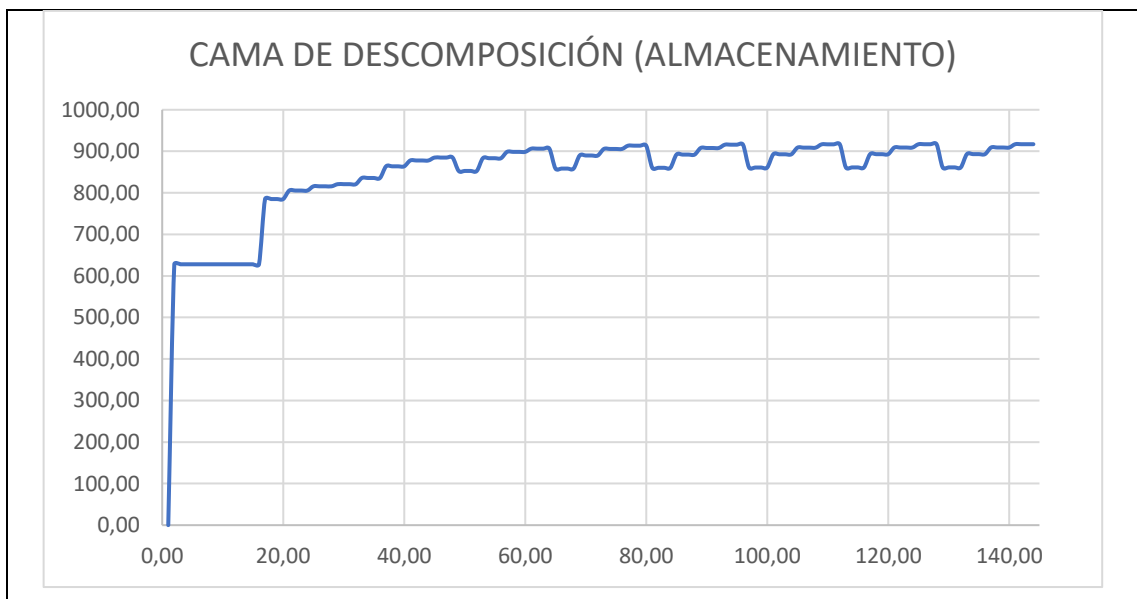
	58,00	0,00	898,66	175,99	0,00	0,00
	59,00	0,00	898,66	175,99	0,00	0,00
	60,00	0,00	898,66	175,99	0,00	0,00
16	61,00	0,00	906,32	88,00	80,34	8,03
	62,00	0,00	906,32	88,00	0,00	0,00
	63,00	0,00	906,32	88,00	0,00	0,00
	64,00	0,00	906,32	88,00	0,00	0,00
17	65,00	628,00	858,41	723,74	40,17	4,02
	66,00	0,00	858,41	723,74	0,00	0,00
	67,00	0,00	858,41	723,74	0,00	0,00
	68,00	0,00	858,41	723,74	0,00	0,00
18	69,00	0,00	889,89	361,87	330,39	33,04
	70,00	0,00	889,89	361,87	0,00	0,00
	71,00	0,00	889,89	361,87	0,00	0,00
	72,00	0,00	889,89	361,87	0,00	0,00
19	73,00	0,00	905,63	180,93	165,19	16,52
	74,00	0,00	905,63	180,93	0,00	0,00
	75,00	0,00	905,63	180,93	0,00	0,00
	76,00	0,00	905,63	180,93	0,00	0,00
20	77,00	0,00	913,50	90,47	82,60	8,26
	78,00	0,00	913,50	90,47	0,00	0,00
	79,00	0,00	913,50	90,47	0,00	0,00
	80,00	0,00	913,50	90,47	0,00	0,00
21	81,00	628,00	860,31	730,36	41,30	4,13
	82,00	0,00	860,31	730,36	0,00	0,00
	83,00	0,00	860,31	730,36	0,00	0,00
	84,00	0,00	860,31	730,36	0,00	0,00
22	85,00	0,00	892,08	365,18	333,41	33,34
	86,00	0,00	892,08	365,18	0,00	0,00
	87,00	0,00	892,08	365,18	0,00	0,00
	88,00	0,00	892,08	365,18	0,00	0,00
23	89,00	0,00	907,97	182,59	166,70	16,67
	90,00	0,00	907,97	182,59	0,00	0,00
	91,00	0,00	907,97	182,59	0,00	0,00
	92,00	0,00	907,97	182,59	0,00	0,00
24	93,00	0,00	915,91	91,30	83,35	8,34
	94,00	0,00	915,91	91,30	0,00	0,00
	95,00	0,00	915,91	91,30	0,00	0,00
	96,00	0,00	915,91	91,30	0,00	0,00
25	97,00	628,00	860,95	732,58	41,68	4,17
	98,00	0,00	860,95	732,58	0,00	0,00
	99,00	0,00	860,95	732,58	0,00	0,00
	100,00	0,00	860,95	732,58	0,00	0,00
26	101,00	0,00	892,82	366,29	334,42	33,44
	102,00	0,00	892,82	366,29	0,00	0,00

	103,00	0,00	892,82	366,29	0,00	0,00
	104,00	0,00	892,82	366,29	0,00	0,00
27	105,00	0,00	908,75	183,14	167,21	16,72
	106,00	0,00	908,75	183,14	0,00	0,00
	107,00	0,00	908,75	183,14	0,00	0,00
	108,00	0,00	908,75	183,14	0,00	0,00
	109,00	0,00	916,72	91,57	83,61	8,36
28	110,00	0,00	916,72	91,57	0,00	0,00
	111,00	0,00	916,72	91,57	0,00	0,00
	112,00	0,00	916,72	91,57	0,00	0,00
29	113,00	628,00	861,16	733,32	41,80	4,18
	114,00	0,00	861,16	733,32	0,00	0,00
	115,00	0,00	861,16	733,32	0,00	0,00
	116,00	0,00	861,16	733,32	0,00	0,00
30	117,00	0,00	893,06	366,66	334,76	33,48
	118,00	0,00	893,06	366,66	0,00	0,00
	119,00	0,00	893,06	366,66	0,00	0,00
	120,00	0,00	893,06	366,66	0,00	0,00
31	121,00	0,00	909,01	183,33	167,38	16,74
	122,00	0,00	909,01	183,33	0,00	0,00
	123,00	0,00	909,01	183,33	0,00	0,00
	124,00	0,00	909,01	183,33	0,00	0,00
32	125,00	0,00	916,99	91,67	83,69	8,37
	126,00	0,00	916,99	91,67	0,00	0,00
	127,00	0,00	916,99	91,67	0,00	0,00
	128,00	0,00	916,99	91,67	0,00	0,00
33	129,00	628,00	861,23	733,57	41,85	4,18
	130,00	0,00	861,23	733,57	0,00	0,00
	131,00	0,00	861,23	733,57	0,00	0,00
	132,00	0,00	861,23	733,57	0,00	0,00
34	133,00	0,00	893,14	366,79	334,88	33,49
	134,00	0,00	893,14	366,79	0,00	0,00
	135,00	0,00	893,14	366,79	0,00	0,00
	136,00	0,00	893,14	366,79	0,00	0,00
35	137,00	0,00	909,10	183,39	167,44	16,74
	138,00	0,00	909,10	183,39	0,00	0,00
	139,00	0,00	909,10	183,39	0,00	0,00
	140,00	0,00	909,10	183,39	0,00	0,00
36	141,00	0,00	917,08	91,70	83,72	8,37
	142,00	0,00	917,08	91,70	0,00	0,00
	143,00	0,00	917,08	91,70	0,00	0,00
	144,00	0,00	917,08	91,70	0,00	0,00
<b>TM</b>		<b>5652,00</b>	<b>MRC/MTPC/NST</b>	<b>1008,77</b>	<b>4643,23</b>	<b>464,32</b>

Realizado por: Carrasco J., 2019

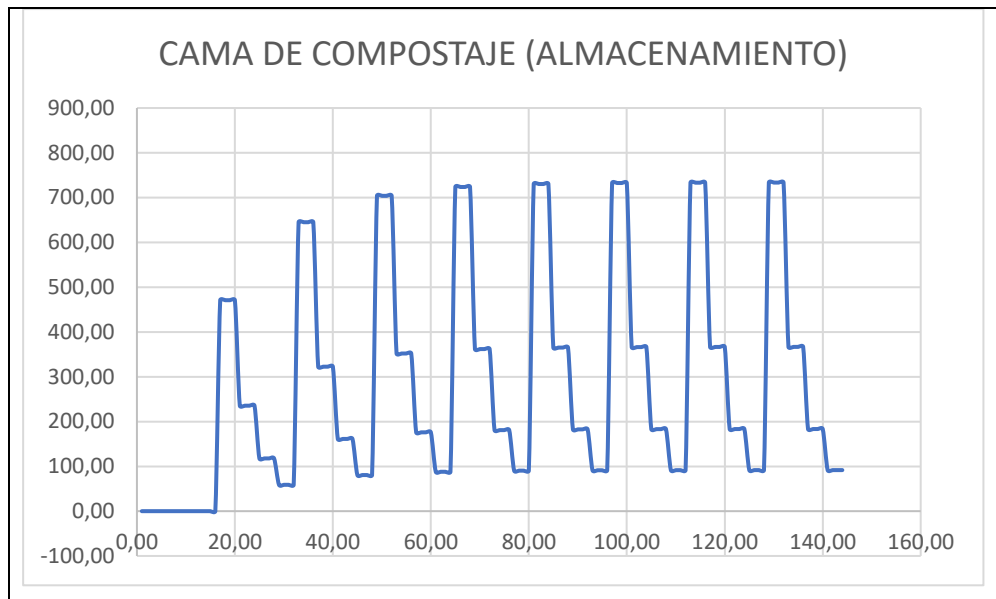


**Gráfico 6-3 Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto con recirculación.**  
 Realizado por: Carrasco J., 2019



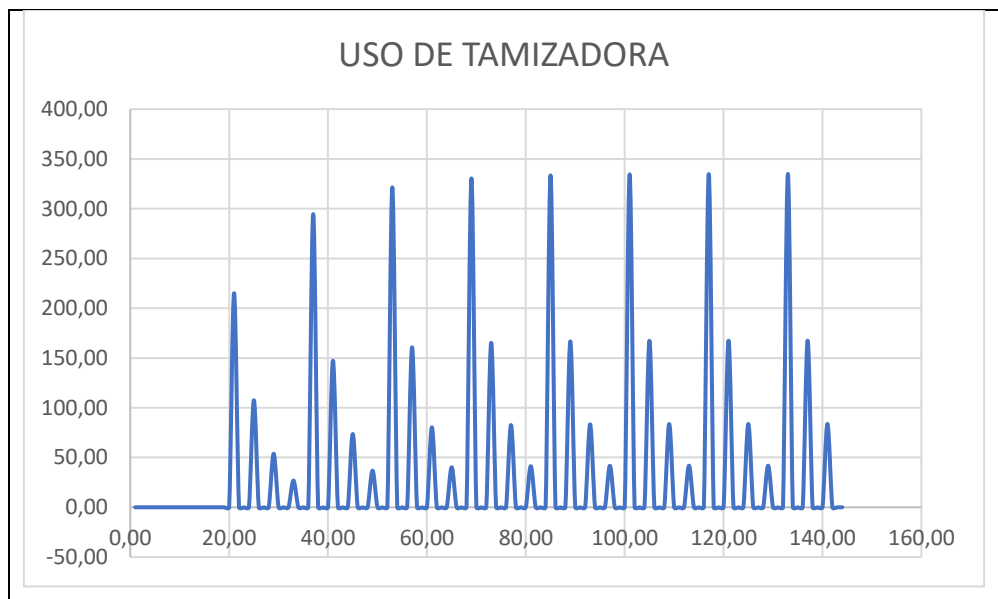
**Gráfico 7-3. Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto con recirculación.**  
 Realizado por: Carrasco J., 2019





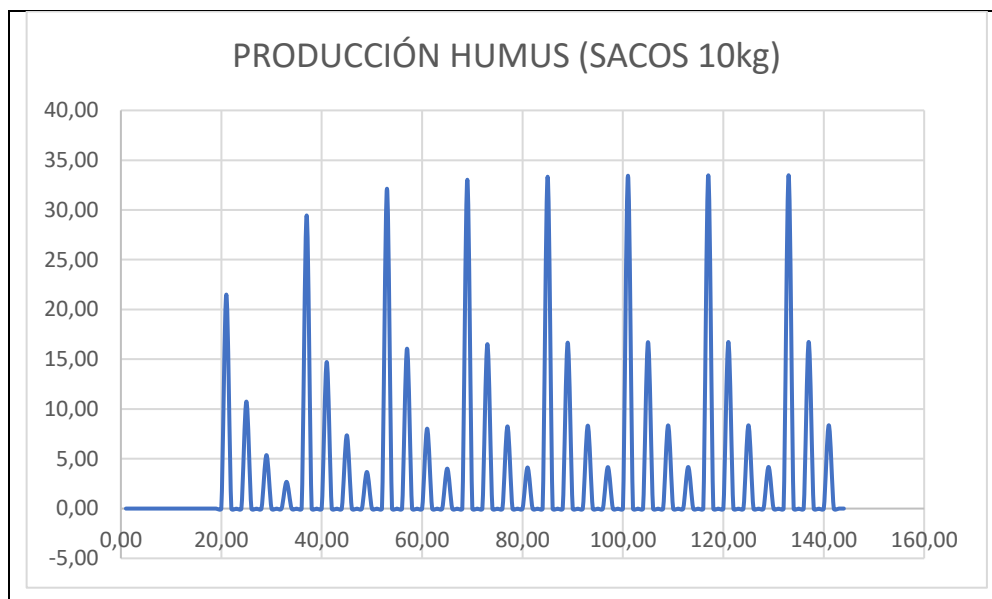
**Gráfico 8-3 Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto con recirculación.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



**Gráfico 9-3 Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto con recirculación.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



**Gráfico 10-3 Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto con recirculación.**

Realizado por: Carrasco J., 2019

- MODELO COMPLETO

**Tabla 18-3** Parámetros iniciales para balance de masa proceso completo.

Parámetro	Valor	Unidades
Cap. saco	10	[kg]
Entrada ciclo	628	[kg]
Fracción ext. DESCOMP	0,75	[adm]
Fracción ext. COMPOS	0,5	[adm]
F. Rechazo T	0,087	[adm]

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 19-3** Proceso de balance de operación discreta, proceso completo. Periodo:144 semanas

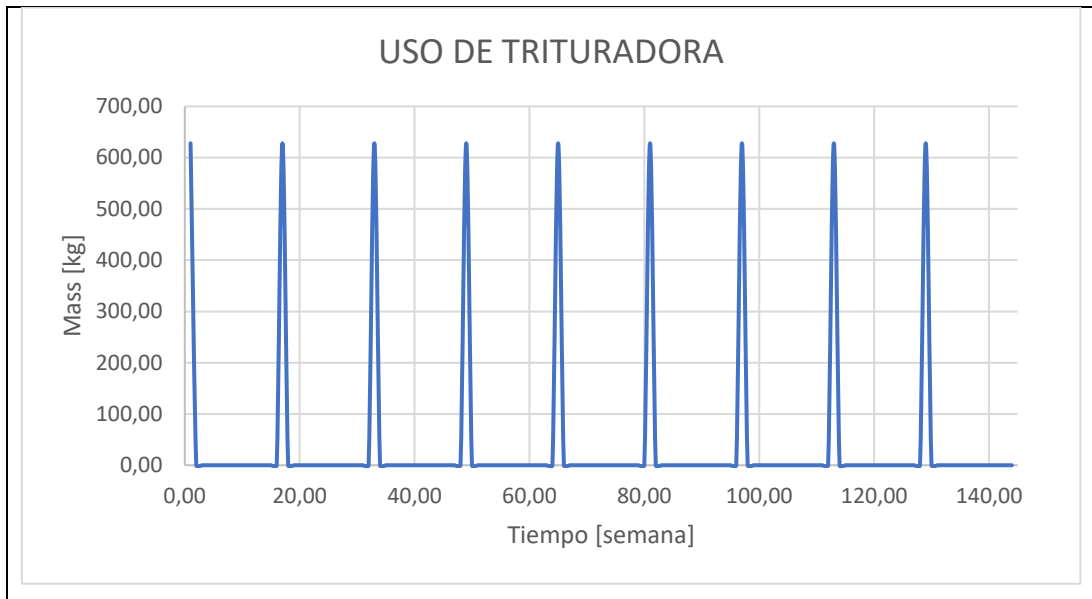
Mes	Semana	T&M	DESCOMP	GAS	COMPOS	T	E
1	1,00	628,00	628,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	2,00	0,00	617,48	10,52	0,00	0,00	0,00
	3,00	0,00	607,14	10,34	0,00	0,00	0,00
	4,00	0,00	596,97	10,17	0,00	0,00	0,00
2	5,00	0,00	586,97	10,00	0,00	0,00	0,00
	6,00	0,00	577,14	9,83	0,00	0,00	0,00
	7,00	0,00	567,47	9,67	0,00	0,00	0,00
	8,00	0,00	557,97	9,51	0,00	0,00	0,00
3	9,00	0,00	548,62	9,35	0,00	0,00	0,00
	10,00	0,00	539,43	9,19	0,00	0,00	0,00
	11,00	0,00	530,39	9,04	0,00	0,00	0,00
	12,00	0,00	521,51	8,88	0,00	0,00	0,00

4	13,00	0,00	512,78	8,74	0,00	0,00	0,00
	14,00	0,00	504,19	8,59	0,00	0,00	0,00
	15,00	0,00	495,74	8,45	0,00	0,00	0,00
	16,00	0,00	487,44	8,30	0,00	0,00	0,00
5	17,00	628,00	747,82	8,16	359,45	0,00	0,00
	18,00	0,00	735,29	12,53	359,45	0,00	0,00
	19,00	0,00	722,98	12,32	359,45	0,00	0,00
	20,00	0,00	710,87	12,11	359,45	0,00	0,00
6	21,00	0,00	714,60	11,91	179,73	164,09	16,41
	22,00	0,00	702,63	11,97	179,73	0,00	0,00
	23,00	0,00	690,86	11,77	179,73	0,00	0,00
	24,00	0,00	679,29	11,57	179,73	0,00	0,00
7	25,00	0,00	675,73	11,38	89,86	82,05	8,20
	26,00	0,00	664,41	11,32	89,86	0,00	0,00
	27,00	0,00	653,28	11,13	89,86	0,00	0,00
	28,00	0,00	642,34	10,94	89,86	0,00	0,00
8	29,00	0,00	635,49	10,76	44,93	41,02	4,10
	30,00	0,00	624,84	10,64	44,93	0,00	0,00
	31,00	0,00	614,38	10,47	44,93	0,00	0,00
	32,00	0,00	604,08	10,29	44,93	0,00	0,00
9	33,00	628,00	778,45	10,12	467,94	20,51	2,05
	34,00	0,00	765,41	13,04	467,94	0,00	0,00
	35,00	0,00	752,59	12,82	467,94	0,00	0,00
	36,00	0,00	739,98	12,61	467,94	0,00	0,00
10	37,00	0,00	747,94	12,39	233,97	213,61	21,36
	38,00	0,00	735,41	12,53	233,97	0,00	0,00
	39,00	0,00	723,10	12,32	233,97	0,00	0,00
	40,00	0,00	710,98	12,11	233,97	0,00	0,00
11	41,00	0,00	709,25	11,91	116,99	106,81	10,68
	42,00	0,00	697,37	11,88	116,99	0,00	0,00
	43,00	0,00	685,69	11,68	116,99	0,00	0,00
	44,00	0,00	674,21	11,49	116,99	0,00	0,00
12	45,00	0,00	668,00	11,29	58,49	53,40	5,34
	46,00	0,00	656,81	11,19	58,49	0,00	0,00
	47,00	0,00	645,81	11,00	58,49	0,00	0,00
	48,00	0,00	634,99	10,82	58,49	0,00	0,00
13	49,00	628,00	786,63	10,64	497,51	26,70	2,67
	50,00	0,00	773,46	13,18	497,51	0,00	0,00
	51,00	0,00	760,50	12,96	497,51	0,00	0,00
	52,00	0,00	747,76	12,74	497,51	0,00	0,00
14	53,00	0,00	756,88	12,53	248,76	227,12	22,71
	54,00	0,00	744,20	12,68	248,76	0,00	0,00
	55,00	0,00	731,74	12,47	248,76	0,00	0,00
	56,00	0,00	719,48	12,26	248,76	0,00	0,00
15	57,00	0,00	718,25	12,05	124,38	113,56	11,36

	58,00	0,00	706,22	12,03	124,38	0,00	0,00
	59,00	0,00	694,39	11,83	124,38	0,00	0,00
	60,00	0,00	682,76	11,63	124,38	0,00	0,00
16	61,00	0,00	676,73	11,44	62,19	56,78	5,68
	62,00	0,00	665,40	11,34	62,19	0,00	0,00
	63,00	0,00	654,25	11,15	62,19	0,00	0,00
	64,00	0,00	643,29	10,96	62,19	0,00	0,00
17	65,00	628,00	788,84	10,78	505,48	28,39	2,84
	66,00	0,00	775,62	13,21	505,48	0,00	0,00
	67,00	0,00	762,63	12,99	505,48	0,00	0,00
	68,00	0,00	749,86	12,77	505,48	0,00	0,00
18	69,00	0,00	759,28	12,56	252,74	230,75	23,08
	70,00	0,00	746,57	12,72	252,74	0,00	0,00
	71,00	0,00	734,06	12,50	252,74	0,00	0,00
	72,00	0,00	721,77	12,30	252,74	0,00	0,00
19	73,00	0,00	720,67	12,09	126,37	115,38	11,54
	74,00	0,00	708,60	12,07	126,37	0,00	0,00
	75,00	0,00	696,73	11,87	126,37	0,00	0,00
	76,00	0,00	685,06	11,67	126,37	0,00	0,00
20	77,00	0,00	679,08	11,47	63,19	57,69	5,77
	78,00	0,00	667,71	11,37	63,19	0,00	0,00
	79,00	0,00	656,52	11,18	63,19	0,00	0,00
	80,00	0,00	645,53	11,00	63,19	0,00	0,00
21	81,00	628,00	789,43	10,81	507,63	28,84	2,88
	82,00	0,00	776,20	13,22	507,63	0,00	0,00
	83,00	0,00	763,20	13,00	507,63	0,00	0,00
	84,00	0,00	750,42	12,78	507,63	0,00	0,00
22	85,00	0,00	759,93	12,57	253,81	231,73	23,17
	86,00	0,00	747,20	12,73	253,81	0,00	0,00
	87,00	0,00	734,69	12,52	253,81	0,00	0,00
	88,00	0,00	722,38	12,31	253,81	0,00	0,00
23	89,00	0,00	721,32	12,10	126,91	115,87	11,59
	90,00	0,00	709,24	12,08	126,91	0,00	0,00
	91,00	0,00	697,36	11,88	126,91	0,00	0,00
	92,00	0,00	685,68	11,68	126,91	0,00	0,00
24	93,00	0,00	679,71	11,49	63,45	57,93	5,79
	94,00	0,00	668,33	11,39	63,45	0,00	0,00
	95,00	0,00	657,14	11,19	63,45	0,00	0,00
	96,00	0,00	646,13	11,01	63,45	0,00	0,00
25	97,00	628,00	789,59	10,82	508,21	28,97	2,90
	98,00	0,00	776,36	13,23	508,21	0,00	0,00
	99,00	0,00	763,36	13,00	508,21	0,00	0,00
	100,00	0,00	750,57	12,79	508,21	0,00	0,00
26	101,00	0,00	760,11	12,57	254,10	232,00	23,20
	102,00	0,00	747,37	12,73	254,10	0,00	0,00

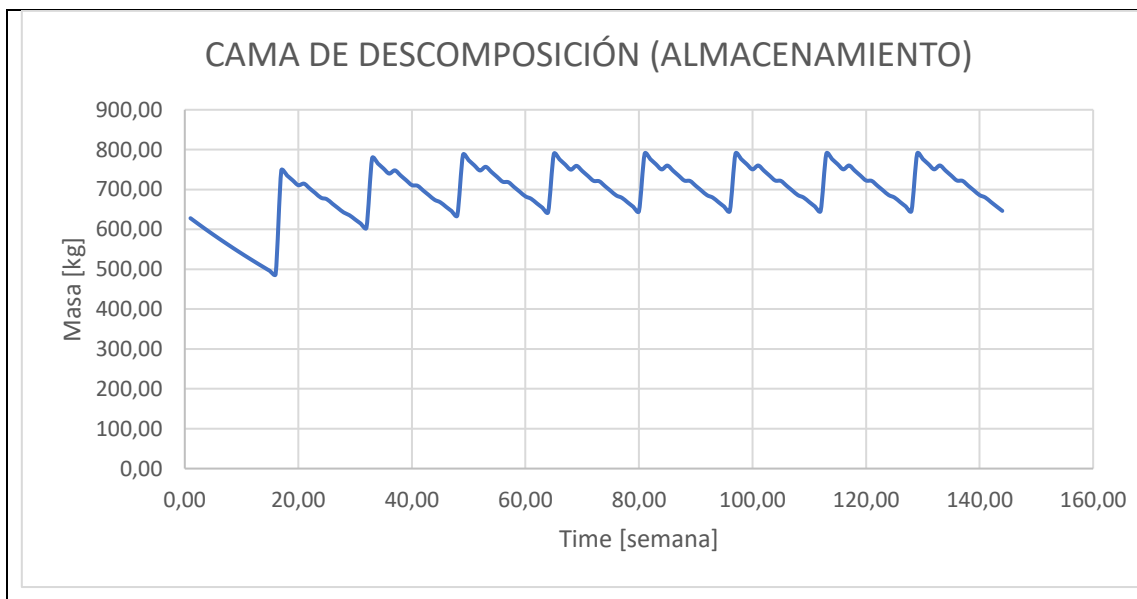
	103,00	0,00	734,86	12,52	254,10	0,00	0,00
	104,00	0,00	722,55	12,31	254,10	0,00	0,00
27	105,00	0,00	721,50	12,10	127,05	116,00	11,60
	106,00	0,00	709,41	12,09	127,05	0,00	0,00
	107,00	0,00	697,53	11,88	127,05	0,00	0,00
	108,00	0,00	685,85	11,68	127,05	0,00	0,00
28	109,00	0,00	679,88	11,49	63,53	58,00	5,80
	110,00	0,00	668,50	11,39	63,53	0,00	0,00
	111,00	0,00	657,30	11,20	63,53	0,00	0,00
	112,00	0,00	646,29	11,01	63,53	0,00	0,00
29	113,00	628,00	789,63	10,83	508,36	29,00	2,90
	114,00	0,00	776,40	13,23	508,36	0,00	0,00
	115,00	0,00	763,40	13,00	508,36	0,00	0,00
	116,00	0,00	750,61	12,79	508,36	0,00	0,00
30	117,00	0,00	760,15	12,57	254,18	232,07	23,21
	118,00	0,00	747,42	12,73	254,18	0,00	0,00
	119,00	0,00	734,90	12,52	254,18	0,00	0,00
	120,00	0,00	722,59	12,31	254,18	0,00	0,00
31	121,00	0,00	721,54	12,10	127,09	116,03	11,60
	122,00	0,00	709,46	12,09	127,09	0,00	0,00
	123,00	0,00	697,58	11,88	127,09	0,00	0,00
	124,00	0,00	685,89	11,68	127,09	0,00	0,00
32	125,00	0,00	679,93	11,49	63,55	58,02	5,80
	126,00	0,00	668,54	11,39	63,55	0,00	0,00
	127,00	0,00	657,34	11,20	63,55	0,00	0,00
	128,00	0,00	646,33	11,01	63,55	0,00	0,00
33	129,00	628,00	789,64	10,83	508,40	29,01	2,90
	130,00	0,00	776,41	13,23	508,40	0,00	0,00
	131,00	0,00	763,41	13,00	508,40	0,00	0,00
	132,00	0,00	750,62	12,79	508,40	0,00	0,00
34	133,00	0,00	760,17	12,57	254,20	232,09	23,21
	134,00	0,00	747,43	12,73	254,20	0,00	0,00
	135,00	0,00	734,91	12,52	254,20	0,00	0,00
	136,00	0,00	722,60	12,31	254,20	0,00	0,00
35	137,00	0,00	721,56	12,10	127,10	116,04	11,60
	138,00	0,00	709,47	12,09	127,10	0,00	0,00
	139,00	0,00	697,59	11,88	127,10	0,00	0,00
	140,00	0,00	685,90	11,68	127,10	0,00	0,00
36	141,00	0,00	679,94	11,49	63,55	58,02	5,80
	142,00	0,00	668,55	11,39	63,55	0,00	0,00
	143,00	0,00	657,36	11,20	63,55	0,00	0,00
	144,00	0,00	646,34	11,01	63,55	0,00	0,00
<b>MT</b>	<b>5652,00</b>	<b>MRC/MTPC/NST</b>	<b>1664,64</b>	<b>709,90</b>	<b>3277,47</b>	<b>327,75</b>	

Realizado por: Carrasco J., 2019



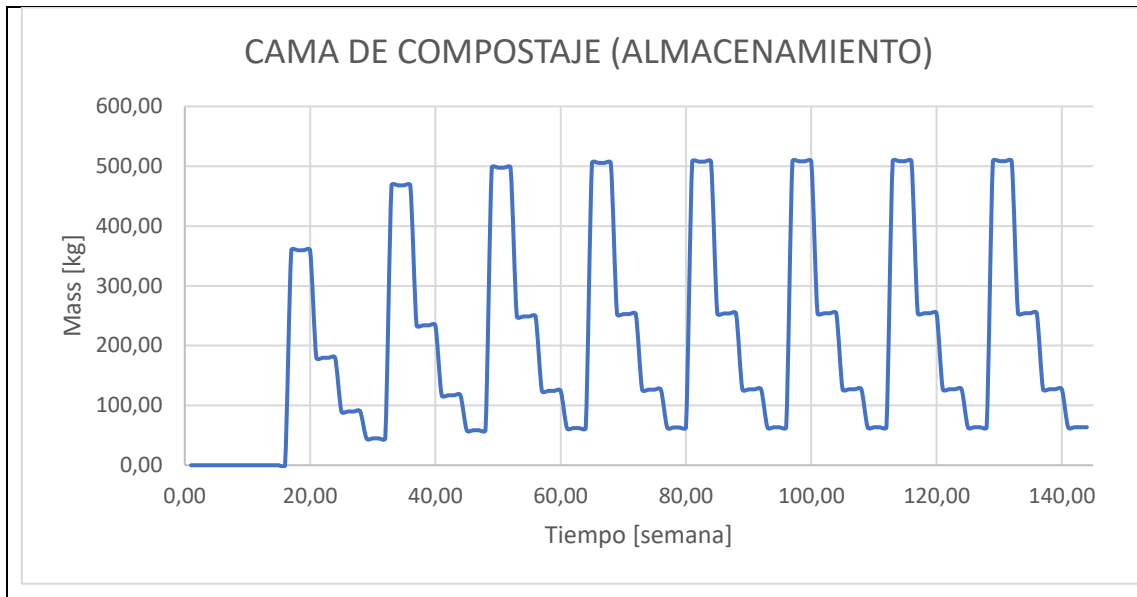
**Gráfico 11-3** Resultado del uso de la trituradora, proceso discreto completo.

Realizado por: Carrasco J., 2019



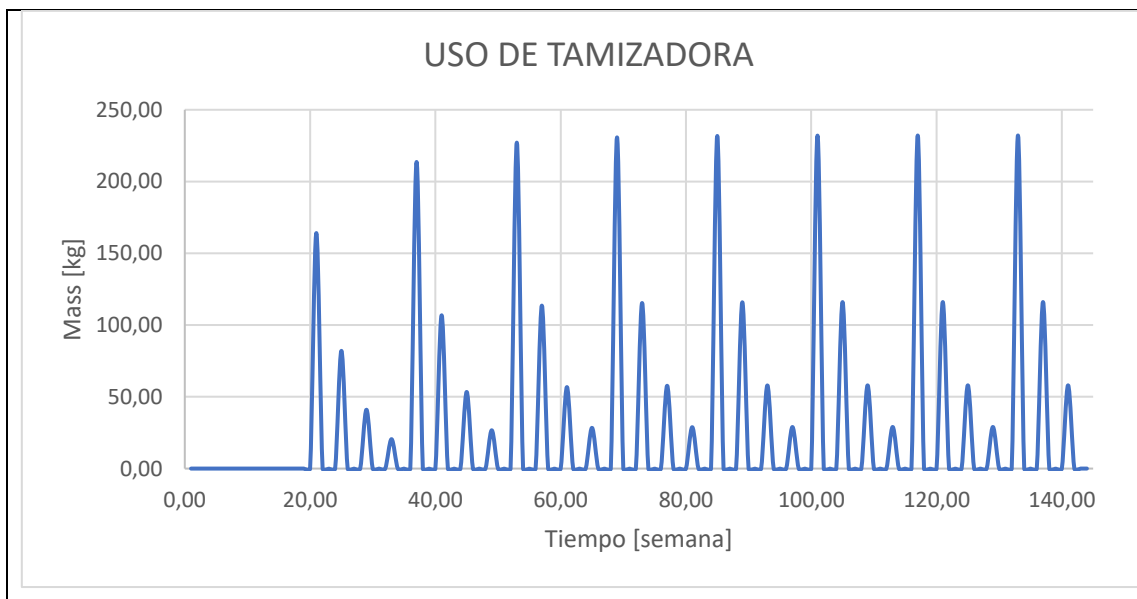
**Gráfico 12-3.** Resultados del proceso de descomposición, proceso discreto completo.

Realizado por: Carrasco J., 2019



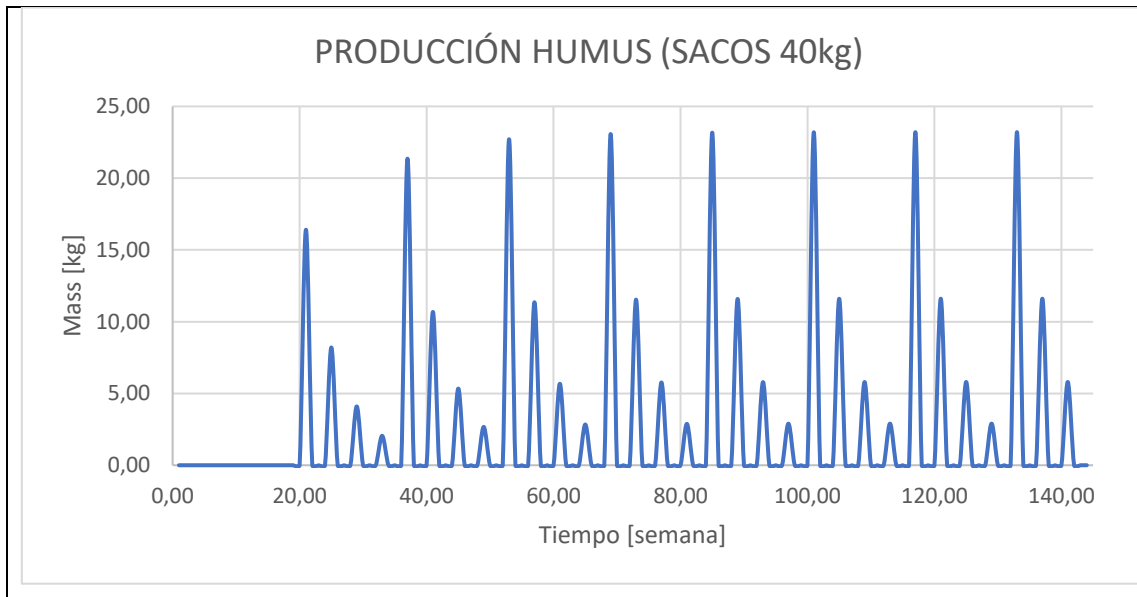
**Gráfico 13-3 Resultados del proceso de compostaje, proceso discreto completo.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



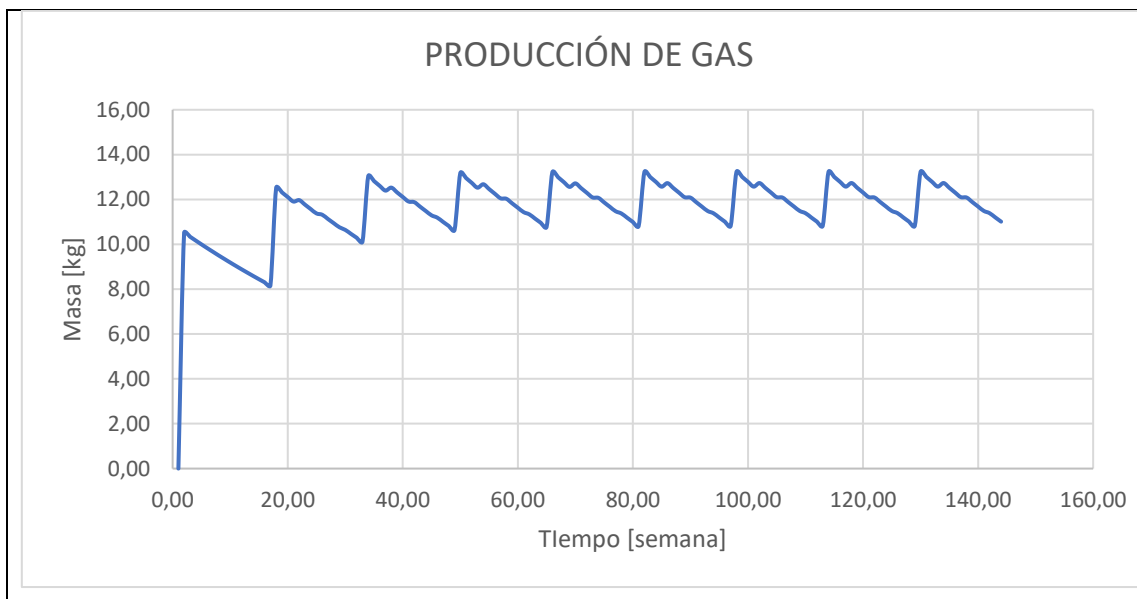
**Gráfico 14-3 Resultados del proceso de tamizado, proceso discreto completo.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



**Gráfico 15-3 Resultados de numero de sacos producidos, proceso discreto completo.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



**Gráfico 16-3 Resultados de producción de gas proceso discreto completo.**

*Realizado por: Carrasco J., 2019*



### 3.4.6 *Productos terminados*

Se presenta en forma sólida y su presentación son en sacos de 10 kg



**Figura 7-3** Producto final.

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

#### 3.4.6.1 *Análisis químico del producto terminado*

**Tabla 20-3** Análisis de producto terminado.

Parámetros	Unidad	Resultado
Nitrógeno total	%	2.2
Fosforo total	%	1.3
Potencial de hidrogeno	%	7.2
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	1530
Potasio	%	1.1

*Fuente: Laboratorio CESTTA*

#### 3.4.7 *Personal requerido*

El personal se clasificará para cada etapa del proceso, en el proceso de trituración se va a necesitar 1 persona, para la elaboración de camas 2 personas las cuales se encargarán de realizar el proceso de volteos y la verificación de las variables como: humedad, temperatura, aireación, en la etapa de tamizado 1 persona y en la etapa de productos terminados 1 persona.

### 3.4.8 Análisis de costos

Para el rediseño de la empresa se debe analizar algunos costos tanto en mano de obra, implementación de equipos y maquinaria, diseño de la presentación del producto en cada uno de sus presentaciones

**Tabla 21-1** Maquinaria e insumos.

Equipo	Cantidad	Precio unitario	Valor total
pH-metro	1	25,00	25,00
Termómetro	1	18,00	18,00
Aspersores	10	3,00	30,00
Palas	2	12,00	24,00
Carretillas	2	40,00	80,00
Tamizadora rotatoria	1	1750.00	1750,00
Picadora	1	4600.00	4600,00
<b>TOTAL</b>			6527.00

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

**Tabla 22-3** Mano de obra de producción.

Sección	Cargo	N puestos	Remuneración
<b>Trituración</b>	Jornalero	1	136,14
<b>Camas de humus</b>	Jornalero	2	272,28
<b>Tamizado</b>	Jornalero	1	136,14
<b>Empaque</b>	Jornalero	1	136,14
<b>TOTAL</b>			680,7

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

**Tabla 23-3** Costos de materia prima.

Insumos	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Total	Costo anual
<b>Calcha de maíz</b>	kg	0,1	200	20	240
<b>Abono de cuy</b>	kg	0,1	900	90	1080
<b>Abono de res</b>	kg	0,05	900	45	540
<b>Abono de conejo</b>	kg	0,1	400	40	480
<b>Trichoderma harzarium</b>	kg	600	0,02	12	144
<b>TOTAL</b>				207	2484

*Realizado por: Carrasco J., 2019*

**Tabla 24-3** Costos de producción.

Concepto	Valor unitario	Q	Costo anual
Materia prima	366,2	12	4394,4
Energía eléctrica	50	12	600
agua	4	12	48
Teléfono	23	12	276
Mano de obra directa	680,7	12	8168,4
<b>TOTAL</b>			13486,8

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 25-3** Costos relacionados.

Descripción del producto	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Costo mensual	Costo anual
Sacos y diseño	unidad	200	1.00	200	2400
Hilo	metros	200	0,1	20	240
<b>TOTAL</b>				220	2640

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 26-3** Costos totales.

Descripción	Valor
Maquinaria e insumos	6527
Mano de obra de producción	680,7
Costos de materia prima	2484
costos de producción	113486,8
Costos relacionados	2640
<b>TOTAL</b>	125818,5

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 27-3** Tabla de precio.

<b>TRIKOHUMUS LIQUIDO</b>	
<b>TRIKOHUMUS SOLIDO</b>	
Sacos de 40 Kg concentración 1	\$12.00

Realizado por: Carrasco J., 2019

**Tabla 28-3** Cronograma del proyecto.

ACTIVIDADES	TIEMPO																							
	1° mes				2° mes				3° mes				4° mes				5° mes				6° mes			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Revisión Bibliográfica	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Diagnóstico del estado actual de la planta ECOMARTIN	•	•	•																					
Caracterizar al “TRIKOHUMUS” producido por la empresa ECOMARTIN				•	•	•	•																	
Determinar las variables para el rediseño del proceso ECOMARTIN para la producción de “TRIKOHUMUS”							•	•	•	•														
Análisis de resultados										•	•	•	•											
Aplicar conceptos para el redimensionamiento														•	•	•								
Análisis Información															•	•	•							
Cálculos y propuestas																•	•	•						
Validación del diseño propuesto																	•	•	•					
Redacción del trabajo de titulación																				•	•	•	•	

Realizado por: Carrasco J., 2019

## CONCLUSIONES

- Se realizó el rediseño u optimización en la producción con un aporte de maquinarias y técnicas logrando una mejor producción y calidad en el producto. Además, que con la adición de *Trichoderma harzarium* al fertilizante, se logró un producto mixto como fertilizante y controlador de plagas, eminentemente orgánico y de gran aplicabilidad en el agro.
- Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de la empresa se evidencio el problema en el tiempo de descomposición el cual se alargaba por aplicar técnicas manuales en el proceso de trituración y de cernido, con la ayuda de la maquinaria se aumentó el rendimiento 36 veces mayor y se minimizo el tiempo de descomposición.
- Se realizó al análisis físico – químico del compost en los laboratorios CESTTA y se obtuvieron los siguientes resultados (N= 2.2%, P = 1.3%, pH = 7.2, conductividad eléctrica = 1530 us/cm, K = 1.1%) los mismos que fueron comparados la tabla del Manual de Lombricultura de la fundación Surco.
- La factibilidad técnica se desarrolló con la ayuda de Gerente General de la empresa ya que se debía buscar profesionales en la rama de diseño mecánico para el diseño y construcción de la maquinaria que se utilizó en el proceso, cumpliendo así la norma interna de calidad de la empresa.
- Una vez terminado el producto se sugiere la distribución en sacos de 10 kg y con el logo de la empresa para su distinción, los mismos que van hacer comercializados en la zona.

## **RECOMENDACIONES**

- Se sugiere implementar un pequeño laboratorio con los equipos básicos para un control de calidad interno en la producción de la empresa.
- Buscar un mercado de comercialización conjuntamente al de zona y así aumentar la producción de acuerdo a la demanda.
- Utilizar el producto en los sembríos de la granja experimental para comprobar el cambio que se da en los alimentos (tamaño, color y sabor).
- Dar a conocer mediante charlas a la comunidad de las ventajas que se obtiene al utilizar el fertilizante natural en las siembras.
- Analizar la posibilidad de encontrar nuevos productos a base de TRIKOHUMUS.

## BIBLIOGRAFIA

- ARANDA, L.M., Transformación de Abonos Orgánicos. *Acta Zoología Mexicana* [en línea]. 2015 [Consulta: 23 mayo 2018]. Disponible en: <https://prezi.com/wzff90tnetav/transformacion-de-abonos-organicos-luz-mercy-aranda/>.
- HOLZMANN, R., Relación suelo-planta-agua | Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* [en línea]. 2015. [Consulta: 21 abril 2018]. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/relacion-suelo-planta-agua>.
- LEXUS. *Biblioteca de la Agricultura* [en línea]. 2007. S.l.: Idea Books. [Consulta: 21 abril 2018]. ISBN 8482360949. Disponible en: <https://books.google.com.ec/books?id=tFIINgAACAAJ&dq=BIBLIOTECA+DE+LA+AGRICULTURA&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj2kZKtvOHhAhXNxVkkHRGtCgcQ6AEIKjAA>.
- PINEDA, J.. Lombricultura. *Instituto hondureño del café*. [en línea]. 2006 . [consulta el 8 de enero 2018], Disponible en: <https://www.ihcafe.hn/mdocs-posts/10-jose-arnold-pineda/>.
- RIGAU, A. *Los Abonos: su preparación y empleo: normas para el aprovechamiento, preparación*. S.l.: Sintés. ISBN 843020248X. 1982. pag 52
- ROMÁN, P., MATÍNEZ, M. y PANTOJA, A. Manual de compostaje del agricultor. *Experiencias en América Latina*. 2013. pag 132
- SARMIENTO, L. Jardinería. [en línea]. 2018. Consulta el 18 de marzo 2018 Disponible en: <https://www.jardineriaon.com/rhus-chinensis.html>.
- TAKESHI, S. Actividad microbiana en el proceso de compostaje anaerobio de residuos sólidos orgánicos. *Revista de investigacion universitaria*. [en línea] 2014. DOI 10.17162/riu.v3i2.524. Disponible en: <https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/680>.

## ANEXO A. Análisis de Laboratorio



### CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

**INFORME DE ENSAYO No:**

**ST:**  
**Nombre Peticionario**  
**Atn.**  
**Dirección:**

**FECHA:**

**NUMERO DE MUESTRAS:**  
**FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:**  
**FECHA DE MUESTREO:**  
**FECHA DE ANÁLISIS:**  
**TIPO DE MUESTRA:**  
**CÓDIGO CESTTA:**  
**CÓDIGO DE LA EMPRESA:**  
**PUNTO DE MUESTREO:**  
**ANÁLISIS SOLICITADO:**  
**PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:**  
**CONDICIONES AMBIENTALES:**

F-060-18  
060- 18 ANÁLISIS DE FERTILIZANTES  
ECOMARTIN  
Martín Carrasco  
Batzacón  
Guano-Chimborazo  
07 de Marzo del 2018  
1  
2018/03/05 - 16:27  
2018/03/05 - 09:00  
2018/03 /05 - 2018/03/07  
Abono orgánico.  
LAB-F-060-18  
NA  
Pila de Abono  
Físico - Químico  
Jessica Carrasco  
T máx.:25.0 °C. T mín.: 15.0 °C


**RESULTADOS ANALÍTICOS:**

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE(■)
Nitrógeno Total	PEE/CESTTA/88 Kjeldhal	%	1,63	-
Fósforo Total	EPA 3051 A / Espectrofotometría	mg/Kg	6746,40	-
Potencial Hidrógeno	Potenciométrico	Unidades de pH	7,68	-
Conductividad Eléctrica	PEE/CESTTA/85 EPA 9045 D	uS/cm	1432	-
Potasio	PEE /CESTTA/87 EPA SW-846 3051A/7000B	mg/Kg	1570,12	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en laboratorio.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Álvarez  
RESPONSABLE TÉCNICO





## ANEXO B Análisis final



# PRODUCTOS ECOMARTIN

BATZACON-GUANO  
PROVINCIA DEL CHIMBORAZO  
0999374889-0999219468  
032905046-032969832



INFORME DE ENSAYO No:	F-060-08
ST:	060- 08 ANÁLISIS DE FERTILIZANTES
Nombre Peticionario	ECOMARTIN
Atn.	Martin Carrasco
Dirección:	Batzacón Guano-Chimborazo
FECHA:	12 de Diciembre del 2017
NUMERO DE MUESTRAS:	1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:	2017/12/12 – 16:27
FECHA DE MUESTREO:	2017/12/12 – 09:00
FECHA DE ANÁLISIS:	2017/12 /12 – 2017/12/14
TIPO DE MUESTRA:	Abono orgánico.
CÓDIGO CESTTA:	LAB-F-060-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA:	NA
PUNTO DE MUESTREO:	Pila de Abono
ANÁLISIS SOLICITADO:	Físico – Químico
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:	Jessica Carrasco
CONDICIONES AMBIENTALES:	T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C

### RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	METODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	VALOR LIMITE PERMISIBLE(■)
Nitrógeno Total	PEE/CESTTA/88 Kjeldhal	%	2,2	-
Fósforo Total	EPA 3051 A / Espectrofotometría	%	1,3	-
Potencial Hidrógeno	Potenciométrico	%	7,2	-
Conductividad Eléctrica	PEE/CESTTA/85 EPA 9045 D	uS/cm	1530	-
Potasio	PEE /CESTTA/87 EPA SW-846 3051A/7000B	%	1,1	-

### OBSERVACIONES:

- Muestra receptada en laboratorio.

### ANEXO C Primeras camas



### ANEXO D Rediseño de camas



## ANEXO E Trituración



## ANEXO F Abono vacuno



## ANEXO G Camas rediseñadas



## ANEXO H Tamizaje



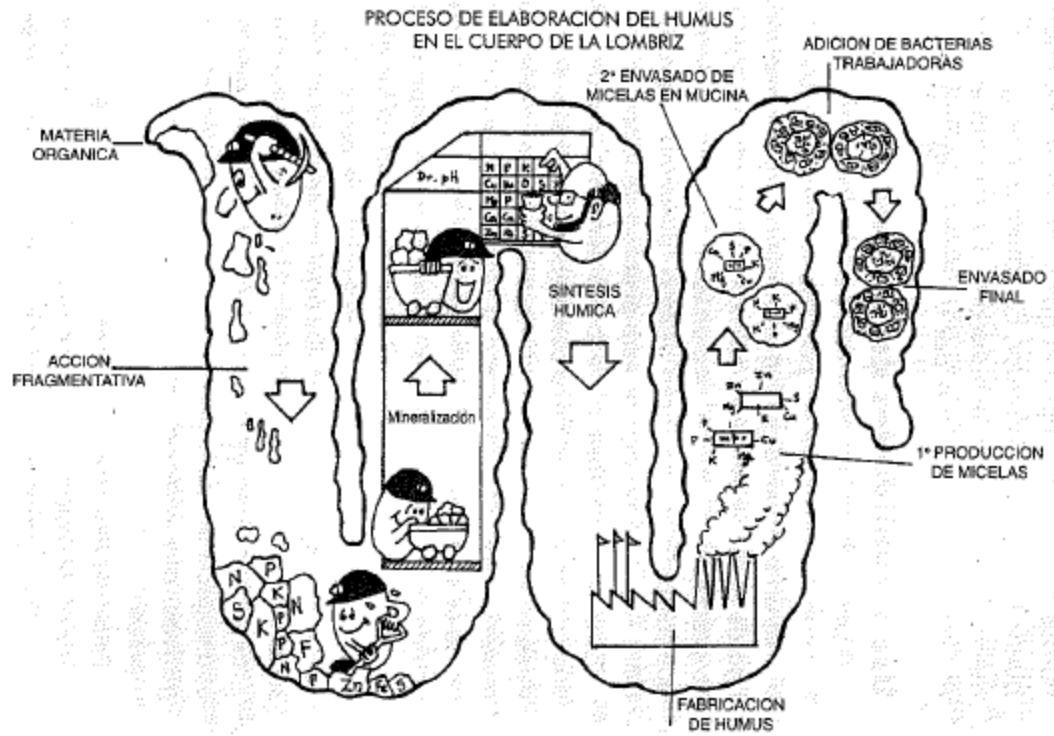


**ANEXO I Rango de niveles de nutrientes en diversos residuos de origen animal y vegetal.**

Materia Prima	C (%)	N(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO(%)	MgO (%)
<b>Excretas:</b>						
Bovino	17,4 – 40,6	0,3 – 2,0	0,1 – 1,5	0,10	0,35	0,13
Porcino	17,4 - 46,0	1,1 – 2,5	0,4 – 4,6	0,30	0,09	0,10
Caprino	35,0 – 50,0	1,0 – 2,0	0,2 – 1,5	2,30		
Equino	35,0 - 52,0	0,3 – 0,8	0,4 – 1,6	0,35	0,15	0,12
Ovino	35,0 – 46,0	0,3 – 0,6	0,3 – 1,0	0,15	0,33	
Conejos	23,0 - 35,0	1,0 – 1,9	0,9 – 1,8	2,10	0,45	0,15
Aves	28,0 – 35,0	1,4 – 2,0	2,0 – 2,8	1,40	0,80	0,48
Patos	29,0 - 41,0	0,6 – 0,8	1,0 – 1,5	0,40	0,80	
Pavos	17,4 – 41,0	0,6 – 0,8	0,5 - 0,8	1,10	0,80	
Humanas	2,5	0,8 – 1,0	0,5	0,30		
<b>Mezclas:</b>						
Porcino+paja	20,0 – 22,0	0,3 – 0,5	0,24	0,63	0,20	
Bovino+paja	44,0 – 46,0	0,3 – 0,5	0,79	1,55	0,30	
<b>Rastrojo:</b>						
Caña maíz	30,0 – 40,0	0,8 – 1,8	0,4 – 0,6	2,40	0,50	0,49
Paja de trigo	16,0 – 46,0	0,53	0,70	0,40	0,26	0,16
Paja de avena	22,0 – 29,0	0,53	0,40	0,30	0,40	
Paja cebada	58,0	0,64	0,19	1,07	0,33	0,33
Paja arroz	40,0 – 42,0	0,64	0,60	0,40	0,60	
Paja haba	28,0 – 33,0	1,5 – 1,9	0,40	2,30	1,35	
Tomate	27,0 – 30,0	2,60				
Papas	30,0	0,34	0,16	0,58	0,64	
Betarraga	30,0	2,00	0,70	5,30	1,95	0,83
Rabanitos	30,0	2,50				
Hojas secas	35,0 – 40,0	1,00	0,30	0,20	2,00	
Aserrín	44,0	0,06	0,01	0,01		

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

## ANEXO J Proceso de elaboración de humus.



**ANEXO K Tabla de valores de abonos orgánicos.**

ANÁLISIS PROMEDIO DEL HUMUS DE LOMBRIZ		
Ph	7 a 7.5	
Materia orgánica	50 a 60	%
Humedad	45 a 55	%
Nitrógeno	2 a 3	%
Fósforo	1 a 1.5	%
Potasio	1 a 1.5	%
Carbono Orgánico	20 a 35	%
Relación C/N	9 a 12	
Ácidos fúlvicos	2 a 3	
Ácido húmico	5 a 6	%
Microelementos	(alrededor de 1 %)	
(Hierro, zinc, cobre, manganeso, etc. flora microbiana, 20.000 millones por gramo de peso seco).		