



**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA DESHOJADORA DE MAIZ SECO, QUE PARTIENDO DE LA MAZORCA CON SU ENVOLTURA, ENTREGARÁ COMO PRODUCTO, LA MAZORCA Y COMO SUBPRODUCTO, LA ENVOLTURA DE MAÍZ**

Christian José Moya Sánchez

cristianjose19@hotmail.com / +593-998202697

## RESÚMEN

El proyecto inicia con un estudio de la historia y generalidades del maíz. A continuación se hace una investigación de campo en la provincia de Cotopaxi y Bolívar donde se produce el maíz suave seco, se investiga sobre cuáles son los métodos que utilizan para la siembra, abonado y cosecha. De esta investigación se obtiene información valiosa, un factor común entre los habitantes del sector es que no cuentan con ningún tipo de maquinaria para poder llevar a cabo el proceso agroindustrial del maíz, debido al precio elevado de estas máquinas. Seguido de esto se plantea una serie de alternativas para elegir un modelo que sea de bajo costo de fabricación, operación y mantenimiento, además que sea funcional y sobre todo de buena calidad. Se selecciona una de las alternativas planteadas siendo la **Maquina Deshojadora de Maíz por Medio de Rodillos Giratorios**, la opción que más se ajusta a los requerimientos antes mencionados. Se realiza el diseño de cada una de las partes mecánicas y estructurales, tomando en cuenta las fuerzas que intervienen en el proceso, aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera. Se realizan planos de detalle y planos de taller para la construcción de la máquina, se procede a la compra de elementos normalizados y a la fabricación de partes, tomado en cuenta el tipo de material más adecuado para la construcción. Se realiza el ensamblaje de la máquina y se hace pruebas de funcionamiento obteniendo resultados de eficiencia, consumo de energía y capacidad de producción.

**Palabras claves:** Deshojado, Proceso, Máquina, Normalizados

## ABSTRACT

The project begins with a study of the history and overview of maize. A Here is a field investigation in the province of Cotopaxi and Bolivar where dry soft corn occurs, which investigates the methods used for planting, fertilizing and harvesting are. In this research valuable information is obtained, a common factor among the inhabitants of the area's that do not have any machinery to carry out the process of agroindustrial corn, due to the high price of these machines. Following this a number of alternative poses to choose a model that is inexpensive to manufacture, operation and maintenance, and that is functional and mostly good quality. One of the alternatives being raised Defoliator Corn Used for Medium Roller Rotary, the option that meets the above requirements is selected. The design of each of the mechanical and structural parts is performed. made the purchase of standardized components and parts manufacturing, taken into account the most appropriate type of construction material. Machine assembly and performance testing results obtained energy efficiency and other parameters listed below is performed.

**Keywords:** Leafless, Process, Machine, Standard, Manufacturing

## INTRODUCCIÓN

El maíz pertenece al grupo de las gramíneas y es originario del Continente Americano. Anualmente se producen 645.414.836,10 TM a nivel mundial, los principales exportadores de este producto son: (Estados Unidos, Argentina y Francia), los cuales en su conjunto exportan 97.329.233,60 TM.

En el Ecuador se producen: el maíz duro seco en la región costa, especialmente en las provincias del Guayas y los Ríos que representa el 73,41% de la producción nacional; y el maíz suave seco en la región sierra en las provincias de Bolívar, Cotopaxi y Azuay con una menor proporción en la producción.

Muchos productores logran obtener cultivos de maíz agrónomicamente buenos, sin embargo, otros tipos de pérdida hacen que al final su actividad no sea rentable. Una de las causas de esas pérdidas se da cuando el productor no cosecha su maíz a tiempo, dejándolo en el campo y de esta forma la planta queda expuesto a daño de roedores y pájaros; las altas precipitaciones inducen a pudriciones de mazorca y germinación de la semilla, esto trae como consecuencia pérdidas por mala calidad del grano y a la vez un aumento en la concentración de toxinas con consecuentes daños que estas sustancias producen. Lo óptimo para la cosecha es cuando el grano ha alcanzado entre 22% y 24% de humedad.

En Ecuador no se practica la cosecha mecanizada, más bien se recoge y deshoja las mazorcas a mano y se las introduce a una máquina desgranadora, obteniendo así los granos en quintales listos para vender.

Gracias a la mecanización moderna se puede combinar siembra, abonado y cosecha para aumentar la producción..

En promedio una persona deshoja 5 unidades por minuto, con la utilización de

esta máquina sería de aproximadamente 10 a 15 unidades utilizando el mismo tiempo.

En general se puede afirmar que la mecanización permite una producción con costos que pueden aportar al beneficio del productor y del consumidor.

En la actualidad en el Ecuador no se ha desarrollado una máquina capaz de realizar el proceso de deshojado del maíz a nivel de pequeños productores, por este motivo es conveniente diseñar y construir este tipo de máquinas que ayudarán al desarrollo socio-económico del Ecuador.

## DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO

Con base en encuestas realizadas a varios productores de maíz y en el diseño y construcción de máquinas, se establecieron los requisitos y parámetros técnicos que determinan los índices de calidad y características de explotación de la máquina a diseñar. Los parámetros técnicos especificaron que la máquina debía tener una productividad de 10 a 15 mazorcas por minuto, y que el accionamiento del sistema de la máquina debía ser por medio de un motor eléctrico. La efectividad de deshojado tenía que ser mayor al 90 % y desgranado mínimos.

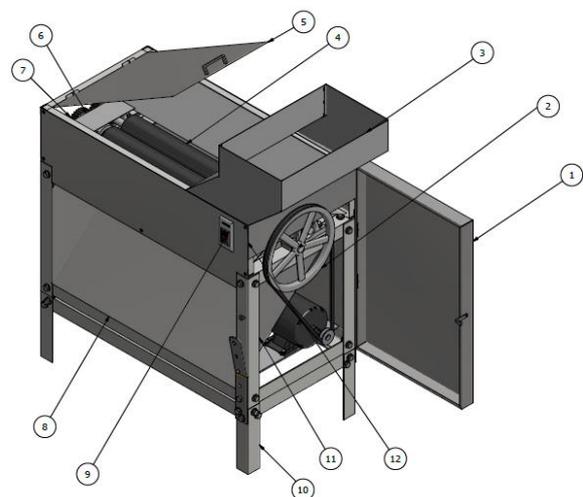


Figura 1. Máquina deshojadora de maíz, con el sistema de rodillos giratorios con caucho vulcanizado.

**a) Mediciones generales de la mazorca de maíz**

**- Peso promedio de la mazorca**

La determinación del peso de las mazorcas se realizó en el laboratorio de mecánica de materiales de la E.S.P.E., se utilizó una balanza electrónica de precisión de 0.1 gramos marca Scout Pro. Se toma una muestra de 50 mazorcas y se realiza un análisis estadístico para conocer el peso promedio de las mazorcas de maíz.



Figura 2. Medición del peso de mazorca

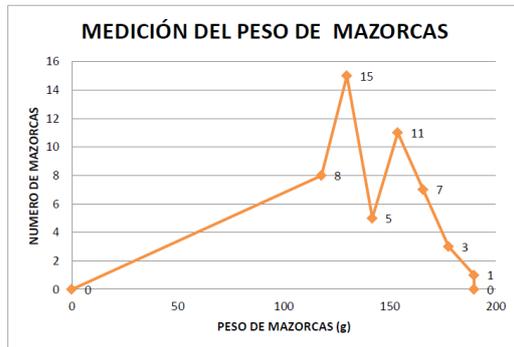


Grafico 1. Medición del peso de mazorcas

**- Medición de la longitud y el diámetro mayor de la mazorca**

Las dimensiones generales de la mazorca se obtienen de la NORMA TECNICA ECUATORIANA OBLIGATORIA INEN 1761, donde se muestra los diferentes tamaños de mazorcas y su clasificación.

El tamaño de la mazorca está dado por el valor de la longitud y el diámetro mayor, la longitud de la mazorca se mide desde la intersección del pedúnculo hasta el extremo.

donde finalizan las brácteas, el diámetro que se necesita es el mayor tomado de la parte más ancha de la mazorca



Figura 3. Medición del diámetro mayor



Figura 4. Medición de la longitud de la mazorca

Clasificación del choclo por su tamaño

TIPO (TAMAÑO)	Diámetro ecuatorial (cm)	Longitud (cm)
I (grande)	≥ 7,0	≥ 20,1
II (mediano)	4 - 6,9	10 - 20
III (pequeño)	≤ 3,9	≤ 9,9

Fuente: (INEN, 1991)

**b) Partes de la máquina deshojadora de maíz**

En la Figura 1 se observa las partes principales de la máquina deshojadora de maíz ① y ⑤ son las cubierta de los rodillos y del sistema de transmisión de movimiento por correas trapezoidales, ② es el sistema de transmisión de movimiento por correas trapezoidales, ③ Tolva de ingreso del maíz con hoja ④ Rodillos deshojadores de caucho vulcanizado, ⑥ Salida de mazorcas de maíz deshojadas, ⑦ Sistema de transmisión de movimiento, ⑧ Salida de la hoja de la mazorca de maíz, ⑨ Panel de control, ⑩ Estructura inferior, ⑪ Estructura media, ⑫ Estructura superior.

**c) Funcionamiento de la máquina deshojadora de maíz.**

Después del proceso de recolección, se procede a realizar el deshojado como se muestra en la figura 5. Las mazorcas son colocadas en la tolva de ingreso seguido de esto la máquina procede a separar la mazorca de la hoja, y estas son dirigidas a sus respectivas salidas.

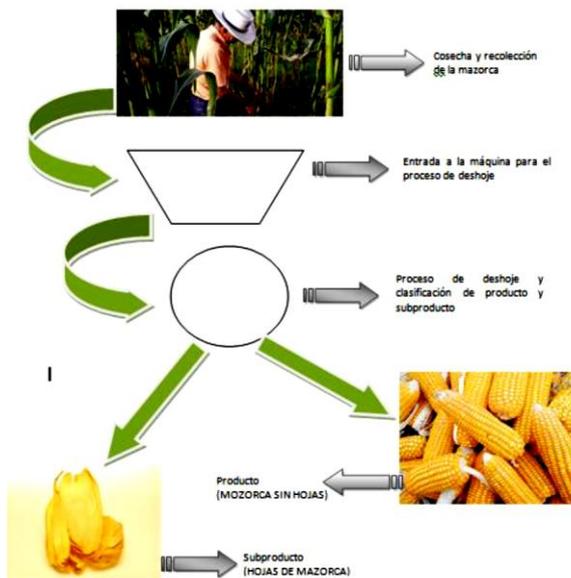


Figura 5. Funcionamiento de la máquina deshojadora de maíz.

**d) Diseño de partes de la máquina deshojadora de maíz**

**- Rodillos Giratorios Vulcanizado**

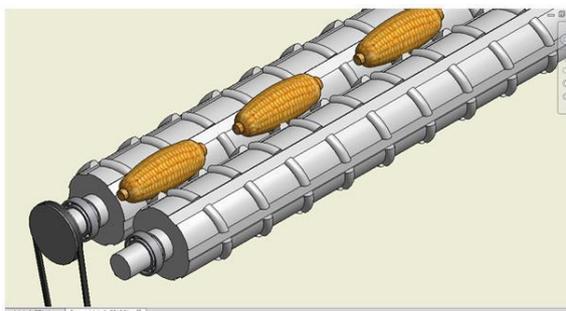


Figura 6. Mazorcas sobre rodillos deshojadores

En la figura 7 se observa el D.C.L. y las fuerzas que actúan sobre los rodillos

deshojadores

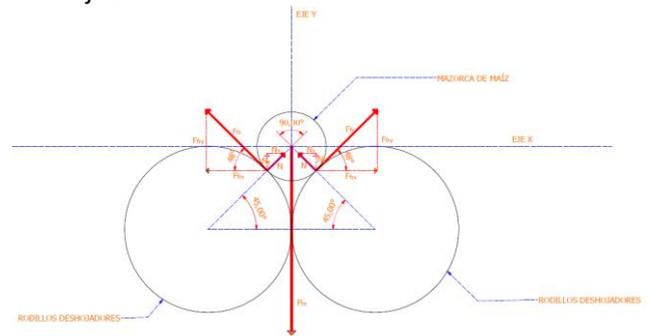


Figura 7. D.C.L. De las fuerzas que actúan sobre los rodillos durante el proceso de deshojado.

Para calcular la fuerza de fricción que existe entre la mazorca y los rodillos es necesario saber el coeficiente de rozamiento que existe entre estos, por tal motivo se realiza un procedimiento experimental para obtener este coeficiente de rozamiento.

ENVOLTURA DE MAÍZ	MATERIAL DE PRUEBA	MEDICIONES REALIZADAS (ÁNGULO CRÍTICO °)					PROMEDIO	COEFICIENTE DE ROZAMIENTO
		1	2	3	4	5		
HOJA VS DE MAÍZ	PLÁSTICO	23	26	24	25	23	24,20	0,44
	MADERA	33	27	25	30	30	29,00	0,55
	METAL	20	18	21	17	16	18,40	0,33
	CAUCHO	47	47	48	49	46	48,00	1,11

Tabla 1. Valores de ángulos críticos y coeficientes de fricción

- Fórmula para el cálculo del diámetro de los rodillos:

$$D = \frac{S - d * \cos \alpha}{\cos \alpha - 1}$$

Donde:

*Diámetro de los rodillos: D*

*Diámetro de la mazorca: d*

*Separación entre rodillos: S*

*Angulo mordedura 2α=96.00*

**- Cálculo de la potencia necesaria del motor eléctrico:**

Para calcular la potencia requerida del motor se necesita saber, cual es la fuerza necesaria para poder separar la mazorca,

de las hojas tal cual como se realiza el procedimiento manualmente como se muestra en la figura 8, se realiza un procedimiento experimental para obtener este valor como se muestra en la figura 9.



Figura 8. Deshojado manual



Figura 9. Simulación del proceso de deshojado (máquina de tracción).

Nº MAZORCA	FUERZA [ N ]
1	110
2	110
3	120
4	125
5	110
6	100
7	105
8	110
9	100
10	95

Tabla 2. Valores obtenidos de la fuerza necesaria para el deshojado.

**- Pruebas de funcionamiento**

Se realizaron pruebas de funcionamiento de la máquina deshojadora de maíz y se determinaron las propiedades físico-mecánicas de la mazorca de maíz que influyen en el diseño de la máquina: forma, tamaño, peso, volumen y coeficiente de fricción en diferentes superficies. Durante las pruebas se utilizó maíz suave seco.

Se realizan 3 pruebas de funcionamiento en las cuales se va a utilizar 45 unidades, 15 de estas van a tener un porcentaje de humedad alto entre (30% - 35 %) o también llamada madurez fisiológica y las otras 30 tendrán un porcentaje de humedad relativamente bajo entre (20% - 25 %), que es la recomendada para que la mazorca pueda ser deshojada o desgranada.

Datos con muestras, porcentaje de humedad (20% a 25%)

Muestra con porcentaje de humedad (20% al 25 %)					
Nº Prueba	Mazorcas Deshojadas	Mazorcas Medianamente Deshojadas	Mazorcas no Deshojadas	Promedio de Consumo de Energía sin Carga (A)	Promedio de Consumo de Energía con Carga (A)
1	15	2	0	12,80	15,00
2	14	2	0	12,70	14,70

Tabla 3. Datos con muestras, porcentaje de humedad (20% a 25%)

Datos con muestras, porcentaje de humedad (30% a 35%)

Muestra con porcentaje de humedad (30% al 35 %)					
Nº Prueba	Mazorcas Deshojadas	Mazorcas medianamente Deshojadas	Mazorcas no Deshojadas	Promedio de Consumo de Energía sin Carga (A)	Promedio de Consumo de Energía con Carga (A)
3	2	6	6	12,60	13,50

Tabla 4. Datos con muestras, porcentaje de humedad (30% a 35%)



Figura 10. Durante las pruebas de funcionamiento



Figura 11. Vista del interior de la máquina



Figura 12. Mazorcas deshojadas



Figura 13. Mazorcas medianamente deshojadas



Figura 10. Mazorcas no deshojadas.

### CONCLUSIONES:

- El porcentaje de humedad de las mazorcas es un factor importante ya que como observamos en la tabla 3 en un minuto se pudo observar el comportamiento de 14 mazorcas puestas a pruebas de las cuales solo 2 fueron deshojadas y 12 fueron no deshojadas o medianamente deshojadas.

- Analizando la tabla 3 nos damos cuenta que en promedio durante un minuto se pudo analizar el comportamiento de 17 mazorcas de las cuales en promedio 15 fueron deshojadas, 2 medianamente deshojadas y 0 no deshojadas lo que quiere decir que se comprueba que el porcentaje de humedad recomendado es el que se

necesita para que el deshojado sea más eficiente.

- El consumo de energía promedio sin carga es de 12,75 amperios y el consumo de energía con carga es de 14,85 amperios.

- El porcentaje de eficiencia de deshojado de la máquina es del 90 %, es un porcentaje aceptable ya que las mazorcas que no están deshojadas pueden ser ingresadas nuevamente al proceso.

- En las pruebas realizadas a la máquina se observa que los rodillos vulcanizados cumplen satisfactoriamente con la función de deshojado de la mazorca de maíz.

### BIBLIOGRAFÍA

- ESPOL. (2005). Diseño de una Máquina Trituradora Tipo Rodillo para la Obtención de la Granulometría Recomendada para Piedra Pómez Utilizada en la Fabricación de Bloque Ligero. Guayaquil.

- INEN. (1991). Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 761. Obtenido de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.1761.1991.pdf>

- INIAP. (2011). Folleto INIAP Manejo Integrado del Cultivo del Maíz. Quito.

- INIAP. (Boletín N°406). Guía para la producción de maíz en Sierra Sur del Ecuador. Quito.

-