

Diseño de una cribadora y deshidratadora automática

Luis Fernando Becerril Cruz

Alumno de Posgrado

febecr81@hotmail.com

Resumen

El diseño de la cribadora tiene como objetivo separar los componentes de la lombricomposta, de una forma eficiente y funcional; de tal manera que la actividad microbiana que se realiza en la composta no se vea alterada en parámetros fundamentales como lo son: la humedad y la temperatura. Los criterios en el diseño van enfocados a hacer más eficiente dicho proceso de clasificación en función de las características físicas de la lombricomposta (forma, tamaño, densidad) y de las características de diseño de la cribadora y del deshumidificador. Se realizó una simulación en un software para determinar el comportamiento del material a través de una criba en forma de banda transportadora pueda llevar a cabo la clasificación de los componentes de la lombricomposta.

Palabras Clave

Lombricomposta, Eficiencia del flujo granular, Cribadora.

Introducción

La producción agrícola en diversas partes del Estado de México se ha diversificado y las técnicas de producción con el paso del tiempo se han mejorado y sobre todo se han tecnificado los procesos lo que trae consigo un aumento en la cantidad y calidad de los cultivos.

En la zona norte del Estado de México, específicamente en el municipio de Ixtlahuaca la forma en que abonan los cultivos ya sean en las parcelas como en los invernaderos han cambiado en la última década, los fertilizantes orgánicos se han abierto paso debido a los alcances y el mejoramiento del suelo, aportan más nitrógeno y fósforo a las plantas, sin embargo la mineralización es menor con respecto a los fertilizantes químicos los cuales aún siguen siendo los principales nutrientes para los cultivos.

Sin embargo las técnicas para producir dicho abono aún se llevan a cabo de manera artesanal y manual, por lo que sus producciones son a una escala pequeña y rústica. La utilización de

abono orgánico es una ecotécnica lo cual tiene la característica de ser sustentable y amigable con el medio ambiente.

La tecnificación y la automatización de los procesos tienen como consecuencia un incremento en la productividad en la optimización de los recursos y sobre todo en la factibilidad de producción de este tipo de abono orgánico

El objetivo general es diseñar una cribadora y deshidratadora para separar el abono de la lombriz, huevecillos y mantener la actividad microbiana en las condiciones adecuadas de humedad y temperatura.

Fundamentos

El compost es la cantidad de materia orgánica que esta sobre el suelo y sobre la cual crecen microorganismos aeróbicos (requieren oxígeno) provocando la descomposición de materia orgánica. El compost es la fuente de nutrientes para las plantas y aporta la cantidad necesaria de nitrógeno para una agricultura más sustentable

El proceso de composta es una de las técnicas de cultivo más antigua dado que se produce naturalmente, y en los años recientes han surgido técnicas para acelerar dicho proceso. Algunos beneficios del proceso de composta es el manejo de los desechos orgánicos (estiércol, fruta, materia orgánica) es que después de la descomposición se reduce el volumen entre un 30% y 50%.

El cribado es el proceso de clasificación de partículas según su tamaño.

Factores que afectan el cribado en húmedo

Tasa de alimentación. La capacidad de una máquina de cribado se define como la velocidad de alimentación óptima para satisfacer las especificaciones de los productos deseados. Normalmente expresada como flujo de masa seca de alimentación, es uno de los factores más críticos que afectan el rendimiento de la criba.

Densidad. Las partículas de tamaño insuficiente son transportadas a través de las aberturas de la pantalla por el fluido y por lo tanto, la fracción de volumen de fluido afectará la eficiencia de la criba.

Distribución por tamaño. La distribución del tamaño del material alimentado a una criba es uno de los factores más importantes que afectan tanto a la capacidad y el rendimiento de una máquina de cribado en húmedo. Las partículas de gran tamaño deben ser transportados fuera de la criba y la capacidad generalmente disminuye a medida que aumenta la cantidad de partículas de gran tamaño.

Modelo matemático de una cribadora

La teoría cinética de los materiales cribados está basada en la distribución de tamaños de partículas acumuladas, en donde los parámetros más importantes a calcular son la capacidad y la eficiencia de la criba.

Capacidad de la cribadora

$$Q = 3600hBv\gamma \quad \Delta_x = (A \cos \beta) 2\pi^2 i_D^2 \frac{1}{D} (1 + \tan \alpha \tan \beta) \quad (2)$$

$$h = nh_i = \left[1 + \frac{\ln \frac{D_n}{D}}{\ln \frac{1-\gamma}{2}} \right] \sum_{d_{\min}}^{d_{\max}} \alpha(d)d \quad (1)$$

La velocidad promedio del material es

$$v = \frac{\Delta_x \omega}{2\pi \left(\left[\frac{\varphi_z}{2\pi} \right] - \left[\frac{\varphi_0}{2\pi} \right] + 1 \right)} \quad (4)$$

Eficiencia de la criba

$$\eta_s = \frac{\sum_{x=0}^{d_g/a} a_x \left[1 - \left(1 - \frac{a-d+\varphi b}{a+b} \right)^n \right]}{\sum_{x=0}^{d_g/a} a_x} \quad (3)$$

Probabilidad de que el material penetre la criba

$$C_{x_0} = \frac{(a-d+\varphi b) * L \cos(\theta + \alpha)}{(a+b) * L \cos(\theta + \alpha)} = \frac{a-d+\varphi b}{a+b} \quad (5)$$

Probabilidad de que todo el material penetre la criba es

$$C = 1 - (1 - C_{x_0})^n \quad (6)$$

Donde:

a=Espacio entre los hilos de la criba

b=Diámetro del hilo de la criba

L=Longitud de la criba

N=Numero de cribas

A=Amplitud de la criba

Superficies de cribado

La forma y los materiales con que se construyen las superficies de cribado son muy variados y son muchos los factores que intervienen para tener un rendimiento adecuado de la cribadora, los cuales interactúan entre sí para generar un producto con las características deseadas. Estos factores son los siguientes:

1. Características del producto

- Tamaño y distribución de la partícula
- Distribución y forma geométrica de las partículas
- Contenido de humedad en el producto
- Coeficiente de fricción
- Temperatura del material

2. Características de la criba

- Diseño de la criba
- Tipo de criba
- Forma geométrica de los orificios
- Relación entre el diámetro de la malla y las características físicas del material
- El grosor de la criba
- Movimiento de la criba
- Probabilidad de material cribado de acuerdo al tipo de vibración

3. Características de operación

- Recorrido que realiza el material por la criba
- Dirección del flujo del producto
- Frecuencia y forma en que se produce la vibración
- Angulo de la cribadora
- Velocidad del flujo en la cribadora
- Características de cribado del material húmedo o seco

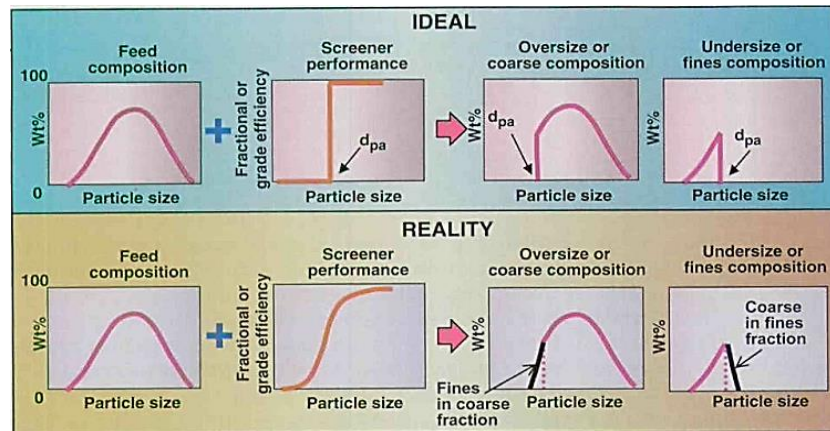


Fig.1 Comparativo de las características de operación de la criba

Otro factor que se debe considerar es desde el punto de vista probabilístico, es decir, una partícula de tamaño insuficiente sí cae y su centro se encuentra dentro del orificio 5-6-7-8 dicho orificio se reducirá. Si su centro se encuentra en la frontera de la reducción agujero o sobre la parte sólida de la malla que se refleja, como lo muestran los círculos que están en blanco en la figura que se muestra a continuación son agujeros que se utilizan para ajustar el tamaño de $2w$ de las aberturas de la malla.

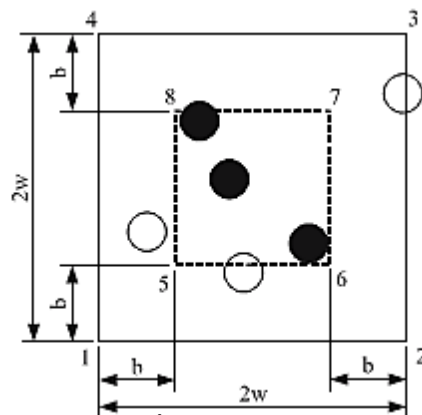


Fig.2 Análisis de las partículas sobre una criba

La vibración de la cribadora afectara en el rendimiento en el momento de clasificar el material y se tendrá que analizar la frecuencia con la que estará desplazando para determinar que elemento motriz le transmitirá el movimiento centrifugo.

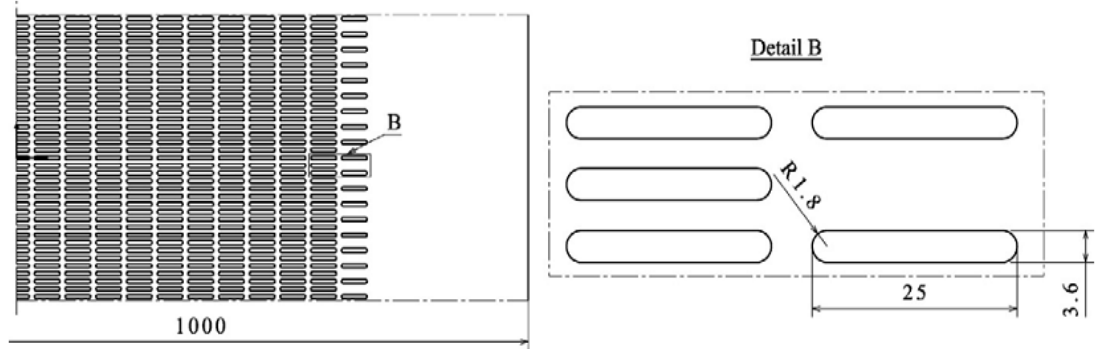


Fig.3 Geometría de los orificios de la criba

Se realiza un análisis dinámico debido a las vibraciones para determinar la cantidad de material que se cribara ante la vibración que provoca el elemento centrifugo, no se tiene la posibilidad de medir la cantidad exacta es por ello que analizaremos como afecta la vibración a una placa sólida, dado que desde el punto de vista de esfuerzos y deformaciones, será la misma en la criba que en la placa sólida. La ecuación diferencial de la vibración natural de una placa solida está dada por la siguiente ecuación:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + \frac{D}{\rho h} \nabla^4 w = 0 \quad (7)$$

Dónde:

ρ = es la densidad,

h = es el espesor de la placa,

D = es la rigidez a la flexión de la placa

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} \quad (8)$$

Dónde:

E=Modulo de elasticidad de Young

ν =relación de Poisson

Deshumidificador

La deshidratación de los sólidos es una operación de separación, comúnmente de agua que se puede hacer de dos formas: de manera mecánica mediante prensas o centrífugas, o de modo térmico mediante la evaporación, donde se utilizarían fuentes de calor que tienen un costo adicional de generación, por lo que la primera resulta más barata.

El siguiente diagrama se muestra un sistema deshumidificador en el que se debe mantener un humedad entre el 40% y 60% de humedad. Contiene un mecanismo para enviar aguas abajo del serpentín del evaporador eliminando la humedad de la corriente de aire en un estado de vapor. El mecanismo desecante se opera con dos corrientes de aire separadas.

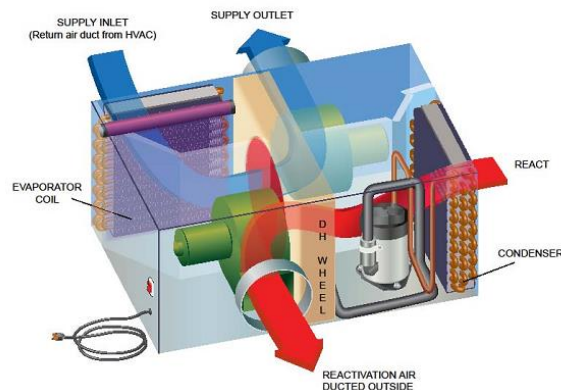


Fig.4 Esquema operativo de un deshumidificador con evaporador

Procedimientos

En función de los parámetros establecidos para determinar las medidas de la luz de la malla, se utilizó el software Helix Chute Design, para simular el comportamiento que tienen las partículas; las dimensiones de la malla se determinaron en base a la capacidad de la criba y la velocidad promedio del material.

Resultados

Los resultados que nos arroja el software Helix Chute Design nos permitirá comparar los cálculos realizados teóricamente con los obtenidos en dicho software.

Tabla 1. Resultados del análisis en el software Helix Chute Design

22/10/2014 Helix DEM Particle Velocity & Position Report Page										
Helix Technologies Pty Ltd										
Project	Demo Chute Design			Client	ABC Mining					
Project No.	P09123			Prepared By	P Burrow					
Description	Demonstration Chute Rockbox, Impact Plate, 2 feeds			Design Date	09 octubre 2006					
i	No	Mass	Radius	Time	Vel.	Velocity			Position	
						Vx	Vy	Vz	x	y
0	0	4,18	0,100	0,11	0,93	0,00	0,00	-0,93	-4,862	0,329
1	1	4,18	0,100	0,11	0,83	0,00	0,00	-0,83	-3,585	0,133
2	3	4,18	0,100	0,11	0,74	0,00	0,00	-0,74	-4,949	0,215
3	4	4,18	0,100	0,11	0,64	0,00	0,00	-0,64	-4,800	-0,008
4	5	4,18	0,100	0,11	0,54	0,00	0,00	-0,54	-3,559	0,225
5	6	4,18	0,100	0,11	0,44	0,00	0,00	-0,44	-5,431	-0,048
6	7	4,18	0,100	0,11	0,34	0,00	0,00	-0,34	-3,918	-0,112
7	8	4,18	0,100	0,11	0,25	0,00	0,00	-0,25	-4,188	0,364
8	9	4,18	0,100	0,11	0,15	0,00	0,00	-0,15	-4,644	0,267
9	10	4,18	0,100	0,11	0,05	0,00	0,00	-0,05	-5,074	0,121
10	0	4,18	0,100	0,115	0,98	0,00	0,00	-0,98	-4,862	0,329
11	1	4,18	0,100	0,115	0,88	0,00	0,00	-0,88	-3,585	0,133
12	3	4,18	0,100	0,115	0,78	0,00	0,00	-0,78	-4,949	0,215

Conclusiones

La eficiencia del cribado y el control de los parámetros de humedad y temperatura dependen del diseño de la criba y de las características de la composta. El análisis de velocidad del flujo del material que pasa a través de la criba y el cálculo de las dimensiones, la forma geométrica de la luz de la malla, el tamaño y la forma de las partículas son parámetros determinantes en la eficiencia de la clasificación de los materiales. La forma cuadrada de la luz de la malla es la opción más adecuada porque permite la separación de las lombrices, los huevecillos y la composta; mientras que la actividad microbiana se mantiene en condiciones óptimas con el deshumidificador, ya que tiene el principio de funcionamiento de que permite que no se pierda toda la humedad conservándola en un 40% y conservando la temperatura del interior.

Referencias Bibliográficas

- [1] S. Kalantari , M. M. Ardalan , H. A. Alikhani & M. Shorafa Comparison of Compost and Vermicompost of Yard Leaf Manure and Inorganic Fertilizer on Yield of Corn, Communications in Soil Science and Plant Analysis,2011, 42:2. Soil Science Department , Tehran University , Tehran, Iran
- [2] Valine Steven B, Wennen James E. Fine Screening in Mineral Processing Operations Society for Mining, Metallurgy and Exploration, 2002.
- [3] Meinel, A, The fundamentals of classifying dif_ cult-to-screen materials, *Aufbereitungs Technik*, 1999, 40:7.
- [4] Ogawa R. Reducing Mining Environmental Impact – Through Innovative Vibrating Screen Technology (The Illawarra Branch of the Australasian Institute of Mining and Metallurgy), 2010.
- [5] P. Wodzinski . Screening of Fine Granular Material, Coal Preparation Faculty of Process and Environmental Engineering, Department of Process Equipment, Group of Granular Material Classification , Technical University of Lodz , Lodz, Poland,2003, 23:4, 185-213.
- [6] Henk G. Merkus, Particle Size Measurements Fundamentals, Practice, Quality. The Netherlands: Springer Science,2009. 529p. Particle Technology Series. ISBN: 978-1-4020-9015-8.
- [7] Residential and Light Commercial Desiccant Dehumidifier Warranty Safety Installation Operation Maintenance Operating Manual. Munters. February 2013