

PROTOTIPO DE MÁQUINA DESPEGADORA DE CACAHUATE (ARACHIS HYPOGAEA) CONSIDERANDO LOS REQUERIMIENTOS DE LOS PRODUCTORES DE LA MIXTECA POBLANA

PROTOTYPE OF PEANUT PEELING MACHINE (ARACHIS HYPOGAEA) CONSIDERING THE REQUIREMENTS OF PRODUCERS IN THE MIXTECA OF PUEBLA

Escamilla Ramírez Rosalinda¹, López Aranda Erika², Maceda Herrera José³,
Rosas Reyes Yazmin⁴, Reyes García Veronica Mitzi⁵

<https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v8i1.366>

¹Maestra en Ciencias de la Educación, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Acatlán de Osorio, División de la Carrera de Ingeniería Industrial, rosalinda.escamilla.ramirez@itsao.edu.mx, 9535419778, Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km. 5.5. Unidad Tecnológica C.P. 74949, Acatlán de Osorio, Puebla, México.

²Maestra en Ingeniería Administrativa. Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, erika.lopez@itsao.edu.mx, 9531126180, Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km. 5.5. Unidad Tecnológica C.P. 74949, Acatlán de Osorio, Puebla, México.

³Ingeniero Industrial, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Acatlán de Osorio, División de la Carrera de Ingeniería Industrial, jose.maceda@itsao.edu.mx, 9535419778, Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km. 5.5. Unidad Tecnológica C.P. 74949, Acatlán de Osorio, Puebla, México.

⁴Ingeniero Industrial, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Acatlán de Osorio, División de la Carrera de Ingeniería Industrial, yazmin.rosas@itsao.edu.mx, 9535419778, Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km. 5.5. Unidad Tecnológica C.P. 74949, Acatlán de Osorio, Puebla, México.

⁵Ingeniero Industrial, Tecnológico Nacional de México/ ITS de Acatlán de Osorio, División de la Carrera de Ingeniería Industrial, veronica.reyes@itsao.edu.mx, 9535419778, Carretera Acatlán-San Juan Ixcaquixtla Km. 5.5. Unidad Tecnológica C.P. 74949, Acatlán de Osorio, Puebla, México.

Resumen –La presente investigación tuvo como principal objetivo analizar la funcionalidad de una maquina despegadora de cacahuete (arachis hypogaea) con el fin de facilitar el proceso de despegar cacahuete y abordar las necesidades de los productores de la región mixteca poblana.

Se utilizó el método de Bawa [1], el cual refleja la base para poder realizar esta propuesta esto debido a que se requiere un análisis para poder diseñar algo a calcular lo más posible acerca del comportamiento de las ciencias de la ingeniería.

De acuerdo a la investigación y evaluación del problema en la región Mixteca Poblana se detectan productores de cacahuete que se ven a la necesidad de invertir un costo económico con el fin de contratar peones para que realicen el despegue manual es decir separar el cacahuete de la hierba. Debido a esto se desglosa también una problemática hacia los trabajadores/peones ya que al realizar dicho trabajo como posibles consecuencias les resultan las enfermedades o riesgos como; picaduras de animales ponzoñosos, deshidratación, problemas renales por el tiempo que pasan sentados entre otros.

La propuesta de esta investigación basado en la productividad de cacahuete de dicha región y haciendo mención sobre la eficiencia de la maquina despegadora de cacahuete se tomó como hipótesis la implementación

de un motor asíéndola semiautomática teniendo una reducción de tiempo de hasta un 50% en esta actividad.

Palabras Clave: Productores, máquina despegadora, cacahuete, diseño.

Abstract - The main objective of this research was to analyze the functionality of a peanut peeling machine (arachis hypogaea) in order to facilitate the peanut peeling process and address the needs of producers in the Mixteca region of Puebla.

The Bawa method [1], was used, which reflects the basis for this proposal because an analysis is required to be able to design something to calculate as much as possible about the behavior of engineering sciences.

According to the investigation and evaluation of the problem in the Mixteca Poblana region, peanut producers are detected who need to invest an economic cost in order to hire laborers to carry out manual take-off, that is, to separate the peanut from the grass.

Due to this, a problem is also broken down towards the workers/laborers since when they perform such work as possible consequences result in diseases or risks such as; bites from poisonous animals, dehydration, kidney problems from the time they spend sitting, among others.

The proposal of this research based on the peanut productivity of that region and mentioning the efficiency of the peanut peeling machine was taken as a hypothesis the implementation of a semi-automatic motor holding it, having a reduction of time of up to 50% in this activity.

Key words – Producers, peeling machine, peanut, design.

INTRODUCCIÓN

La Mixteca Poblana está localizada en el sur de México y abarca una superficie de 40 kilómetros cuadrados [2]. Parte de la Mixteca Poblana está integrada por el municipio de Acatlán de Osorio, el cual concentra sus actividades económicas en un 12.14% en el sector primario; 19.51% en el sector secundario; 23.23% en comercio y; 39.40% en el sector de servicios, teniendo una Producción Bruta Total de 842 millones de pesos. Su principal actividad económica es la producción agrícola por lo que el cuidado y el trabajo del campo es primordial, así como el cultivo de maíz, frijol y cacahuate [3]. El cacahuate (*Arachis hypogaea* L.) es la leguminosa de grano más cultivada en el mundo para consumo humano y por su utilidad en la elaboración de gran variedad de productos [4]. El cacahuate o maní (*Arachis hypogaea*), es una planta anual que pertenece a la familia de las fabáceas (también conocidas como leguminosas) y al grupo de las 15 oleaginosas y es considerado uno de los alimentos fundamentales de muchos países del mundo como China, Nigeria, Argentina e India [5]. Es probable que se haya originado en América del Sur, en Perú y se haya prolongado por el nuevo mundo cuando los exploradores españoles descubrieron su gran versatilidad en la elaboración de diferentes productos, más tarde los mercaderes difundieron el cultivo del cacahuate en Asia y África. Por otra parte, en México ya era conocido por los nativos desde antes de la fundación de Tenochtitlán. El cacahuate se cultiva en climas tropicales y subtropicales de Asia, Australia, África y América, donde destacan por su producción [6]. Se considera un alimento naturalmente nutritivo, alto en aporte calórico debido a su aceite poliinsaturado, rico en vitaminas y minerales. El contenido de grasa (49.24%) y de proteínas (25.5%) del cacahuate es más alto que en el caso de otras leguminosas, así como la cantidad de niacina y tiamina (amino ácidos esenciales) [7]. En este sentido el cacahuate se destaca por la alta proporción de ácidos grasos insaturados, especialmente oleico, a saturados, como uno de sus beneficios [8]. Esta leguminosa ha encontrado su lugar en la dieta y economía de muchas regiones, siendo la Mixteca Poblana un área de especial relevancia en su producción. Este cultivo cuenta con un valor nutricional significativo, al aportar vitaminas y minerales como hierro y calcio, no contiene colesterol y posee 25 por ciento de proteína. Además, el follaje y las cáscaras se utilizan como forraje para el ganado, lo que maximiza su aprovechamiento en la agricultura local y de esta manera, genera una fuente de ingresos para muchas familias

campesinas. Durante los Ciclos Agrícola Otoño-Invierno y Primavera-Verano de 2023, se sembraron 37 mil 518 hectáreas en México, con una producción total de 49 mil 299 toneladas. Los estados de Sinaloa, Chiapas, Puebla, Guerrero y Oaxaca concentran el 84 por ciento de la producción nacional. Puebla se posiciona como el segundo estado productor de cacahuate, con cinco mil 755 hectáreas sembradas en 2023, que generaron seis mil 883 toneladas [9]. Los municipios con mayor superficie sembrada son: En 2023 Acatlán tuvo una producción de 1,562.40 Ton., Guadalupe 889.04 Ton., San Pablo Anicano 296.18 Ton., Tehuiztzingo 244.85 Ton., San Pedro Yeloixtlahuaca 255.83 Ton., y Chiautla 208.48 Ton. [10]. En la región las familias continúan con la tradición de siembra de cacahuate, el cultivo utiliza bastante tiempo para su producción, ya que son bastantes las actividades que deben realizarse como; preparación del terreno, selección de la semilla, siembra, labrar la tierra, determinación de la época de cosecha, desentierro y lo más importante despegar el cacahuate de la planta para su venta ó consumo, despegar el cacahuate obliga a los agricultores a tener que contratar trabajadores para realizar este trabajo manualmente donde se tienen jornadas de hasta 12 horas diarias para llenar un costal de yute de 40 kilos; en el proceso manual el trabajador se agacha constantemente, por consecuencia, esto provoca cansancio por las deficientes posturas y deshidratación ante la exposición al sol; por lo que la investigación se basa en el desarrollo de un prototipo de máquina despegadora de cacahuate (*Arachis hypogaea*) para facilitar el proceso de acuerdo a los requerimientos de los productores de la Mixteca Poblana. El prototipo pretende ser una alternativa innovadora, que les ayudara a despegar el cacahuate más rápido y con menor esfuerzo.

DESARROLLO

El presente trabajo de investigación, se desarrolló en el Tecnológico Nacional de México, Campus Acatlán de Osorio, en la carrera de Ingeniería Industrial, específicamente en el laboratorio de métodos y manufactura, también se aplicó la investigación de campo mediante encuestas para determinar la viabilidad del proyecto.

Obtención de materia prima

El cacahuate (*Arachis hypogaea*) fueron recolectados con los productores de San Vicente Boquerón, junta auxiliar de Acatlán de Osorio, por lo que se procedió a identificar la muestra seleccionada para el estudio.



Figura 1. Planta de Cacahuate ó mata de cacahuate, seleccionada para el estudio.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En figura 2, se muestra la metodología del proceso del diseño de Bawa [1], para desarrollar el prototipo de la máquina despegadora de cacahuete.

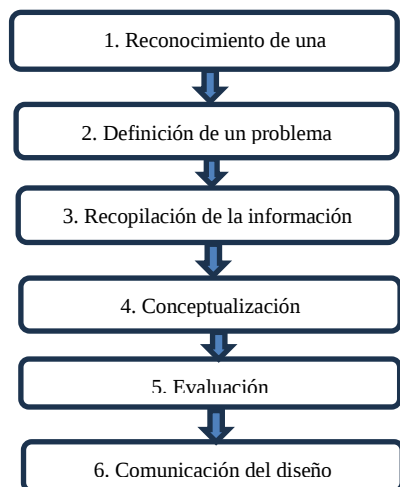


Figura 2. Proceso del diseño metodológico de Bawa.

Se procede a desarrollar cada uno de los pasos de la metodología.

1.Reconocimiento de una necesidad:

Primero se realizó una investigación de campo, sobre la producción del cacahuete por lo que se encontró que el cacahuete se produce principalmente en la Mixteca baja de Puebla, también identificamos que lo más difícil del cultivo es recolectar las matas para posteriormente ser despegadas a mano por un grupo de personas para agilizar su recolección, durante varios días con jornadas de trabajo de hasta 12 horas diarias.

Posteriormente se realizó la determinación del tamaño de la muestra.

Se utilizó la siguiente Fórmula [11] que sirve para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población. El municipio de Acatlán de Osorio tiene 681 productores de cacahuete.

Formula tamaño de muestra

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q} \quad \text{Ec. (1)}$$

En donde:

- N = tamaño de la población
- Z = nivel de confianza
- P = probabilidad de éxito, o proporción esperada
- Q = probabilidad de fracaso
- D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

$$\frac{681 \times 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}{0,03^2 (681 - 1) + 1,96^2 \times 0,05 \times 0,95}$$

Lo que arrojó como resultado 156 productores a los que se realizó la primera pregunta integradora:

- ¿Si existiera una herramienta que le ayude a despegar cacahuete la utilizaría?

2. Definición de un problema:

En Acatlán de Osorio, también conocido como Mixteca baja, los habitantes en su mayoría se dedican a la agricultura específicamente en la siembra de cacahuete.

En la recolección, las vainas se cosechan extrayendo la planta completa del suelo, mediante una pala, un bieldo fuerte o con una excavadora mecánica. Se puede dejar que las plantas maduren tal como se extraen aun cuando la mejor práctica es permitir que se curen en montones. Tres o cuatro estacas de 2 a 2,5 m de largo, se colocan en la forma de una letra “A” con tablas atravesadas y colocadas a unos 50 cm de la base, para retirar las plantas del suelo y permitir la circulación del aire en el interior del montón. Las plantas se colocan sobre las tablas atravesadas, con sus extremos superiores hacia fuera, y se amontonan hasta la altura que las estacas permitan. Una vez que las vainas están completamente secas se trillan a mano o con máquinas, por medio de cilindros [12].

Por lo que la fase más difícil del cultivo del cacahuete es recolectar las matas para posteriormente ser despegadas a mano por un grupo de personas para agilizar su recolección, durante varios días con jornadas de trabajo de hasta 12 horas diarias. Por lo que resulta importante buscar alternativas para facilitar el proceso de despegar cacahuete, esto debido a que actualmente el proceso se realiza de manera manual, los productores de cacahuete contratan por día en promedio 5 trabajadores para ayudar en estas actividades.

Durante los días de trabajo, el proceso de despegar cacahuete comienza arrancando los cacahuates de la mata, estos se van colocando en recipientes para después almacenarlos en costales, algunos trabajadores llenan hasta dos costales al día, pero como mínimo tienen la tarea de llenar uno.

Se tiene la problemática en los tiempos de las actividades, operaciones repetitivas, malas posturas y otros malestares a largo plazo.

3.Recopilación de información:

En 2021 Puebla ocupó el 4º lugar con 9,333 toneladas de producción de cacahuete [13], una de las zonas productoras de cacahuete se localiza en la Mixteca baja, destacando Acatlán de Osorio y pueblos aledaños.

El estado de Puebla en 2023, sembró un total de 5,856.81 ha., de cacahuete, donde Acatlán de Osorio alcanza 1,488 ha correspondientes a siembra y cosecha de esta importante leguminosa únicamente en siembra de temporal. [14].

De acuerdo con los resultados de las entrevistas a los agricultores de cacahuete, y los datos obtenidos en la investigación de mercado; se identificaron las siguientes situaciones problemáticas que deben resolver con la propuesta del prototipo de una máquina despegadora de cacahuete.

- Minimizar el tiempo de despegar cacahuete con respecto a la forma tradicional.
- Facilitar el proceso de despegar cacahuete.
- Evitar que el trabajador se agache constantemente para disminuir las fatiga y cansancio.
- Mejorar las jornadas de trabajo.
- Disminuir los tiempos y movimientos.

4. Conceptualización

Se identificaron los criterios de evaluación para el diseño del prototipo considerando cuatro aspectos:

- 1) Estética: ES (Se evalúa la imagen del prototipo)
- 2) Manejo: MA (La facilidad para su uso)
- 3) Fabricación: FA (El grado de complejidad de la manufactura)
- 4) Seguridad: SE (La seguridad es la integridad del usuario para su uso y manejo)

5. Evaluación.

Diseño A1

ESTÉTICA: Representa una imagen interesante para el usuario.

MANEJO: La máquina puede ser manejada fácilmente

FABRICACIÓN: La manufactura de la máquina requiere el uso de soldadura e instalación eléctrica.

SEGURIDAD: Es un prototipo que no presenta ningún riesgo para el usuario.

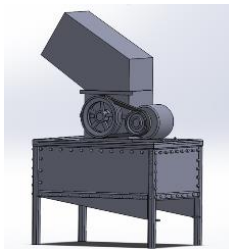


Figura 3. Diseño 1A.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Diseño A2

ESTÉTICA: La imagen es agradable para el usuario.

MANEJO: La máquina es fácil de utilizar; pero requiere mejoras en el diseño.

FABRICACIÓN: La manufactura del prototipo no es compleja

SEGURIDAD: La seguridad del prototipo representa poco riesgo para el usuario.

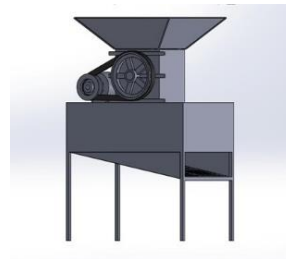


Figura 4. Diseño 2A

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Diseño A3

ESTÉTICA: La imagen no es llamativa para el usuario.

MANEJO: El manejo del prototipo es sencillo, pero al ser manual agota con facilidad al usuario.

FABRICACIÓN: La manufactura del prototipo no requiere instalación eléctrica.

SEGURIDAD: El prototipo representa poco riesgo para el usuario.

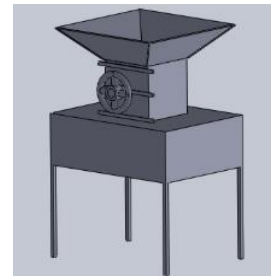


Figura 5. Diseño 3A.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El diseño más óptimo para manufacturarse es el *Diseño A1*, que presenta los criterios más adecuados para su manufactura y es la mejor alternativa por lo que en la figura 6, se presenta el diseño A1 completo con sus despieces donde se pueden apreciar los componentes del prototipo de la máquina despegadora de cacahuete.

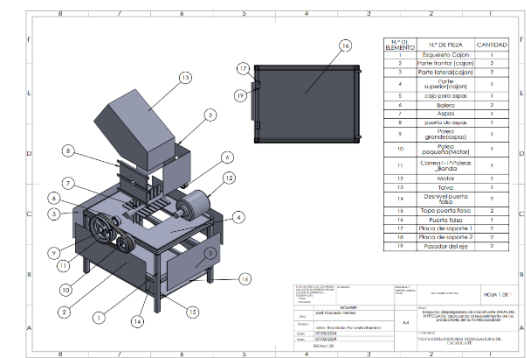


Figura 6. Diseño 3ª.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

6. Comunicación del diseño.

El diseño final se presentó con un grupo de diez productores de cacahuate y la opinión de un ingeniero agrónomo quienes proporcionaron retroalimentación para la propuesta del diseño antes de ser manufacturado el prototipo final. Las consideraciones son: el funcionamiento del prototipo debe ser semiautomático para que lo puedan manipular fácilmente los productores porque se contará con un motor de $\frac{1}{2}$ Hp y un apagador de contacto, otra recomendación es colocar una puerta falsa con malla en la parte baja de la caja, para sacar el cacahuate ya despegado con mayor facilidad para que gire en línea recta y realice el proceso de despegar cacahuate con eficiencia; nos recomendaron que la altura del prototipo sea de 1.50 cm para que sea fácil de manipular.

Manufactura del prototipo.

Se desarrolló la manufactura del prototipo considerando siete pasos fundamentales que nos ayudaron a realizar el prototipo final como se observa en el esquema de la figura 7.

Paso 1.-Se diseñó el prototipo en SolidWorks.

Paso 2.-Ensamblado y soldadura de la base.

Paso3.- Ensamblado de aspas.

Paso 4.- Calibrado de eje del funcionamiento de la máquina, baleros, polea y banda.

Paso 5.- Instalación de motor y pruebas de funcionabilidad

Paso 6.- Ensamblado del recubrimiento de la máquina

Paso 7.-Instalación del apagador.



Figura 7. Esquema representativo de la manufactura del prototipo de la máquina despegadora de cacahuate.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la figura 8, se presenta el prototipo final de la máquina despegadora de cacahuate, utilizando el diseño 1A, con el que se realizaron las pruebas de funcionamiento para el proceso del despegado de cacahuate de la planta o también conocido como mata de cacahuate.



Figura 8. Prototipo final de la máquina despegadora de cacahuate.
Fuente: Elaboración propia, 2025.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Utilizamos el método de recolección de datos de una encuesta aplicando el siguiente formulario de 11 preguntas.

1. ¿Cuántas hectáreas de terreno de cacahuate cultivan actualmente?

a) Menor a una hectárea b) 1 hectárea c) 1 hectárea y mas

2. ¿Qué tiempo tarde en acabar de despegar de las matas, toda la cosecha de cacahuate?

a) 1 a 3 semanas b) 1 a 2 meses c) depende de la cosecha

3. ¿Cuántas personas trabajan en el proceso de despegar cacahuate?

a) 2 a 5 personas b) 6 a 10 personas c) 11 a más personas

4. ¿Cuánto cacahuate despega al día por cada persona?

a) $\frac{1}{2}$ costal b) 1 costal c) $1\frac{1}{2}$ costal d) 2 costales

5. ¿Considera que gasta mucho dinero en salario de trabajadores contratados?

a) si b) no

6. ¿En cuánto tiempo despega el cacahuate de una sola mata de la planta de cacahuate?

a) de 1 minuto a 1:30 b) de 1:30 a 2 minutos c) de 2 minutos a mas

7. ¿Qué tiempo tarda en llenar un costal por cada persona?

a) 1 día b) 1 día $\frac{1}{2}$ c) 2 días

8. ¿Le gustaría tener una máquina que le ayude a despegar cacahuate más rápido?

a) si b) no

9. ¿Le gustaría que el funcionamiento de la máquina despegadora de cacahuate, sea por medio de un motor o sea manual?

a) motor b) manual

10. ¿Conoce alguna máquina que le ayude a despegar cacahuate más rápido?

a) si b) no

11. ¿Conoce y/o utiliza una máquina que le ayude a despegar cacahuate más rápido?

a) si b) no

Por lo tanto, se realizó una encuesta a una muestra de 156 productores de la región de Acatlán de Osorio, para identificar la viabilidad y aceptación del mercado.

Los resultados previos que se obtuvieron con la ayuda de una encuesta fue que el 42.1% de las personas entrevistadas tienen un terreno menor a una hectárea, para sembrar cacahuete, el 50.6% de los entrevistados hacen un tiempo de 1:30 a 2 minutos para despegar una mata de cacahuete, además el 46.6% de las personas llenan ½ costal por día, el 52.2% utiliza 1 ½ día, para llenar el costal, también el 53.4% de los entrevistados terminan de despegar todo el cacahuete de las matas dependiendo la cantidad de su cosecha, el 48.9% de los entrevistados contrata de 6 a 10 personas para ayudar al proceso de despegar cacahuete, el 95% considera que gastan mucho dinero en el salario de los trabajadores, también el 95% de las personas que fueron encuestadas eligieron la opción de adquirir una máquina que ayude a despegar el cacahuete más rápido, el 100% de las personas encuestadas no conocen alguna herramienta que les facilite esta tarea, por lo tanto se tiene una viabilidad del mercado que se aprecia en la figura 9, correspondiente a la pregunta 8. ¿Le gustaría tener una máquina que le ayude a despegar cacahuete más rápido?

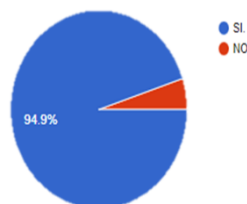


Figura 9. Gráfica de la pregunta decisiva sobre el interés de la máquina despegadora de cacahuete.
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se identificó un 95% de aceptación por parte de los productores de cacahuete en la región de Acatlán de Osorio.

En la figura 10, se aprecian los resultados de la pregunta 11, ¿Conoce y/o utiliza una máquina que le ayude a despegar cacahuete más rápido?, teniendo como resultado que ningún productor de Acatlán de Osorio conoce y/o utiliza actualmente una máquina para el proceso del despegado de cacahuete



Figura 10. Gráfica de la pregunta que muestra que los productores no conocen y/o utilizan una máquina despegadora de cacahuete.
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Pruebas de funcionalidad de la máquina despegadora de cacahuete.

Se realizaron pruebas para evaluar la funcionalidad del prototipo de la máquina despegadora de cacahuete, por lo tanto se empleó una muestra de 48 matas (plantas con cacahuete) que son equivalentes para el llenado de un costal de yute, y de esta manera se considera el promedio de los tiempos empleados al despegar una sola mata de cacahuete de forma tradicional teniendo como resultado (88 segundos), en comparativa con el tiempo utilizado en despegar cacahuete con el prototipo de la máquina despegadora de cacahuete se tiene un tiempo de (22 segundos) con este análisis comparativo se tiene que el prototipo de la máquina despegadora de cacahuete, es más eficiente al realizar el trabajo en un 75% que el productor, como se aprecia en la gráfica de la figura 11.

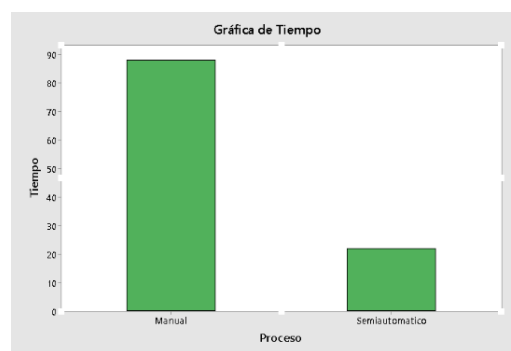


Figura 11. Gráfica de tiempo en segundos, del comparativo de la máquina despegadora de cacahuete y del método manual.
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se hizo el comparativo con una investigación Peruana, para el diseño mecánico de una máquina descapsuladora y seleccionadora de maní, para dar solución al problema que se vive en el caserío de Collique, al no contar con un sistema eficaz para procesar este producto, de implementarse dicho diseño se reducirán los tiempos de procesamiento de granos de maní, generando mayores ingresos en la población, al vender una mejor calidad de producto. Se empleó una metodología analítica y deductiva, para entender la problemática y dar solución a esta, empleando los conocimientos obtenidos en la carrera y las opiniones de expertos obtenidas mediante entrevistas, se logró establecer los parámetros de diseño; mediante el uso de encuestas y guías de observación se determinó la capacidad nominal del equipo en 400 kg/h, para satisfacer las necesidades de la zona de Collique. Se elaboró conjuntamente a la máquina diseñada, su manual de usuario y plan de mantenimiento y conjunto de planos [15]. En este caso este tipo de máquina se diferencia del prototipo porque es una máquina descapsuladora y seleccionadora, la propuesta que ofrecemos está de acuerdo a las necesidades de los productores locales para despigar el cacahuete de la planta con una eficiencia del 75%.

En la comparativa del proceso del despegado de cacahuete con el prototipo de máquina despegadora,

existe una reducción del tiempo, también durante estas pruebas se tuvo que ajustar bien la tolva esto porque la fuerza que generaba el motor hacía que las matas de cacahuate se movieran más rápido en el interior de la máquina y las despegara con más fuerza, logrando mayor eficiencia que el método tradicional o manual.

Por lo tanto, de una investigación China, sobre el descascarillado del cacahuate, las interacciones mecánicas entre las partes de descascarillado de la máquina y el maní se analizaron con la teoría de Hertz, proporcionando una base teórica para la optimización de materiales y parámetros de los componentes clave. Se seleccionó el material de poliuretano flexible con buena resistencia al desgaste y se convirtió en componentes clave de descascarillado con diferentes radios de curvatura, lo que demuestra su idoneidad para la industria del descascarado de maní [16], en el caso de la propuesta del prototipo de la máquina despegadora de cacahuate la función principal es el proceso del despegado del grano y en comparación con esta máquina realiza la función de quitar la cascarilla y la propuesta que presentamos con la máquina se enfoca en las necesidades del productor de la región Mixteca.

Por otra parte, en Ecuador desarrollaron un prototipo de máquina construido es capaz de clasificar los granos por diferencia de peso logrando diferenciar hasta en 15% de diferencia de pesos dos clases fundamentales de separación, es decir granos ligeros y granos pesados. Tanto el régimen de vibración forzada con masas desbalanceadas como el de ventilación forzada garantizaron los parámetros de operación adecuados para la clasificación de los granos por gravimetría [17]. Sin embargo actualmente los agricultores de la región, contratan trabajadores para que realicen el proceso de forma manual, este proceso consiste en que se debe despegar el cacahuate de la mata y recolectar en costales, para después venderlos o para consumo propio; en otros estados de la República Mexicana, los productores utilizan la máquina trilladora, la trilladora tiene un costo de \$45,000 mil pesos, por lo que en la Mixteca baja esto no se utiliza pero si es importante considerar esta información, la máquina tiene un costo de producción de aproximadamente \$8,400.00 pesos si se considera vender tendría un aumento del 35%, pero aun así el costo es más bajo si se compara con la máquina trilladora la cual su función principal no es el proceso del despegado de cacahuate; otra comparativa es el salario a los trabajadores que el promedio en la zona es de \$200.00 pesos por día de jornada laboral, y de acuerdo a la encuesta realizada el 48.9 % dijo que contrata de 6 a 10 trabajadores para realizar el proceso de despegar cacahuate, es por ello que, al realizar un cálculo de costos, si el productor contrata 6 trabajadores con un salario de \$200 por 7 días de trabajo se tendría un gasto aproximado de \$8,400.00 pesos entonces la comparativa en costos sigue siendo mayor y esto es una ventaja para la propuesta de la máquina despegadora de cacahuate.

CONCLUSIONES

De manera general podemos describir que se cumplieron con las expectativas que se tenían planteadas, ya que se obtuvo la aceptación del producto con un 95%, y el prototipo propone una alternativa para despegar cacahuate de manera más fácil comparado con el método tradicional, se identificó que podemos adaptar mejoras en el proceso de la cosecha de cacahuate en la región mixteca, como son la disminución de tiempos al realizar el despegue de cacahuate, además reducir gastos, dolores de espalda y movimientos repetitivos.

Las ventajas obtenidas del prototipo de máquina despegadora de cacahuate son las siguientes:

- Reduce el tiempo utilizado en este proceso; por lo que el productor tiene la oportunidad de realizar diversas actividades
- Disminuye las jornadas de trabajo; el proceso que realiza la máquina para el despegado de cacahuate facilita las operaciones que se tienen que hace en comparación
- Reduce el cansancio físico.
- Disminuye tiempos, movimientos y malas posturas.

Se logró alcanzar el objetivo que es facilitar el proceso de despegar cacahuate, teniendo una alternativa para sustituir la forma tradicional de este proceso, asimismo al integrar a la herramienta un motor para que su funcionamiento sea semiautomático logramos disminuir el tiempo empleado en este proceso hasta en un 75%.

En comparativa con las otras investigaciones relacionadas a la cosecha de cacahuate ó maní, la propuesta de esta máquina se enfoco al proceso del despegado del cacahuate de acuerdo con los requerimientos de los productores y a sus necesidades enfocadas a la región Mixteca, es importante destacar que cada localidad tiene sus propias necesidades algunas son similares y en otros casos se pueden ir adaptando como un proceso de mejora continua.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos observar que la investigación aun presenta oportunidades de mejora en cuanto al diseño y funcionamiento para que realice funciones más automatizadas que le permitan al productor tener un sistema más rápido y eficiente; por lo tanto es fundamental para la realización optima de este producto, teniendo estas bases bien definidas y se puede hacer una mejora en la manufactura para que más adelante implementar nuevas metodologías de trabajo, para que la máquina despegadora de cacahuate realice la selección de acuerdo al tamaño de la leguminosa y vaya separando el fruto de la planta de cacahuate, incluso la acción del proceso del descascarillado que es otra propuesta de desarrollo que permitirá al productor disminuir los tiempos de los diferentes procesos que involucran la producción y cosecha de cacahuate.

AGRADECMIENTOS

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México y TcNM: Instituto Tecnológico Superior de

Acatlán de Osorio, por el financiamiento concedido para el desarrollo de esta investigación y a la Jefatura de la División de la Carrera de Ingeniería Industrial.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Bawa H.S. (2007). Procesos de manufactura, Mc. Graw Hill. Interamericana México.
- [2] Olán, G. M., Zarate, P. M., Bautista, C. D. R. R., Galindo, M. D. L. L., y Marín, A. P. (2017). Proyectos sustentables desarrollados para la región Mixteca Baja del Estado de Puebla. Ingeniería solidaria, 13(22).
- [3] INEGI (2020), Instituto Nacional de Estadística y Geografía, en el apartado Población Económicamente Activa (PEA).
- [4] Robles, S., R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. 2ª edición, Editorial Limusa, México, pp. 290-293.
- [5] Vera, F. (2019). Crecimiento y productividad de dos genotipos de maní (*Arachis hypogaea* L.) según densidad poblacional establecidos. Scielo (30), 40-54.
- [6] Sánchez D., S. 1992. Taxonomía y distribución del cacahuate *Arachis hypogaea* L. Universidad Autónoma Chapingo. Edo. De México. México. p 26-27.
- [7] Latham, M. (2002) Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición (29).
- [8] Chowdhury F.N., Hossain D., Hosen M., Rahman S. 2015. Comparative study on chemical composition of five varieties of groundnut (*Arachis hypogaea* L.). World J. of Agricultural Science, 11(5): 247-254.
- [9] SIAP (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
- [10] Secretaría de Agricultura (2023). [Cacahuete, cultivo fundamental en la Mixteca Poblana | Representación AGRICULTURA Puebla | Gobierno | gob.mx](#) Cacahuete, cultivo fundamental en la Mixteca Poblana.
- [11] Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud Salud en Tabasco, vol. 11, núm. 1-2, enero-agosto, 2005, pp. 333-338.
- [12] Agricultura. El cultivo del cacahuate recuperado de https://infoagro.com/frutos_secos/cacahuete.htm, en el apartado 5. Recolección.
- [13] Atlas del SIAP (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
- [14] SIAP (2023). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola>. Año:2023, Producción agrícola, ciclos-perennes, Modalidad: Riego+temporal, Cultivo: Cacahuete (Ton), Entidad federativa: Puebla, Municipio: Acatlán.
- [15] Pozzo Silva, Cristian Daniel Vera Davila y Carlos Lorenzo (2018). Diseño de una máquina de descapsuladora y seleccionadora de maní.

[16] Jiannan Wang, Huanxiong Xie, Huanxiong Xie, Zhichao Hu, Minji Liu, Jinyi Peng, Qishuo Ding, Baoliang Peng, Chenbin Ma. (2022). Optimización del material para los componentes y parámetros clave de la desgranadora de maní basada en la teoría de Hertz y el diseño de caja-Behnken.

[17] Lucas Meza John Paul, Sornoza Solórzano Cristhian Andrés (2017). Estudio y diseño de una clasificadora gravimétrica de maní (*arachis hypogaea*) como estrategia de implementación en pequeñas industrias.

Tabla de roles de contribución.

Rol	Autor(es)
Conceptualización Supervisión Administración del proyecto Metodología-Recursos Redacción del borrador original	Rosalinda Escamilla Ramírez
Metodología-Recursos	Erika López Aranda
Metodología-Recursos	José Maceda Herrera
Redacción-Revisión y Edición	Yazmin Rosas Reyes
Redacción-Revisión y Edición	Veronica Mitzi Reyes García



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.