**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE IZTAPALAPA.**

**INGENIERÍA MECATRÓNICA.**

**Profesor:**

Soria Frias Sigfrido Oscar.

**Proyecto:**

Descascaradora de cocos

**Grupo:**

**M7A.**

**Alumnos:**

Concha Reyes Cristian Antonio.

Gonzaga Bárcena Hernan.

Mendez Rodriguez Luis Angel.

Fuentes Medina Amayrani.

Martínez Santiago David.

****

<https://github.com/HernanGB9/Proyecto->

# Resumen

El proyecto se centra en el análisis y diseño de una **máquina descascaradora de cocos**, y consta de las siguientes etapas clave:

1. **Tolva de alimentación controlada**: Esta sección regula el flujo de cocos, permitiendo que cada coco pase de manera controlada durante un período de tiempo determinado, asegurando un proceso continuo y ordenado.
2. **Transportador de cocos**: Una cinta transportadora que lleva los cocos desde la tolva hasta la base de procesamiento. Esta etapa garantiza que los cocos lleguen de manera precisa al siguiente proceso sin interrupciones.
3. **Sistema de sujeción y descascarado**: Un retenedor sujeta el coco de manera temporal en la posición correcta, permitiendo que un pistón lo presione con fuerza para romper y retirar la cáscara, logrando un descascarado eficiente y automático.

## Índice

[Resumen 2](#_Toc182963169)

[Índice 3](#_Toc182963170)

[Importancia del Diseño y Automatización en la Maquinaria Agropecuaria 5](#_Toc182963171)

[Etapas Clave en el Diseño de la Máquina Descascaradora de Cocos 6](#_Toc182963172)

[Interconexión y Función de los Componentes Eléctricos 7](#_Toc182963173)

[Objetivos y Beneficios del Proyecto 8](#_Toc182963174)

[1. Análisis de Componentes Mecánicos y Eléctricos 8](#_Toc182963175)

[2. Diseño e Interconexión de los Componentes Eléctricos y Mecánicos 9](#_Toc182963176)

[3. Pruebas de Funcionamiento y Ajustes de Sincronización 10](#_Toc182963177)

[4. Documentación y Mantenimiento Preventivo 11](#_Toc182963178)

# Introducción

En México, la industria agropecuaria representa uno de los sectores más importantes y con mayor potencial de desarrollo, ya que la agricultura y la ganadería generan empleos y contribuyen significativamente al producto interno bruto del país. Sin embargo, esta industria enfrenta varios desafíos que limitan su competitividad en el mercado global. A diferencia de países más desarrollados, donde la tecnología aplicada a la agricultura ha avanzado considerablemente, en México persisten prácticas tradicionales y maquinaria obsoleta que afectan la eficiencia productiva. La mecanización del campo y el uso de tecnologías avanzadas aún no son comunes en pequeñas y medianas explotaciones agrícolas, lo cual es especialmente notable en el proceso de post-cosecha y en el tratamiento de productos agrícolas específicos como el coco.

La automatización y el diseño de maquinaria especializada en la industria agropecuaria es una asignatura pendiente que podría significar un cambio importante en la forma en que México compite en el mercado agroindustrial.

La necesidad de crear y adaptar maquinaria adecuada para la realidad de los pequeños productores es evidente. Los costos elevados de importación y la falta de recursos para adquirir equipos de alto costo han impedido el acceso a tecnologías que podrían optimizar el trabajo en el campo.

En este contexto, el diseño de una máquina descascaradora de cocos representa un esfuerzo por brindar soluciones prácticas, de bajo costo y fáciles de operar, que beneficien a productores locales y contribuyan al fortalecimiento de la cadena productiva.

# Marco teórico

La construcción y el diseño de maquinaria eficiente en México se enfrentan a varios retos. Entre ellos se destacan la falta de financiamiento, la carencia de programas de capacitación técnica en tecnología avanzada y la escasa disponibilidad de materiales y equipos de bajo costo. Sin embargo, a pesar de estos obstáculos, el desarrollo de maquinaria innovadora para la industria agropecuaria puede lograrse a través de enfoques creativos y aprovechando componentes accesibles que ya se encuentran en el mercado.

Uno de los principales objetivos en el diseño de maquinaria es la reducción de costos, sin que ello afecte la calidad y eficiencia del equipo. Esto se logra mediante la selección de componentes de uso común y bajo costo que pueden integrarse en sistemas automatizados y que cumplan funciones específicas. La incorporación de sensores, motores eléctricos y sistemas de control básicos permite diseñar soluciones de fácil manejo y mantenimiento, lo cual es esencial para lograr que esta maquinaria sea accesible para los agricultores mexicanos con limitados recursos económicos.

### Importancia del Diseño y Automatización en la Maquinaria Agropecuaria

La automatización en la maquinaria agropecuaria implica la incorporación de tecnologías que faciliten la operación, aumenten la productividad y reduzcan la intervención humana en tareas que pueden ser repetitivas o peligrosas. La implementación de sistemas de control automático, mediante sensores y actuadores, permite que las máquinas realicen funciones específicas con mayor precisión, lo cual es especialmente beneficioso en el manejo de productos agrícolas frágiles o difíciles de manipular, como el coco.

El diseño de una máquina descascaradora de cocos automatizada y de bajo costo responde a una necesidad específica en la industria agrícola. Este tipo de maquinaria permite optimizar el proceso de descascarado, que es fundamental en la preparación del coco para su comercialización y procesamiento posterior. Además, al desarrollar una máquina de operación sencilla, se promueve el uso de tecnología en comunidades rurales y

pequeñas explotaciones agrícolas, fomentando la modernización del sector y la autosuficiencia tecnológica.

### Etapas Clave en el Diseño de la Máquina Descascaradora de Cocos

El proyecto de desarrollo de la máquina descascaradora de cocos consta de varias etapas que, en conjunto, permiten realizar el proceso de descascarado de manera eficiente y automática. Cada etapa del diseño está pensada para optimizar el flujo de cocos y asegurar un proceso continuo y sin interrupciones. A continuación, se describen las etapas principales y sus características:

1. **Tolva de Alimentación Controlada** La tolva de alimentación es el primer componente en el proceso de descascarado. Su función es regular el flujo de cocos que entran en la máquina, permitiendo que cada coco pase de manera controlada durante un período de tiempo específico. Esto es fundamental para asegurar que el sistema funcione de manera continua y que cada coco se procese de forma ordenada. La tolva de alimentación está diseñada para minimizar el riesgo de obstrucciones y controlar la cantidad de cocos que ingresan al sistema, lo que facilita el trabajo del transportador.
2. **Transportador de Cocos** El transportador es una cinta que lleva los cocos desde la tolva hasta la base de procesamiento. Este mecanismo asegura que los cocos se desplacen de manera precisa y continua hasta el área de descascarado, evitando interrupciones en el flujo de trabajo. Utilizando un motor que impulsa la cinta transportadora, el sistema permite mover los cocos a una velocidad constante, lo que garantiza que lleguen en la posición correcta y a un ritmo adecuado para ser procesados. Este transportador es un componente esencial en la sincronización de la máquina y en la optimización del tiempo de procesamiento.
3. **Sistema de Sujeción y Descascarado** El sistema de sujeción es el encargado de mantener el coco en la posición adecuada durante el descascarado. Una vez que el coco se encuentra en la posición de procesamiento, un pistón eléctrico ejerce presión sobre el mismo,

rompiendo y retirando la cáscara de manera eficiente. Este proceso de descascarado se lleva a cabo de forma automática, permitiendo que el coco se libere y pase a la siguiente etapa sin intervención manual. La precisión del sistema de sujeción es crucial para lograr un descascarado efectivo y uniforme, y para evitar daños al producto.

### Interconexión y Función de los Componentes Eléctricos

Para la automatización del proceso de descascarado, se emplean diversos componentes eléctricos y electrónicos que se interconectan para monitorear y controlar cada etapa de la operación. La combinación de sensores y actuadores permite que la máquina funcione de manera autónoma y que cada etapa se active en el momento preciso. A continuación, se describe la función de cada componente en el sistema:

1. **Sensor de Distancia HC-SR04** Este sensor ultrasónico mide la distancia entre los cocos y la tolva de alimentación, permitiendo detectar cuando hay cocos listos para ingresar en la cinta transportadora. De esta forma, el sistema puede regular el flujo de entrada de cocos y evitar que se acumulen en la tolva o que la cinta se sobrecargue. Este control es esencial para mantener un flujo continuo y para optimizar el tiempo de procesamiento.
2. **Sensor de Barrera Infrarroja E18-D80NK** Este sensor infrarrojo permite detectar el paso de cada coco en la cinta transportadora. Al registrar el momento en que un coco atraviesa el sensor, el sistema puede controlar el tiempo de avance del transportador y activar el sistema de sujeción y descascarado en el momento adecuado. Esta sincronización es clave para asegurar que cada coco se procese en el orden correcto y sin interrupciones.
3. **Motor para Cinta Transportadora** El motor eléctrico es el encargado de mover la cinta transportadora que lleva los cocos desde la tolva hasta el área de descascarado. Este motor debe ser lo suficientemente potente para garantizar un movimiento continuo y regular, lo cual es esencial para sincronizar el flujo de cocos con el sistema de sujeción y descascarado. La precisión en el control del motor es clave para asegurar un proceso eficiente y sin interrupciones.
4. **Pistón** El pistón es el componente que ejerce la presión necesaria para romper la cáscara del coco. Su función es aplicar una fuerza controlada sobre el coco, asegurando un descascarado efectivo y sin daño al producto. La activación y desactivación del pistón se sincroniza con los sensores de barrera y el interruptor de fin de carrera, lo que permite un proceso de descascarado preciso y seguro.

### Objetivos y Beneficios del Proyecto

Este proyecto busca desarrollar una máquina descascaradora de cocos que sea accesible, eficiente y de fácil manejo para los productores agropecuarios de México. Al incorporar sistemas automatizados, se espera lograr un proceso de descascarado rápido y efectivo que permita reducir el tiempo y esfuerzo requeridos en la preparación del coco para su comercialización. Además, este desarrollo representa un avance hacia la modernización de la industria agropecuaria mexicana, brindando una solución accesible y sostenible que promueva la autosuficiencia y la competitividad del sector en el mercado global.

# Metodología

### 1. Análisis de Componentes Mecánicos y Eléctricos

El desarrollo de una máquina descascaradora de cocos requiere la selección adecuada de los componentes mecánicos y eléctricos, ya que cada uno desempeña un papel crucial en la automatización y funcionamiento del sistema. En esta etapa, se evalúan los materiales y componentes necesarios y se analizan las especificaciones técnicas de cada uno para asegurar su idoneidad en el proceso.

#### Componentes Eléctricos

* **Sensor de Distancia HC-SR04**: Este sensor ultrasónico detectará la presencia de cocos en la tolva de alimentación para controlar el flujo de entrada a la cinta transportadora. El sensor enviará señales al microcontrolador para detener o permitir el paso de cocos de acuerdo con las condiciones de llenado de la tolva.
* **Sensor de Barrera Infrarroja E18-D80NK**: Se utilizará en la cinta transportadora para detectar el paso de cada coco hacia la zona de sujeción y descascarado. Este sensor infrarrojo permite activar el sistema de retención y prepara el pistón para el siguiente ciclo de descascarado.
* **Motor para la Cinta Transportadora**: El motor eléctrico es fundamental para mover la cinta transportadora y llevar los cocos desde la tolva de alimentación hasta la zona de sujeción. Este motor debe estar sincronizado con los sensores para evitar que los cocos se acumulen o queden fuera de posición.
* **Pistón**: El pistón es el encargado de aplicar presión sobre el coco para romper y retirar la cáscara. Este pistón debe coordinarse con el sensor de barrera y el interruptor de fin de carrera para ejecutar un movimiento preciso y controlado que garantice un descascarado eficiente.

#### Componentes Mecánicos

* **Tolva de Alimentación**: La tolva tiene como función almacenar los cocos y permitir que estos entren al sistema de manera regulada. El diseño de la tolva debe ser tal que permita el flujo ordenado de cocos hacia el transportador, evitando atascos y permitiendo el control mediante el sensor de distancia.
* **Cinta Transportadora**: El transportador mecánico (cinta transportadora) es responsable de trasladar los cocos desde la tolva hasta el sistema de sujeción. La cinta debe estar diseñada para soportar el peso de los cocos y resistir el movimiento continuo sin desgastarse. Además, la velocidad de la cinta debe ser ajustable para sincronizarse con los sensores y el sistema de sujeción.
* **Sistema de Sujeción**: El sistema de sujeción es una estructura mecánica que sostiene el coco en una posición fija mientras el pistón aplica la presión necesaria para romper la cáscara. Este sistema debe ser lo suficientemente robusto para resistir la fuerza del pistón sin deformarse.

### 2. Diseño e Interconexión de los Componentes Eléctricos y Mecánicos

En esta etapa se define la disposición y conexión de cada componente eléctrico y mecánico, asegurando su funcionamiento integrado en el proceso de descascarado. Los sensores, motores, y el pistón deben ser configurados para trabajar en conjunto de acuerdo con una secuencia de control que sincronice cada etapa.

#### Diagrama de Interconexión

* **Conexión de Sensores al Microcontrolador**: El sensor de distancia HC-SR04 se conecta a los pines de entrada del microcontrolador para que detecte la presencia de cocos en la tolva. El sensor infrarrojo E18-D80NK también se conecta al microcontrolador para que registre el paso de los cocos en la cinta transportadora y active el pistón en el momento adecuado.
* **Control del Motor de la Cinta Transportadora**: El motor de la cinta se conecta a una salida controlada del microcontrolador, lo que permite encenderlo o apagarlo según la detección del sensor de distancia y el sensor de barrera. Esto permite que la cinta avance o se detenga para sincronizar el flujo de cocos con el sistema de sujeción.
* **Control del Pistón Eléctrico y del Interruptor de Fin de Carrera**: El pistón está conectado a un relé controlado por el microcontrolador, lo que permite su activación cuando el sensor de barrera indica la posición del coco. El interruptor de fin de carrera envía una señal de regreso al microcontrolador para que el pistón regrese a su posición inicial después de cada ciclo de descascarado, asegurando así un ciclo de operación seguro y preciso.

#### Ensamble de Componentes Mecánicos

* **Montaje de la Tolva y Cinta Transportadora**: La tolva de alimentación se coloca en una posición elevada para facilitar la caída controlada de cocos hacia la cinta transportadora. El motor de la cinta se fija a una estructura que asegura la estabilidad y permite el movimiento uniforme de la cinta.
* **Instalación del Sistema de Sujeción**: El sistema de sujeción se monta en la posición final de la cinta transportadora, donde el pistón podrá presionar el coco sin necesidad de ajustar manualmente su posición. La estructura de sujeción se diseña para sujetar el coco con firmeza durante el proceso de descascarado y liberar el coco una vez que el pistón ha completado su recorrido.

### 3. Pruebas de Funcionamiento y Ajustes de Sincronización

Una vez ensamblados los componentes, se realizan pruebas de funcionamiento para asegurar que cada parte de la máquina opera en sincronía. Estas pruebas permiten ajustar la configuración de los sensores, la velocidad de la cinta transportadora y el recorrido del pistón para garantizar un descascarado eficiente.

#### Pruebas de Sincronización

* **Sincronización de la Tolva y Cinta Transportadora**: Se ajusta el sensor de distancia para regular el flujo de cocos desde la tolva hacia la cinta. El objetivo es asegurar que solo un coco pase a la vez, evitando el sobrecargado de la cinta.
* **Sincronización del Sistema de Sujeción y el Pistón**: Se prueba la activación del pistón en relación con el sensor de barrera para asegurar que el pistón actúe cuando el coco está en la posición correcta. También se ajusta el interruptor de fin de carrera para garantizar que el pistón regrese a su posición inicial al finalizar el ciclo.
* **Pruebas de Durabilidad**: Para verificar la resistencia de los materiales y componentes mecánicos, se realizan pruebas de funcionamiento prolongado donde se evalúa el desgaste de la cinta, el motor y el sistema de sujeción.

#### Optimización y Calibración Final

* **Ajuste de Sensibilidad en Sensores**: Se calibra la sensibilidad del sensor de distancia y del sensor infrarrojo para adaptarlos a distintos tamaños y pesos de coco, garantizando un flujo continuo y controlado.
* **Configuración del Microcontrolador**: Se ajustan los tiempos de activación y desactivación de cada componente mediante el código de control del microcontrolador, permitiendo que todos los elementos funcionen de manera coordinada para maximizar la eficiencia y seguridad del sistema.

### 4. Documentación y Mantenimiento Preventivo

Para asegurar la continuidad del funcionamiento de la máquina, se documenta cada etapa del proceso, incluyendo el diagrama de interconexión, el código del microcontrolador y las instrucciones de mantenimiento. Esta documentación facilitará futuras reparaciones o ajustes en el sistema, permitiendo a los usuarios mantener el equipo en óptimas condiciones.

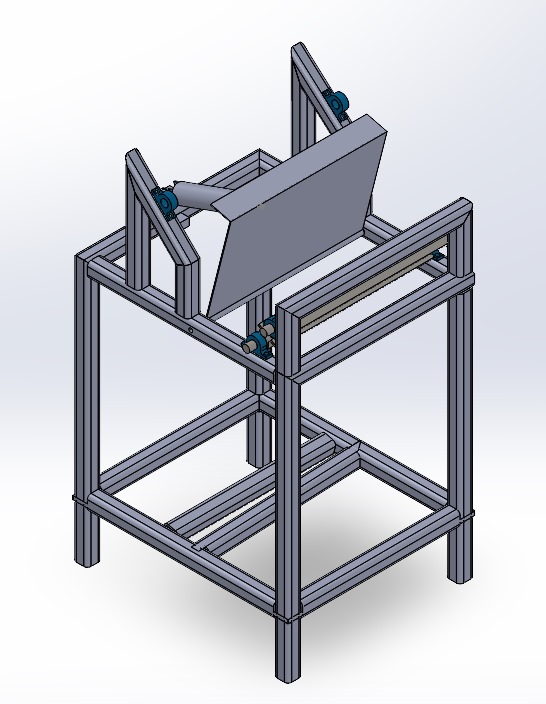
#### Procedimientos de Mantenimiento

* **Inspección de Sensores y Conexiones Eléctricas**: Se recomienda revisar periódicamente el estado de los sensores y las conexiones para evitar fallas en la detección de cocos o interrupciones en el control del sistema.
* **Lubricación y Ajuste de Componentes Mecánicos**: Los elementos móviles de la cinta transportadora y el pistón deben lubricarse y ajustarse regularmente para prevenir el desgaste prematuro y asegurar un movimiento suave y controlado.
* **Verificación del Código y Ajustes en el Microcontrolador**: Se realizan actualizaciones al código del microcontrolador según sea necesario para ajustar el funcionamiento de los componentes o incorporar mejoras en el sistema de control.

# Desarrollo

El diseño de la máquina descascaradora de cocos fue concebido para proporcionar una solución eficiente y automatizada a un proceso tradicionalmente manual y laborioso. En este proyecto, se utilizó software de diseño asistido por computadora, como SolidWorks, para modelar y simular cada componente mecánico de la máquina. Esta etapa permitió visualizar el sistema en su conjunto, analizar las interacciones entre sus partes y optimizar su diseño antes de proceder a la construcción física. SolidWorks fue fundamental para ajustar dimensiones, probar posibles configuraciones y realizar simulaciones de esfuerzo y movimiento, asegurando que cada pieza cumpliera su función de manera efectiva.

En la \*\*figura 1\*\*, se puede observar un render del diseño final de la máquina. Esta imagen muestra las distintas secciones del sistema: la tolva de alimentación, la cinta transportadora, el sistema de sujeción y el pistón. El diseño modular no solo facilita el ensamblaje y mantenimiento, sino que también permite realizar ajustes o mejoras en el futuro.



**Figura 1. Diseño final.**

El desarrollo eléctrico y electrónico de la máquina se basó en el uso de un microcontrolador ESP32, encargado de controlar y sincronizar los diferentes componentes mediante una lógica centralizada. El sistema incorpora sensores y actuadores estratégicamente colocados para automatizar cada etapa del proceso.

La tolva de alimentación, por ejemplo, está equipada con un sensor ultrasónico HC-SR04 que detecta la presencia de cocos y regula su paso hacia la cinta transportadora. Este sensor mide la distancia entre los cocos y la tolva, enviando señales al ESP32 para detener o permitir el flujo de cocos según sea necesario. Esta regulación es fundamental para evitar acumulaciones o interrupciones en el flujo, optimizando la operación. La cinta transportadora, movida por un motor trifásico, traslada los cocos desde la tolva hasta el sistema de sujeción. El motor es controlado por pulsos generados por el ESP32, los cuales activan y desactivan las fases del motor mediante un sistema de relés trifásicos. Este control preciso garantiza un movimiento constante y sincronizado con el resto de los componentes. Además, un sensor de barrera infrarroja E18-D80NK, instalado en la cinta, detecta el paso de cada coco hacia la zona de sujeción, enviando una señal al microcontrolador para detener momentáneamente el transportador y activar el pistón.

El sistema de sujeción, diseñado en SolidWorks para ajustarse a cocos de diferentes tamaños, mantiene el coco en posición durante el proceso de descascarado. Este sistema trabaja en conjunto con un pistón controlado por una electroválvula 3/5 de 12V. La electroválvula es activada y desactivada por un MOSFET, que recibe señales directas del ESP32. Cuando el sensor de barrera infrarroja detecta que un coco está correctamente posicionado, el microcontrolador envía una señal al MOSFET para activar la electroválvula, permitiendo que el pistón se extienda. La presión ejercida por el pistón rompe la cáscara del coco de manera controlada y eficiente.

Un interruptor de fin de carrera (Puede usarse o no), colocado estratégicamente, asegura que el pistón regrese a su posición inicial tras completar cada ciclo. Este interruptor envía una señal de retorno al ESP32, indicando que el sistema está listo para procesar el siguiente coco. Este mecanismo, además de garantizar un ciclo continuo, protege al sistema de posibles fallos mecánicos o eléctricos.

El desarrollo del proyecto también incluyó una fase intensiva de pruebas y ajustes para garantizar la sincronización de todos los componentes. Los sensores ultrasónico e infrarrojo fueron calibrados para adaptarse a cocos de diferentes tamaños y pesos, mientras que los tiempos de activación del motor trifásico y el pistón se ajustaron para maximizar la eficiencia y precisión del sistema. Se realizaron simulaciones prolongadas para verificar la durabilidad de los materiales y componentes, así como la resistencia del diseño mecánico bajo condiciones reales de operación.

El diseño modular de la máquina permite un mantenimiento sencillo y la posibilidad de realizar actualizaciones. La documentación técnica generada, que incluye diagramas de interconexión eléctrica, códigos de programación y planos mecánicos, facilita tanto su mantenimiento como su replicación.

El impacto de este proyecto trasciende el diseño técnico. La máquina descascaradora de cocos representa una oportunidad significativa para los pequeños productores agropecuarios de México, al ofrecerles una herramienta accesible, eficiente y fácil de operar. Su implementación puede aumentar significativamente la productividad y reducir los costos asociados al descascarado manual, un proceso que históricamente ha limitado la competitividad de estos productores en el mercado.

Además, la utilización de componentes accesibles y de bajo costo hace que esta tecnología sea replicable en otras áreas de la industria agropecuaria, fomentando la modernización del sector. La automatización de procesos como este no solo mejora la calidad de vida de los trabajadores al reducir el esfuerzo físico, sino que también contribuye al fortalecimiento de la cadena productiva y a la sostenibilidad económica y ambiental de las comunidades rurales.

El desarrollo de este proyecto no se limita a su funcionalidad actual, ya que el diseño modular y la documentación generada permiten su mejora continua. La inclusión de nuevas tecnologías, como sensores más avanzados o sistemas de control mediante inteligencia artificial, puede integrarse en futuras versiones, adaptándose a las necesidades cambiantes de la industria agropecuaria.

# Resultados

# Conclusiones

# Bibliografías