

Propuesta de diseño de una trituradora de desechos orgánicos para vermicomposta

E. Vaquera-González¹, S.A. Vidaña-Martínez², R. Adame-Delgado³, J.M. Mercado-Gaytan⁴

Resumen— En el siguiente artículo se presenta la propuesta para el diseño de una trituradora de desechos orgánicos para vermicomposta que será utilizada en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo como una solución viable en el tratamiento y uso de estos residuos como materia prima para generar vermicomposta. Dentro del proyecto se especifica el diseño mecánico, selección de materiales, análisis de fuerzas y transmisión de las mismas, para permitir el buen funcionamiento de la máquina y al mismo tiempo asegurar las especificaciones de tamaño de las partículas que se requieren para ser utilizadas como fuente de carbono en la vermicomposta.

Palabras claves— Diseño mecánico, Partículas, Transmisión, Trituradora, Vermicomposta

Abstract— The following article presents the proposal for the design of an organic waste crusher for vermicompost that will be used in the Higher Technological Institute of Lerdo as a viable solution in the treatment and use of this waste as raw material to generate vermicompost. This proposal specifies the mechanical design, selection of materials, analysis of forces and transmission of the same, to allow the proper functioning of the machine and at the same time ensure the size specifications of the particles that are required to be used as a source of carbon in the vermicompost.

Keywords— Mechanical design, Particles, Transmission, Crusher, Vermicompost

I. INTRODUCCIÓN

La gran cantidad de desechos orgánicos generados a partir de las actividades humanas, representan un porcentaje alto dentro de los desechos totales y como parte de las responsabilidades ecológicas y de desarrollo sustentable se hace necesario contar con estrategias que permitan reducir e integrar estos desechos de nuevo a la naturaleza.

La sociedad de consumo que se vive actualmente se ha convertido en un importante problema para el medio ambiente, por lo cual es imprescindible un cambio en el paradigma de no sólo satisfacer las necesidades humanas, sino también tomar en cuenta el tratamiento que debe darse

a los residuos generados en las viviendas o en este caso, en una institución educativa.

Es necesario que los desperdicios originados a diario en la vida cotidiana se vean como una fuente de ahorro o de ingreso, ya que si se promueve el interés por el buen manejo de residuos se resolverían problemas de salubridad, espacios desaprovechados e incluso se podría pensar en un ingreso económico, dicho de otra forma: que la “basura” como concepto desaparezca en el caso de los residuos orgánicos y cumpla con un ciclo aprendido de la naturaleza en el cual todo lo producido o creado se reintegre al medio ambiente y sea aprovechado de una forma u otra. Con base en lo anterior es importante que la tendencia actual sea reducir la cantidad de residuos que se producen y aunado a esto, promover tratamientos de reutilización y reciclaje de los mismos.

Un proceso eficaz en el tratamiento de residuos orgánicos (restos de frutas, verduras, cáscaras de huevo, basura de jardín, restos de café, estiércol animal, etc.), es el compostaje, que consiste en un proceso biológico de descomposición aerobia para la obtención de abono orgánico. En este proceso los organismos actúan la materia orgánica biodegradable, permitiendo obtener la composta, un abono orgánico excelente.

Por su parte la vermicomposta es el producto de la descomposición de la materia orgánica realizado únicamente por la actividad de ciertas especies de lombrices, principalmente las del género *Eisenia*. La más utilizada es la lombriz roja de California, pues facilita que el proceso se realice más rápidamente. El vermicompostaje puede desarrollarse en cualquier residencia particular, utilizando los residuos orgánicos generados en el entorno doméstico, fundamentalmente restos de naturaleza orgánica procedentes de restos vegetales frescos, es decir que no hayan sido cocinados.

Estas lombrices, a través de los tubos digestivos, y con la acción combinada de microorganismos transforman la materia orgánica en un producto llamado vermicomposta o

Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, Subdirección. de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Av Tecnológico S/N Col Periférico, Cd. Lerdo, Dgo. CP 35150. ¹
Efraín Vaquera González (evaquera@hotmail.com).

humus de lombriz. Éste es un tipo de composta con una mejor estructura y un mayor contenido de nutrientes. La presencia de este humus en los suelos garantiza la reserva de sustancias nutritivas para las plantas, favorece la absorción y retención del agua, facilita la circulación del aire, limita los cambios bruscos de temperatura y humedad, bloquea a muchos compuestos tóxicos y provee alimentos a incontables y minúsculos animales que son la base de la cadena alimenticia.

II. PARTE TÉCNICA

Uno de los factores más importantes para garantizar la rápida degradación de la materia orgánica en el proceso de compostaje es el tamaño de partícula, dicho esto, es lógico que se piense en un proceso de trituración mecánico de los materiales orgánicos para optimizar tiempos de composteo. La trituración es una operación unitaria cuyo propósito es producir partículas pequeñas a partir de unas más grandes, que permita la reactividad de los sólidos por medios mecánicos y se reduzca el volumen de partícula.

Para el diseño de la trituradora de desechos orgánicos para vermicomposta se realizaron las siguientes actividades.

- Cálculo y selección de transmisión y motor adecuados para máquina trituradora.
- Selección de bandas
- Selección de herramientas de corte adecuadas.
- Selección de materiales propuestos para la construcción de máquina trituradora.
- Diseño 3D de la máquina trituradora.

A. Cálculo y selección de transmisión y motor adecuados para máquina trituradora

Para el cálculo de la transmisión de la máquina trituradora se ha tomado la fórmula que permite elegir un par de poleas para reducir las revoluciones que dará el motor a las necesarias para la máquina trituradora. Dado que el motor acoplado a un motorreductor ofrece un máximo de 30 revoluciones por minuto y que las revoluciones propuestas para la maquina son 10 revoluciones en un minuto, se hace uso de la siguiente relación.

$$\frac{N}{n} = \frac{d}{D} \tag{1}$$

Dónde:

- N: revoluciones en polea conductora
- n: revoluciones en polea conducida
- D: diámetro de polea conductora
- d: diámetro de polea conducida

Por lo tanto, se aplica la fórmula para obtener que el par de poleas necesarias necesitan una relación de 3:1

$$\frac{30}{10} = \frac{d}{D} = i \tag{2}$$

I: relación entre diámetros de poleas

$$i = \frac{3}{1} = 3:1 \tag{3}$$

Por ende, si la polea en el motor mide 2 pulgadas de diámetro, la polea en la transmisión deberá ser de 6 pulgadas.

Así mismo, dado que, en la banda cruzada, la cual se usa para transmitir el movimiento entre los dos ejes de la maquina debe mantener la velocidad entre los ejes igual. Por esto se debe optar por usar poleas con el mismo diámetro.

$$\frac{10}{10} = 1:1 = i \tag{4}$$

En cuanto a los datos técnicos de la selección del motor y motorreductor que harán mover al sistema de transmisión se tiene los siguientes modelos.

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS DE MOTOR DE 1 HP

Potencia (HP/KW)	1.0 / 0.746
Factor de Servicio	1.15
Polos	4
Tensión (V)	127/220
RPM	1730
Corriente Nominal (A)	15.00/7.50
Eficiencia Nominal (%)	62.0
Factor de potencia (pu)	0.63
Torque (N*m)	4.08

TABLA 2

CARACTERÍSTICAS DE MOTORREDUCTOR

Ratio:1	60
Input RPM	1750
Output RPM	29.2
Input HP	0.967
Output HP	0.656
Output Torque (lb.-in.)	1418
Housing Construction	Cast Iron 800 Worm Gear Reducers
Overhung Load (lbs.)	1415
Reducer Type	Worm - Right Angle
Center Distance (in)	2.38
Input Style	Motorized, Quill Input
Frame Size	56
Output Orientation	D
Output Shaft Assembly	Solid Shaft

B. Selección de bandas

Para la selección de bandas se realizó el siguiente cálculo para determinar la longitud necesaria de la banda plana dado los diámetros de las poleas y la distancia entre los centros de estas. Se uso la formula

$$L=2c+\frac{\pi}{2}(D+d)+\frac{(d-D)^2}{4c} \tag{5}$$

Donde

L: longitud de la banda en mm

C: distancia entre centros mm

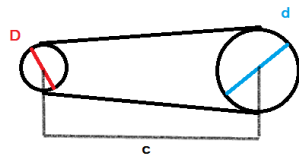


Figura 1. Nomenclatura de bandas

Por lo tanto, para los datos de la transmisión de fuerza principal (motor- transmisión) se tiene que:

$$L=2*500mm+\frac{\pi}{2}(50.8mm+152.4mm)+\frac{(152.4mm-50.8mm)^2}{4*500mm} \tag{6}$$

$$L= 1324.347mm$$

Con esto se sabe que la banda debe ser de aproximadamente 1.3 m.

Para la banda plana encargada de transmitir e invertir el sentido del giro de un eje al otro se usa la misma fórmula, pero con un pequeño cambio al final de la formula, además de usar las medidas de la sección donde se pondrán. (d=D=3", c = 214.45mm)

$$L=2*214.45mm+\frac{\pi}{2}(76.2mm+76.2mm)+\frac{(76.2mm+76.2mm)^2}{4*214.45mm} \tag{7}$$

$$L=695.365mm$$

Se necesitará una banda de 0.695 m en esta parte de la transmisión.

C. Selección de herramientas de corte adecuadas

Para la trituración de materia orgánica se necesitan de cuchillas o discos de corte los cuales sean capaces de triturar dichos residuos. El material idóneo para la manufactura de estos discos de corte es "Acero inoxidable AISI 304"

Las cuchillas serán colocadas en dos ejes con un diámetro de 51mm encontradas entre sí. Se contará con 5 elementos

de corte en cada eje. Las medidas de cada disco de corte se visualizan en el siguiente plano.

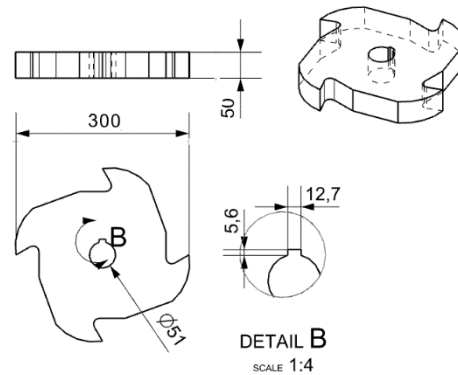


Figura 2 Discos de corte

D. Selección de materiales propuestos para la construcción de máquina trituradora.

- Discos de corte de acero inoxidable.
- Tapas protectoras de plástico (polipropileno, politereftalato).
- Placa de aluminio calibre 18.
- Tramos de PTR cuadrado de 1/8 de espesor.
- Poleas de acero (2", 6" y 3").
- Electrodo de soldadora.
- Tornillería.
- Cable calibre 10.
- Software NX 10.
- Ejes de transmisión de acero.

III. RESULTADOS

Dentro de los resultados esperados y gracias a los cálculos previamente desarrollados, así como a los materiales propuestos para el prototipo de diseño de una trituradora de vermicomposta, se obtuvo un diseño 3D de dicha máquina realizado en el software NX 10.0 de siemens, con todas las especificaciones ya detalladas, así como la unión de los diferentes elementos de máquinas.

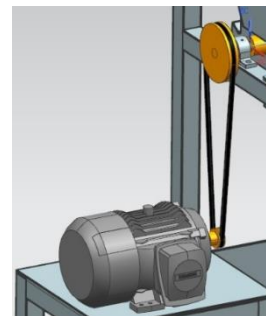


Figura 3. Banda principal

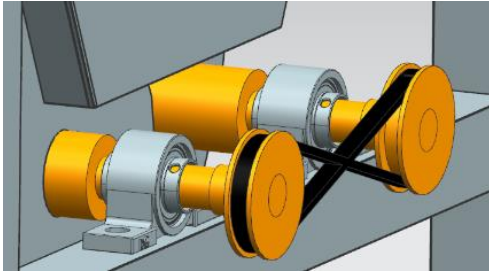


Figura 4. Bandas inversoras de giro

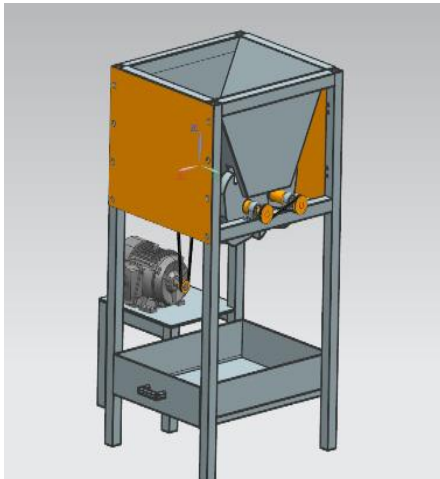


Figura 5. Tolva de máquina trituradora

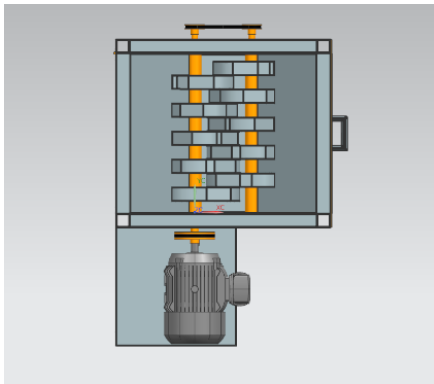


Figura 6. Discos de corte y motor

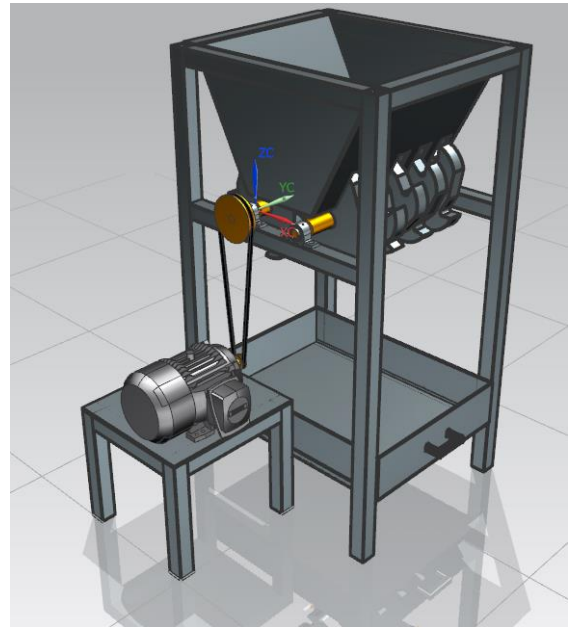


Figura 7. Máquina Trituradora de vermicomposta

IV. DISCUSIÓN, CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El aprovechamiento de los residuos orgánicos en el ITSL se ha vuelto un tema fundamental para promover la sustentabilidad en cuanto al uso de la vermicomposta como fertilizante orgánico. El aprovechamiento de estos residuos se facilita si existe una máquina trituradora que dé un tratamiento previo al alimento y que pueda ser aprovechado de manera más eficiente por las lombrices, evitando además la presencia de plagas que afecten la producción.

El diseño de la máquina resulta idóneo ya que se usaron los diseños de elementos de máquina adecuados, tales como bandas, poleas, inversores de giro y materiales acorde al tratamiento de materiales orgánicos, y se concluye que la posterior construcción y funcionamiento de la máquina resulta factible para que las partículas orgánicas sean trituradas mediante los discos de corte propuestos y diseñados en esta investigación.

Dentro de las recomendaciones que se hacen para trabajos posteriores, es pasar de una máquina de origen mecánico a una automatizada que funcione por medio de bandas transportadoras que trasladen el material a la tolva y una vez que el residuo ya triturado sea depositado en una cama con sensor de nivel que indique la cantidad óptima de residuos depositados, se activen una serie de actuadores neumáticos para la recolección de estos.

V. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México, campus Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, por proporcionar todos los recursos necesarios para la realización del presente trabajo, a través de la subdirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico del mismo instituto, al igual que a la División de Ingeniería En Sistemas Automotrices, Ingeniería Ambiental e Ingeniería Electromecánica.

VI. REFERENCIAS

- [1] Ambus, P., Kure, L. K. and Jensen, E. S. 2002. Gross N transformation rates after application of household compost or domestic sewage sludge to agricultural soil. *Agronomie*, 22: 723- 730.
- [2] Aquina Fajardo, L. (2011). *dialnet.uniroja.es*. Objeto de <https://dialnet.uniroja.es/descarga/articulo/5210328.pdf>
- [3] Cegarra, J. Compostaje de desechos orgánicos y criterios de calidad del Compost., 1996. En Memorias del curso master internacional de aprovechamiento de Residuos Orgánicos. Palmira.
- [4] Couto, I., Hernández, A., Sarabia, C., 2012. La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en Juárez: lecciones innovadoras para otros municipios. *Revista Pueblos y Fronteras digital*. 178-2019.
- [5] Góngora, J.P., El reciclaje en México. 2018. *Comercio Exterior*, 64: 2-5
- [6] Hernández Martínez, C., & Pinto Maquilón, E. 2007. *tangara.uis.edu.co*. <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2007/122733.pdf>
- [7] Hernández, J. Diseño de un prototipo de triturador de desechos orgánicos. 2015. Tesis para obtener título de Ingeniero Mecánico. UNAM.
- [8] Industrias I. (2018) (1st ed., pp. 25-26). Buenos Aires. Retrieved from http://materias.fi.uba.ar/7202/MaterialAlumnos/05_Apunte%20Triturador.pdf
- [9] López, Piedad & A Valencia, Pady. 2018. Recuperación De Nutrientes En Fase Sólida A Traves Del Compostaje.
- [10] Minería química. (2018) (1st ed., pp. 25-27). Madrir. Retrieved from <https://books.google.com.mx/books?id=29xW6aOhcXgC&pg=RA1PA25&dq=tipos+de+trituradoras&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjQkujo0qbZAhUX3GMKHapODaQQ6AEIKzAB#v=onepage&q&f=false>
- [11] Moreno, H., Quintana, M, Rivas, R. 2015., Máquina trituradora de desperdicios domésticos y la preservación del medio ambiente en las viviendas familiares, Facultad de Tecnología. *Revista Científica Educación, Tecnología e Innovación*. 27-35.
- [12] Niño, A. (2005). Tesis: “Compostación acelerada de la pollinaza mediante microorganismos aerobios para su utilización como abono orgánico”

VII. BIOGRAFÍA



Efraín Vaquera González nacido en Gómez Palacio Durango el 3 de octubre de 1989. Cuenta con un estudio de posgrado en Especialización en Ingeniería Mecatrónica realizado en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la ciudad Lerdo Durango, México. Así como una ingeniería en Tecnologías de manufactura Industrial.

El actualmente trabaja en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo localizado en la ciudad de Lerdo

Durango, México como Docente e investigador, teniendo como temas de interés el diseño industrial, la automatización y la mecatrónica. Él Ing. Vaquera fue campeón nacional del campeonato de Vex Robotics en el área de programación autónoma celebrado en la ciudad de Tapachula, Chiapas,

así mismo obtuvo el lugar 13 en el campeonato internacional Vex Robotics en la misma especialidad celebrado en la ciudad de Orlando Florida, EUA.



Vidaña Martínez, S. A. nació el 6 de junio en la Ciudad de Durango. Cursó estudios de Ingeniería Química y Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica el año 2003 en el Instituto Tecnológico de Durango, en la Ciudad de Durango, Dgo. Actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo, en Cd. Lerdo, Durango, México donde se desempeña como docente en la división de Ingeniería Ambiental.



Ing. Raymundo Adame Delgado, nacido en Durango Dgo. el día 04 de enero de 1973. Se graduó de la Ingeniería Industrial Mecánica, con especialidad en Térmica, en el Instituto Tecnológico de Durango. Estudio la Maestría en Educación en la Universidad Interamericana para el Desarrollo, en Gómez Palacio, Dgo. Él actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la carrera de Electromecánica, y en la Universidad Politécnica de Gómez Palacio en la especialidad de Ingeniería en Tecnologías de Manufactura. Ha participado en el desarrollo de los prototipos “Convertidor de energías”, “Ciclo Rankine”, “Protector Solar para Auto” y “Bobinadora de mínimo Error”. Líneas de Investigación de interés: Automatización y Procesos de Manufactura.



Jesús Manuel Mercado Gaytán nacido en Durango, Durango el 16 de mayo de 1997. Actualmente residiendo en la ciudad de Gómez Palacio, Durango. Él actualmente estudia en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la ciudad de Lerdo Durango, México, en la carrera de Electromecánica habiendo obtenido, hasta el momento, la beca al “Esfuerzo Académico” (promedio igual o mayor a 95) en 2 ocasiones y la beca a “La Excelencia Académica” (mayor promedio de su carrera) en 3 ocasiones. El estudiante ha participado en concursos internos como lo son el “ENEIT (Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica)” en los años 2017 y 2018.