



Diseño y fabricación de un molino de granos de cosecha (MOLITEC)

Gabriel Sauza Salinas, Ignacio Cedillo Villagrán, Nancy Guadalupe Torres Nieto, Andrea Deyanira Reyes Gutiérrez

RESUMEN

La presente investigación muestra el desarrollo de un molino para granos de cosecha como lo son el café, maíz y trigo generando una molienda que permite una extracción eficiente y de calidad, conservando así, todas sus características de su sabor, satisfaciendo las necesidades de las pequeñas y medianas empresas. El molino de granos es una máquina mexicana que emplea, materiales de grado alimenticio como lo es el acero inoxidable T-304, brindando seguridad al operador, reduciendo la fatiga, e inclusive aumentando la productividad. El objetivo que se planteó fue; diseñar y fabricar un molino para granos de cosecha que sea eficiente a manera de satisfacer las necesidades de las Pymes productoras de grano. Pudiendo ofrecer al mercado meta, un molino de bajo costo a comparación de los que se encuentran hoy en el mercado, que les permita un aumento en sus ventas y utilidades para ellos, así como una reducción en costos de mantenimiento con base en los criterios de diseño establecidos, permitiendo una vida extensa a la máquina basándose en la normatividad. Los productores, al no contar con un molino se ven obligados a reducir el costo de venta de su producto.

ABSTRACT

The present investigation shows the development of a mill for harvested grains such as coffee, corn and wheat, generating a grinding that allows an efficient and quality extraction, thus preserving all its flavor characteristics, satisfying the needs of small and medium-sized companies. The grain mill is a Mexican machine that uses food grade materials such as stainless steel T-304, providing safety to the operator, reducing fatigue, and even increasing productivity. The objective was to design and manufacture an efficient grain mill to satisfy the needs of small and medium-sized grain producers. Being able to offer to the target market, a low cost mill compared to those currently in the market, allowing them an increase in sales and profits for them, as well as a reduction in maintenance costs based on the established design criteria, allowing an extended life to the machine based on the regulations. The producers, not having a mill, are forced to reduce the cost of sale of their product.

Palabras claves: Máquina; Eficiencia; Granulometría; Molienda; Agroindustrial.

INTRODUCCIÓN

El Sistema Alimentario trasciende derivado de cambios donde el consumo de alimentos determina la forma de producción agroalimentaria. La Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) resalta que “en la comercialización de granos básicos pueden identificarse distintos canales de distribución que siguen estos productos, desde el productor hasta el consumidor, lo que demuestra que el ciclo de flujo es complejo, y por lo tanto encarece su comercialización”. El valor económico, alimenticio, agrícola e industrial de los granos demanda cuidados especiales en el almacén para conservar su calidad, pero cuya composición sigue vigente para 2020.

En México se consideran como granos básicos a aquellos alimentos imprescindibles en la dieta diaria, los cuales son el maíz, el frijol, el trigo y el arroz; tales productos son grandes contribuyentes a la seguridad alimentaria. México cuenta con un territorio de 196 millones de hectáreas, de éstas, 24.6 millones son utilizadas para la agricultura; durante el ciclo agrícola 2018, 29.9 por ciento se destinaba para maíz, 2.2 por ciento para trigo. El Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) registra la participación de 5.9 millones de personas en la preparación y cosecha de la tierra, de los cuales cerca del 50 por ciento son productores de maíz, menos de 10 por ciento de frijol y menos de 2 por ciento de trigo y arroz.

A nivel nacional la producción de granos y carnes es de suma importancia ya que el consumo de estos productos se presenta en todos los hogares, independientemente del nivel de ingreso [1].

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

Dentro de nuestro país hay gran población dedicada a la producción y venta de café y otros granos, los precios del mercado y la calidad de la cosecha son impredecibles, muchos productores venden su producto a un bajo costo a las grandes empresas.

El presente proyecto se propone diseñar y fabricar una máquina empleada para un mejor método de preparamiento, procesamiento y triturado de granos de cosecha y así obtener una extracción de calidad.

A través de esta máquina se ayudaría a que los productores puedan moler su propio grano y no venderlo a las grandes empresas a un bajo costo, con este molino se obtendrán más ganancias ya que los

TecNM - Instituto Tecnológico de Tlalnepantla, Departamento de Metal-Mecánica, gabriel.ss@tlalnepantla.tecnm.mx, Ingeniero Mecánico, Electromecánico, Maestra en Tecnologías de la información y Administración.





productores pueden sacar a la venta su producto sin tener que negociar tanto su precio.

OBJETIVO

Diseñar y fabricar un molino para granos de cosecha que sea eficiente a manera de satisfacer las necesidades de las Pymes productoras de granos de cosecha.

REFERENTES TEÓRICOS

Molino manual / Historia

El Molino manual se usó en la antigüedad para obtener la harina para el pan diario y para la molienda del maíz, lo cual trajo su desarrollo; en Inglaterra, en los años 1800, se hicieron grandes Molinos manuales de manivela; el siguiente paso entonces, fue la fabricación de un modelo de mesa, ya que, hasta entonces, los Moledores eran artefactos de piso, por su peso.

La revolución industrial trajo entonces también sus debidos aportes, primero con una máquina para refinar la pasta del cacao y mezclarla con azúcar, en el año 1802.

Es así como en el año de 1897, la compañía norteamericana "Landers, Frary & Clark" desarrolló el conocido Molino de Granos en hierro fundido, el cual patentó 11 años después, en 1908. Este fue un modelo manual que dio origen a muchos de sus descendientes para otras aplicaciones, como los molinos de carnes, frutas, verduras y otros especializados para harinas. Este fue un modelo manual que dio origen a muchos de sus descendientes para otras aplicaciones, como los molinos de carnes, frutas, verduras y otros especializados para harinas [2].

Molino de café / Historia

Lamentablemente, al igual que sucede con muchos otros inventos de la humanidad, no se conoce quién es el inventor del molinillo. Pero fue hacia el año 1687, sin que conozcamos el nombre del ingenioso inventor del molinillo de mano, cuando éste se convirtió en fiel colaborador del ama de casa. Gracias a este ingenio, pudo difundirse el consumo de una bebida como el café, muy exótica todavía a finales del XVII.

Se trataba de un artilugio tosco hecho de complicados engranajes, y que molía de forma tan desigual que entre los restos o cibera que se colaban escapaban a menudo incluso granos enteros [3].

Los primeros molinos eléctricos para *expresso* fueron los de la dosificación manual que aún hoy en día existen pero que presentan grandes limitaciones a la hora de preparar café de altísima calidad por lo que el estándar de la industria poco a poco se dirige hacia los molinos automáticos [4].

METODOLOGÍA

Las actividades realizadas en el diseño y fabricación del molino para granos de cosecha son las siguientes:

1. Estudio de mercado. Las actividades se iniciaron a partir de la información que el estudio pueda ofrecer. Esta contiene el análisis

de las necesidades de dicho mercado, la magnitud de este, su ubicación geográfica y algunas otras características. Además, da una idea clara del precio que dichos usuarios o consumidores pueden pagar por el producto, que permita establecer si es viable en el mercado.

2. Características del producto. Se traducen las necesidades del mercado a características generales del producto satisfactor, estableciendo los criterios de diseño, especificaciones y restricciones.

3. Dibujos previos. Se plasmaron en un bosquejo la mejor solución posible que muestra las formas y elementos del molino que den respuesta a los criterios de diseño establecidos.

4. Esquemas. Se utilizaron símbolos normalizados para la representación de la interacción de los elementos y mecanismos del molino que actúan en la transmisión de movimientos a través de sus sistemas que lo conforman.

5. Cálculos. Se emplearon los procedimientos y técnicas para determinar la geometría, materiales y dimensiones de todos los componentes del molino.

6. Dibujos de estudio. Se realizó el ensamble de todos los componentes, afín de detectar errores o faltantes en los elementos de máquina anteriormente calculados.

7. Prototipo. Consistió en la fabricación del molino utilizando diferentes procesos de manufactura tales como soldadura, corte, doblado y maquinados.

8. Pruebas de funcionamiento. Se realizó un programa de pruebas que permitieron satisfacer plenamente lo especificado inicialmente: voltaje de alimentación, velocidad, consumo de energía, vibración, capacidad de producción. En caso de que alguna prueba resultara insatisfactoria se ejecutan los ajustes y modificaciones pertinentes.

9. Dibujos a detalle. Se definió cada una de las piezas que forman el producto (estructura, poleas, motor eléctrico, bandas, controles, etc.) estableciendo sus formas geométricas, dimensiones nominales, tolerancias, material del cual está fabricada la pieza, tratamientos en su caso y acabados en su caso para cada pieza.

10. Dibujos de conjunto. Se plasmo la relación física que guardan las piezas que lo integran, la identificación con números o letras de cada una de las piezas que forman el sistema y se muestra el número de ellas que intervienen en cada conjunto.

11. Manual de usuario. Se aseguro el buen funcionamiento de la máquina con un manual que contiene toda la información necesaria para que el usuario la pueda operar sin problema alguno.



12. Estudio económico. Se llevo a cabo el presupuesto de los ingresos y egresos en la elaboración de la máquina para conocer el costo de fabricación estándar.

RESULTADOS

1. Estudio de mercado

Con este estudio se evaluó si el producto es viable en el mercado enfocándolo a las Pymes ubicadas en la CDMX y el Estado de México, utilizando como herramienta la encuesta con una serie de preguntas cerradas. Se calculó el número de encuestas a realizar utilizando la ecuación para calcular el tamaño de muestra para poblaciones finitas, dándonos como resultado una muestra de 100 Pymes.

Se muestra a continuación el resultado de la pregunta más significativa:

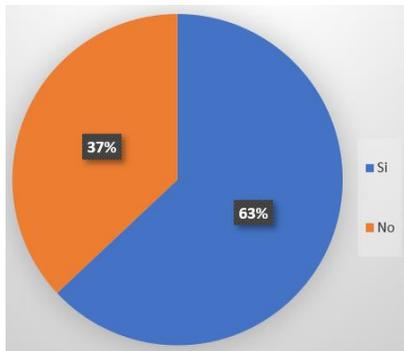


Figura 1. Resultado de encuesta ¿Le gustaría tener un molino para granos en su negocio? (Gráfica realizada por los autores).

Con base a los resultados se concluye que el molino para granos es viable para las Pymes ya que el 63 % de los encuestados estaría dispuestos a invertir en un molino para granos.

2. Características del producto

Criterios de diseño:

- Fácil operación.
- Económica.
- Mantenimiento no invasivo.
- Segura.
- Diseño compacto.

Tamaño:

- Largo: 64 cm.
- Ancho: 71 cm.
- Altura: 148 cm.

Capacidad de molienda: aproximadamente 35 kg/h.

3. Dibujos previos

Se muestra la solución en un dibujo ilustrando las formas y elementos del molino para granos de cosecha, dando respuesta a los criterios de diseño antes citados (Figuras 2 y 3).

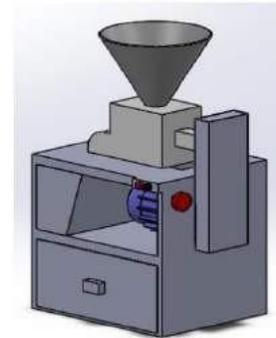


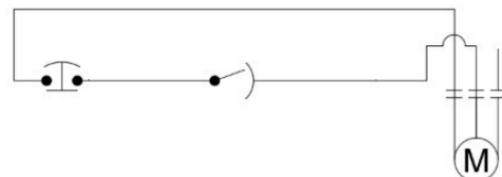
Figura 2. Vista en isométrica (Diseño realizado por los autores).



Figura 3. Vista posterior, inferior y frontal (Diseños realizado por los autores).

4. Esquemas

Los esquemas necesarios para la operación funcional del molino (Figura 4 y 5) son:





Simbología	Descripción
	Motor Trifásico.
	Switch selector.
	Interruptor paro de emergencia.

Figura 4. Esquema eléctrico (Esquema realizado por los autores).

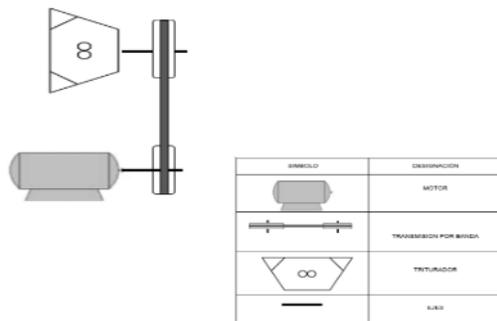


Figura 5. Esquema cinemático (Esquema realizado por los autores).

5. Cálculos [4]

Se realizaron diferentes cálculos de los diversos componentes de la máquina los cuales fueron: Potencia del motor, estructura, transmisión por banda, rodamientos, tornillos y componentes eléctricos. (Figura 6).



Figura 6. Cálculo y selección de elementos normalizados (Fotografías tomadas por los autores).

6. Dibujos de estudio

Se muestran los dibujos que nos permiten visualizar la integración de todos los elementos (Figura 7 y 8).

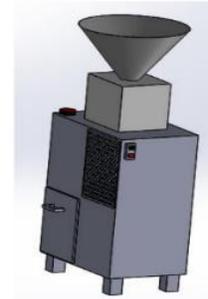


Figura 7. Vista isométrica (Diseño realizado por los autores).

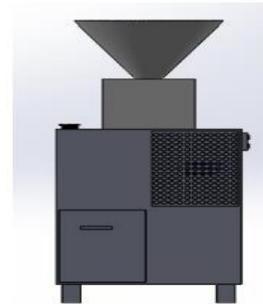


Figura 8. Vista frontal (Diseño realizado por los autores).

7. Prototipo

Se muestran las fotografías que nos permiten apreciar el ensamble de los componentes que conforman el molino de granos de cosecha (Figura 9).



Figura 9. Vista frontal, lateral y trasera del prototipo (Fotografía tomada por los autores).



8. Pruebas de funcionamiento

Las pruebas realizadas al molino de granos de cosecha permiten verificar las características del producto antes planteadas y cumplir con la norma para molinos mezcladores NMX-O-122-1976 [6].

8.1. Prueba de tensión de alimentación.

Se procede abriendo la carcasa de la botonera, se localizan las terminales y se coloca una punta del multímetro una en cada línea, posteriormente se enciende el voltímetro y se activa la botonera para que pase corriente y se verifica en el voltímetro el valor obtenido. El consumo de energía es de 123.2 V., lo cual quiere decir que está dentro del rango de lo establecido en la norma para molinos mezcladores NMX-O-122-1976 que indica que el motor debe operar a una tensión monofásica de 120 V. de C.A. con una tolerancia de +/-10 (Figura 10) [6].



Figura 10. Prueba de tensión de alimentación (Fotografía tomada por los autores).

8.2. Prueba de limpieza.

Se realizó la limpieza utilizando líquidos satinados para la desinfección de todos los elementos que están en contacto directo con los granos de cosecha y así prolongar la vida útil de la máquina, asegurando una calidad óptima de los alimentos frente a influencias químicas garantizando la higiene. (Figura 11).



Figura 11. Prueba de limpieza (Fotografía tomada por los autores).

8.4. Prueba de capacidad de producción.

Se coloca el grano a moler dentro de la tolva, una vez colocado el grano se enciende el motor para hacer funcionar el molino a su máxima velocidad, esperar a que el grano molido se deposite dentro del cajón. La máquina tiene una capacidad de producción de 43.9 kg/h (Figura 12).



Figura 12. Prueba de capacidad de producción (Fotografía tomada por los autores).

9. Dibujos de detalle

A continuación, se muestran el dibujo de la estructura del molino de granos de cosecha (Figura 13).

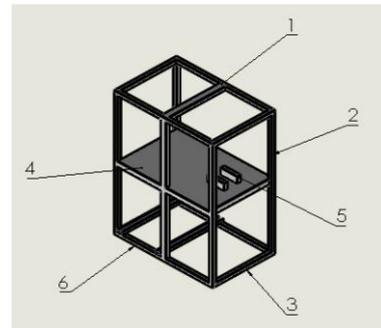


Figura 13. Estructura de la máquina (Diseño realizado por los autores).

10. Dibujos de conjunto

Se muestra un dibujo que muestra todos los componentes del molino de granos de cosecha (Figura 14) (Tabla 1).

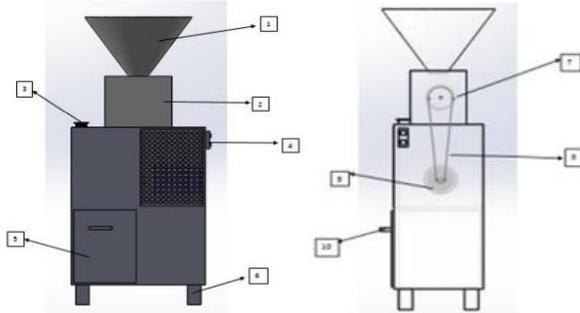


Figura 16. Conjunto de componentes (Diseño realizado por los autores).

Tabla 1. Componentes del molino de grano de cosecha.

Número de Pieza	Descripción
1	Tolva
2	Cajón de seguridad
3	Paro de emergencia
4	Botonera
5	Cajón de almacén
6	Patatas de máquina
7	Polea de molino
8	Banda
9	Polea de motor
10	Manija de cajón
11	Molino

DISCUSIÓN

Se ofrece a la agroindustria un molino para granos de cosecha que acelera el molido de los granos mediante tecnología nacional que permite el aumento de la producción, reducción de tiempo de producción, siendo seguro eficiente, económico e innovador basándose su diseño hacia las Pymes, teniendo como finalidad ser productivo y cumpla con la demanda de los clientes, reduciendo los costos de mantenimiento, permitiendo una larga vida de la máquina basándose en normatividades de los materiales de acero de grado alimenticio en comparación con los que se venden en el mercado.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados que se obtuvieron se concluye que el molino para granos de cosecha es un producto viable y de calidad, mismo que ayudara a los productores de granos a incrementar su producción con una inversión mínima esto debido a que el costo de fabricación estándar obtenido garantiza que el precio de venta de nuestro molino está por debajo de los que se encuentran en el mercado, además de que el molino es un producto innovador que garantiza un buen molido de granos con una capacidad de producción de 43.9 kg/h. Con lo descrito anteriormente podemos asegurar que el molino para granos de cosecha es un desarrollo tecnológico que busca atender principalmente las necesidades de los productores de granos. Como trabajo a corto plazo se buscará

ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial la búsqueda de los formatos de fondo y forma para la obtención de un registro como modelo de utilidad o patente según sea el caso [7].

REFERENCIAS

- [1] CEDRSSA, “Distribución de granos básicos: lugar de adquisición o compra”, [cedrssa.gob.mx](http://www.cedrssa.gob.mx), mayo 2022. Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/6Distribucio%CC%81n_granos_ba%CC%81sicos.pdf.
- [2] J. A. Ossa Cataño, Molido a golpes, ICONOFACTO, vol. 5, n° 6, pp 51-68, diciembre 2009.
- [3] CurioSfera, “Historia del molinillo de café”, CurioSfera-Historia.com, marzo 2020. [En línea]. Disponible en: <https://curiosfera-historia.com/historia-molinillo-cafe-origen-inventor/>.
- [4] Fabiola Solano J. “Caracterizando el molino para café”, Soy Barista, 05-06-2022. Disponible en: <https://www.soybarista.com/caracterizando-el-molino-para-cafe>.
- [5] R. G. Budynas y J. K. Nisbett, Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. México: Mc Graw Hill.
- [6] “Molinos Mezcladores-Trituradores Industriales”, Norma Mexicana NMX-O-122-1976.
- [7] "Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial | Gobierno | gov.mx". El portal del gobierno. | gov.mx. <https://www.gob.mx/impi>.

INFORMACIÓN ACADEMICA

Ing. Gabriel Sauza Salinas: Catedrático y jefe de laboratorio de manufactura básica en el TecNM – Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.

Ing. Ignacio Cedillo Villagrán: Catedrático en el TecNM – Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.

M.G.T.I. Nancy Guadalupe Torres Nieto: Catedrática en el TecNM – Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.

M.E. Andrea Deyanira Reyes Gutiérrez: Catedrática en el TecNM – Instituto Tecnológico de Tlalnepantla.