

PROPUESTA DE PROTOTIPO DE GUANTE ERGONÓMICO DESGRANADOR DE MAZORCAS

PROPOSAL FOR PROTOTYPE OF ERGONOMIC GLOVE SHELLING COB SHAMMER

Armenta Acosta Indeliza

Tecnológico Nacional de México/I.T. de Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0005-9278-2365>

indeliza.aa@mochis.tecnm.mx

Rivera Barreras Mauro Alberto

Tecnológico Nacional de México/I.T. de Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0005-1269-2870>

maurorivera1318@gmail.com

Ramirez Irigoyen Hector Martín

Instituto Tecnológico de Los Mochis/ I.T. de Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0000-6168-3106>

hectormartinri16@gmail.com

Urías García Luis Alberto

Tecnológico Nacional de México/I.T. de Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0002-0388-991X>

luisalbertouriasgarcia@gmail.com

Valdez Muñiz Debanhi Guadalupe

Instituto Tecnológico de Los Mochis/ I.T. de Los Mochis

<https://orcid.org/0009-0002-6693-428X>

debanhim43@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.61273/neyart.v4i1.210>

| Received: 28/02/2026 | Accepted: 02/05/2026 | Published: 08/06/2026

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



Resumen-- En este proyecto se busca diseñar y desarrollar un guante ergonómico el cual tiene como objetivo principal facilitar el desgrane manual de mazorcas, el cual es enfocado principalmente a pequeños productores agrícolas de la región norte de Sinaloa, México; la cual es una región clave para la producción de maíz, en la cual muchas personas trabajan realizando esta actividad del desgrane de mazorcas para comercializarse o el autoconsumo donde los métodos tradicionales de desgrane que son implementados, pero en el proceso de desgrane manual tradicional es muy intensivo, lento y agotador por lo cual llega a generar fatiga, lesiones musculares, lesiones cutáneas y problemas como tendinitis a causa de la repetición de movimientos y obtener como consecuencia baja eficiencia laboral. En el estudio presentado se utilizan principios de ergonomía, antropometría y diseño, las cuales son de gran ayuda para guiar el procedimiento de elaboración del guante.

El objetivo principal es diseñar un guante ergonómico ajustado a las medidas antropométricas de los productores del norte de Sinaloa. El prototipo contiene eslabones de cadena redondeados y reforzados, los cuales estarán adheridos con pegamento plasti-acero para facilitar el desgranado de mazorcas; esto enfocado a minimizar el esfuerzo físico, reducir el riesgo de lesiones y mejorar la eficiencia en comparación, de los métodos tradicionales actuales utilizados por los pequeños productores en el Norte de Sinaloa. El guante prototipo basado en los estudios antropométricos realizados localmente será basado tomando en cuenta dos medidas el percentil 0.5 y 0.9 (mano 15-18 cm, palma 9-11 cm, etc.) para ajuste amplio (hombres y mujeres).

El proyecto es viable debido a que aborda fatiga y lesiones que afectan la salud y productividad ya que las herramientas existentes no son ergonómicas ni accesibles (mecánicas son costosas); diseño antropométrico mejora condiciones laborales, sostenibilidad y respeta tradiciones agrícolas.

El proyecto es viable a la alta técnica (materiales locales de bajo costo, guantes talla 7 y 9, cadena de acero inoxidable, plasti-acero; proceso simple replicable rural), económica (bajos costos, ahorros en salud y tiempo laboral), práctica (uso descendente intuitivo, durabilidad) y social (aceptación comunitaria, mejora calidad de vida). Las encuestas fueron realizadas a 15 productores: 100% manual, 92% con dolor/fatiga, alta disposición a usar guante con un costo promedio de aproximadamente \$300 MXN.

El guante prototipo, utilizando eslabones de 8x12 mm e implementando una técnica de movimiento descendente para realizar el desgrane manual; obtuvo como resultado en las pruebas realizadas, que los usuarios aseguran haber experimentado menos fatiga, menos dolor principalmente en manos y muñecas, mayor eficiencia, seguridad y comodidad al utilizar el guante prototipo durante su trabajo.

Como sugerencias de mejoras es recomendable tomar en consideración utilizar eslabones de dimensiones más pequeñas, incluir una superficie de cuero en palma de la mano, reforzar las costuras de sujeción de los eslabones y evitar utilizar plasti-acero para el reforzamiento de los mismos.

El 100% de los usuarios reportaron beneficios significativos al utilizar el guante prototipo.

Palabras clave-- Antropometría, desgrane, ergonomía, fatiga, guante, herramienta manual, lesiones, mazorcas, movimientos repetitivos, prototipo, reducción de esfuerzo.

Abstract-- This project aims to design and develop an ergonomic glove whose primary objective is to facilitate the manual shelling of corn cobs. It is focused mainly on small-scale agricultural producers in the northern region of Sinaloa, Mexico—a key area for corn production—where many people perform this activity for commercialization or self-consumption. Traditional shelling methods are used, but the conventional manual shelling process is highly intensive, slow, and exhausting. As a result, it causes fatigue, muscle injuries, skin lesions, and problems such as tendinitis due to repetitive movements, ultimately leading to low labor efficiency.

The presented study applies principles of ergonomics, anthropometry, and design, which provide essential guidance for the glove manufacturing process.

The main objective is to design an ergonomic glove tailored to the anthropometric measurements of producers in northern Sinaloa. The prototype features rounded and reinforced chain links that are securely attached using Plasti-Steel adhesive to facilitate corn cob shelling. This design focuses on minimizing physical effort, reducing the risk of injuries, and improving efficiency compared to the traditional methods currently used by small producers in northern Sinaloa. The prototype glove, based on local anthropometric studies, was developed considering the 0.5 and 0.9 percentiles (hand length 15–18 cm, palm width 9–11 cm, etc.) to ensure a wide, comfortable fit for both men and women.

The project is viable because it directly addresses fatigue and injuries that affect health and productivity. Existing tools are neither ergonomic nor accessible (mechanical options are expensive), while the anthropometric design improves working conditions, promotes sustainability, and respects traditional agricultural practices.

The project demonstrates high viability from a technical perspective (using locally available low-cost materials: size 7 and 9 gloves, stainless steel chain, Plasti-Steel adhesive; simple process easily replicable in rural settings), economic perspective (low production costs and savings in health and labor time), practical perspective (intuitive downward-motion use and high durability), and social perspective (strong community acceptance and improved quality of life).

Surveys were conducted with 15 producers: 100% use manual methods, 92% experience pain or fatigue, and there is high willingness to adopt the glove at an average acceptable cost of approximately \$300 MXN.

The prototype glove, utilizing 8×12 mm chain links and implementing a downward movement technique for manual shelling, was tested with users who reported experiencing significantly less fatigue, reduced pain (especially in the hands and wrists), greater efficiency, improved safety, and enhanced comfort during their work.

Suggested improvements include using smaller-dimension chain links, adding a leather surface to the palm, reinforcing the seams that secure the links, and avoiding the use of Plasti-Steel for link reinforcement.

100% of users reported significant benefits when using the prototype glove.

Keywords-- Anthropometry, shelling, ergonomics, fatigue, gloves, hand tools, corn cobs, repetitive movements, prototype, injuries, effort reduction.

INTRODUCCIÓN

El maíz es uno de los cultivos más importantes para la humanidad, especialmente en México, donde su producción ha sido central en la economía y la alimentación desde tiempos prehispánicos. En el estado de Sinaloa, la producción de maíz no solo es una fuente de ingreso fundamental, sino que también está arraigada profundamente en las tradiciones agrícolas locales. A pesar de los avances en tecnología

agrícola, muchos pequeños productores y trabajadores rurales continúan utilizando métodos manuales y herramientas rudimentarias para desgranar mazorcas, una tarea ardua y repetitiva que puede conllevar a problemas físicos por el esfuerzo requerido (Kumar, A., & Tiwari, P. 2011).

El proceso de desgranar mazorcas consiste en desprender los granos de la espiga, y sigue siendo una de las actividades más comunes entre pequeños productores. Este trabajo manual, cuando se realiza sin las herramientas adecuadas, provoca fatiga muscular y lesiones por movimientos repetitivos, especialmente en las manos, muñecas y espalda baja (Singh et al., 2011). La literatura científica ha demostrado que las actividades manuales intensivas, como el desgrane tradicional, están asociadas con cargas musculoesqueléticas elevadas y un mayor riesgo de trastornos por esfuerzo repetitivo si se prolongan en el tiempo sin intervenciones ergonómicas apropiadas (Workman et al., 2015).

En muchas comunidades rurales donde el maíz crece como cultivo clave y también sirve como base alimentaria y económica, el guante desgranador de mazorcas y otras herramientas manuales especializadas pueden ser de gran ayuda para los agricultores. Aunque el proceso de desgranado manual no ha cambiado mucho durante miles de años y requiere mucha energía y agotamiento humano durante generaciones, sigue siendo una práctica vital; no obstante, también puede acarrear fatiga crónica y lesiones musculares a largo plazo (Ergonomic Assessment of Hand-Intensive Agricultural Tasks, 2018).

Por lo tanto, se han buscado diversas soluciones para realizar los trabajos de desgrane manual de maíz (mazorcas) de una forma menos desgastante y más efectiva, principalmente para los pequeños productores. Entre estas se encuentran diseños ergonómicos mejorados de desgranadoras manuales que permiten reducir el esfuerzo físico, disminuir la fatiga de los trabajadores y aumentar la productividad sin depender exclusivamente de maquinaria costosa (Ergonomic Studies on a Hand-Operated Sheller, 2014). La adopción de herramientas ergonómicas y métodos de operación más eficientes no solo favorece la salud y el bienestar de las personas involucradas en el desgrane, sino que también puede contribuir a mantener la sostenibilidad de las prácticas agrícolas tradicionales en comunidades rurales, donde la mecanización completa todavía es inaccesible o económica y culturalmente no es prioritaria. Estas estrategias representan una respuesta pragmática a un desafío persistente en la producción de maíz a pequeña escala. (Singh et al., 2011)

DESARROLLO

Planteamiento del problema

En el norte de Sinaloa, México, una región reconocida por su producción de maíz, los pequeños productores enfrentan desafíos significativos en el proceso de desgranado de mazorcas, actividad fundamental para la preparación del grano para su comercialización o autoconsumo. Tradicionalmente, el desgranado se realiza de manera manual o con herramientas rudimentarias, lo que implica un trabajo intensivo, lento y físicamente agotador.

Este proceso no solo consume una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo, sino que también puede generar lesiones musculares o cutáneas debido a la fricción repetitiva y la falta de herramientas ergonómicas. Los pequeños productores, que representan una parte significativa del sector agrícola en Sinaloa, aproximadamente 2.4 millones de unidades de producción con potencial no desarrollado en México, según datos de Mata, suelen operar con recursos limitados y tecnologías de baja mecanización. Esto contrasta con los productores comerciales que utilizan equipos de alta tecnología, lo que agrava la brecha de productividad y rentabilidad. El desgranado manual reduce la eficiencia, incrementa los costos de producción (en tiempo y mano de obra) y limita la capacidad de los pequeños productores para competir en el mercado o satisfacer las necesidades de autoconsumo de manera eficiente.

Además, el contexto agroecológico de Sinaloa, donde se están adoptando prácticas sostenibles como las descritas por Claudio Beltrán 2020, (producción de maíz libre de agroquímicos con rendimientos de 14.8 toneladas por hectárea), resalta la necesidad de herramientas que complementen estas prácticas al reducir la dependencia de procesos manuales intensivos. La falta de acceso a tecnologías accesibles y adaptadas a las necesidades de los pequeños productores perpetúa un ciclo de baja productividad y altos costos operativos. Debido a este planteamiento se llega a la pregunta central: ¿Qué características debe tener un guante desgranador para ser funcional, ergonómico y accesible para los pequeños productores del Norte de Sinaloa?

Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es diseñar un guante ergonómico que facilite el desgrane de mazorcas, optimizando el esfuerzo físico y reduciendo el riesgo de lesiones.

Objetivos específicos

- Diseñar un guante que se ajuste a las medidas antropométricas de los pequeños productores del norte de Sinaloa.

- Proponer una herramienta manual enfocada a disminuir el esfuerzo físico requerido para desgranar mazorcas.
- Reducir el riesgo de lesiones relacionadas con movimientos repetitivos en manos y muñecas.
- Validar la aceptación y comodidad del guante con los usuarios participantes.

Como primer paso para el desarrollo de nuestra investigación se diseñó y aplicó un cuestionario a 15 agricultores experimentados del Norte de Sinaloa, para identificar que herramienta necesitaban para facilitar el desgrane manual de mazorcas, a continuación se presenta dicho instrumento cómo se puede observar en la encuesta 1.

Cuestionario

¿Cuánta mazorca desgrana en promedio por hora actualmente?

- a) 50
- b) 100
- c) Mas de 100

¿Cual es el tiempo promedio en que se desgrana una mazorca?

- a) 10 segundos
- b) 20 segundos
- c) Mas de 20 segundos

¿Cuáles son los principales problemas a los que se enfrentan los desgranadores al realizar el desgrane?

¿Experimenta dolor o fatiga en manos, muñecas o brazos, etc.?

- a) Si
- b) No

¿Has sufrido lesiones a causa del desgrane manual?

- a) Si
- b) No

Si su respuesta fue si, ¿Cuántas veces en el último año

¿Qué necesitaría para realizar el desgrane manual más fácil y menos riesgoso?

- a) Guante
- b) Base fija de madera para apoyo
- c) Base movible para el desgrane

¿Alguna vez ha utilizado alguna herramienta para realizar el desgrane manual?

Si _____ No _____ ¿Cuáles?

¿Ha tenido problemas con la eficiencia y tiempos de desgrane

Si _____ No _____ ¿Cuáles?

¿Usaría una herramienta como un guante con incrustaciones para desgranar más rápido y con menos fatiga?

Si _____ No _____

¿Qué características considera que debería tener una herramienta para el desgrane manual?

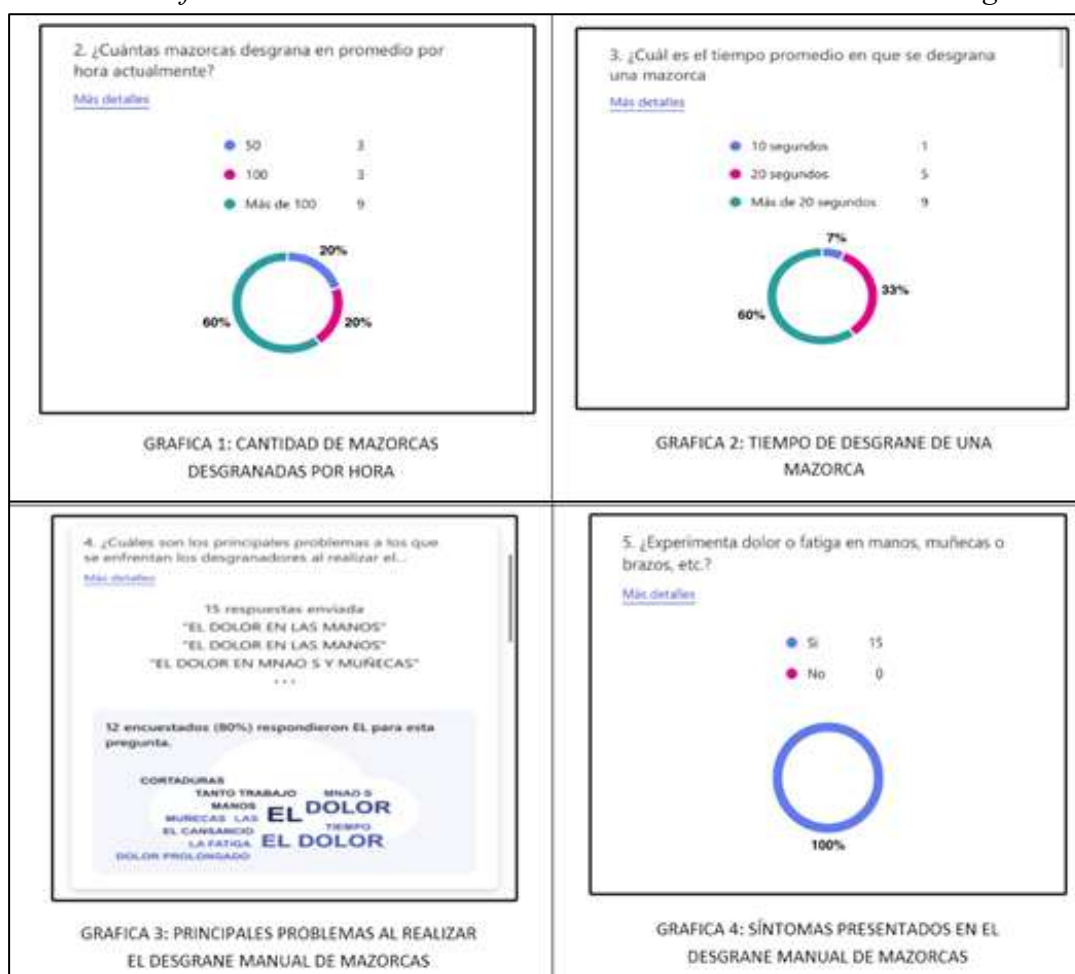
a) Fácil agarre b) desgrane eficiente c) Cómoda de usar Otros _____

¿Cuánto estaría dispuesta a pagar por una herramienta que resuelva estas necesidades?

a) 200 b) 300 c) Más de 300

RESULTADOS

Tabla 1. Graficas con los resultados de los cuestionarios realizados a los agricultores.



Fuente: Elaboración propia

6. ¿Ha sufrido lesiones a causa del desgrane manual?

[Más detalles](#)

● Si 15
● No 0



GRAFICA 5: LESIONES PRESENTADAS AL REALIZAR EL DESGRANE MANUAL DE MAZORCAS

7. Si su respuesta fue si ¿Cuántas veces en el último año?

[Más detalles](#)

15 respuestas enviadas

"15"

"13"

"19"

...

1 encuestados (7%) respondieron MAS para esta pregunta.

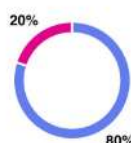
**manos Varias
MAS
molestia**

GRAFICA 6: CUANTAS OCASIONES SE HUBO LESIONES EL ÚTIMO AÑO

8. ¿Qué necesitaría para realizar el desgrane manual más fácil y menos riesgoso?

[Más detalles](#)

● Guante 12
● Base fija de madera para apoyo 3
● Base móvil para el desgrane 0

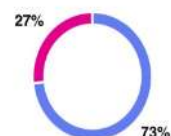


GRAFICA 7: QUE HERRAMIENTA SERÁ LA ADECUADA PARA REALIZAR EL DESGRANE MANUAL

9. ¿Alguna vez ha utilizado una herramienta para realizar el desgrane manual?

[Más detalles](#)

● Si 11
● No 4



GRAFICA 8: INDICE DE UTILIZACIÓN DE OTRAS HERRAMIENTAS PARA EL DESGRANE MANUAL

10. Si su respuesta fue si ¿Cuáles?

[Más detalles](#)

15 respuestas enviadas

"UN OLOTE"

"UN OLOTE"

"NINGUNA"

...

3 encuestados (20%) respondieron UNA TABLA para esta pregunta.

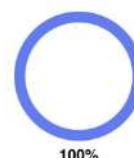
CARTON DURO CUERO MANO MADERA
UN OLOTE OTRA MAZORCA
UNA TABLA
Olores EL OLOTE
PEDAZO NINGUNA
CLAVOS

GRAFICA 9: HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA REALIZAR EL DESGRANE MANUAL DE MAZORCAS

11. ¿Ha tenido problemas con la eficiencia y tiempos de desgrane?

[Más detalles](#)

● Si 15
● No 0



GRAFICA 10: CANTIDAD DE PROBLEMAS PRESENTADOS AL REALIZAR EL DESGRANE MANUAL

Fuente: Elaboración propia

12. Si su respuesta fue si ¿Cuáles?

[Más detalles](#)

15 respuestas enviadas
"NO CUMPLIR CON LA META DE DESGRANE"
"TIEMPO DE DESGRANE"
"EL DOLOR FUERTE Y PROLONGADO"
...

8 encuestados (53%) respondieron TIEMPO para esta pregunta.



GRAFICA 11: TIPOS PROBLEMAS PRESENTADOS AL REALIZAR EL DESGRANE MANUAL

13. ¿Usaría una herramienta como un guante con incrustaciones para desgranar más rápido y con...

[Más detalles](#)

● Si 15
● No 0

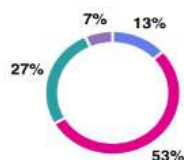


GRAFICA 12: ¿USARIA ALGUNA HERRAMIENTA PARA FACILITAR EL DESGRANE MANUAL?

14. ¿Qué características considera que debería tener una herramienta para el desgrane manual?

[Más detalles](#)

● Fácil agarre 2
● Desgrane eficiente 8
● Cómoda de usar 4
● Otras 1



GRAFICA 13: CARACTERÍSTICA PRINCIPAL QUE DEBE CONTENER LA HERRAMIENTA PARA REALIZAR EL DESGRANE MANUAL

15. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una herramienta que resuelva estas necesidades?

[Más detalles](#)

● 200 2
● 300 7
● Más de 300 6



GRAFICA 14: PRECIO QUE ESTARÍAN DISPUESTOS A PAGAR POR LA HERRAMIENTA QUE LES FACILITE EL DESGRANE DE MAZORCAS

Fuente: Elaboración propia

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISEÑO DE PROTOTIPO

De acuerdo a los resultados de las encuestas, el 80% contestó que sufría dolor de manos al terminar el proceso de desgrane, el 100% afirmó sufrir dolor o fatiga en manos, muñecas y brazos. El 60% contestó que la principal característica que debe tener una herramienta de desgrane manual es el desgrane eficiente, seguido por el 27% que eligió la comodidad de uso de la herramienta. El 100% afirmó tener problemas con la eficiencia y tiempos de desgrane, el 73% contestó que han usado una herramienta para el desgrane, comentando que improvisaron tal herramienta con un olote, pedazo de madera con clavos, un pedazo de

cartón duro. Para enfrentar este problema, se ha tomado la decisión de desarrollar un guante ergonómico con incrustaciones que facilita el desgrane de mazorcas. Este invento está pensado para personas que trabajan en el campo, pequeños agricultores que por la naturaleza de su trabajo, necesitan herramientas eficaces y accesibles que minimicen el esfuerzo físico y las lesiones. Por lo tanto, se proyecta elaborar un guante innovador, resaltando la importancia de su diseño basado en las necesidades ergonómicas de los usuarios, en función de las tareas que realizan diariamente en el campo, específicamente el desgrane de mazorcas.

Para el diseño del guante, se tomaron en cuenta medidas antropométricas de 15 pequeños productores del norte de Sinaloa. (los mismos productores que contestaron el cuestionario). Las dimensiones consideradas fueron:

- La longitud de la mano
- La longitud de la palma
- El ancho de la palma
- El diámetro del agarre interior

Estas medidas, obtenidas de una muestra representativa de usuarios potenciales, son cruciales para asegurar que el guante se ajuste adecuadamente y ofrezca un rendimiento óptimo en el desgrane.

Medidas antropométricas

A continuación en la siguiente tabla se muestran las medidas antropométricas recolectadas de 15 pequeños productores agrícolas de norte de Sinaloa, las cuales serán utilizadas para el diseño y fabricación del primer prototipo del guante desgranador de mazorcas, en la tabla se muestran los puntos antropométricos tomados en cuenta: longitud de la mano, longitud de la palma, ancho de la palma, diámetro de agarre, peso, estatura y edad.

Desarrollo del primer prototipo del guante desgranador

A partir de estas medidas, se determinó que el guante debe adaptarse a las variaciones individuales, utilizando percentil 0.5 Y 0.9 ya que ergonómicamente es la medida mas optima para la mayoría de los productores.

El proceso de diseño del guante desgranador comenzó con la identificación de las necesidades ergonómicas de los usuarios, quienes son pequeños productores agrícolas en Sinaloa. Al no contar con acceso a maquinaria agrícola avanzada, estos agricultores deben realizar tareas manuales como el desgrane de maíz, lo que puede ocasionar problemas de salud a largo plazo debido al esfuerzo repetitivo. Por lo tanto, el

objetivo principal fue crear una herramienta accesible, eficaz y segura para reducir la fatiga y mejorar la productividad.

Para el diseño del guante, se tomaron en cuenta datos antropométricos de una muestra de productores agrícolas del norte de Sinaloa, lo que permitió ajustar el guante a las dimensiones antropométricas. Las medidas clave incluyeron la longitud de la mano, la palma y el diámetro del agarre, y los percentiles 0,5 y 0,9 fueron utilizados para garantizar que el guante se adaptara a la mayoría de los usuarios. (0,5 para mujeres y 0,9 para hombres).

Tabla 2. Resultados de la cédula antropométrica realizada a 15 agricultores.

NOMBRE	LONGITUD DE LA MANO (cm)	LONGITUD DE LA PALMA (cm)	ANCHO DE LA PALMA A LA MANO (cm)	DIÁMETRO DE AGARRE (cm)	PESO (kg)	ESTATURA (cm)	EDAD
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	20	20	8	4	87	171	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	20	20	8	4	111	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	100	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	80	167	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	111	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	81	160	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	88	168	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	88	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	84	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	81	160	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	88	170	40
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	100	167	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	80	160	35
RODRIGO SANCHEZ AYLA ARRIAGA	21	21	8	4	79	168	40
PERCENTIL							
0,5	19	9	8	4			
0,9	20	20	8	4			
0,5	19	19	8	4	100	167	35
0,9	21	21	8	4	111	170	40
0,5	19	9	8	4	80	160	35
0,9	21	21	8	4	111	170	40

Fuente. Elaboración propia.

Una vez recopiladas las medidas, se procedió a seleccionar los materiales. El guante fue diseñado utilizando materiales de alta resistencia como los eslabones de cadena con bordes redondeados, para asegurar un desgrane eficiente sin dañar los granos de maíz, además se reforzó con plasta-acero para mejorar su durabilidad.

Diseño y materiales del guante prototipo

Las medidas antropométricas de los usuarios objetivo fueron fundamentales para determinar el tamaño y el tipo de ajuste del guante. De esta manera, el guante puede adaptarse a una variedad de tamaños de mano y formas, asegurando que se mantenga un agarre eficiente durante el proceso de desgrane.

La talla de guante óptima fue la talla 9 por los resultados antropométricos tomando el percentil 0,9, pero también se realizó un diseño con la talla 7 del percentil 0,5 debido a que este percentil está enfocado a la población femenina.

DISEÑO Y MATERIALES DEL GUANTE PROTOTIPO

A continuación se presentan los prototipos de los guantes:

Talla 7 (M):

- Circunferencia de mano: 178 mm
- Longitud de mano: 182 mm
- Ancho de la palma 80 mm



Imagen 1. *Muestra de los guantes talla 7.*

Fuente. *Elaboración propia.*

Talla 9 (G):

- Circunferencia de mano: 218 mm
- Longitud de mano: 200 mm
- Ancho de la palma 90 mm



Imagen 2. *Muestra de los guantes talla 9.*

Fuente. *Elaboración propia.*

Los materiales para la elaboración de los guantes fueron los siguientes:

Tabla 2. *Materiales utilizados en la fabricación del guante prototipo.*

Guantes talla 7 y 8 	Eslabones de cadena 	Pinzas de corte 
Pegamento plasta-acero 	Hilo y Aguja 	Pintura en aerosol negra 

Fuente. *Elaboración propia.*

Al tomar en cuenta las medidas de los granos del norte de Sinaloa que en promedio tienen una longitud de entre 8 y 12 mm, ancho de entre 6 y 8 mm y un grosor del grano entre 4 y 6 mm escogimos la siguiente cadena ya que tiene borde redondos y pequeños que al empujar los granos de forma consecutiva para que al desgranarlos no se dañaran.



Imagen 3. *Muestra las dimensiones de los eslabones.*

Fuente. *Elaboración propia.*

El objetivo es cocerlos y posteriormente reforzarlos con un pegamento plasta-acero.

Procedimiento de elaboración del prototipo

- 1- Seleccionar el tipo de guante utilizado, determinado los percentiles 0,05 los cuales son más objetivos de acuerdo con las medidas antropométricas que se tomaron para este rediseño.



Imagen 4. *Muestra de los guantes utilizados en el prototipo.*

Fuente. *Elaboración propia.*

- 2- Seleccionar el tipo de eslabones para adherirlos al guante, verificando que tenga bordes redondos para no dañar los granos al momento de aplicar fuerza con los guantes al momento de desgranar.

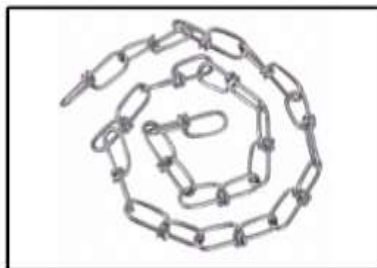


Imagen 5. *Muestra de la cadena de acero utilizada en el prototipo.*

Fuente. *Elaboración propia.*

- 3- Cortar la cadena para sacar los eslabones que serán utilizados en los guantes.



Imagen 6. *Muestra la imagen del corte de los eslabones.*

Fuente. *Elaboración propia.*

- 4- Cocer los eslabones 1 por 1 hasta completar el total de eslabones en cada guante.



Imagen 7. *Muestra el cocimiento de los eslabones en los guantes.*

Fuente. *Elaboración propia.*

5- Adherir pegamento plasti-acero para reforzar los eslabones situados en los guantes desgranadores.



Imagen 8. *Muestra de la adherencia de plasti-acero a los guantes.*

Fuente. *Elaboración propia.*

6- Pintar la palma de la mano con pintura no tóxica para priorizar la salud de los usuarios.



Imagen 9. *Muestra de los guantes talla 9.*

Fuente. *Elaboración propia.*

7- El guante está listo para ser utilizado por aquellas personas que forman parte de las pequeñas empresas agrícolas.

Funcionamiento del guante

El guante ergonómico desgranador de mazorcas permite que el usuario coloque la mazorca sobre las incrustaciones y mediante un simple movimiento descendente, desprenda los granos sin tener que aplicar mucha fuerza. Este diseño no solo mejora la velocidad del desgrane, sino que también reduce el riesgo de lesiones por esfuerzo repetitivo, disminuyendo significativamente la tensión en las manos y muñecas, facilitando el trabajo de las personas que forman parte de las pequeñas empresas agricultoras.

Pruebas preliminares de funcionamiento

Se realiza la primera prueba de funcionamiento del primer prototipo del guante desgranador. En la cual los resultados fueron positivos, debido a que se logró desgranar la mazorca de forma eficiente a base de una

serie de movimientos simples y efectivos sobre la mazorca de forma que se empujan los granos de maíz en diversas direcciones ya que no se cuenta actualmente con una técnica ergonómica para reducir el índice de lesiones al momento de realizar el trabajo, sin embargo se logra que los eslabones incrustados en la mazorca se encuentren con los granos de maíz, repitiendo este procedimiento con ambas manos, una a la vez, ya que mientras con una la sostiene la otra mano realiza el movimiento de desgrane, cada mano con su respectiva parte de la mazorca.



Imagen 10. Muestra la prueba preliminar de funcionamiento.

Fuente. Elaboración propia.

Pruebas exhaustivas de eficiencia

Se llevan a cabo las pruebas exhaustivas de eficiencia diversos operarios los cuales trabajan en diferentes campos agrícolas de la región en los cuales fueron realizadas las encuestas mostradas anteriormente, donde su trabajo principal generalmente es el desgrane manual de mazorcas (desgranador) con alto índice de experiencia en el ambiente labora estudiado, en esta ocasión se realizaran las pruebas desgranando una mazorca de tipo maíz blanco.

Sin embargo se puede apreciar que el operador realiza movimientos repetitivos y sin principios ergonómicos debido a que está acostumbrado a realizar el trabajo de esa manera, pero aseguró sentir considerablemente menos fatiga y dolor en sus manos al utilizar el guante desgranador ya que no se lastima directamente sus manos y mejora exponencialmente la eficiencia al momento de desgranar la mazorca.



Imagen 11. *Muestra la prueba exhaustiva de eficiencia.*

Fuente. *Elaboración propia.*

Explicación de la técnica ergonómica de desgrane

Se muestra la técnica ergonómica correcta propuesta para realizar el desgrane manual de mazorcas de una forma más rápida y eficiente para reducir principalmente el tiempo de desgrane y los riesgos a lesiones a causa de los movimientos repetitivos y movimientos incorrectos o riesgosos para el desgrane manual de mazorcas. La cual consiste en realizar una serie de movimientos en sentido descendente, empujando los granos de la mazorca de maíz de forma que los granos de la mazorca se encuentren con los eslabones incrustados en el guante desgranador ayudando a desprender los granos sin dañar la integridad del grano de la mazorca gracias a sus bordes redondeados, los movimientos se realizan con una mano a la vez, ya que mientras una mano sostiene la mazorca la otra mano realiza el empuje para desprender los granos, cada mano realiza su trabajo (desprendimiento de granos) en su determinada zona.



Imagen 12. *Muestra de la explicación de la técnica ergonómica.*

Fuente. *Elaboración propia.*

Se muestra como un operador agrícola que desempeña el trabajo del desgrane manual de mazorcas con una técnica ergonómica propuesta adecuada para evitar lesiones, en lo cual al momento de llevar a cabo la prueba en los operarios se pudo observar una resistencia al cambio muy notable en su forma de desgranar, ya que algunos de desesperaban o trataban de girar las muñecas al inicio como estaban ellos acostumbrados a realizar el desgrane comúnmente, surgiendo así éstos problemas de la adaptabilidad pero después de realizarlo consecutivamente se notó como mejoro su seguridad y satisfacción en su persona al momento de comenzar a adaptarse a la nueva técnica ergonómica para realizar el desgrane manual, argumentando que era exageradamente sencillo realizar el desgrane manual de esa manera y con ello obteniendo resultados mucho mejor que lo esperados superando nuestras expectativas sobre como reaccionarían al comenzar a utilizar el guante desgranador de mazorcas.



Fuente. *Elaboración propia.*

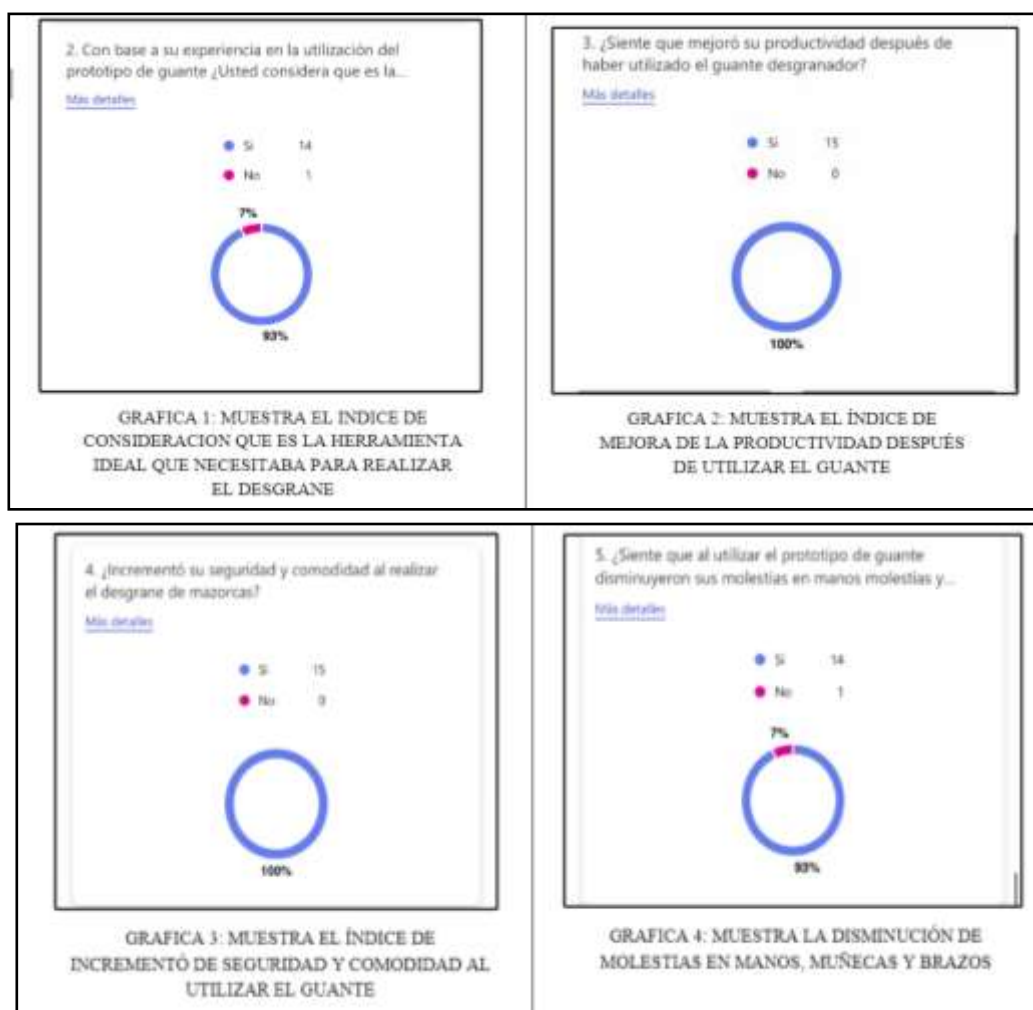
1. Con base a su experiencia utilizando el prototipo del guante ¿Usted considera que es la herramienta ideal que necesitaba para realizar el desgrane de mazorcas?
a) Si b) No
2. ¿Siente que mejoró su productividad después de haber utilizado el guante desgranador?
a) Si b) No
3. ¿Incrementó su seguridad y comodidad al realizar el desgrane de mazorcas?
a) Si b) No

4. ¿Siente que al utilizar el prototipo de guante disminuyeron sus molestias en manos, muñecas y brazos?

- a) Si b) No

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios involucrados en el prototipo

Tabla 2. *Graficas con los resultados de los cuestionarios realizados a los agricultores.*



Fuente. *Elaboración propia.*

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos con la utilización del guante desgranador fueron positivos ya que con base a las opiniones de los operarios (desgranadores) en la encuesta que se les realizó, comentaron haber experimentado una reducción significativa (93%) en el esfuerzo realizado ya que ahora no sentían desgaste,

dolor, rozaduras o molestias en las manos gracias al guante que utilizaron y con ayuda de las incrustaciones en ellos (eslabones de cadena) se facilitó y se mejoró el desgane manual sin lastimar el producto (granos), lo que les generaba mas seguridad de trabajar de una forma rápida y eficiente sin necesidad de lastimar sus manos (100%). Además, les ayudó mucho la implementación del cambio de técnica, ya que anteriormente utilizaban una técnica en la cual giraban mucho la muñeca y ahora utilizan una técnica en la cual se realizan movimientos de forma vertical disminuyendo el desgaste físico y mejorando la efectividad de su trabajo al momento de realizar el desgrane manual de mazorcas.

CONCLUSIONES

El desarrollo del guante desgranador representa una solución innovadora para pequeños productores agrícolas que enfrentan las limitaciones del trabajo manual en el campo. Este diseño no solo responde a las necesidades ergonómicas de los usuarios, sino que también proporciona una herramienta accesible que facilita el desgrane de mazorcas. La adaptación del guante a las medidas antropométricas de los usuarios fue un paso crucial para asegurar su eficacia y comodidad, lo que se traduce en una reducción significativa del esfuerzo físico requerido y una menor incidencia de lesiones.

El uso de materiales resistentes y el diseño modular aseguran la durabilidad del guante, lo que lo convierte en una herramienta eficiente para el trabajo agrícola a pequeña escala. Las pruebas de campo realizadas demuestran que este guante puede mejorar la productividad de los pequeños productores al reducir el tiempo y la energía necesarios para desgranar mazorcas. Además, al estar enfocado en las necesidades reales de los trabajadores agrícolas, este proyecto subraya la importancia de la ergonomía en el diseño de herramientas agrícolas.

Además, el 100% de los operarios aseguraron sentir menos fatiga y dolor en manos al utilizar el guante desgranador, además se mejoro la eficiencia del tiempo de desgrane gracias a la implementación de la técnica recomendada para realizar un desgrane correcto sin necesidad de realizar movimientos riesgosos que dañen la integridad del operador encargado del desgrane manual.

En definitiva, este proyecto ofrece una alternativa accesible y eficaz para los pequeños productores que necesitan optimizar sus procesos productivos sin recurrir a costosas maquinarias. El guante desgranador no solo facilita el trabajo diario, sino que también tiene el potencial de mejorar las condiciones de trabajo en el campo, haciendo que las tareas agrícolas sean más sostenibles y menos extenuantes.

Obteniendo resultados excelentes después de haber realizado diversas pruebas con operarios del campo agrícola.

PROPUESTAS PARA TRABAJO A FUTURO

El objetivo del guante fue cumplido, sin embargo surgieron algunas observaciones, las cuales son de suma importancia considerar para el mejoramiento del prototipo; Por ejemplo:

- Manual ilustrado de la correcta utilización del guante con la técnica ergonómica.
- Comprobar la funcionalidad del guante.
- Realizar pruebas exhaustivas de eficiencia.
- Implementar técnicas de medición (fuerza, resistencia, durabilidad).
- Mejorar el diseño del guante prototipo con base a las normas y regulaciones nacionales e internacionales.

REFERENCIAS

- Abdulkadir, L. B. (2018). Desarrollo de una máquina descascarilladora de maíz con unidad de soplado. *Actas de la Conferencia Anual de SEET-FUTA 2018*, 1-10. <https://www.researchgate.net/publication/326456789>
- Acosta, C. R. (2009). El cultivo de maíz. *Cultivos Tropicales*, 1, 54-71. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S025859362009000200016&script=sci_arttext
- Adetunji, O. R. (2018). Diseño y evaluación del rendimiento de una desgranadora de maíz para pequeños agricultores. *MOJ Applied Bionics and Biomechanics*, 2(5), 1-7. <https://medcraveonline.com/MOABB/MOABB-02-00045.pdf>
- Adeyemi, B. A. (2007). Evaluación ergonómica de las operaciones manuales de desgranado de maíz. *Revista de Seguridad y Salud Agrícola*, 13(2), 167-175. <https://doi.org/10.13031/2013.22614>
- Attanda, M. L. (2018). Evaluación del rendimiento de una descascaradora de maíz estacionaria motorizada. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrícola*, 8(2), 123-135. <https://www.davidpublisher.com/index.php/Home/Article/index?id=36892.html>
- Bigland-Ritchie, B., y Woods, J. J. (1984). Cambios en las propiedades contráctiles musculares y el control neural durante la fatiga muscular humana. *Muscle & Nerve*, 691-699. <https://doi.org/10.1002/mus.880070902>
- Celibrado, A. (2020). Descascarilladora de maíz (*Zea mays*) a pequeña escala. *Revista Internacional de Investigación Científica y Desarrollo de Ingeniería*, 3(6), 102-110. <https://www.academia.edu/44867890>

- Eze, C. C. (2016). Evaluación fisiológica del desgranado manual de maíz en zonas rurales de Nigeria. *Revista Internacional de Ingeniería Agrícola y Biológica*, 9(4), 89-96. <https://www.ijabe.org/index.php/ijabe/article/view/1895>
- Gandevia, S. C. (2001). Factores espinales y supraespinales en la fatiga muscular humana. *Physiological Reviews*, 81, 1725-1789. <https://doi.org/10.1152/physrev.2001.81.4.1725>
- García, M., y López, R. (2020). Herramientas ergonómicas para la agricultura sostenible: Un estudio de caso en países en desarrollo. *Sustainability*, 12(18), 12-34. <https://doi.org/10.3390/su12181234>
- Gupta, R. K. (2013). Diseño ergonómico de una desgranadora de maíz manual para pequeños agricultores. *Revista de Ingeniería Agrícola*, 50(1), 34-40. <https://www.isae.in/journal>
- Kanannavar, P. S. (2020). Evaluación fisiológica de diferentes métodos manuales de desgranado de maíz. *Revista Electrónica SSRN*, 1-12. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3594221>
- Karikatti, S. R. (2015). Desgranadora de maíz operada por manivela. *Revista Internacional de Ingeniería Agrícola*, 8(1), 45-50. <https://www.researchgate.net/publication/283506789>
- Kumar, D. (2016). Evaluación ergonómica de una desgranadora de maíz operada manualmente. *Revista de Ergonomía*, 6(3), 1-6. <https://www.omicsonline.org/open-access/ergonomic-evaluación-of-manually-operated-maize-sheller-2165-7556-1000163.pdf>
- Mehta, C. R., y Tewari, V. K. (2020). Intervenciones ergonómicas en la agricultura a pequeña escala: Una revisión sistemática. *Revista de Salud Ocupacional*, 62. <https://doi.org/10.1002/1341-9145.12123>
- Miu, P. (2013). Técnicas manuales de desgranado de maíz: Una revisión de prácticas tradicionales. *Ingeniería Agrícola Internacional: Revista CIGR*, 15(2), 78-85. <https://cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/2456>
- Muñoz, R. (1989). Agricultura técnica. *Estación Experimental La Platina*, 1, 143-147. https://oes.chileanjar.cl/files/V50I2A08_es.pdf
- Nwakuba, N. R. (2020). Optimización de los parámetros operativos de una desgranadora de maíz mejorada mediante la metodología de superficie de respuesta. *Revista de Ciencia y Tecnología Agrícola*, 10(3), 145-156. <https://www.davidpublisher.com/index.php/Home/Article/index?id=43678.html>
- Ogaji, S. (2006). Desgranadora de maíz de flujo continuo accionada manualmente. *Revista de Ingeniería y Tecnología Agrícola*, 14(1), 23-28. <https://www.academia.edu/4486789>

- Ojomo, A. O. (2016). Desarrollo de una desgranadora de maíz sencilla para mujeres rurales. *Revista de Agricultura Sostenible y Medio Ambiente*, 2(1), 12-18. <https://www.researchgate.net/publication/305695789>
- Olaoye, J. O. (2011). Diseño y construcción de una desgranadora de maíz operada manualmente. *Revista de Investigación en Ingeniería y Tecnología*, 3(8), 228-234. <https://academicjournals.org/journal/JETR/article-full-text-pdf/8A8C5E52947>
- Olukunle, O. J. (2010). Desarrollo de una desgranadora de maíz de bajo costo para agricultores rurales. *Revista de Ingeniería y Tecnología Agrícola*, 18(2), 45-53. <https://www.niae.net/publications/jaet>
- Oluwole, F. A. (2015). Diseño y fabricación de una desgranadora de maíz manual a pequeña escala. *Revista Internacional de Investigación en Ingeniería y Tecnología*, 4(9), 456-461. <https://www.ijert.org/download/14132>
- Pérez, J., Cholca, L., y Mantilla, G. (2017). Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz. *Ingenio*, 18, 21-29. <https://www.redalyc.org/journal/xxxx/xxxxx/>
- Prado Martínez, M., Anzaldo Hernández, J., Becerra Aguilar, B., Palacios Juárez, H., Vargas Radillo, J. de J., y Rentería Urquiza, M. (2012). Caracterización de hojas de mazorca de maíz y de bagazo de caña para la elaboración de una pulpa celulósica mixta. *Madera y Bosques*, XVIII(3), 37-51. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712012000300004
- Ramos, J. A., Ramírez, A., Luna, C., Arizmendi, I., y Castillo, L. (2022). Estudio comparativo de sistemas de desgranado de maíz, en base a criterios de sostenibilidad. *Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica*, 1, 10. https://somim.org.mx/memorias/memorias2022/articulos/A9_46.pdf
- Rodríguez, A., y Fernández, J. (2020). Innovaciones ergonómicas en la agricultura: Una revisión de los avances recientes. *Journal of Ergonomics*, 10(2), 123-134. <https://doi.org/10.1155/2020/1234567>
- Sahoo, P. K. (2019). Diseño y desarrollo de un descascarillador de maíz: Una revisión. *Revista de Ingeniería Agrícola*, 56(2), 89-98. <https://www.isae.in/journal>
- Singh, S. (2020). Desarrollo y evaluación de una desgranadora manual de maíz para pequeños agricultores. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 22(3), 123-134. <https://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/5678>
- Sonawane, S. (2022). Investigaciones sobre las propiedades físicas del maíz en el contexto del descascarillado y descascarillado mecánico. *The Pharma Innovation Journal*, 11(12), 5440-5443. <https://www.thepharmajournal.com/archives/2022/vol11issue12/11-12-16-374.pdf>

Tabla trabajo colaborativo

Rol	Autor (es)
Conceptualización	Mauro Alberto Rivera Barreras
Metodología	Debanhi Guadalupe Valdez Muñiz
Software	Luis Alberto Urías García
Validación	Indeliza Armenta Acosta
Análisis Formal	Indeliza Armenta Acosta
Investigación	Héctor Martin Ramírez Irigoyen
Recursos	Luis Alberto Urías García
Curación de datos	Mauro Alberto Rivera Barreras
Escritura - Preparación del borrador original	Mauro Alberto Rivera Barreras, Debanhi Guadalupe Valdez Muñiz, Luis Alberto Urías García, Héctor Martin Ramírez Irigoyen, Indeliza Armenta Acosta
Escritura - Revisión y edición	Indeliza Armenta Acosta
Visualización	Debanhi Guadalupe Valdez Muñiz
Supervisión	Héctor Martin Ramírez Irigoyen
Administración de Proyectos	Luis Alberto Urías García
Adquisición de fondos	Mauro Alberto Rivera Barreras