

Diseño de una Máquina para el Proceso de Remoción de Granos de Maíz Verde Amiláceo

**Design of a Machine for the Removal Process
of Starchy Green Corn Kernels.**

**Danni Stalin Toro Coronado^a
Saúl Andrés Hernández Moreno
Juan Vives Garnique**

^a Facultad de Ingeniería y Arquitectura,
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica,
Universidad Señor de Sipán (Perú),
tcoronadodannis@crece.uss.edu.pe,
hmorenosaulandr@uss.edu.pe,
jvives@uss.edu.pe

Resumen— La finalidad de este artículo es exponer o mostrar el diseño de una máquina para la remoción de granos de maíz verde con el objetivo de mejorar la actividad del proceso de desgranado de maíz verde amiláceo. Para lograr este objetivo, se han aplicado métodos reconocidos en el campo de la ingeniería, la creación de conceptos y la compilación de datos sobre las propiedades mecánicas de cada componente de la máquina y/o los materiales específicos a remover. Se destacan múltiples modelos de ideas generadas previamente que han sometidas a criterios de evaluación, con miras a desarrollar una solución patentable y viable.

Palabras clave— Desgranadora, remoción, maíz verde, diseño.

Abstract— The purpose of this article is to expose or show the design of a machine for the removal of green corn kernels with the objective of improving the activity of the shelling process of starchy green corn. To achieve this objective, recognized methods in the field of engineering, the creation of concepts and the compilation of data on themechanical properties of each component of the machine and/or the specific materials to be removed have been applied. Multiple models of previously generated ideas are highlighted, which have been submitted to evaluation criteria, with a view to developing a patentable and viable solution.

Keywords— Shelling, removal, green corn, design.

Resumo— O objetivo deste artigo é expor ou mostrar a concepção de uma máquina para a remoção de grãos de milho verde com o objetivo de melhorar a atividade do processo de descasque de milho verde amiláceo. Para atingir este objetivo, foram aplicados métodos reconhecidos no campo da engenharia, a criação de conceitos e a compilação de dados sobre as propriedades mecânicas de cada componente da máquina e/ou dos materiais específicos a serem removidos. Múltiplos modelos de ideias previamente geradas são destacados e submetidos a critérios de avaliação, com o objetivo de desenvolver uma solução patenteável e viável.

Palavras chave— Descasque, remoção, milho verde, concepção.

I. INTRODUCCIÓN

La actividad de desgranado de maíz verde es crucial para obtener los granos necesarios, pero su proceso manual resulta lento y requiere de mejoras. Debido a la alta demanda y consumo del producto, es necesario diseñar y desarrollar maquinaria especializada que agilice esta tarea. Sin esta actividad automatizada, sería imposible obtener los productos derivados del maíz tierno, como el choclo. Es importante destacar que el maíz ocupa una posición destacada entre los cereales más relevantes a nivel mundial y en el continente americano, desempeñando un papel esencial en la alimentación humana y siendo el segundo cereal más consumido [1].

El elevado costo de mano de obra y los riesgos de accidentes laborales asociados al desgranado manual con herramientas punzocortantes son factores que limitan el consumo de maíz desgranado fresco. Por otro lado, los consumidores muestran preferencia por adquirir maíz desgranado, ya que simplifica la preparación de diferentes platos. Sin embargo, con frecuencia encuentran dificultades para encontrarlo en los mercados [2].

El proceso de desgranado de maíz puede llevarse a cabo de manera manual o mediante el uso de maquinaria mecanizada impulsada por motores. La desgranadora manual demanda tiempo y mano de obra, mientras que la desgranadora mecanizada implica un mayor costo de producción. Para los pequeños agricultores, el uso de herramientas simples para el desgranado de maíz puede resultar beneficioso [3].

El desgranado manual del maíz representa un desafío en términos de tiempo y energía invertidos, lo cual ha motivado la necesidad de diseñar y construir una máquina eléctrica avanzada para llevar a cabo esta tarea. Los problemas principales asociados con el proceso manual incluyen la fatiga del operador y la baja capacidad de desgranado, lo que a su vez reduce la productividad. En este contexto, es fundamental abordar estas limitaciones

mediante el desarrollo de una solución tecnológica eficiente y mejorada [4].

Una desgranadora de maíz ha sido desarrollada para sustituir el trabajo manual repetitivo que ocasiona lesiones y enfermedades en los agricultores. Actualmente, los agricultores realizan esta tarea de forma artesanal y manual, logrando desgranar aproximadamente 10 quintales de maíz al día. Sin embargo, este proceso conlleva riesgos ocupacionales que afectan la integridad física de los trabajadores. Algunas de las lesiones graves que pueden ocurrir incluyen tendinitis del pulgar e hiperlordosis dorsal en la espalda, debido a la mala postura adoptada durante el desgranado. Para mitigar estos problemas, se ha desarrollado una desgranadora de maíz que busca automatizar y mejorar la eficiencia de esta tarea, minimizando así los riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales asociadas [5].

El maíz es un cultivo de gran importancia y se utiliza tanto como alimento humano y animal como en la producción de diversos productos industriales. Además, es un cultivo versátil que puede ser cultivado en diferentes zonas agroecológicas. Sin embargo, en la actualidad, en la India, los agricultores se enfrentan al desafío de llevar a cabo manualmente todos los procesos de segregación del maíz, lo cual es una tarea agotadora y también incrementa el costo de los productos finales [6].

El desgranado manual del maíz es una tarea tediosa y de baja productividad que se lleva a cabo tradicionalmente en Indonesia, donde el maíz es el segundo cereal más importante después del arroz. Esta operación es crucial para extraer los granos de las mazorcas después de la cosecha. Sin embargo, debido a la naturaleza manual de este proceso, se enfrenta a desafíos significativos en términos de eficiencia y productividad. Esto genera una necesidad urgente de desarrollar soluciones tecnológicas que permitan un desgranado más rápido y eficiente del grano de maíz, con el objetivo de mejorar la productividad en la industria del maíz y optimizar la cadena de suministro alimentaria en el país [7].

El proceso de descascarado del maíz se lleva a cabo de manera manual, una técnica convencional, pero con una productividad y rendimiento bajos. Por esta razón, surge la necesidad de transaccionar hacia un sistema mecánico motorizado para el descascarado del maíz. [8].

La desgranadora mecánica ofrece resultados más favorables en comparación con el método manual convencional de desgranar y trillar el maíz. Esta opción tiende a ahorrar tiempo y, al mismo tiempo, conduce a un ahorro de dinero. Es altamente recomendable emplear una desgranadora de maíz de bajo costo para un trabajo más económico y así aumentar la productividad[8].

Existen varias formas de realizar el proceso de remoción del grano de maíz verde, a continuación, se detalla los tipos de métodos de desgranado de maíz:

A) Desgranado a mano

Este método es el más sencillo y de antigua tradición para desgranar, en el cual se emplea el pulgar de la mano para presionar el grano y separarlo del carozo (tuza o zulo).

La desventaja de este método es que requiere mucha mano de obra cuando se trabaja con grandes hectáreas de cultivo.

El promedio aproximado de maíz que una persona puede desgranar es de 9 kg por hora. Una de las ventajas de este método es que el grano no sufre ningún daño, además de su alta precisión y capacidad para separar el grano dañado que se encuentra en las mazorcas debido a su acumulación natural o a la presencia de insectos.

B) Desgranado de maíz con fricción de dos mazorcas

Esta metodología implica frotar dos mazorcas entre sí hasta que los granos se desprendan o utilicen una máquina trilladora. En el segundo caso, se coloca la mazorca en un saco (costal) y se golpea suavemente con un palo delgado para evitar dañarla. No obstante, este método presenta la desventaja de una manipulación

deficiente de los granos y de no lograr separar aquellos que están naturalmente dañados.

C) Desgranado con máquinas manuales

Aunque con el tiempo, los métodos para emplear máquinas manuales en el proceso de desgranado han mejorado, aún no son lo suficientemente eficientes para manejar grandes volúmenes de producción.

D) Desgranador manual de maíz con herramienta de madera

Este tipo de desgranadoras está compuesto por una tabla de madera con perforaciones, formando una especie de paleta que cuenta con cuatro agujeros redondos, creando así una cavidad central destacada. Al introducir y girar la mazorca en esta cavidad, se logra desprender los granos de maíz.

E) Desgranadora manual con grapas sobresalientes

Esta herramienta está compuesta por una pequeña estructura de madera y grapas de metal. El procedimiento consiste en frotar o rozar la mazorca de maíz durante el tiempo necesario hasta que los granos se separen por completo. Sin embargo, se recomienda su uso únicamente cuando el grano está lo suficientemente seco, ya que, de lo contrario, el contacto con las grapas de metal podría dañarlo, causar fracturas y pulverización [9].

F) Desgranado con máquinas eléctricas y de combustión.

Estas desgranadoras son muy eficientes en términos de cantidad- tiempo, siendo activadas con motores eléctricos que controlan su funcionamiento [10].

Para el funcionamiento de este tipo de máquina, se utilizan motores eléctricos 1 o 7hp, esta potencia va aumentar de acuerdo al volumen de la productividad, por lo consiguiente la velocidad angular va aumentar y también se verá reflejado la variación de su capacidad de producción.

Al existir las formas de remover los granos de maíz, ante ese contexto existen algunos modelos en el mercado de desgranadoras de maíz verde, que a continuación se mencionara:

a) Máquina desgranadora de maíz brother JX-368:

La máquina está construida con acero inoxidable, lo que la hace altamente móvil y fácil de manejar. Es adecuada tanto para la producción en masa como para el uso en hogares, siendo perfecta para procesar diversas variedades de maíz fresco. Su capacidad de ajustar automáticamente el tamaño de la mazorca permite trabajar con maíces de diferentes dimensiones, y también se puede regular la profundidad de la trilla. Gracias a esto, se logra una tasa de desmontaje de maíz dulce del 100%, garantizando una operación eficiente y efectiva.[11].

Característica Técnicas:

- Voltaje: 220V
- Capacidad: 400-500 kg / h
- Peso: 110 kg
- Tamaño: 650 * 600 * 1250 mm



Figura 1: Máquina desgranadora de maíz Brother JX-368.

Nota: Recuperada de: <http://larevista.aqpsoluciones.com/2020/11/02/maquina-desgranadora-de-maiz/>

b) Ralladora maíz choclo tierno fresco modelo BM 04NR:

Es una máquina fabricada de acero al carbono pintado con epoxi. La caja de rejilla está fabricada en acero inoxidable 430; desarrollado y probado para uso comercial, pudiendo ser utilizado en snack bars, restaurantes, cantinas, panaderías y similares, No se recomienda su uso cuando el proceso de producción es continuo o a escala industrial porque no satisfará la demanda necesaria [12].

Característica Técnicas:

- Motor 1/2 HP 650w - 50Hz
- Voltaje: 220V
- Consumo: 0,41 kW/h, monofásico
- Rpm: 1720 rallador
- Caja ralladora de acero inoxidable
- Tamaño: 500*640*225 mm
- Peso neto: 13 Kg



Figura 2: Ralladora maíz choclo modelo BM 04NR.

Nota: https://www.magri.cl/desgranadora-rallador-choclo-tierno-fresco-humedo-hogar-r599?similar_product=true

A continuación, se presentará el desarrollo del artículo a partir de una necesidad que será analizada en detalle. Basándose en este análisis, se planteará un problema que se intentará resolver teniendo en cuenta una investigación exhaustiva de patentes relacionadas con máquinas o procesos previamente desarrollados y debidamente patentados que se asemeje al objetivo del artículo. Se generará una matriz de ideas al azar, y mediante un análisis entre los autores del proyecto, se seleccionará la solución más factible para abordar el problema inicial.

Posteriormente, se llevará a cabo un análisis de los aspectos relevantes en el proceso de remoción de grano de maíz verde, tales como la fuerza necesaria para remover, las escalas de dureza de las mazorcas de maíz verde, la energía requerida para la remoción, la potencia necesaria y el volumen de la tolva de alimentación.

II. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

NECESIDAD PRIMITIVA

Como objetivo se busca un diseño de una máquina que resuelva los procedimientos manuales actualmente empleados para el desgranado del maíz verde amiláceo. Reducir el tiempo de desgranado de granos de maíz, de manera que se logre una mayor productividad.

ANÁLISIS DE LA NECESIDAD PRIMITIVA

Se podría realizar un diseño de una máquina para el proceso de remoción de granos de maíz verde amiláceo. Para reducir el tiempo de remoción y evitar riesgos ergonómicos.

De acuerdo a información proporcionada por la Dirección General de Desarrollo Agropecuario y Agroecología (DGDAA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri), el cultivo de maíz amiláceo ocupa el cuarto lugar en cuanto a cultivos de transición y se sitúa en la tercera posición como alimento de consumo directo en el Perú. Durante el año 2021, se sembraron 240.000 hectáreas de maíz amiláceo, siendo el 78% de grano seco y el 20% de grano verde. A nivel nacional, se precedió una producción anual de 772.000 toneladas de maíz amiláceo, donde 310.00 toneladas correspondieron a grano seco y 442.000 toneladas a grano tipo choclo. Los departamentos principales en la producción de maíz choclo son Junín, Cusco, Áncash y Cajamarca. Es relevante mencionar que el maíz amiláceo, tanto en su forma seca como verde, es producido exclusivamente por agricultores familiares y es un alimento de consumo directo fundamental en la dieta de las zonas rurales.

Los productores tradicionalmente el desgranado de maíz se realiza a mano, pero es una labor tediosa y de baja productividad [12].

Se ha identificado la necesidad de desgranar maíz verde, para la elaboración de productos derivados del maíz de tipo amiláceo, que a su vez permitirán una mayor producción y comercialización. Además, el diseño de la máquina garantice calidad.

La remoción de granos de maíz verde es necesaria por varias razones, incluyendo:

Preparación de alimentos: La mayoría de las recetas de cocina requieren granos de maíz sin la cáscara y la mazorca para su preparación, ya sea para hacer tortillas, sopas, guisos, ensaladas, entre otros platos.

Eficiencia en la producción: La remoción de los granos de maíz de la mazorca también es necesaria para facilitar el proceso de producción en las empresas agrícolas y las fábricas de alimentos. La separación de los granos de maíz permite una mayor eficiencia en la producción de alimentos, lo que a su vez puede reducir los costos y aumentar los beneficios.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El problema consiste en diseñar una máquina desgranadora de maíz verde que permita reemplazar a los procesos manuales que realizan los agricultores y comerciantes.

Considerando criterios de evaluación de conceptos de diseño de máquinas desgranadoras de maíz verde.

Parámetros para la definición del problema:

- Capacidad de la máquina 50 kg/hora
- Sistema de funcionamiento a través de motor eléctrico
- Sistema de transmisión por medio de un eje concadenas.
- Dimensiones: Largo = 650 mm, ancho = 386 mm, alto = 750 mm.

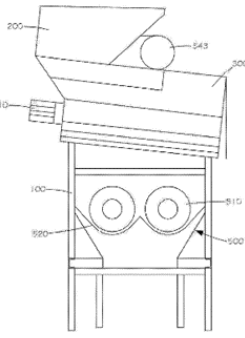
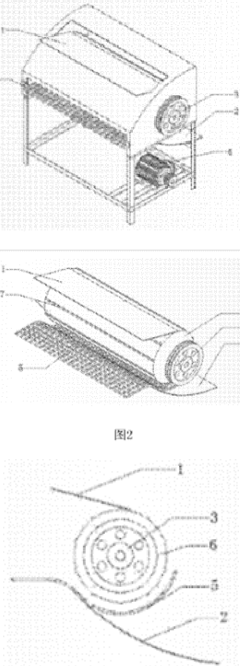
La potencia requerida para el diseño de una máquina resulta de varios factores, incluyendo la función de la máquina, la carga de trabajo, la velocidad de operación y la eficiencia del sistema. Por lo tanto, es importante realizar un análisis cuidadoso de los requisitos de potencia para asegurarse de que la máquina funcione correctamente y de manera segura.

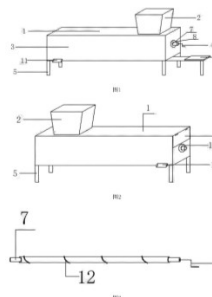
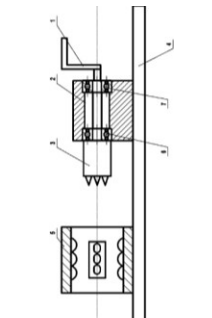
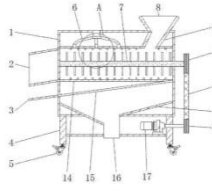
La capacidad para el diseño de la máquina se ha establecido por una encuesta a personas que desarrollan la actividad de moler maíz verde lo cual se ha considerado que produce 50 kg/hora en condiciones de maíz verde.

Existen varias normas relacionadas con la ergonomía, pero una de las más relevantes es la norma ISO 9241-210:2010 “Ergonomía de la interacción hombre-sistema -- Parte 210: Proceso de diseño centrado en el usuario”, que establece los principios y requisitos para un diseño centrado en el usuario y la evaluación de la interacción entre las personas y los sistemas.

REVISIÓN DE SOLUCIONES EN EL PASADO

Tabla 1. Dibujo de patente con referencia y resumen de la patente.

#Patente	Resumen	Figura de patentes
CN10 79803 57A	Este diseño de máquina desgranadora de maíz con estampado excéntrico descrita en la invención utiliza un mecanismo de trilla diferencial y una presión variable para lograr una trilla eficiente sin dañar la mazorca de maíz. Esta innovación tiene el potencial de mejorar significativamente el proceso de desgranado de maíz.	
CN10 79803 57A	Es un modelo de desgranadora pequeña de maíz que incluye un motor alojado en la carcasa del cuerpo. El volante se encuentra en la parte superior, y la conexión mecánica se logra mediante una correa entre el motor, el rotor y el volante. Mientras que la parte inferior tiene un tamiz con una placa de hierro. Este modelo destaca por su esquema técnico, bajo precio y operación confiable. Logra un efecto de desgranado superior al 95% y causa un daño mínimo a los granulos.	

CN10 77110 92A	Esta invención presenta una desgranadora de maíz manual que cuenta con una tolva de alimentación, un tanque desgranador con un eje de descascarillado, una puerta de salida de mazorcas y una ranura de salida de granos de maíz. El uso de un balancín y un mecanismo manual permite el funcionamiento de la desgranadora.	
CN10 19820 41A	La invención desgranadora manual consta de un cuerpo desgranador fijado en un extremo de una mesa deslizante. En el otro extremo de la mesa deslizante se encuentra un cuerpo de caja de conducción.	
CN10 75176 64A	La desgranadora de maíz tiene una salida específica para los núcleos de las mazorcas, una base de soporte en la parte inferior y una entrada para las mazorcas en el extremo superior. Además, cuenta con una polea de correa, una caja para recolectar el polvo, orificios de secado en la cámara de trilla y otros elementos que facilitan la operación y la limpieza.	

Análisis de factibilidad

Se desarrolló el método de ideas para generar bosquejos conceptuales que ayuden a desarrollar el diseño para dar solución al problema.

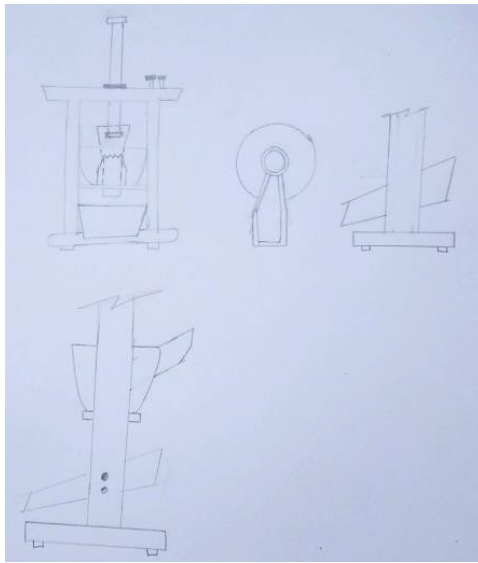


Figura 3. Alternativa 1
Fuente: Autores.

En esta alternativa de diseño conceptual consiste en realizar la remoción de grano de maíz verde a través de cilindro con terminales de forma de serrucho que permite el desprendimiento de los granos de la mazorca, lo cual el empuje se realiza con un sistema hidráulico que cumple la función de empujar la mazorca al cilindro.

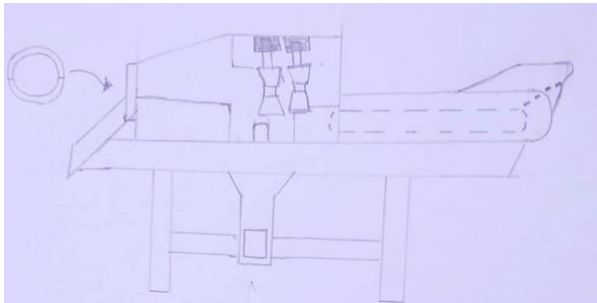


Figura 4. Alternativa 2
Fuente: Autores.

En esta alternativa planteada un sistema de rodillos que giran para realizar el desprendimiento de los granos de maíz verde, las mazorcas de maíz ingresan de forma horizontal que es trasladado por una faja, también cuenta con sus respectivas salidas tanto para la tuza, y el grano.

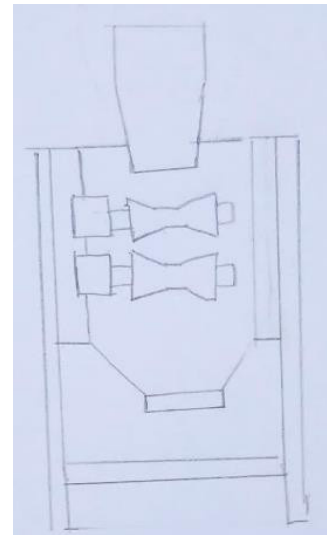


Figura 5. Alternativa 3
Fuente: Autores.

En esta alternativa planteada un sistema de rodillos que giran para realizar el desprendimiento de los granos de maíz verde, las mazorcas de maíz ingresan de forma vertical que es ingresado por el operador, también cuenta con su respectiva salida tanto para la tuza, y el grano, por un solo lugar.

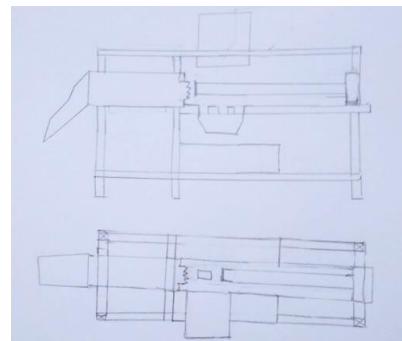


Figura 6. Alternativa 4
Fuente: Autores.

En esta alternativa se propone un diseño de concepto de forma horizontal, que cuenta con un sistema de corte de forma de puntas en su circunferencia, que al ingresar la mazorca va desprendiéndose los granos de maíz verde por presión que ejerce la parte de empuje del sistema hidráulico, cuenta con la expulsión de la tuza y por otro lado tiene la apertura para la salida del maíz removido.

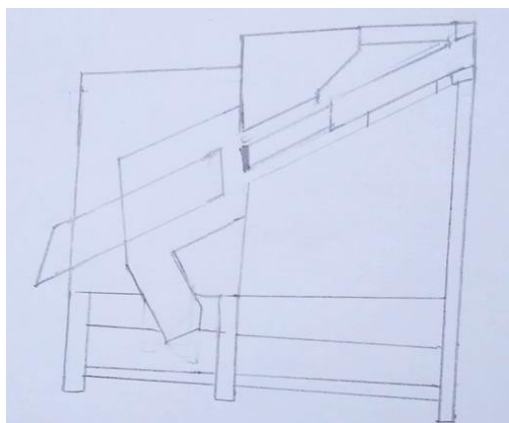


Figura 7. Alternativa 5

Fuente: Autores.

En esta alternativa de modelo de diseño, es por presión del sistema hidráulico hacia la mazorca de maíz para así lograr el desgrane de maíz. Esta alternativa está proyectada con una inclinación angular que facilita a cumplir el objetivo de remover y también de expulsar la tuza del maíz, de igual forma cuenta con una salida independiente para el grano removido.

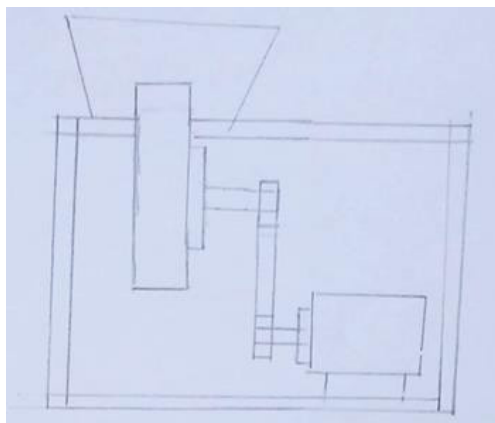


Figura 8. Alternativa 6

Fuente: Autores.

En esta alternativa de diseño conceptual consiste en una tolva para la colocación del maíz, como también cumple la función de decepcionar los granos desgranados, las mazorcas serán colocadas de forma vertical de manera manual, siendo trasladada la mazorca por la rotación de un cilindro con triángulos sobresalidos (tipo rallador) que serán girado por el motor eléctrico, logrando la expulsión de la mazorca por la parte inferior.

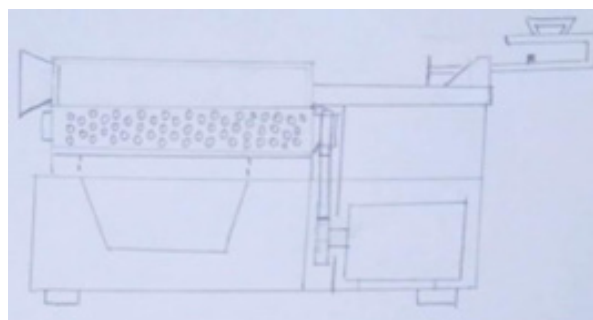


Figura 9. Alternativa 7

Fuente: Autores.

En esta alternativa de solución conceptual está formada por un cilindro tipo tubo que en superficie tiene orificios sobresalidos que cumplen la función de realizar el desprendimiento de los granos de la mazorca al momento de girar que esto estará acoplado a un motor eléctrico por el medio de transmisión por faja.

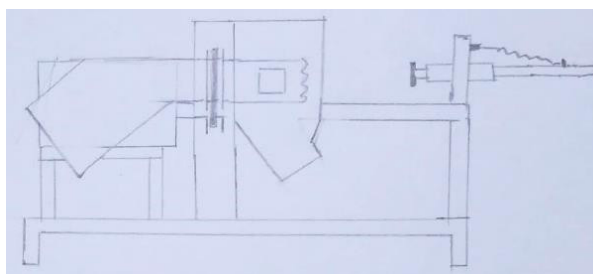


Figura 10. Alternativa 8

Fuente: Autores.

En esta alternativa el modelo conceptual cuenta con 5 partes importantes, motor eléctrico, tubo de corte, tubo de diámetro pequeño con resorte empujar la materia prima, orificio de salida de grano y la tuza de maíz, todo esto sistema comprende esta alternativa.

MATRIZ DE DECISIÓN

En la siguiente matriz de decisión se evaluarán las alternativas consideradas para la solución de la problemática que se viene estudiando, donde se aplicara puntuación para cada parámetro.

Parámetros a evaluar en la matriz de decisión:

- P1. Costo de construcción.
- P2. Tiempo de construcción. P3. Espacio ocupado.
- P4. Mantenimiento. P5. Potencia requerida.

P6. Usabilidad y seguridad

P7. Complejidad de la construcción y montaje P8. Ergonomía y estética.

P9: Transporte

Cada alternativa será calificada de 0 a 10 donde 0 sería bajo y 10 alto.

Tabla 1. Evaluación de alternativas de solución

Parámetros de diseño										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total
	0.25	0.05	0.15	0.15	0.05	0.15	0.1	0.05	0.05	1
A1	4	4	1	3	5	5	3	3	1	3.3
A2	6	5	3	4	6	4	5	3	2	4.45
A3	4	5	2	3	6	5	5	4	4	3.9
A4	6	6	4	4	6	6	5	6	3	5
A5	5	4	4	3	7	4	3	4	2	4
A6	4	4	3	3	4	4	4	2	1	3.5
A7	6	6	4	4	5	6	6	6	3	5.05
A8	5	7	5	5	6	7	5	7	3	5.25

Una vez realizado la evaluación a las alternativas propuestas, se puede visualizar que las alternativas 7 y 8, cuentan con la mayor puntuación, pero la que cuenta con la más alta puntuación es la alternativa 8, teniendo como ventaja a favor el costo de construcción por la forma que está estructurado a diferencia de la alternativa 7. Siendo así que la alternativa 8 es la elegida.

Después de haber evaluado las alternativas generadas para dar solución al problema, se logró identificar la alternativa que cuenta con el mayor potencial de acuerdo a los parámetros de decisión las cuales fueron: P1. Costo de construcción. Tiempo de construcción, espacio ocupado, mantenimiento, Potencia requerida, Usabilidad y seguridad, complejidad de la construcción y montaje, ergonomía y estética y transporte que se han planteado en la tabla.

Una vez evaluado los resultados obtenidos de la matriz de decisión, se logró identificar la alternativa más viable a seleccionar para el diseño conceptual fue la alternativa 8, la cual consiste en un modelo conceptual que cuenta con 5 partes importantes, motor eléctrico, tubo de corte, tubo de diámetro pequeño con resorte empuja la materia prima, orificio de salida de grano y la tuza de maíz, todo esto sistema comprende una estructura sencilla y fácil de ensamblaje.

III. DISEÑO PRELIMINAR

A) CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y AGRONÓMICAS

Tabla 2. Características morfológicas y Agronómicas

INIA-604 Morocho	
Altura de planta	2,27 m
Altura de mazorca	1,38 m
Días a floración femenina	109-112 días
Días a la maduración	210 días
Forma de la mazorca	ligeramente cónica
Color del grano	Amarillo-anaranjado
Color de la tusa (coronta)	Blanca
Número de hileras	14 a 16
Número de granos/hilera	22
Longitud de mazorca (cm)	17.36
Diámetro de mazorca (cm)	4.77
Consistencia del grano	Semicristalino
Textura de grano	Semiduro
Peso de 100 semillas	39 g (5,4)
Número de mazorcas/planta	01 (0,38)

Nota: <http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/698/1/Trip-Maiz-INIA604.pdf>

Según los datos expuestos anteriormente en la tabla características morfológicas y agronómicas se considera la siguiente dimensión relacionado al diámetro de la tuza de la mazorca de maíz, que se tendrá en cuenta el diseño del sistema de remoción de grano.

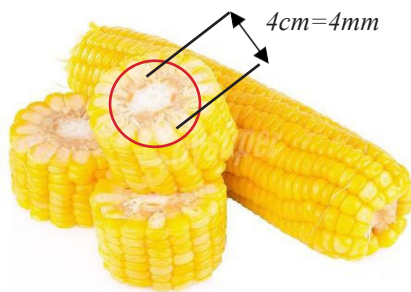


Figura 11. Alternativa 8

Fuente: Autores.

B) MEDIDAS DE LA MASA

Tabla 3. Mediciones de masa del grano y mazorca del maíz INIA-604 Morocho.

CARACTERÍSTICAS			
CÓDIGO INIAP	MASA EN 50 GRANO (kg)	MASA EN 100 GRANO (kg)	MASA DE LA MAZORCA (kg)
INIA-604	0.03	0.066	0.082

C) CAPACIDAD DE LA MÁQUINA

$$Q_{\text{seleccionado}} = 50 \text{ [kg/h]} = 0.014 \text{ [kg/s]}$$

D) DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE ARRANQUE DEL MAÍZ

A través de pruebas realizadas en un dinamómetro, se obtuvo que, para desprender un promedio de 35 a 45 granos de la tusa del maíz, se requiere una fuerza de 3.03 kgf, lo que equivale a 30.3 N. Es importante destacar que en las primeras hileras a desgranarse y en casos de mayor capacidad requerida, esta fuerza puede aumentar de 1.5 a 2 veces. La siguiente figura ilustra el proceso de determinación de la fuerza necesaria para arrancar los granos de maíz [14].

Peso total de mazorcas que se requiere desgranar:

$$P_{m/h} = \frac{P_{g/h} * M_a}{G_r}$$

Tenemos que el peso de las mazorcas en kg/h ($P_{m/h}$), peso de los granos ($P_{g/h}$), el porcentaje total de peso en 100% de las mazorcas (M_a), y el porcentaje de peso para los granos (G_r).

$$P_{m/h} = \frac{50 \text{ kg} * 100\%}{77\%}$$

$$P_{m/h} = 64.94 \text{ kg mazorcas/h}$$

Tiempo necesario para el desgrane de una mazorca:

$$t_{m/s} = \frac{P_m}{P_{m/h}}$$

Donde ($t_{m/s}$) es el tiempo emplea remover los granos de una mazorca y (P_m) es el peso de desgrane de una sola mazorca.

$$t_{m/s} = \frac{0.104 \text{ kg}}{64.94 \text{ kg/h}} = 0.0016 \text{ h} = 5.76 \text{ segundos}$$

Selección de potencia del motor:



Figura 12: Motor monofásico 3hp de la marca WEB

Nota: Motor monofásico 3hp 110/220 1800rpm Weg W01 Semiabierto. <https://exhibirequipos.com/producto/motor-monofasico-weg-ip21-3hp-1800rpm/>

Especificaciones técnicas

- Marca: WEG
 - Referencia: CD003181HHB - 12709542
 - Potencia: 3 Hp
 - Velocidad: 1800 rpm
 - Voltaje: 110/220 Voltios
 - Corriente nominal: 14,9 - 29,8 amperios

- Eficiencia: 78%
- Carcasa: Lámina de Acero
- Protección: IP21

E) TRASMISIÓN DE POTENCIA

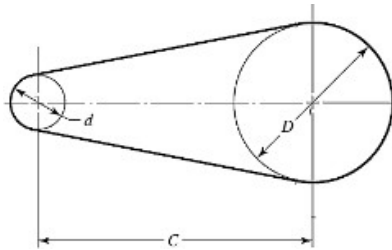


Figura 13. Transmisión de potencia.

Nota. Sistema de transmisión de potencia por poleas. Diseño de elementos de máquinas de Shigley, 8 edición.

H = Potencia Nominal (3 HP)

n = Velocidad polea Impulsora. (1800 rpm)

N = Velocidad polea Impulsada. (300 rpm)

Horas de Servicio: 8h/día.

Datos tomados de investigaciones existentes.

Recomendaciones para la máquina de remoción de granos de maíz verde.

- Se sugiere realizar un seguimiento exhaustivo de todos los componentes de la máquina de remoción de granos de maíz para detectar y abordar cualquier desgaste que puedan presentar en sus elementos, con el fin de garantizar su óptimo rendimiento.
- Es recomendable llevar a cabo mantenimientos preventivos de manera regular, siguiendo un cronograma establecido.
- Mantener limpios y ordenados los sectores de trabajo o servicios relacionados con la máquina.
- Enfatiza la importancia de que los operadores utilicen todos los equipos de protección personal (EPP) necesarios para su seguridad.
- Para su fácil traslado de un lugar a otro se recomienda instalación de ruedas.
- Componentes diseñados en Solidworks.

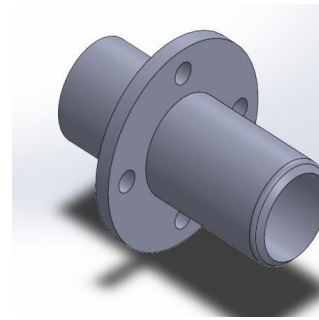


Figura 14: Elemento de remoción de maíz.

Nota: Autores

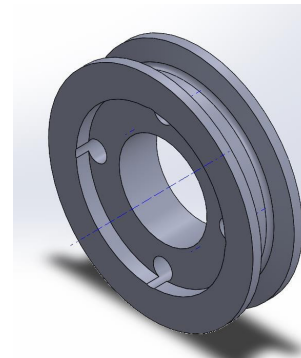


Figura 15: Polea

Nota: Autores

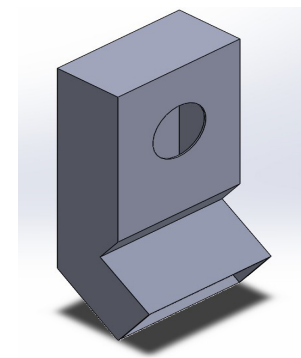


Figura 16: Caja de protección del tubo removedor.

Nota: Autores

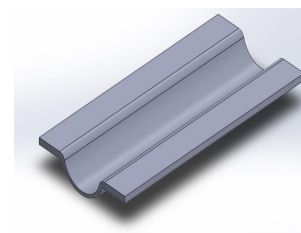


Figura 17: Bancada de deslizamiento de la mazorca.

Nota: Autores

IV. CONCLUSIONES

- Para la fabricación de la máquina de remoción de grano de maíz verde, se ha considerado utilizar materiales de fácil obtención.
- Mediante la aplicación del *Solidworks*, se logró realizar el diseño los elementos como el funcionamiento ideal para el proceso de remoción de granos de maíz.
- Como resultado de este análisis, se ha determinado que la implementación de este diseño posibilita una mejora significativa en el proceso de remoción de granos, logrando disminuir el tiempo empleado para realizar esta actividad en comparación a los procesos manuales, esto contribuirá a mejorar la producción.
- Es importante destacar que la maquina removedora de granos de maíz verde, está basada en el cumplimiento de las normas internacionales propuestas en el proyecto y se adhiere a ellas en su totalidad.

V. REFERENCIAS

- [1] S. Luckyardi, R. U. Mega, k. R, A. Naufal and A. Hanifa (2022). "Corn sheller machine technology to improve farmers' productivity", *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 17, no. 3, pp. 1697 - 1707.
- [2] K. Cuba, F. Pucuhuayla, J. Contreras, E. Rondon and S. Martínez (2022). "Design and implementation of an automatic processor to increase the production of shelled fresh corn," Boca Raton.
- [3] Cuervo-Barahona, E. L., Cely-Reyes, G. E., & Moreno-Pérez, D. F. (2016). Determinación de las fracciones de carbono orgánico en el suelo del páramo La Cortadera, Boyacá. *Ingenio Magno*, Tunja: USTA, 7, 139-149.
- [4] N. Yahumri, T. Hidayat, Miswarti, H. Iswadi, M. Rahman, S. Yuliasari and W. Mikasari (2021). "IOP Conference Series: Earth and Environmental Science," Serang.
- [5] B. Ezurike, J. Osazuwa and C. Okoronkwo (2020), "Performance evaluation of an electric corn shelling machine for small scale indigenous industries in Nigeria". *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, Vol. 12, No. 4, pp. 355 -364.
- [6] J. O. Pérez, L. C. C. Cacuango and G. A. Mantilla (2017), "Design and construction of a corn" *Ingenius, Revista Ciencia y Tecnología*, pp. 21-29, 2017.
- [7] A. Samudre, A. Thubrikar, H. Vaidya and R. Pohane (2020). "Design and Fabrication of Corn Peeling and Cutter Machine," *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, Vol. 6, No. 3, pp. 1320-1322.
- [8] G. Sianturi y T. Wijaya (2019). «Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method for Selecting the Best Design Concept of Corn Shelling Machine». *Materials Science and Engineering*, Vol. 662, N° 5, p. 052014.
- [9] K. Patil, S. Pandit, G. Pol, S. Kadam y A. Jadhav (2016). «Design and Fabrication of Corn Shelling and Threshing Machine». *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol. 5, N° 7.
- [10] I. Castelán y O. Vázquez (2017). «Prototipo de desgranadora de maíz que mejora el proceso de desgranado en la Región de Influencia del Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla,» *TEPEXIC*, Vol. 4, N° 8.
- [11] J. F. Ureña y J. M. Villavicencio (2013). «Diseño y construcción de una máquina para el proceso de desgranado de maíz de la Costa». Ecuador.

- [12] AQP Soluciones, «Máquina Desgranadora de Maiz,» 2 Noviembre 2020. [En línea]. Available: <http://larevista.aqpsoluciones.com/2020/11/02/maquina-desgranadora-de-maiz/>. [Último acceso: 15 Julio 2023].
- [13] Magri.cl, «Ralladora maíz choclo tierno fresco modelo BM 04NR,» 15 Marzo 2022. [En línea]. Available: https://www.magri.cl/desgranadora-rallador-choclo-tierno-fresco-humedo-hogar-r599?similar_product=true. [Último acceso: 15 Julio 2023].
- [14] G. Sianturi y T. Wijaya (2019). «Fuzzy Analytic Hierarchy Process Method for Selecting the Best Design Concept of Corn Shelling Machine,» *Materials Science and Engineering*, Vol. 662, N° 5.
- [15] L. C. Colcha Cacuango y G. A. Mantilla Valencia (2015). «Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 15qq/hora,» Quito.