
DISEÑO DE UNA MAQUINA DESGRANADORA DE MAÍZ

Hernández Corona, José Luis

Universidad Tecnológica de Tlaxcala
Huamantla, Tlaxcala, México
coronaluis@uttlaxcala.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9209-9287>

Sánchez López, Pablo

Universidad Tecnológica de Tlaxcala
Huamantla, Tlaxcala, México
pablo.sanchez@uttlaxcala.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0882-8342>

Vázquez Tapia, Esmeralda

Universidad Tecnológica de Tlaxcala
Huamantla, Tlaxcala, México
lic.estapia@uttlaxcala.edu.mx
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9372-6890>

Hernández Trinidad, Juan Carlos

Universidad Tecnológica de Tlaxcala
Huamantla, Tlaxcala, México
jh3314516@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1090-9580>

RESUMEN

En el presente trabajo se presenta los resultados obtenidos al diseñar y construir una maquina desgranadora de maíz, con características mecánicas que permitan obtener un maíz limpio y entero. Se analizan las variedades de maíz de la región Norte del Estado de Tlaxcala, para determinar el maíz que cumple con las características idóneas para ser desgranado por la máquina propuesta, siendo estas: maíz semiduro y duro. La viabilidad de la tecnificación de la agricultura juega un papel de gran importancia por la demanda existente en la alimentación de la gente. La seguridad alimentaria regional y nacional, dependen de diversos factores como el clima, los apoyos al campo, el fortalecimiento de la investigación y el desarrollo para la mejora incesante de todos los aspectos de los sistemas de producción que son utilizados por los agricultores. Crear y adoptar mejoras tecnológicas se ha vuelto un requisito fundamental para que los productores de maíz, sean más competitivos. Al lograr una tecnificación la eficiencia productiva es mejor, logrando resultados en menor tiempo, con menor esfuerzo. El desgranado tecnificado se realiza para volúmenes grandes a corto tiempo, aplicando una transmisión por motor eléctrico, a partir de esto se obtiene la capacidad de producción, que es el torque que genera el motor al sistema de transmisión. Se aplican modelados computacionales por elemento finito con aplicación de SolidWorks y cálculos matemáticos para la transmisión y fuerza de desgranado. El sistema de golpeteo está calculado para diez elementos de impacto por hilera, obteniendo un maíz de buena calidad.

Palabras clave: agricultura, desgranadora, maíz, modelado, transmisión.

ABSTRACT

This work presents the results obtained when designing and building a corn shelling machine, with mechanical characteristics that allow obtaining clean and whole corn. The varieties of corn from the Northern region of the State of Tlaxcala are analyzed to determine the corn that meets the ideal characteristics to be shelled by the proposed machine, these being: semi-hard and hard corn. The viability of the modernization of agriculture plays a role of great importance due to the existing demand for feeding people. Regional and national food security depends on various factors such as climate, field support, strengthening research and development for the constant improvement of all aspects of the production systems used by farmers. Creating and adopting technological improvements has become a fundamental requirement for corn producers to be more competitive. By achieving modernization, productive efficiency is better, achieving results in less time, with less effort. The technical shelling is carried out for large volumes in a short time, applying an electric motor transmission, from this the production capacity is obtained, which is the torque generated by the motor to the transmission system. Computational finite element modeling is applied with the application of SolidWorks and mathematical calculations for transmission and shelling force. The tapping system is calculated for ten impact elements per row, obtaining good quality corn.

Keywords: agriculture, corn, modeling, shelling machine, transmission.

1. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la agricultura se han buscado mejoras tecnológica para que se produzca más en el menor tiempo posible, se parte de observación, mejorando las técnicas del desgranado, inicialmente estas técnicas de desgranado eran manuales, utilizando la fuerza de los dedos, esta técnica para grandes volúmenes de producción no eran convenientes, porque se requería de varias personas y un tiempo prolongado, la técnica mecanizada aplica al uso de la fuerza con diversos implementos para lograr una producción de desgranado, para grandes volúmenes, pero es muy tardada. En años recientes se ha buscado la tecnificación con aplicación de máquinas movidas por motores de combustión o motores eléctricos.

El desarrollo propuesto está diseñado para la aplicación de un motor eléctrico como fuerza motriz, con transmisión por bandas y poleas, elevando con esto la capacidad de producción, por el torque que genera el motor y el sistema de golpeteo se diseñó y modelo con aplicación de modelado computacional Solidworks por elemento finito para predicción de vida de los materiales aplicados al golpeteo, para obtención de maíz completo o entero, de buena calidad.

2. MARCO CONCEPTUAL

El maíz se originó en el sur de México y se extendió a otras partes de América conocidas como Mesoamérica. Hoy en día no hay duda de que el maíz se originó en América, Garrison Wilkes (1988).

La República Mexicana es el principal centro de diversidad genética, mientras que la región andina es un centro secundario donde el cultivo de maíz se ha desarrollado rápidamente. Existe un número superior a 50 razas que se encuentran en México, lo que significa que México es absolutamente el centro de distribución de estas razas, Carrillo Trueba (2009).

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Explotación de la Diversidad Biológica CONABIO (2021), México es el centro de origen del maíz, cuya diversidad es inigualable, dadas sus 59 variedades autóctonas, y que es autosuficiente para producir para consumo humano. Las estadísticas del Servicio de Información Agrícola, Alimentaria y Pesquera (SIAP) muestran que la producción de maíz en grano alcanzó 23.301.879 toneladas en 2010, SIAP (2011), la mayor

parte de la cual se obtuvo de variedades locales cultivadas por familias de agricultores locales Nadal Alejandro & Wise Timothy (2005).

La viabilidad de la agricultura es esencial para mantener alimentada a la gente. El fortalecimiento de sistemas inclusivos de investigación y desarrollo tecnológico para la mejora continua en todos los aspectos de los sistemas de producción utilizados por los agricultores. El país es diverso y dinámico en su respuesta al cambio climático, Tansey G. & Rajotte T. (2009).

Adoptar mejor tecnología es un requisito para que los productores de maíz sean más competitivos. La producción se da dentro de una vasta diversidad tecnológica, en esta se distinguen dos sistemas de producción: a) El sistema tradicional y b) El sistema tecnificado.

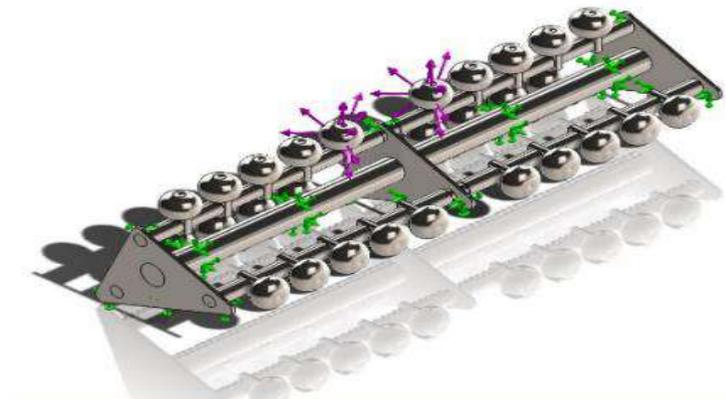
El desgranado a mano, es el método de desgranado más sencillo y tradicional, consiste en utilizar los pulgares de ambas manos para presionar el grano y separarlo del olote. La desventaja de este método es que si la cosecha es grande, requiere mucho trabajo. Una persona desgrana unos 9 kilogramos de maíz por hora. La ventaja de este método es que no se producen daños al grano, además de una alta precisión y la posibilidad de separar el grano dañado. También practican el método de trillar las mazorcas, que consiste en meter las mazorcas en una bolsa y luego golpearlas con un palo, lo que genera problemas de mal manejo del grano, Tapia et al (2017).

Un modo de desgranado es a través de máquina manuales. Estos métodos de desgranado son muy tardados, lo que complica el proceso cuando las cosechas son muy grandes, por consiguiente fue necesario crear métodos que permitían el aumento en el desgranado. Estos métodos contribuyen a mantener las características físicas de los granos. Pérez Silva et al (2017). El desgranado tecnificado se realiza con motor eléctrico. Estas máquinas son muy eficientes y pueden desgranar un volumen grande en poco tiempo, con buena calidad de maíz.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño con modelados computacionales aplicado a esta investigación del tipo experimental, permite obtener resultados viables de la funcionalidad de la máquina desgranadora de maíz, el uso de la computadora con el software SolidWorks para simular y estudiar los sistemas de golpeo del maíz, al obtener el esfuerzo de Von Mises y el desplazamiento de URES, de forma matemática, computacional. Al determinar cuál es el ciclo de vida de los materiales a través de la experimentación con su respectiva predicción de vida, a través de la aplicación de este modelado, se prueba los sistemas de impacto, para obtener una aproximación de problemas presentes en el funcionamiento. En la figura 1, se muestra el modelo geométrico aplicado del ensamble completo del sistema de golpeo.

Figura 1 *Diseño geométrico de elementos de golpeo.*



En la figura 2, se observa el mallado, la colocación de cargas y la simulación del elemento, los resultados obtenidos al estudiar un elemento de impacto por el movimiento, este efecto se logra por la carga, siendo este diseño el adecuado para las variedades de maíz de las regiones de Tlaxcala, la dureza de este de maíz es semi-duro y duro. En la tabla 1, se presentan los datos cuantitativos del modelado de un elemento de impacto, al aplicarle una fuerza normal de 500kgf.

Figura 2 Modelado por elemento finito de un elemento de impacto.

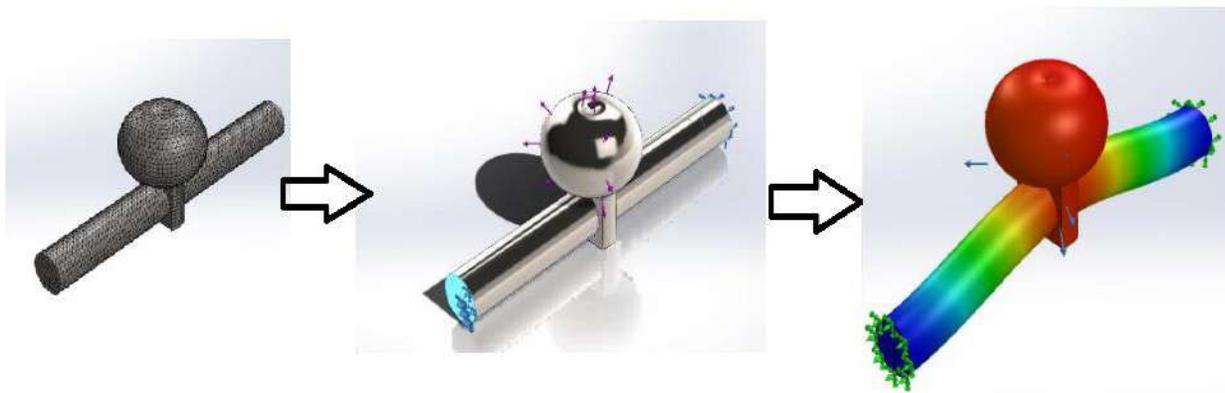


Tabla 1 Información de la malla

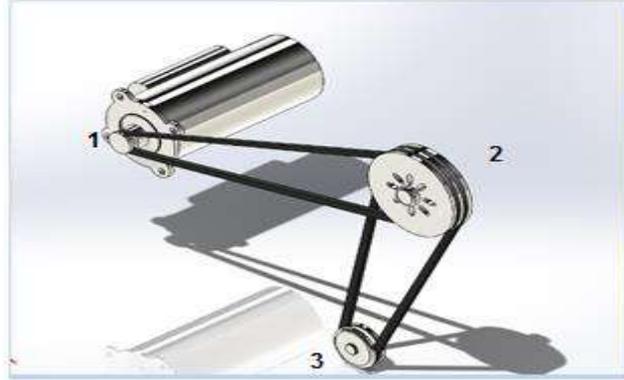
Información de la malla	
Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado	Malla estándar
Puntos jacobianos	4 puntos
Tamaño de elementos	0.269229mm
Tolerancia	0.0134615mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadrados de alto orden
Número de nodos	68864
Número total de elementos	46503

El sistema de transmisión es por poleas, se inicia con el motor con potencia igual a 0.35Kw, es un tipo de sistema de transmisión mecánica que utiliza una correa flexible para transmitir potencia entre dos o más poleas. La polea motriz tiene un diámetro de 4cm, la polea del sistema motriz tiene un diámetro de 20cm y la polea del sistema de limpieza tiene un diámetro de 6cm ver figura 3, por lo que las velocidades calculadas son:

Tabla 2 Velocidades del sistema de transmisión.

No.	Sistema	Velocidad
1	Sistema motriz	1740 rpm
2	Sistema de desgranado	435 rpm
3	Sistema de limpieza	1450 rpm

Figura 3 Sistema motriz



Calculando la fuerza producida por el sistema de golpeteo para producir el desgranado, se tiene:
La velocidad del motor = $V = 1740\text{rpm}$, potencia = $P = 0,35\text{Kw}$

Calculando la fuerza de giro de la flecha del motor o par de torsión (T)

$$T = \frac{(9550)(P)}{V} = \frac{(9550)(0.35)}{1740} = 1.92\text{N} - \text{m}$$

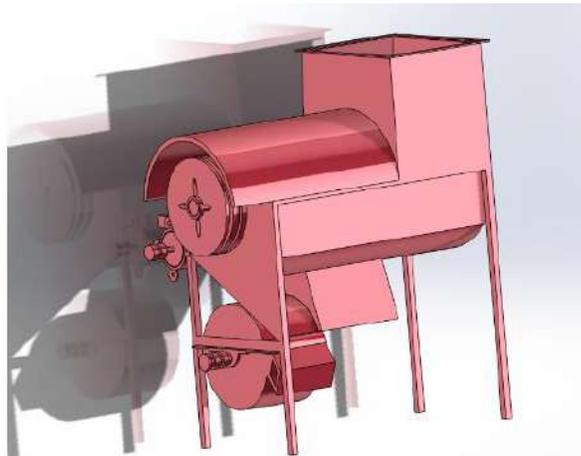
Calculando la fuerza de torsión o deformación producida al aplicar una fuerza generada por el motor, sobre el eje longitudinal del sistema de desgranado, tenemos:

Torque = $T = 1.92\text{Nm}$, una distancia a la polea de $19\text{cm} = 0.19\text{m}$.

$$F = \frac{T}{d} = \frac{1.92}{0.15} = 12.8\text{kg}$$

Aplicando un penetrómetro de la marca GUARNER, modelo FT-40, con capacidad de medición de 20 Kgf, para determinar la fuerza necesaria para separar el grano de maíz del olote, al realizar la prueba, este se separa en promedio para maíz semiduro a 5.09 Kgf y para el maíz duro, la separación se da en promedio a 6.1Kgf. La máquina desgranadora se presenta en la figura 4.

Figura 4 Máquina desgranadora



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el modelado por elemento finito, para determinar los esfuerzos y desplazamientos en el sistema mecánico, involucro una fuerza aplicada de 500Kgf, por lo que el

modelo de solución determino la deformación de Von Mises que es la energía de distorsión máxima, correspondiente a la resistencia a la fluencia y el desplazamiento de URES o desviación del objeto al ser sometido a una carga. Estos resultados se observan en la tabla 3.

Tabla 3 Resultados del modelado por elemento finito.

Fuerza aplicada	500 Kgf
Fuerza de reacción	469.401 N
Tensión de Von Mises	1.182X108 N/m ² = 118.28Mpa
Límite elástico	6.2042X108 N/m ² = 620.42Mpa

5. CONCLUSIONES

Con las condiciones calculadas y modeladas la tensión de Von Mises es de 118.28Mpa, por lo que al compararla con el límite elástico del material que es de 620.42Mpa, se tiene entonces que el factor de seguridad es de 5.24, por lo que el material no se romperá, si el factor de seguridad es cercano a la unidad se correría el riesgo de una falla.

El torque calculado generado por el motor es de 12.8 Kg, y la fuerza máxima necesaria para desprender el grano es 6.1kg, lo que nos permite definir que las características de diseño son las adecuadas para la máquina desgranadora propuesta.

REFERENCIAS

- Carrillo Trueba, C. (2009). El origen del maíz. Naturaleza y cultura en Mesoamérica. Redalyc, 92, 4-13.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, (CONABIO) (2021). Razas de maíz en México. México. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Garrison Wilkes, G. (1988). Teosinte and the Other Wild Relatives of Maize. En: Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of The Global Maize Germplasm Workshop. México. D.F. CIMMYT, pp 70-80.
- Nadal, Alejandro y Wise, Timothy (2005). "Los costos ambientales de la liberación agrícola: El comercio de maíz entre México y EE.UU. en el marco del NAFTA". En Blanco, Togeiro de Almeida y Gallagher (Editores). Globalización y Medio Ambiente. Lecciones desde las Américas. RIDES– GDAE. Santiago de Chile, Chile. Pp. 92.
- Pérez Silva, J. O., Cholca Cacuango, L. C., & Mantilla Valencia, G. A. (2017). Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz. Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología, (18), pp 21-29.
- Tansey G, T Rajotte (2009) El Control Futuro de los Alimentos. Ed. Mundi–Prensa. Madrid, España. P 312.
- Tapia, M. & Arla, S., & Tapia, E. (2017). Implementación de una máquina agrícola de bajo costo para el proceso de desgranado de maíz seco suave originario de la sierra ecuatoriana. Enfoque UTE, 8(2), pp 1-14.

ⁱ Los autores del trabajo autorizan a la Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología (UNICyT) a publicar este resumen en extenso en las Actas del Congreso IDI-UNICyT 2023 en Acceso Abierto (Open Access) en formato digital (PDF) e integrarlos en diversas plataformas online bajo la licencia CC: Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.