

DOCENTE: M.A ALEJANDRO RAMIREZ VAZQUEZ INGENIERIA INDUSTRIAL MATERIA: TALLER DE INVESTIGACION II
 UNIDAD EVALUADA: 3 PERIODO: AGOSTO-DICIEMBRE 2024 NOMBRE DEL ALUMNO: TOTO POLITO ROSA
 DEL CARMEN GRUPO: 701 B

SEGUIMIENTO: I

GUIA DE OBSERVACION DE LA INVESTIGACION		TOTAL: 50%	
CRITERIOS	EXCELENTE	BUENO	REGULAR
PUNTAJE	50%	30%	20%
Portada.	Se utiliza la portada oficial y contiene todos los datos solicitados.	Se utiliza la portada oficial pero no contiene todos los datos solicitados.	No se utiliza la portada oficial.
	10%	5%	5%
Planteamiento del problema (de 1 a 2 cuartillas).	Expone la situación actual, incorporando datos estadísticos si se cuentan con ellos, que permitan evidenciar la existencia real de una problemática, así mismo, se podrá incluir resultados de estudios anteriores que ayuden a describir la situación actual y el alcance del problema.	Falta uno de los elementos de la problemática.	Falta dos o más de los elementos de la problemática.
	10%	10%	5%
Pregunta de investigación.	La pregunta principal recoge la esencia del problema. Las preguntas específicas responderán aspectos más concretos del mismo.	Falta uno de los elementos de la pregunta.	Falta dos o más de los elementos de la pregunta.
	10%	10%	5%
Justificación (de 1 a 2 cuartillas).	Se contesta el por qué y el para qué, de la propuesta de investigación.	Falta contestar el por qué o el para qué de la pregunta de investigación.	No se contesta el por qué y el para qué de la pregunta de investigación.
	20%	5%	5%
Objetivos (generales y específicos).	Se define el objetivo general con el verbo adecuado de acuerdo con el tipo de investigación y los verbos de los objetivos específicos no son iguales al general.	Se define el objetivo general con el verbo adecuado de acuerdo al tipo de investigación y pero los verbos de los objetivos específicos son iguales al general.	Faltan los objetivos específicos.

SEGUIMIENTO: II

Lista de cotejo		total: 50% <u>40%</u>	
CRITERIOS	EXCELENTE	BUENO	REGULAR
PUNTAJE	50%	30%	20%
Acopio de información (mínimo 10cuartillas).	Se realiza el acopio de información dividido en temas y subtemas. Se muestra el estado del conocimiento del tema elegido y presenta al menos 10 cuartillas. Se realiza las citas de acuerdo el formato APA. Se respeta el formato de los títulos y subtítulos. Se cumple con el formato en general.	Se realiza el acopio de información dividido en temas y subtemas. Se muestra el estado del conocimiento del tema elegido, pero presenta menos de 9 cuartillas. Se realiza en su mayoría las citas de acuerdo con el formato APA. Se respeta en su mayoría el formato de los títulos y subtítulos. Se cumple con el formato en general.	Presenta un acopio de información que no se relaciona con el tema, no usa las normas APA para citas.
Índice tentativo.	50%	30%	20%
	Al final del acopio de información se agrega el índice tentativo de la tesis con una propuesta de capítulos.	El índice tentativo de la tesis no se encuentra completo.	Falta el índice tentativo de la tesis.

NOTA: En la sesión tres se presentan avances de este segmento. En la sesión cuatro debe terminarse el acopio de información, aunque se puede seguir enriqueciendo en las sesiones siguientes hasta la cinc



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
SAN ANDRÉS TUXTLA



INSTITUTO Tecnológico sUPerior De SaN ANDrÉS TUXTla.

Carrera: INgeNiería iNDUsTrial.

AlUmNas:

- CrUz JUÁrez aloNDra JareD
- ToTo PoliTo Rosario Del CarmeN.

DocENTe: ALEJANDRO RAMIREZ VAZQUEZ.

MaTeria: Taller De iNvesTigación li.

LíNea De iNvesTigación: DesgraNaDora De maíz
semiaUTomaTizaDa.

GrUPo: 701-B

Fecfia: Dic-2024

SaN ANDrÉS TUXTla Ver.

Comentado [CM1]: NO LLEVA LETRAS A COLORES. CHECAR TODA TU HOJA DE PRESENTACIÓN NO DEBE DE LLEVAR MAYUSCULAS Y MINISCULA LAS PALABRAS

Tabla de contenido

Introducción.....	7
1.1 Objetivo general	9
1.2 Objetivos específicos	9
1.3 Planteamiento del problema.	9
1.4 Hipótesis.....	11
1.4.1 variable independiente.....	11
1.4.2 variable dependiente.....	11
1.5 Impactos.....	11
1.5.1 impacto económico	11
1.5.2 impacto social.....	12
1.6 Justificación del problema	12
2.1 Uso del maíz	15
2.1.1 Importancia del maíz	17
2.1.2 La Importancia del Maíz en la Industria Alimenticia	18
2.1.3 Clasificación racial del maíz	20
2.1.4 Métodos de secado	23
2.1.5 Historia de las desgranadoras de maíz.....	24
2.1.7 Operaciones de desgranado.....	26
2.2 Tipos de desgranadoras	30

Comentado [CM2]: TODOS LOS CAPITULOS VAN EN NEGRITAS

2.3 Principios de funcionamiento	32
2.4 Impacto Económico y Social	34
2.5 Ventajas de la Semiautomatización	36
2.6 Desafíos y Consideraciones.....	37
2.7 Innovaciones recientes	39
2.8 Ventajas de la implementación de una desgranadora semiautomatizada.	41
2.9 Estudio y selección de alternativas	43
2.9.1 Análisis de alternativas	47
2.9.2 Impacto en el sector agrícola de la implementación de una desgranadora semiautomatizada de maíz	49
3.1 Encuesta	54
3.2 Libro de código	55
3.3 Tabulación	57
3.3.1 Análisis	58
Conclusión	66
Referencias.....	68

Índice de ilustraciones

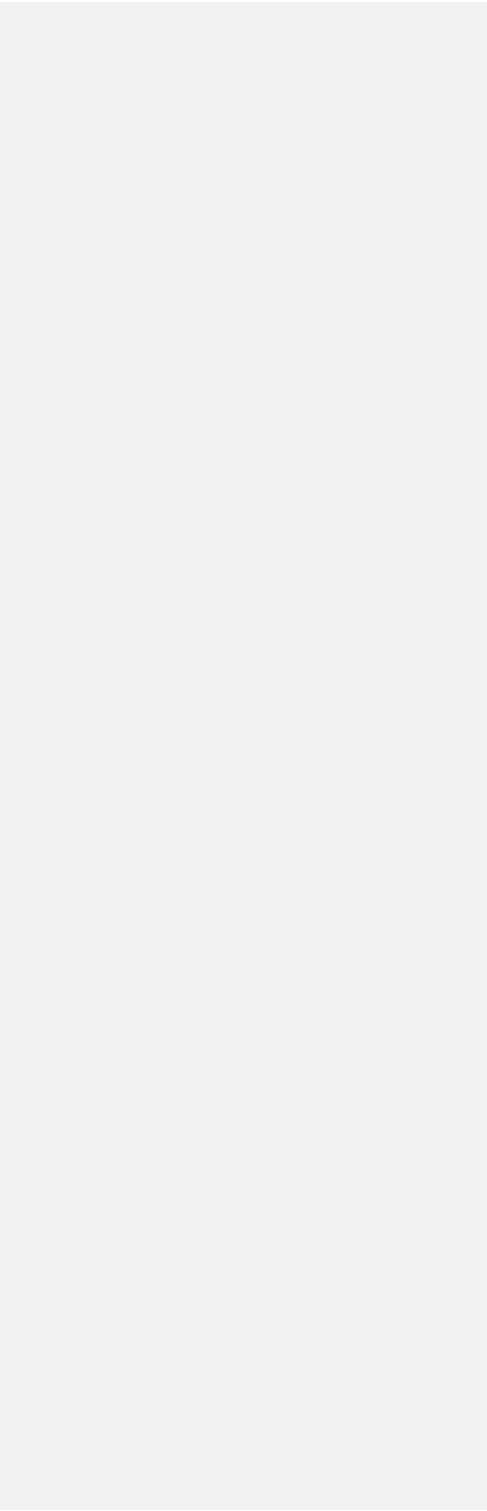
ILUSTRACIÓN 1 TIPOS DE MAÍZ.....	16
ILUSTRACIÓN 2 ORIGEN DEL MAÍZ.....	17
ILUSTRACIÓN 3 SECADO NATURAL DE MAÍZ.....	23
ILUSTRACIÓN 4 SECADO ARTIFICIAL DE MAÍZ.....	24
ILUSTRACIÓN 5 DESGRANADORA DE MAÍZ ANTIGUA.....	25
ILUSTRACIÓN 6 DESGRANADO DE MAÍZ MANUAL.....	27
ILUSTRACIÓN 7 DESGRANADORA MANUAL DE MADERA.....	28
ILUSTRACIÓN 8 DESGRANADORA DISEÑADA PARA ACCIONAR.....	29
ILUSTRACIÓN 9 DESGRANADORA DE MAÍZ CON MOTOR.....	29
ILUSTRACIÓN 10 DESGRANE DE MAÍZ MEDIANTE TUSAS.....	30
ILUSTRACIÓN 11 DESGRANADORA MANUAL POR ACCIÓN DE ALETAS.....	31
ILUSTRACIÓN 12 DESGRANADORA CON DIENTES.....	32
ILUSTRACIÓN 13 SEPARACIÓN DE GRANOS DE MAÍZ.....	33
ILUSTRACIÓN 14 PRODUCTIVIDAD AGRÍCOLA CON UNA DESGRANADORA.....	35
ILUSTRACIÓN 15 SISTEMA DE DISCO DENTADO.....	45
ILUSTRACIÓN 16 SISTEMA DE ALETAS AXIALES.....	47

Índice de tablas

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MAÍZ 22

TABLA 2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MAÍZ 22

Comentado [CM3]: DEBE SER MISMO TIPO DE LETRA



Introducción

En un mundo donde la automatización y la eficiencia se han convertido en pilares fundamentales para el desarrollo de la industria agrícola, la innovación tecnológica juega un papel crucial en la mejora de los procesos productivos. La agricultura, siendo una de las actividades más antiguas y esenciales para la supervivencia humana, no es ajena a esta evolución. En este contexto, presentamos el proyecto de una desgranadora semi automatizada, diseñada para optimizar el proceso de desgrane de maíz, uno de los cultivos más importantes a nivel mundial.

El maíz es un cultivo vital que no solo sirve como alimento básico para millones de personas, sino que también tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, la producción de biocombustibles, y la manufactura de productos químicos y farmacéuticos. Sin embargo, el proceso de desgrane, que implica la separación de los granos de maíz de la mazorca, tradicionalmente ha sido una labor intensiva y manual, especialmente en regiones rurales y en países en desarrollo. Este método manual no solo es lento y agotador, sino que también limita la capacidad productiva de los agricultores, afectando negativamente sus ingresos y la disponibilidad de maíz en los mercados.

La desgranadora semi automatizada surge como una solución innovadora que busca abordar estos desafíos mediante la integración de tecnología y diseño ergonómico. Este proyecto tiene como objetivo principal desarrollar una máquina que facilite el proceso de desgrane, aumentando significativamente la eficiencia y reduciendo el esfuerzo físico necesario por parte de los operarios. Al ser semi automatizada, la desgranadora combina lo mejor de ambos mundos: la precisión y velocidad de la maquinaria automatizada con la supervisión y control humanos necesarios para adaptarse a diversas condiciones de trabajo y tipos de maíz.

Comentado [CM4]: DESPUES DE ESTE PARRAFO FALTO DESCRIBIR CADA UNO DE LOS CAPITULOS CON SU NOMBRE Y DESCRIPCION GENERAL DE CADA UNO DE ELLOS

Comentado [CM5]: DEBE DE IR MISMO TIPO DE LETRA Y TAMAÑO

CAPITULO I. DATOS

PRELIMINARES

CAPITULO I. DATOS PRELIMINARES

1.1 Objetivo general

Desarrollar una maquinaria o sistema capaz de separar eficientemente los granos de maíz de la mazorca, facilitando así su procesamiento y uso posterior en la industria alimentaria u otras aplicaciones.

1.2 Objetivos específicos

- Recolectar los materiales necesarios para la elaboración del proyecto.
- Desarrollar planos y especificaciones técnicas.
- Realizar pruebas exhaustivas de la desgranadora.
- Garantizar funcionamiento de la desgranadora para el agricultor.
- Evaluar el impacto del proyecto y su viabilidad económica.

1.3 Planteamiento del problema.

La agricultura es una de las actividades más antiguas de la humanidad y sigue siendo fundamental para la alimentación global. En este contexto, la producción de maíz representa una parte significativa de la industria agrícola en muchos países. Sin embargo, uno de los desafíos persistentes que enfrentan los agricultores y procesadores de maíz es el proceso laborioso y lento de desgranar el maíz de las mazorcas de manera manual. Este proceso requiere una cantidad considerable de mano de obra y tiempo, lo que impacta negativamente en la eficiencia y la productividad. El desgranado manual del maíz implica separar los granos de maíz de las mazorcas de manera individual, lo cual es una tarea tediosa y propensa a errores. Además, la mano de obra requerida para este proceso puede ser costosa y escasa, especialmente en áreas donde la

Comentado [CM6]: LOS TITULOS DE PRIMER ORDEN VAN ALINEADOS A LA IZQUIERDA NO CENTRADOS.

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Justificado, Derecha: 0 cm, Espacio Antes: 0 pto, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Justificado, Derecha: 0 cm, Interlineado: 1.5 líneas

Con formato: Justificado, Interlineado: 1.5 líneas

disponibilidad de trabajadores agrícolas es limitada. Esta situación se agrava durante los períodos de alta demanda, como la temporada de cosecha, cuando se requiere una mayor velocidad de procesamiento para evitar la pérdida de cosechas y maximizar los beneficios.

Desafíos del Desgranado Manual

- **Ineficiencia y Costos Elevados:** El desgranado manual del maíz es un proceso lento y laborioso que requiere una cantidad significativa de mano de obra. Esto resulta en costos operativos elevados para los agricultores y procesadores, lo que reduce su rentabilidad.
- **Errores y Pérdida de Productividad:** La naturaleza repetitiva del desgranado manual aumenta la probabilidad de errores humanos, lo que puede resultar en una disminución de la calidad del producto final y pérdidas de cosechas significativas.
- **Dependencia de la Mano de Obra:** La disponibilidad y la capacitación de la mano de obra para realizar el desgranado manual pueden ser limitadas, especialmente en áreas rurales o durante períodos de alta demanda, lo que afecta la capacidad de procesamiento y la productividad general.

La implementación de una desgranadora semiautomatizada tiene el potencial de revolucionar el proceso de producción de maíz, ofreciendo beneficios significativos en términos de eficiencia, productividad y rentabilidad. Al abordar los desafíos asociados con el desgranado manual, este proyecto tiene como objetivo mejorar las condiciones de trabajo de los agricultores, optimizar el uso de recursos y contribuir al desarrollo sostenible de la industria agrícola.

¿Qué impacto tendría la implementación de una desgranadora semiautomatizada para el personal agrícola en las comunidades de bajos recursos en San Andrés Tuxtla?

1.4 Hipótesis

La implementación de una desgranadora de maíz semiautomatizada para las comunidades de bajos recursos en San Andrés Tuxtla, Ver. Tendrá un impacto significativo en el personal agrícola, principalmente en términos de eficiencia, productividad, calidad de vida, empoderamiento económico y social, dando mayor acceso a mercados y oportunidades.

1.4.1 variable independiente.

La implementación de una desgranadora de maíz semiautomatizada para las comunidades de bajos recursos en San Andrés Tuxtla, Ver.

1.4.2 variable dependiente.

- Tendrá un impacto significativo en el personal agrícola, principalmente en términos de eficiencia, productividad, calidad de vida.
- Empoderamiento económico y social, dando mayor acceso a mercados y oportunidades.

1.5 Impactos

1.5.1 impacto económico

Este proyecto podría impulsar económicamente hablando de la productividad agrícola al reducir el tiempo y el esfuerzo requerido para procesar el maíz, así mismo ayudará en el incremento de la eficiencia respecto a la cadena de suministros y parcialmente generar ingresos adicionales para la comunidad de agricultores mejorando la calidad y cantidad de maíz desgranado disponible para la venta

Con formato: Sangría: Izquierda: 1.75 cm, Derecha: 1.12 cm, Espacio Antes: 0 pto, Interlineado: Doble

1.5.2 impacto social

Incluye la generación de empleo en comunidades agrícolas, mejora las condiciones del trabajo, reduce la dependencia de la mano de obra manual, además contribuye en la seguridad alimentaria al hacer los productos más accesibles.

1.6 Justificación del problema

La implementación de una desgranadora de maíz semiautomatizada representa un paso significativo hacia la mejora de la eficiencia en el proceso de desgrane. Este avance tecnológico tiene como objetivo abordar una serie de problemáticas inherentes a la producción agrícola, con el fin de impulsar el desarrollo sostenible de las comunidades rurales.

En primer lugar, la automatización del proceso de desgrane del maíz busca reducir los costos laborales asociados a esta actividad. Al sustituir el trabajo manual por maquinaria semiautomatizada, se optimiza el uso de recursos y se disminuye la dependencia de la mano de obra, lo que indica una mayor eficiencia operativa y una reducción significativa en los costos de producción.

Además, la implementación de esta tecnología contribuye a minimizar el desperdicio de maíz. La desgranadora automatizada está diseñada para realizar el proceso de desgrane de manera precisa y eficiente, lo que reduce las pérdidas de producto durante la manipulación y el transporte. De esta manera, se aprovecha al máximo el potencial de la cosecha y se minimiza el impacto ambiental asociado al desperdicio de alimentos.

Otro aspecto relevante es la protección de la salud de los trabajadores agrícolas. El uso de maquinaria semiautomatizada en lugar de realizar el desgrane manualmente no solo reduce el riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales, sino que también mejora las condiciones de

trabajo en general. Esto se traduce en un ambiente laboral más seguro y saludable para los trabajadores, lo que a su vez contribuye a aumentar su bienestar y productividad.

Además de los beneficios directos para la eficiencia y la salud laboral, la implementación de una desgranadora de maíz automatizada también tiene un impacto positivo en el desarrollo sostenible de las comunidades agrícolas. Al mejorar la eficiencia y la productividad del proceso de desgrane, se fortalece la economía local y se promueve una mayor competitividad en el mercado. Esto se traduce en un aumento en los ingresos de los agricultores y una mejora en su calidad de vida, lo que a su vez contribuye al desarrollo integral de las comunidades rurales.

En resumen, la implementación de una desgranadora de maíz automatizada no solo busca optimizar la producción de maíz, sino también contribuir al desarrollo sostenible de las comunidades agrícolas, mejorando las condiciones de trabajo, reduciendo los costos laborales, minimizando el desperdicio de alimentos y promoviendo una mayor competitividad en el mercado. Es un paso crucial hacia un futuro más eficiente, sostenible y próspero para la agricultura.

Con formato: Centrado

CAPITULO II. MARCO TEORICO

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1 Uso del maíz

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial debido a su versatilidad y amplio uso en la alimentación humana, animal y en la industria. Originario de América, el maíz ha sido una piedra angular en la agricultura y la cultura de diversas civilizaciones.

El maíz fue domesticado por primera vez en la región del suroeste de México hace unos 10,000 años. Las civilizaciones precolombinas, como los mayas, los aztecas y los incas, dependían en gran medida del maíz como su principal fuente de alimento. Desde la llegada de los europeos a América, el maíz se ha extendido por todo el mundo.

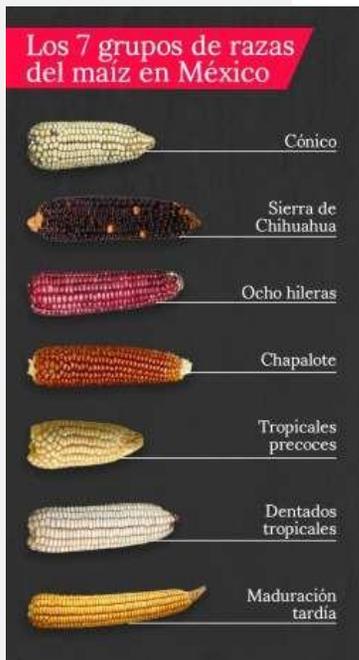
El maíz ha sido el cereal del continente americano llegando a estar entre los productos que más importancia ha tenido en varios sectores de la economía a escala mundial durante el siglo XX y a inicios del siglo XXI. En América Latina, el maíz sigue siendo un elemento importante para la supervivencia de los campesinos e indígenas que habitan en la mayoría de países del continente (Hernández, 2009).

El maíz es un cereal que es consumido por una gran parte de la población ya que de él se puede obtener diversos productos como por ejemplo las tortillas que se utilizan para acompañar a varios alimentos día a día.

La mazorca de maíz y sus desechos, hojas, tallos, raíces y orujos contiene gran cantidad de furfural, un elemento utilizado en la fabricación de nylon y plásticos de fenol, así como la elaboración de resinas de madera, la fabricación de aceites lubricantes entre otros usos.

El cultivo del maíz tiene un impacto económico significativo en muchos países, siendo un cultivo clave para la economía agrícola. Los grandes productores de maíz incluyen a Estados Unidos, China, Brasil, Argentina y México. Además, el comercio internacional de maíz es crucial para la seguridad alimentaria global.

Ilustración 1 Tipos de maíz



Nota: En México existen más de 64 tipos de maíz, (Aprende INSTITUTE, 2017)

2.1.1 Importancia del maíz.

México es el centro del maíz, pues fue justo aquí donde nació dicho elemento, que dio origen a Mesoamérica. En las actuales superficies se concentra la mayor variedad del maíz del mundo. El maíz es un pasto de la familia botánica Poaceae o Gramineae de igual modo que el trigo, arroz, cebada, centeno y avena. Se origino gracias a un determinado proceso de domesticación que llevaron los primeros habitantes de Mesoamérica, a partir de los teocintles y las gramíneas que son muy parecidas al maíz. El proceso de domesticación comenzó hace aproximadamente 10 mil años, por ello se convirtió en una parte fundamental cultural de México. “El hombre en estas tierras está hecho de maíz” (Popol Vuh).

Ilustración 2 Origen del maíz



Fuente: (Aprende INSTITUTE, 2017)

Con formato: Izquierda: 1.9 cm, Derecha: 1.9 cm, Arriba: 2.54 cm, Abajo: 2.54 cm

2.1.2 La Importancia del Maíz en la Industria Alimenticia

El maíz (*Zea mays*) es uno de los cultivos más antiguos y fundamentales para la humanidad. Originario de América, ha sido una fuente crucial de alimento y recursos durante milenios. En la actualidad, su importancia en la industria alimenticia es innegable, debido a su versatilidad, valor nutricional y la amplia variedad de productos que se derivan de él. Partiendo de esto se tiene claro la relevancia del maíz en la industria alimenticia, destacando su impacto económico, nutricional y tecnológico.

- **Importancia Nutricional del Maíz**

El maíz es un alimento básico en muchas partes del mundo, ofreciendo una fuente significativa de energía debido a su alto contenido en carbohidratos. Además, contiene proteínas, fibra, vitaminas (como la vitamina A, B y E) y minerales esenciales (como hierro, magnesio y zinc). Aunque su perfil proteico no es completo, combinándolo con otros alimentos, como legumbres, se puede mejorar su valor nutricional.

El maíz es especialmente vital en regiones donde las dietas son predominantemente vegetales, proporcionando calorías y nutrientes necesarios para la población.

- **Versatilidad y Derivados del Maíz**

Una de las razones principales de la importancia del maíz en la industria alimenticia es su versatilidad. El maíz puede consumirse directamente como grano, pero también se procesa en una amplia gama de productos. Entre estos productos se encuentran la harina de maíz, el aceite de maíz, el jarabe de maíz alto en fructosa, las palomitas de maíz, y diversos productos de maíz nixtamalizado como las tortillas y tamales.

Esta capacidad de transformarse en múltiples formas y productos alimenticios lo convierte en un ingrediente esencial en la cocina global.

- **Impacto Económico**

El maíz es uno de los cultivos más producidos y comercializados en el mundo. Según datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), se producen más de mil millones de toneladas de maíz anualmente a nivel global. Este cultivo no solo es vital para la alimentación humana, sino que también juega un papel crucial en la alimentación animal y en la producción de biocombustibles.

La industria del maíz genera millones de empleos y tiene un impacto significativo en la economía de muchos países, tanto desarrollados como en desarrollo.

- **Tecnología e Innovación en la Industria del Maíz**

La industria del maíz ha sido testigo de numerosas innovaciones tecnológicas que han aumentado su eficiencia y sostenibilidad. La biotecnología ha permitido el desarrollo de variedades de maíz genéticamente modificadas que son más resistentes a plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas. Además, las tecnologías de procesamiento han avanzado, permitiendo una extracción más eficiente de los componentes del maíz y la creación de nuevos productos alimenticios y no alimenticios.

La investigación en tecnologías postcosecha, como las desgranadoras semiautomatizadas, también ha mejorado la eficiencia en la recolección y procesamiento del maíz, reduciendo pérdidas y mejorando la calidad del producto final (Hernández & Muñoz, 2024).

- **Sostenibilidad y Medio Ambiente**

El cultivo y procesamiento del maíz tienen implicaciones importantes para la sostenibilidad y el medio ambiente. El desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles y tecnologías eficientes puede minimizar el impacto ambiental del cultivo de maíz.

La rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes y la implementación de tecnologías de precisión en la agricultura son algunas de las estrategias que contribuyen a la sostenibilidad. Además, la industria del maíz también está explorando formas de utilizar los subproductos y residuos del maíz de manera más eficiente, reduciendo el desperdicio y generando valor adicional (FAO, 2021).

El maíz desempeña un papel crucial en la industria alimenticia debido a su importancia nutricional, versatilidad y amplio impacto económico. Las innovaciones tecnológicas y las prácticas sostenibles continúan mejorando la eficiencia y el valor del maíz en el mercado global.

Dada su relevancia en la alimentación humana y animal, así como en la industria de los biocombustibles, el maíz seguirá siendo un pilar fundamental en la economía y la seguridad alimentaria mundial. La continua investigación y desarrollo en este campo asegurará que el maíz mantenga su posición como un recurso vital en el futuro.

2.1.3 Clasificación racial del maíz.

Una de las primeras clasificaciones del maíz (*Zea mays* L.) fue la realizada por Sturtevant (1899), quien propuso seis grupos principales (dentado, cristalino, dulce, harinoso, reventón, ceroso y tunicado), cinco de los cuales se basaron en la composición del endospermo de los granos. Posteriormente, Anderson y Cutler (1942) consideraron que la clasificación de Sturtevant era muy artificial porque estos grupos no eran indicativos de relaciones naturales entre ellos, por

lo que propusieron una clasificación basada en la constitución genética total que incluyera características de espiga, mazorca y grano.

En la misma década en que Anderson y Cutler (1942) propusieron su clasificación de los maíces de México, Centro y Sudamérica y parte de los Estados Unidos, varios investigadores (Longley, 1938, 1941; Mangelsdorf y Cameron, 1942; y Brown, 1949) describieron las variaciones citológicas del maíz y su relación con la diversidad regional y varietal.

Por su parte, (Wellhausen, 1952) reportaron el origen, las características y la distribución de las razas de maíz en México, con base en el estudio de aproximadamente 2000 variedades, en cuanto a su distribución geográfica, características vegetativas de la planta, de la espiga y de la mazorca, así como en características fisiológicas, genéticas y citológicas.

Sin embargo, con excepción de la primera las demás clasificaciones omitieron los aspectos de calidad del grano, aspectos que probablemente fueron la base de la selección por su uso. Tal omisión posiblemente se debió a la complejidad en la definición de calidad. El limitado conocimiento del uso y calidad del material genético ha repercutido en pérdida de material valioso en los programas de fitomejoramiento genético.

Tabla 1 características físicas del maíz

VARIEDAD	CÓDIGO	CARACTERÍSTICA	ZONA DE CULTIVO	PRODUCCIÓN ANUAL (Ha)
Maíz blanco precoz	I - 101	Blanco harinoso	Entre 2400 y 3000 msnm	ND
Blanco blandito mejorado	I - 102	Blanco harinoso	Chimborazo	25.000
Guagal Mejorado	I - 111	Blanco harinoso	Bolívar	23.000
Chaucho mejorado	I - 122	Amarillo, Harinoso	Imbabura	20.000
Mishca Mejorado	I - 124	Amarillo, harinoso	Pichincha, Cotopaxi y Tungurahua	56.000
Chulpi Mejorado	I-192	Chulpi	Entre 2400 y 2800 msnm	ND
Morocho blanco	I-160	Morocho, Blanco	Imbabura, Pichincha y Chimborazo	ND
INIAP 180	I-180	Morochillo	Entre 2400 y 2800 msnm	ND

Fuente: INIAP (2013).

Tabla 2 Características técnicas del maíz

CARACTERÍSTICAS					
Nº	CÓDIGO INIAP	HUMEDAD (%)	DÍAS DE COSECHA	TAMAÑO DEL GRANO (mm.)	RENDIMIENTO COMERCIAL
1	INIAP 101	7,63	205	ND	140u/qq
2	INIAP 102	6,38	270	8	220u/qq
3	INIAP 103	10,43	ND	7,5	ND
4	INIAP 111	ND	265	7	130u/qq
5	INIAP 122	13,03	225	8	125u/qq
6	INIAP 124	13,78	258	6	ND
7	INIAP 160	10,93	224	ND	ND

Fuente: INIAP (2013).

2.1.4 Métodos de secado.

Existen dos métodos básicos para el secado, secado natural y el secado artificial los cuales son:

- **Secado natural o solar:** Consiste en aquellos pequeños métodos tradicionales y económicos en los que se deja expuesto a corrientes de aire a la temperatura del medio ambiente doblando la planta de maíz dejando secar por aproximadamente un mes o más. Aunque tiene como desventaja que no se puede utilizar por todo el año debido al cambio climático que puede variar por la región sufriendo daños como desperdicios, ataques de plagas o insectos o por las lluvias afectar su

desarrollo.

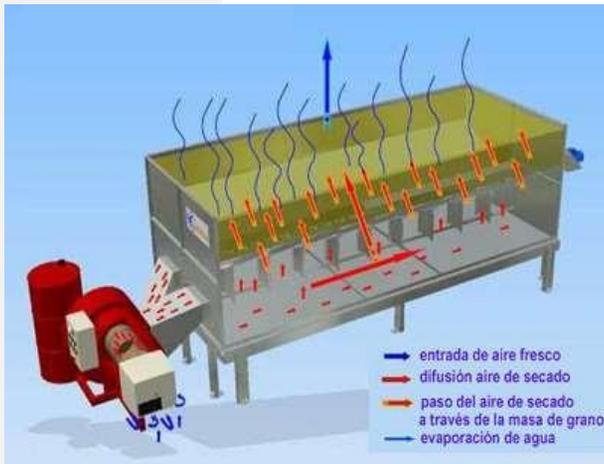
Ilustración 3 Secado natural de maíz



Fuente: Bebidas de Oaxaca (2020)

- **Secado artificial:** Debido a las entregas en plazos relativamente cortos y en cualquier condición ambiental se deben secar el maíz a una velocidad mucho mayor puede ser por medio de cámaras de secado o un ventilador de aire caliente.

Ilustración 4 Secado artificial de maíz.



Fuente: Ministerio de agricultura

2.1.5 Historia de las desgranadoras de maíz

- **Orígenes y Primeras Desgranadoras**

Comentado [CM7]: NO HAY CITA TEXTUAL EN EL MARCO TEÓRICO

Las primeras desgranadoras de maíz aparecieron en el siglo XIX. Inicialmente, estas máquinas eran manuales y requerían un considerable esfuerzo físico para operar. Una de las primeras patentes conocidas fue la de Lester Denison en 1839, que introdujo un dispositivo manual para desgranar maíz, mejorando significativamente la eficiencia del proceso en comparación con el desgrane a mano.

Ilustración 5 Desgranadora de maíz antigua.



- **Evolución hacia la Semiautomatización**

La mecanización agrícola avanzó rápidamente a fines del siglo XIX y principios del XX, con la incorporación de motores a las desgranadoras manuales, marcando el inicio de las desgranadoras semiautomatizadas. Estas máquinas combinaban mecanismos manuales con componentes mecánicos, como motores a gasolina o eléctricos, que reducían el esfuerzo físico y aumentaban la capacidad de desgrane.

- **Innovaciones Tecnológicas en el Siglo XX**

Durante el siglo XX, las desgranadoras semiautomatizadas experimentaron varias mejoras tecnológicas. La introducción de materiales más duraderos y ligeros, así como el desarrollo de mecanismos más eficientes de alimentación y separación, permitió que estas máquinas se volvieran más accesibles y efectivas. En la década de 1950, la integración de

sistemas de cribado y ventilación automatizados mejoró aún más la eficiencia del proceso de desgrane.

- **Modernización y Automatización Parcial**

Hacia finales del siglo XX y principios del XXI, las desgranadoras semiautomatizadas incorporaron tecnologías electrónicas y digitales. Los sensores y sistemas de control permitieron ajustar automáticamente la velocidad y la presión del tambor de desgranado, optimizando el proceso según el tipo y la humedad del maíz. Estas innovaciones no solo mejoraron la eficiencia, sino que también redujeron el desgaste de las máquinas y los costos de mantenimiento.

2.1.7 Operaciones de desgranado

Las operaciones involucradas en el desgranado son llevadas a cabo por los productores después de la recolección y envaso de la mazorca. La desgranadora es una máquina diseñada para separar los granos de las mazorcas de maíz de manera eficiente. La desgranadora semiautomatizada representa un avance tecnológico en el procesamiento agrícola, al combinar elementos de automatización con la intervención manual, mejorando así la eficiencia y

reduciendo el esfuerzo físico requerido por los trabajadores (Gómez & Fernández, 2022).

El desarrollo de tecnologías para el procesamiento agrícola ha sido fundamental en la mejora de la eficiencia y productividad en el sector alimentario. En este contexto, las desgranadoras de maíz representan una herramienta crucial para la transformación de la mazorca de maíz en grano, facilitando su almacenamiento, transporte y consumo. Por ello es importante conocer acerca de los principales conceptos, teorías y tecnologías relevantes para el diseño y desarrollo de una desgranadora de maíz semiautomatizada.

Comentado [CM8]: ESTA CITA NO APARESE EN REFERENCIA, NI EL NOMBRE DE LOS AUTORES NI EL NOMBRE DEL LIBRO

El proceso de desgrane manual del maíz ha sido una actividad laboriosa y que consume mucho tiempo. Con la industrialización de la agricultura, se introdujeron las primeras máquinas desgranadoras, que funcionaban mecánicamente y requerían una significativa intervención humana. En las últimas décadas, la introducción de componentes electrónicos y sistemas de control ha permitido el desarrollo de desgranadoras semiautomatizadas que aumentan la eficiencia y productividad del desgrane.

Según los factores económicos, sociales y agronómicos el desgrane se puede hacer de tres maneras distintas:

- **Desgrane manual de maíz:**

Este tipo es el más antiguo utilizado desde hace mucho tiempo, consiste en aplicar una cantidad de fuerza con los dedos pulgares sobre los granos para de esta forma desprenderlos. Este tipo tiene una gran ventaja, la cual permite la eliminación de granos que no estén en las mejores condiciones o con impurezas además presentan una desventaja su producción es muy baja.

Ilustración 6 Desgranado de maíz manual.



Fuente: Observatorio Regional de Innovaciones Tecnológicas en cadenas de maíz y frijol (2013, pág.9).

- **Desgranadora manual de madera:**

Esta elaborada con una tabla con pedazos de metal llamadas grampas, en este proceso el operario aplica una mayor fuerza que en el proceso anterior ya que tiene que frotar las mazorcas sobre el metal para así conseguir desprender los granos.

Ilustración 7 Desgranadora manual de madera.



Fuente: Fundación tortillas (2020)

- **Desgrane de maíz con máquinas accionadas manualmente:**

Este tipo consiste en accionar la máquina por medio de la fuerza humana ya sea con una manivela o con un pedal. Solo requiere de un operario para su utilización es de fácil manejo y tiene una larga duración.



Ilustración 8 Desgranadora diseñada para accionar.

Fuente: Amazon

- **Desgrane con máquinas de motor**

Este tipo es más usual en el sector agrícola de pequeños y medianos productores de maíz.

Generalmente se utilizan de tres a cinco operarios para el proceso de desgrane, en este se producen grandes cantidades de granos, aunque su desventaja consiste en que no se pueden seleccionar los granos malos de los buenos.

Ilustración 9 Desgranadora de maíz con motor.



Fuente: Swissmex-Rapid

- **Desgranado mediante tusas**

Dicho método consiste en friccionar una mazorca con otra haciendo que el grano logre desprenderse.

Ilustración 10 Desgrane de maíz mediante tusas.



Fuente: Maices del Nansa (2013)

2.2 Tipos de desgranadoras

Las desgranadoras de maíz son dispositivos esenciales en la mecanización agrícola, diseñados para separar los granos de maíz de las mazorcas de manera eficiente. Las desgranadoras semiautomatizadas combinan la intervención manual con procesos mecánicos automatizados para mejorar la eficiencia y reducir el esfuerzo físico que

La función de este sistema es el separar el grano de maíz del zulo, por lo cual el sistema depende de la calidad en la que se obtendrá el maíz después del desgranado.

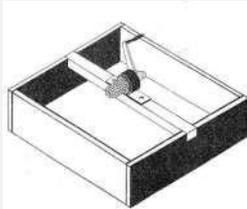
El desarrollo de las desgranadoras de maíz se remonta al siglo XIX, cuando se inventaron las primeras máquinas manuales. Con el avance de la tecnología, estas máquinas han evolucionado hacia versiones semiautomatizadas y automatizadas, mejorando significativamente la productividad y reduciendo los costos de mano de obra.

- **Desgranadora manual:** Este tipo vino a reemplazar al método del desgrane a mano, siendo el más eficiente, realizando un menor esfuerzo físico para el trabajador. El desgranado con la ayuda de un mecanismo, aumenta la capacidad del operario que desgrana el maíz de manera más eficiente.

Su característica es:

Cuatro aletas metálicas redondeadas en el interior de un soporte tubular rotatorio accionado por una manivela, la mazorca se introduce sostenida con la mano izquierda, mientras los granos saltan por acción de las aletas, esta desgranada 50 a 100Kg por hora con poco esfuerzo.

Ilustración 11 Desgranadora manual por acción de aletas.



Fuente: Observatorio Regional de Innovaciones Tecnológicas en cadenas de maíz y frijol (2013, pág.9).

- **Desgranadora con dientes de espiga:**

El desgranado de este sistema por dientes de espiga consiste en un desgranado por impacto y fricción, estos efectos producen debido a la velocidad del cilindro y a la separación existente entre el cilindro y el cóncavo de la entrada y la salida.

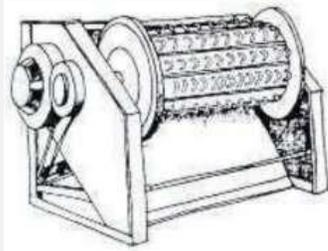


Ilustración 12 Desgranadora con dientes.

Fuente: Observatorio Regional de Innovaciones Tecnológicas en cadenas de maíz y frijol (2013, pág.9).

2.3 Principios de funcionamiento

Una desgranadora semiautomatizada opera mediante un sistema mecánico combinado con control electrónico. El proceso generalmente implica la inserción manual de la mazorca en la máquina, donde rodillos o discos giratorios retiran los granos del olote. Sensores y sistemas de control electrónico regulan la velocidad y la presión, optimizando el proceso y minimizando daños a los granos.

El diseño de una desgranadora de maíz semiautomatizada debe considerar varios aspectos, incluyendo la robustez del sistema, la facilidad de operación, la seguridad del operador, la eficiencia en la separación de los granos y la minimización de residuos. Los principios de diseño ergonómico y la integración de tecnologías de control automático son fundamentales para optimizar el rendimiento y la usabilidad del equipo.

- **Componentes Principales**

1. **Sistema de Alimentación:** Incluye la tolva de entrada y mecanismos que guían las mazorcas hacia los rodillos desgranadores.

2. **Rodillos Desgranadores:** Piezas giratorias que aplican presión para separar los granos del olote.
3. **Sensores y Controladores:** Dispositivos electrónicos que monitorean y ajustan las condiciones de operación en tiempo real.
4. **Estructura y Carcasa:** Proporcionan soporte y protección a los componentes internos.

- **Alimentación**

El maíz se introduce en la desgranadora a través de una tolva de alimentación. En una desgranadora semiautomatizada, esta etapa puede requerir la colocación manual de las mazorcas en la tolva, donde son conducidas hacia el mecanismo de desgranado.

- **Mecanismo de Desgranado**

El corazón de la desgranadora es el tambor de desgranado, que utiliza una combinación de fuerza mecánica y fricción para separar los granos de las mazorcas. Este tambor puede estar equipado con dientes, cuchillas o rodillos que giran a alta velocidad para realizar el proceso de desgranado.

- **Separación de Granos y Residuos**

Una vez que los granos han sido separados, se utilizan sistemas de cribado y ventilación para separar los granos limpios de los restos de mazorca y otros residuos. Los granos pasan a través de cribas de diferentes tamaños y se soplan con aire para eliminar las impurezas más ligeras (Anderson, 2021).

Ilustración 13 Separación de granos de maíz.



Fuente: MAPRIG

- **Recolección de Granos**

Finalmente, los granos limpios se recogen en un depósito o contenedor. En las desgranadoras semiautomatizadas, este proceso puede incluir mecanismos para facilitar la descarga de los granos en sacos o transportadores para su posterior procesamiento o almacenamiento.

2.4 Impacto Económico y Social

- **Productividad Agrícola**

La adopción de desgranadoras semiautomatizadas ha tenido un impacto significativo en la productividad agrícola. Estas máquinas han permitido a los agricultores procesar grandes volúmenes de maíz en menos tiempo y con menos esfuerzo físico, lo que ha resultado en una mayor eficiencia y menores costos de producción.

Ilustración 14 Productividad agrícola con una desgranadora.



Fuente: Granjas Carrol de México.

- **Desarrollo Rural**

El acceso a desgranadoras semiautomatizadas ha contribuido al desarrollo rural al liberar tiempo y esfuerzo que los agricultores pueden dedicar a otras actividades productivas. Además, ha promovido la creación de empleos relacionados con el mantenimiento y operación de estas máquinas.

- **Desafíos y Oportunidades Futuras**

A pesar de los avances, las desgranadoras semiautomatizadas enfrentan desafíos como la necesidad de adaptación a diferentes variedades de maíz y condiciones climáticas. La investigación y desarrollo continúan enfocados en mejorar la eficiencia y sostenibilidad de estas máquinas, con un enfoque en la reducción del consumo energético y la minimización del impacto ambiental.

2.5 Ventajas de la Semiautomatización

La implementación de tecnologías semiautomatizadas en desgranadoras ofrece una serie de ventajas significativas que benefician tanto a los operarios como a la industria en general. En primer lugar, se observa un aumento considerable en la eficiencia del proceso.

Las desgranadoras semiautomatizadas permiten un rendimiento superior en comparación con los métodos manuales y mecánicos tradicionales.

Esto se debe a que las máquinas pueden procesar un mayor volumen de granos en menor tiempo, optimizando así el tiempo de producción y reduciendo los costos operativos a largo plazo. La capacidad de operar de manera continua y con menos intervención humana minimiza los tiempos de inactividad y los errores asociados al cansancio o la fatiga de los trabajadores, lo que se traduce en una producción más consistente y predecible.

Además del aumento de la eficiencia, una ventaja clave de la semiautomatización es la reducción del esfuerzo físico requerido por los operarios. En los métodos tradicionales, el proceso de desgrane puede ser extremadamente laborioso, implicando movimientos repetitivos y el manejo de herramientas manuales que pueden causar lesiones por esfuerzo repetitivo y otras dolencias físicas.

Con la adopción de tecnologías semiautomatizadas, los operarios pueden supervisar y controlar las máquinas en lugar de realizar el trabajo pesado, lo que disminuye significativamente la carga de trabajo físico.

Esta reducción no solo mejora las condiciones laborales y el bienestar general de los trabajadores, sino que también puede aumentar la satisfacción y la moral en el lugar de trabajo,

resultando en una mayor retención de empleados y una disminución en los costos asociados con la rotación de personal.

Por último, la semiautomatización contribuye a una mejora notable en la calidad del producto final. Los sistemas semiautomatizados están diseñados para manejar los granos con mayor precisión y cuidado, lo que resulta en menos daño durante el proceso de desgrane. Las desgranadoras semiautomatizadas aplican la cantidad adecuada de fuerza necesaria para separar los granos de la mazorca sin romperlos o aplastarlos, lo que preserva la integridad y calidad del producto.

Esto es especialmente importante en la producción de granos de alta calidad destinados a mercados exigentes, donde la apariencia y el estado del grano pueden influir significativamente en su valor comercial. Una menor tasa de daño también significa menos desperdicio, lo que es beneficioso tanto desde un punto de vista económico como ambiental.

2.6 Desafíos y Consideraciones

Aunque las desgranadoras semiautomatizadas representan un avance significativo en la industria agrícola, su implementación no está exenta de desafíos y consideraciones importantes. Uno de los principales obstáculos es el costo inicial. La inversión en tecnología avanzada puede ser considerablemente alta, lo que puede representar una barrera significativa para pequeños y medianos productores.

Estos costos incluyen no solo la compra del equipo, sino también la instalación y puesta en marcha de las máquinas semiautomatizadas. Además, el retorno de inversión puede tardar en manifestarse, lo que puede ser un factor desalentador para aquellos con recursos financieros limitados.

Otro desafío crítico es el mantenimiento. Las desgranadoras semiautomatizadas, al incorporar componentes electrónicos y sistemas más complejos, requieren personal capacitado para su mantenimiento y reparación.

La disponibilidad de técnicos cualificados puede ser limitada en algunas regiones, lo que podría resultar en tiempos de inactividad prolongados y costos adicionales si se requiere traer especialistas de otras áreas.

Además, la necesidad de formación continua del personal para mantener la competencia en el manejo y reparación de estos equipos puede añadir una carga adicional tanto en tiempo como en recursos financieros.

La adaptabilidad de las desgranadoras semiautomatizadas también es un aspecto crucial a considerar. Las máquinas deben ser capaces de manejar diferentes tamaños y tipos de mazorcas para ser efectivas en diversos contextos agrícolas la capacidad de las máquinas para adaptarse a variaciones en el producto es esencial para maximizar su utilidad y eficiencia.

Sin la flexibilidad necesaria, los productores podrían enfrentarse a limitaciones significativas que afectarían su capacidad para procesar diversas variedades de maíz, lo que podría restringir su competitividad en el mercado.

El proceso de desgranado de maíz implica la separación de los granos de maíz de la mazorca, lo cual requiere la aplicación de fuerza mecánica controlada para romper la unión entre el grano y la estructura de la mazorca.

Este proceso puede ser manual, semiautomatizado o completamente automatizado, cada uno con sus propios desafíos.

En el caso de las desgranadoras semiautomatizadas, los desafíos principales incluyen la eficiencia en la separación de los granos, la integridad del grano, la minimización de la generación de polvo y la seguridad del operador.

La eficiencia en la separación de los granos es crucial para asegurar una alta productividad y minimizar las pérdidas. Las desgranadoras deben ser capaces de separar los granos de manera efectiva sin dejar granos adheridos a la mazorca, lo cual puede ser un desafío especialmente con mazorcas de formas y tamaños irregulares. La integridad del grano es otro aspecto vital, ya que los granos dañados pueden afectar tanto el valor comercial como la calidad del producto final.

La minimización de la generación de polvo es importante no solo para mantener un ambiente de trabajo limpio, sino también para proteger la salud de los operarios, ya que la exposición prolongada al polvo de maíz puede causar problemas respiratorios.

Finalmente, la seguridad del operador debe ser una prioridad. Las desgranadoras semiautomatizadas deben estar diseñadas con medidas de seguridad adecuadas para proteger a los trabajadores de posibles accidentes durante la operación de la maquinaria.

2.7 Innovaciones recientes

En los últimos años, la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) y los sistemas de visión por computadora ha marcado un hito significativo en la evolución de las desgranadoras semiautomatizadas. Estas innovaciones prometen llevar la automatización a un nivel superior, reduciendo aún más la intervención humana y aumentando la eficiencia operativa, como señalan Hernández y Muñoz et al. (2024).

Al incorporar estos avances tecnológicos, las desgranadoras no solo mejoran en términos de precisión y adaptabilidad, sino que también ofrecen nuevas oportunidades para optimizar el proceso de desgranado de maíz de manera integral.

Tecnologías Emergentes en Desgranado de Maíz

- **Visión por Computadora**

Una de las tecnologías emergentes más prometedoras es la visión por computadora. La aplicación de sistemas de visión por computadora permite la detección y clasificación automatizada de los granos de maíz, mejorando significativamente la precisión y eficiencia del proceso de desgranado. Mediante el análisis de imágenes digitales, estos sistemas pueden identificar y separar los granos de maíz de manera más efectiva, reduciendo el tiempo y los recursos requeridos para el proceso.

Los algoritmos de visión por computadora analizan las imágenes capturadas para distinguir entre granos de maíz y residuos, asegurando que solo los granos de calidad sean procesados.

Esta tecnología no solo aumenta la velocidad del desgranado, sino que también minimiza el desperdicio y mejora la calidad del producto final, ya que los granos dañados o defectuosos pueden ser detectados y separados automáticamente.

- **Control Automático y Optimización**

Otra área de innovación es la implementación de algoritmos de control automático para optimizar los parámetros de operación de la desgranadora. Estos sistemas permiten ajustar

dinámicamente la velocidad de alimentación, la fuerza de desgranado y la separación de residuos según las condiciones específicas del proceso.

Por ejemplo, los sensores integrados pueden monitorear en tiempo real las características de las mazorcas y ajustar los parámetros de desgranado para asegurar una separación eficiente y cuidadosa de los granos.

La capacidad de adaptarse a las variaciones en las condiciones de operación mejora la consistencia y calidad del producto final. Además, estos sistemas de control pueden aprender y mejorar con el tiempo, utilizando técnicas de aprendizaje automático para perfeccionar los procesos basados en datos históricos y condiciones actuales.

La combinación de visión por computadora y control automático no solo maximiza la eficiencia operativa, sino que también reduce la necesidad de intervención humana, permitiendo que los operarios se concentren en tareas de supervisión y mantenimiento en lugar de procesos manuales intensivos.

Esto no solo mejora la seguridad laboral al reducir la exposición a tareas repetitivas y potencialmente peligrosas, sino que también optimiza la utilización de recursos humanos y tecnológicos.

2.8 Ventajas de la implementación de una desgranadora semiautomatizada.

La agricultura moderna ha evolucionado significativamente gracias a la adopción de tecnologías avanzadas que buscan aumentar la eficiencia y la productividad. En el contexto del desgranado de maíz, la implementación de desgranadoras semiautomatizadas representa un avance crucial. Este marco teórico explora las ventajas de dicha implementación, basándose en diversos estudios y literatura existente en el campo de la agroindustria.

- **Aumento de la Eficiencia**

Una de las principales ventajas de las desgranadoras semiautomatizadas es el notable aumento de la eficiencia en el proceso de desgranado. Según investigaciones, estas máquinas permiten procesar un mayor volumen de granos en menos tiempo comparado con métodos manuales y mecánicos tradicionales (Rodríguez & Sánchez, 2022).

La automatización parcial facilita un flujo continuo de operación, reduciendo los tiempos de inactividad y los errores humanos, lo cual resulta en una producción más consistente y a mayor escala.

- **Reducción del Esfuerzo Físico**

La semiautomatización también contribuye significativamente a la reducción del esfuerzo físico requerido por los operarios. Los métodos tradicionales de desgranado suelen ser laboriosos y pueden causar lesiones por esfuerzo repetitivo y otros problemas de salud. Al disminuir la necesidad de intervención manual intensiva, las desgranadoras semiautomatizadas mejoran las condiciones laborales, lo que no solo protege la salud de los trabajadores, sino que también puede aumentar su satisfacción y productividad.

- **Mejora en la Calidad del Producto**

La calidad del producto final es otro aspecto crítico beneficiado por la implementación de desgranadoras semiautomatizadas. Estas máquinas están diseñadas para aplicar la cantidad adecuada de fuerza durante el desgranado, lo cual minimiza el daño a los granos. Esto es esencial para mantener la integridad y calidad del producto, especialmente en mercados que valoran la apariencia y estado de los granos.

La reducción del daño también implica menos desperdicio, lo que es económicamente beneficioso y ambientalmente responsable.

- **Adaptabilidad y Precisión**

Con la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y los sistemas de visión por computadora, las desgranadoras semiautomatizadas han mejorado en términos de adaptabilidad y precisión.

La visión por computadora permite la detección y clasificación

automatizada de los granos, asegurando una separación más eficiente y precisa (Hernández & Muñoz et al. 2024).

Además, los sistemas de control automático pueden ajustar dinámicamente los parámetros de operación, adaptándose a diferentes tamaños y tipos de mazorcas, lo que maximiza la versatilidad y utilidad de las máquinas.

- **Reducción de Costos Operativos**

Aunque la inversión inicial en tecnología avanzada puede ser alta, los costos operativos a largo plazo pueden reducirse significativamente con el uso de desgranadoras semiautomatizadas. La mayor eficiencia y menor desperdicio contribuyen a un mejor retorno de inversión. Además, la reducción en el esfuerzo físico y la mejora en las condiciones laborales pueden disminuir los costos relacionados con la salud y la rotación de personal.

2.9 Estudio y selección de alternativas

Al momento de seleccionar una alternativa es importante estudiar cada sistema o proceso que envuelve el diseño de la máquina. Por lo que se analizaran sistemas existentes en el mercado para si elegir la mejor alternativa.

Es muy importante conocer los sistemas de desgranadoras y sus principales procesos debido que así depende esta calidad en la que se obtendrá el maíz durante el desgranado de tal modo que se puede conseguir los granos limpios y enteros algunas alternativas conocidas son:

- **Sistema de disco dentado**

Elementos:

- Tolva
- Poleas
- Motor Eléctrico
- Eje Motriz
- Tamiz
- Disco Desgranador
- Estructura Pequeña

Funcionamiento:

Una vez encendida la máquina, el sistema de transmisión permitirá el funcionamiento del mecanismo, se colocará uno a uno en la tolva pequeña el maíz, este previamente deshojado, el producto se deslizará al disco dentado con espigas, que a su vez arrastra la mazorca friccionándolo en torno al disco en movimiento, el grano cae en los pequeños orificios del disco para su recolección, finalmente las tusas caen por la boca inferior.

La ubicación de los dientes en el tambor se lo realiza en forma de zigzag.

Ventajas:

- Se puede aplicar el desgranado de maíz semi duro y suave.
- Fácil transportación para su labor.
- Su costo es muy económico por su tamaño.
- No necesita mantenimiento continuo en su mecanismo.

Desventajas:

- No se puede ocupar en terrenos ni parcelas grandes.
- Con aumento de la velocidad puede destruir el maíz suave.
- Capacidad baja producción de desgranado.
- No posee ventilador para limpiar impurezas de desgranado.
- Estructura inestable.

Ilustración 15 Sistema de disco dentado.



Fuente: Yánez Camacho (2010, pág. 74)

- **Sistema con aletas axiales**

Elementos principales

- Tolva

- Poleas o Cadenas
- Motor Combustión Interna
- Cilindro Desgranador
- Tamiz
- Criba
- Chasis Transportador
- Ventilador
- Estructura Grande

Funcionamiento:

Una vez encendida la máquina el sistema de transmisión por bandas o cadenas permitirá el funcionamiento del mecanismo, la tolva es de tamaño mayor el cual se introduce en grandes cantidades el maíz, a su vez caerán a un cilindro con aletas radiales que desgranarán por impacto, los granos caerán a la criba que separa el grano de la tusa para ser recogido, al final del cilindro las tusas serán expulsadas por el ventilador.

Las aletas en el cilindro están ubicadas en el contorno del mismo. Por el incremento de algunos elementos para su construcción la desgranadora llega a tener un peso adicional al cual es necesario un chasis de transportación.

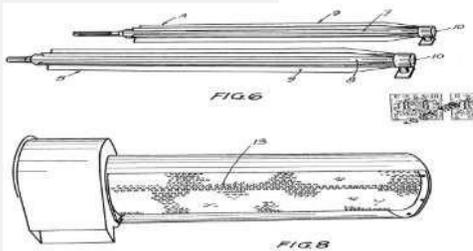
Ventajas:

- Se puede aplicar en desgranado de cualquier tipo de maíz seco.
- Se puede emplear motor de combustión.
- Tiempo reducido en el proceso de desgranado.

Desventajas:

- La estructura es de mayor proporción.
- Con altas velocidades llega a romper el grano.
- Su construcción lleva un alto costo.
- Produce contaminación auditiva.
- Su transportación es muy complicada por su tamaño.
- Su mantenimiento es muy costoso y demoroso.

Ilustración 16 Sistema de aletas axiales.



Fuente: Agrícolas (2000, pág. 12).

2.9.1 Análisis de alternativas

Con el propósito de cumplir con los objetivos trazados, debemos seleccionar la mejor alternativa, en la cual se tomará en cuenta los siguientes parámetros:

- **Costo**

Es importante realizar una evaluación de costos generales para el diseño y la construcción de la máquina desgranadora.

- **Rendimiento**

Factor a tomar en consideración para el diseño de la máquina además del volumen de producción que se desea obtener de maíz desgranado por hora.

- **Consumo de Energía**

Factor importante para el funcionamiento de la máquina, mientras mayor sea la potencia del motor mayor el costo de la desgranadora.

- **Tamaño**

Factor a tomar en cuenta para la cantidad de la masa relacionada con el área de trabajo que llegue a utilizar, tomando en cuenta que el tamaño influye con la producción que se requiere.

- **Materiales**

Evaluación de los materiales existentes en el mercado para la facilidad de adquisición y la adecuada construcción de la máquina como también de todos los elementos normalizados.

- **Mantenimiento**

Factor que define en la facilidad que el operador podrá enfrentarse al momento de realizar el mantenimiento para armar y desarmar todos los elementos de la máquina.

- **Confiable y Seguridad**

Factor importante de la máquina debido que va ser manipulada por un operario no calificado. Es fundamental brindarle una adecuada seguridad.

2.9.2 Impacto en el sector agrícola de la implementación de una desgranadora semiautomatizada de maíz.

La agricultura es un sector clave en la economía global, y la adopción de nuevas tecnologías es esencial para su modernización y sostenibilidad. La implementación de desgranadoras semiautomatizadas de maíz representa un avance significativo en la mecanización agrícola, con potenciales beneficios en eficiencia, reducción de costos, mejora en la calidad del producto y bienestar de los trabajadores.

- **Mejora en la Eficiencia Productiva**

Uno de los principales beneficios de la implementación de desgranadoras semiautomatizadas de maíz es el aumento de la eficiencia productiva. Las máquinas semiautomatizadas pueden procesar un mayor volumen de maíz en menos tiempo comparado con los métodos manuales o mecánicos tradicionales (Rodríguez & Sánchez, 2022).

Esto se debe a la capacidad de operar de manera continua y precisa, reduciendo tiempos de inactividad y errores humanos. La mayor eficiencia en el desgranado permite a los agricultores aumentar su productividad y aprovechar mejor su tiempo y recursos.

- **Reducción de Costos Operativos**

Aunque la inversión inicial en desgranadoras semiautomatizadas puede ser significativa, los costos operativos a largo plazo pueden disminuir. La mayor eficiencia y reducción de desperdicios contribuyen a un mejor retorno de inversión. Además, la menor necesidad de mano de obra intensiva reduce los gastos relacionados con salarios y seguros laborales (Fernández et al., 2023).

Esta reducción de costos es especialmente beneficiosa para pequeños y medianos productores, que pueden mejorar su competitividad en el mercado.

- **Mejora en la Calidad del Producto**

Las desgranadoras semiautomatizadas están diseñadas para aplicar la fuerza precisa necesaria para separar los granos de la mazorca sin dañarlos, lo que mejora la calidad del producto final. La capacidad de manejar los granos con mayor cuidado y precisión reduce el daño a los mismos, aumentando así su valor comercial.

La mejora en la calidad del producto es especialmente importante en mercados que valoran la integridad y apariencia de los granos, lo que puede traducirse en precios más altos y mejores oportunidades de mercado.

- **Impacto en el Bienestar de los Trabajadores**

La implementación de desgranadoras semiautomatizadas también tiene un impacto positivo en el bienestar de los trabajadores agrícolas. La reducción del esfuerzo físico requerido disminuye el riesgo de lesiones y enfermedades ocupacionales asociadas con el trabajo manual intensivo.

Esto no solo mejora la calidad de vida de los trabajadores, sino que también puede aumentar su productividad y satisfacción laboral. Además, la menor carga física y la mayor seguridad laboral pueden contribuir a una menor rotación de personal y a la retención de trabajadores cualificados.

- **Sostenibilidad y Medio Ambiente**

La adopción de desgranadoras semiautomatizadas puede contribuir a la sostenibilidad del sector agrícola. La mayor eficiencia en el proceso de desgranado y la reducción del desperdicio de granos significan un uso más eficiente de los recursos agrícolas. Además, la mejora en la calidad del producto y la reducción de costos operativos pueden incentivar prácticas agrícolas más sostenibles (FAO et al. 2021).

La tecnología también permite una mejor gestión de los residuos del maíz, que pueden ser utilizados en otros procesos productivos, como la generación de biocombustibles o la alimentación animal.

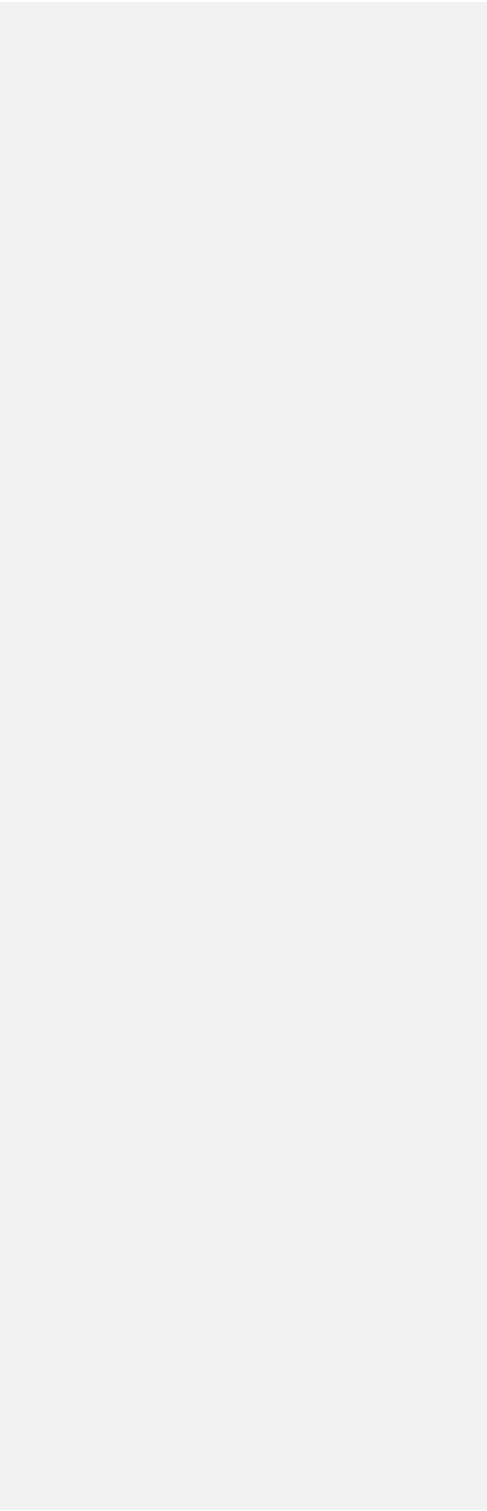
- **Integración de Tecnologías Avanzadas**

La integración de tecnologías avanzadas, como la inteligencia artificial y la visión por computadora, en desgranadoras semiautomatizadas lleva la automatización agrícola a un nuevo nivel. Estas tecnologías permiten una detección y clasificación más precisa de los granos, optimizando el proceso de desgranado y adaptándose a diferentes tamaños y tipos de mazorcas (Hernández & Muñoz, et al. 2024).

La capacidad de ajustar dinámicamente los parámetros de operación mejora la versatilidad y la eficiencia de las máquinas, lo que es crucial en un entorno agrícola diverso y en constante cambio.

La implementación de desgranadoras semiautomatizadas de maíz tiene un impacto significativo y multifacético en el sector agrícola. Desde la mejora de la eficiencia productiva y la reducción de costos operativos hasta la mejora de la calidad del producto y el bienestar de los trabajadores, estas máquinas representan un avance crucial en la modernización de la agricultura.

Además, su contribución a la sostenibilidad y la integración de tecnologías avanzadas subraya su importancia para el futuro de la agricultura. La adopción generalizada de estas tecnologías promete transformar el sector agrícola, haciéndolo más eficiente, competitivo y sostenible.



CAPITULO III

Metodología

Capítulo III Metodología

3.1 Encuesta

Instituto Tecnológico superior de San Andrés Tuxtla.

Encuesta sobre Desgranadora Semiautomatizada de Maíz.

Objetivo de la encuesta: Recopilar información acerca de las necesidades de los usuarios en relación con una desgranadora semiautomatizada de maíz, así como su opinión sobre las características y mejoras que podrían incluirse en el diseño del equipo.

Instrucciones: Por favor, responde a las siguientes preguntas marcando en el paréntesis con una “X” de acuerdo con tu experiencia o expectativas sobre el uso de una desgranadora de maíz.

Sección 1: Características de la desgranadora semiautomatizada.

1. ¿Cuál considera que son las características más importantes que debe tener una desgranadora semiautomatizada de maíz?

Eficiencia en el desgranado Bajo consumo

energético

Precio accesible

2. ¿Qué tipo de fuente de energía preferiría que utilizara la desgranadora semiautomatizada?

Energía eléctrica Combustible

Energía solar

3. ¿Qué tan importante es para usted que la desgranadora tenga un bajo impacto ambiental?

Mucho Poco

Nada

Sección 2: Impacto y expectativas.

4. ¿Cree que una desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría su productividad?

Sí

No

Sección 3: Experiencia en el uso de maquinaria agrícola.

5. ¿Ha utilizado alguna vez una desgranadora de maíz?

Sí

No

6. Si respondió "Sí", ¿Cuál ha sido su experiencia con la desgranadora de maíz?

Buena Regular Mala

7. ¿Qué tipo de desgranadora ha utilizado?

Manual

Semiautomática

8. ¿Con qué frecuencia utiliza la maquinaria de desgranado de maíz?

Diariamente

Semanalmente Mensualmente

3.2 Libro de código

Variable	Pregunta	Categoría	Código
Características	1. ¿Cuál considera que son las características más importantes que	1. Eficiencia en el desgranado	1
		2. Bajo consumo energético	2
	debe tener una desgranadora semiautomatizada de maíz?	3. Precio accesible	3
Características	2. ¿Qué tipo de fuente de energía preferiría	1. Energía eléctrica	1

	que utilizara la desgranadora semiautomatizada?	2. Combustible	2
		3. Energía solar	3
Características	3. ¿Qué tan importante es para usted que la desgranadora tenga un bajo impacto ambiental?	1. Importante	1
		2. Poco importante	2
		3. No es importante	3
Impacto	4. ¿Cree que una desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría tu productividad?	1. Si	1
		2. No	2
Experiencia	5. ¿Ha utilizado alguna vez una desgranadora de maíz?	1. Si	1
		2. No	2
Experiencia	6. Si respondió "Sí", ¿Cuál ha sido su experiencia con la desgranadora de maíz?	1. Buena	1
		2. Regular	2
		3. Mala	3
Experiencia		1. Manual	1
	7. ¿Qué tipo de desgranadora ha utilizado?	2. Semiautomática	2
Experiencia	8. ¿Con qué frecuencia utiliza la	1. Diariamente	1

3.3.1 Análisis

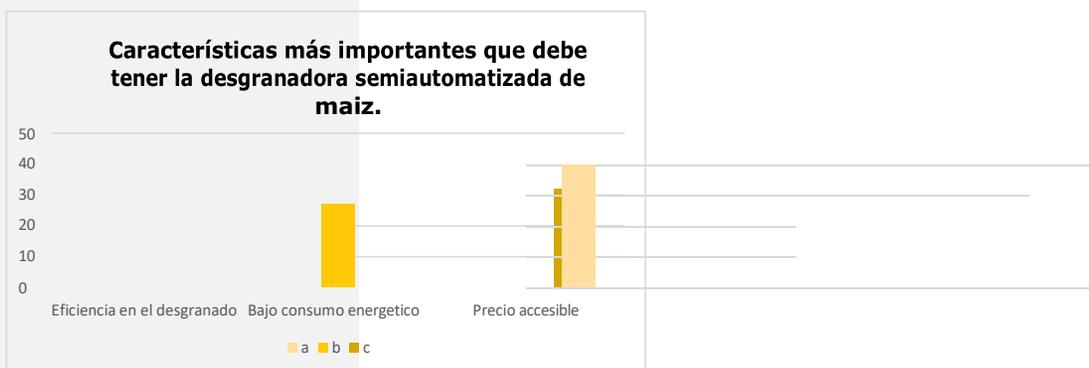
Sección 1: Características de la desgranadora semiautomatizada.

1. ¿Cuál considera que son las características más importantes que debe tener una desgranadora semiautomatizada de maíz?

Categoría	Frecuencia	%
Eficiencia en el desgranado	41	41
Bajo consumo energético	27	27
Precio accesible	32	32
Total	100	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, que corresponde al 100% de los encuestados. En la pregunta 1 sobre ¿Cuál considera que son las características más importantes que debe tener una desgranadora semiautomatizada? 41 encuestados que representan el 41% de la muestra consideran que la eficiencia en el desgranado es la característica más importante, mientras que otra parte que corresponde a 27 encuestados que es igual al 27% de la muestra, consideran que la característica más importante es el bajo consumo energético. Finalmente 32 encuestados que representan el 32% de la muestra piensan que el precio accesible es la característica que debe predominar.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 1, con respecto a que característica es la más importante para la desgranadora semiautomatizada de maíz, la mayoría de encuestados considera que la eficiencia en el desgranado es la que debe predominar.

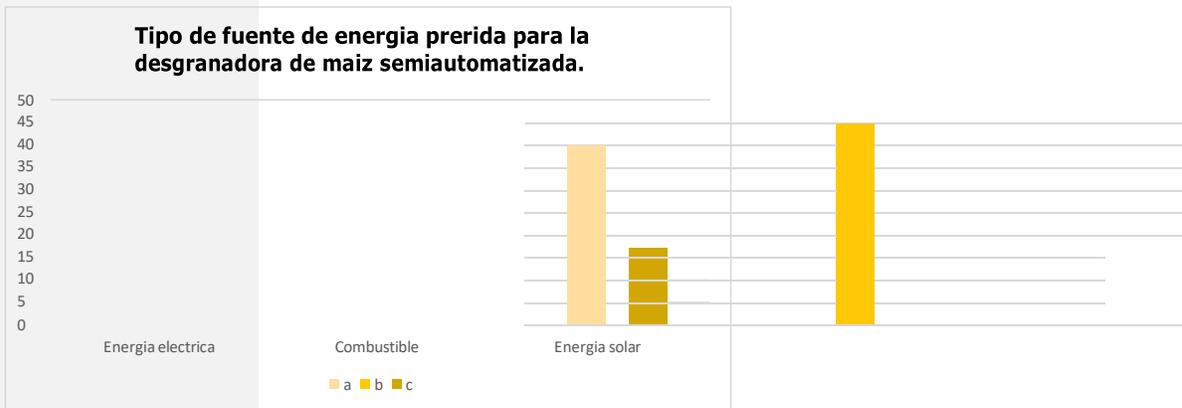


2. ¿Qué tipo de fuente de energía preferiría que utilizara la desgranadora semiautomatizada?

Categoría	Frecuencia	%
Energía eléctrica	39	39
Combustible	44	44
Energía solar	17	17
Total	100	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, que corresponde al 100% de los encuestados. En la pregunta 2 sobre ¿Qué tipo de fuente de energía preferiría que utilizara la desgranadora semiautomatizada? 39 encuestados que representan el 39% de la muestra consideran que la energía eléctrica es la fuente de energía preferida, mientras que otra parte que corresponde a 44 encuestados que es igual al 44% de la muestra, consideran que el combustible es la fuente de energía deseable. Finalmente 17 encuestados que representan el 17% de la muestra piensan que la energía solar es la fuente conveniente.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 2, con respecto a que tipo de fuente de energía preferiría que utilizara la desgranadora semiautomatizada de maíz, la mayoría de encuestados considera el combustible es la fuente de energía preferible.



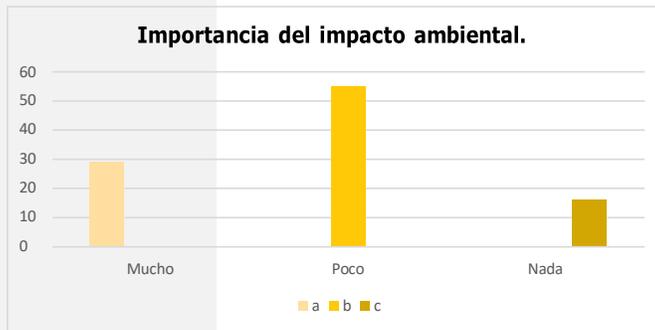
3. ¿Qué tan importante es para usted que la desgranadora tenga un bajo impacto ambiental?

Categoría	Frecuencia	%
Mucho	29	29
Poco	55	55
Nada	16	16

Total	100	100%
--------------	------------	-------------

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, que corresponde al 100% de los encuestados. En la pregunta 3 sobre ¿Qué tan importante es para usted que la desgranadora tenga un bajo impacto ambiental? 29 encuestados que representan el 29% de la muestra consideran que la importancia del impacto ambiental es mucha, mientras que otra parte que corresponde a 55 encuestados que es igual al 55% de la muestra, consideran que importa poco el impacto ambiental. Finalmente 16 encuestados que representan el 16% de la muestra piensan que no importa nada el impacto ambiental

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 3, con respecto a que tan importante es el impacto ambiental de la desgranadora semiautomatizada de maíz, la mayoría de encuestados considera poco es la importancia del impacto.



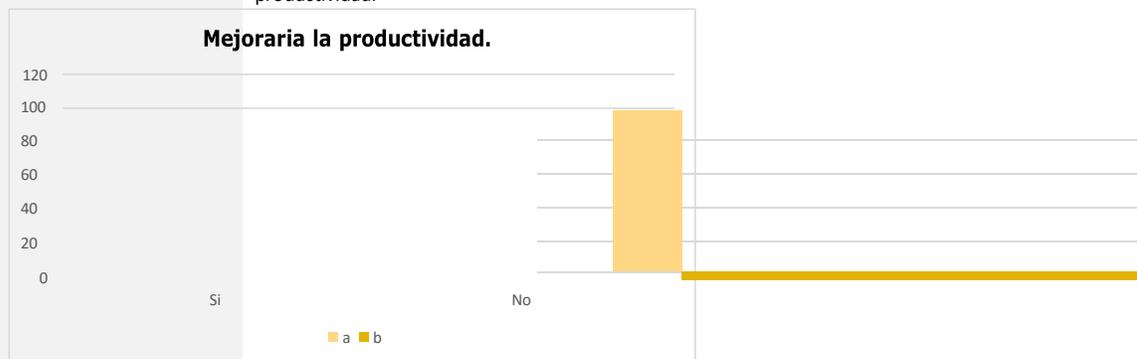
Sección 2: Impacto y expectativas.

4. ¿Cree que una desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría su productividad?

Categoría	Frecuencia	%
Si	97	97
No	3	3
Total	100	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, que corresponde al 100% de los encuestados. En la pregunta 4 sobre ¿Cree que una desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría su productividad? 97 encuestados que representan el 97% de la muestra consideran que sí, la desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría su productividad, mientras que otra parte que corresponde a 3 encuestados que es igual al 3% de la muestra, consideran que no mejoraría su productividad utilizar la desgranadora semiautomatizada.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 4, con respecto a que la desgranadora semiautomatizada de maíz mejoraría la productividad de las personas, la mayoría de encuestados considera que el sí, incrementaría su productividad.



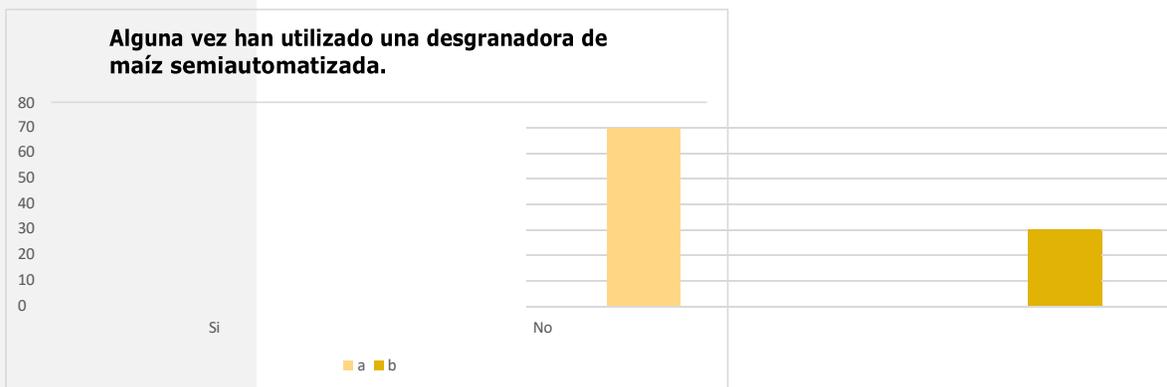
Sección 3: Experiencia en el uso de maquinaria agrícola.

5. ¿Ha utilizado alguna vez una desgranadora de maíz?

Categoría	Frecuencia	%
Si	69	69
No	31	31
Total	100	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, que corresponde al 100% de los encuestados. En la pregunta 5 sobre ¿Ha utilizado alguna vez una desgranadora de maíz? 69 encuestados que representan el 69% de la encuesta mencionan que sí, han utilizado alguna vez una desgranadora de maíz, mientras que otra parte que corresponde a 31 encuestados que es igual al 31% de la muestra, afirman que no han utilizado alguna vez una desgranadora de maíz semiautomatizada.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 5, con respecto a que, si han utilizado alguna vez una desgranadora de maíz, la mayoría de encuestados afirman que si han utilizado una desgranadora de maíz.



6. Si respondió "Si", ¿Cuál ha sido su experiencia con la desgranadora de maíz?

Categoría	Frecuencia	%
Buena	32	46.38%
Regular	33	47.82%
Mala	4	5.80%
Total	69	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, en donde en relación a la afirmación "si respondió si" se procedía a responder la pregunta, 69 personas contestaron el cuestionamiento por lo que dicha cantidad corresponde al nuevo 100% de los encuestados. En la pregunta 6 sobre Si respondió "Si", ¿Cuál ha sido su experiencia con la desgranadora de maíz? 32 encuestados que representan el 46.38% de la encuesta mencionan que su experiencia al utilizar una desgranadora de maíz ha sido buena, mientras que otra parte que corresponde a 33 encuestados que es igual al 47.82% de la muestra, afirman que su experiencia ha sido regular. Finalmente 4 encuestados que representan el 5.80% indican que su experiencia al utilizar una desgranadora de maíz fue mala.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 6, con respecto a como ha sido su experiencia al utilizar una desgranadora de maíz, la mayoría de encuestados afirman que la experiencia ha sido regular.



7. ¿Qué tipo de desgranadora ha utilizado?

Categoría	Frecuencia	%
Manual	45	65.22%
Semiautomática	24	34.78%
Total	69	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, en donde en relación a la afirmación “si respondió si” se procedía a responder la pregunta, 69 personas contestaron el cuestionamiento por lo que dicha cantidad corresponde al nuevo 100% de los encuestados. En la pregunta 7 ¿Qué tipo de desgranadora ha utilizado? 45 encuestados que representan el 65.22% de la encuesta mencionan que el tipo de desgranadora que han utilizado es de tipo manual, mientras que otra parte que corresponde a 24 encuestados que es igual al 34.78% de la muestra, indican que la desgranadora que han usado es de tipo semiautomática.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 7, con respecto al tipo de desgranadora que los encuestados han utilizado, la mayoría de encuestados afirman que ha sido de tipo manual.



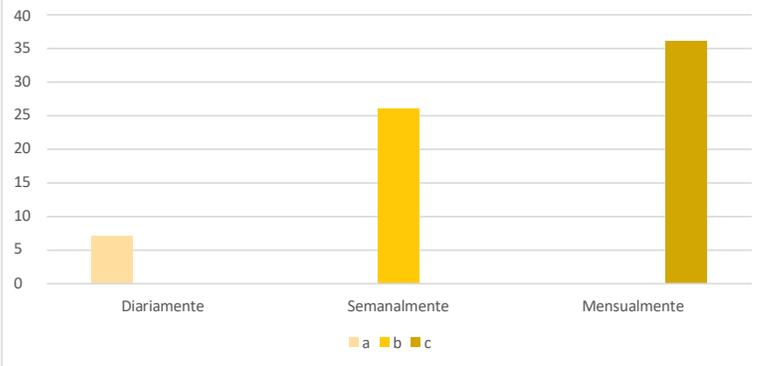
8. ¿Con qué frecuencia utiliza la maquinaria de desgranado de maíz?

Categoría	Frecuencia	%
Diariamente	7	10.14%
Semanalmente	26	37.69%
Mensualmente	36	52.17%
Total	69	100%

Análisis: De acuerdo con el instrumento aplicado, denominado encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados, de una muestra de 100 personas, en donde en relación a la afirmación “si respondió sí” se procedía a responder la pregunta, 69 personas contestaron el cuestionamiento por lo que dicha cantidad corresponde al nuevo 100% de los encuestados. En la pregunta 8 ¿Con qué frecuencia utiliza la maquinaria de desgranado de maíz? 7 encuestados que representan el 10.14% de la encuesta mencionan que el uso de la desgranadora es diario, mientras que otra parte que corresponde a 26 encuestados que es igual al 37.69% de la muestra, indican que emplean la desgranadora de forma semanal. Por último, 36 encuestados que es igual al 52.17% indicaron que el uso de la desgranadora lo hacen de manera mensual.

Resumen: Como se puede observar en la pregunta 8, con respecto a la frecuencia con la que utilizan la desgranadora de maíz, la mayoría de encuestados indicaron que el uso es mensualmente.

**Frecuencia con la que se utiliza la maquinaria
dendesgranado de maíz.**



Conclusión

La culminación del proyecto de la desgranadora semiautomatizada de maíz representa un significativo avance en el ámbito de la mecanización agrícola, específicamente en el procesamiento post-cosecha del maíz. A lo largo de este documento, se ha detallado minuciosamente cada fase del desarrollo de esta innovadora maquinaria. En esta conclusión, se sintetizarán los logros alcanzados, las lecciones aprendidas, las ventajas del sistema desarrollado, así como las recomendaciones para futuros trabajos y mejoras.

• Logros Alcanzados

Uno de los logros más destacados de este proyecto es el diseño y construcción de una máquina que mejora considerablemente la eficiencia del proceso de desgrane de maíz. La desgranadora semiautomatizada no solo reduce el tiempo y el esfuerzo físico requerido en comparación con los métodos tradicionales manuales, sino que también incrementa la productividad y garantiza una mayor uniformidad en el desgrane.

Desde una perspectiva técnica, la integración de componentes mecánicos y electrónicos ha sido exitosa. Se ha logrado una sinergia efectiva entre el motor eléctrico, los sensores de control y los mecanismos de desgrane, lo cual permite un funcionamiento fluido y confiable.

Además, la máquina ha sido diseñada con un enfoque en la seguridad del operario, incorporando elementos de protección y sistemas de parada de emergencia.

• Lecciones Aprendidas

Durante el desarrollo del proyecto, se han enfrentado diversos retos que han proporcionado valiosas lecciones. Uno de los principales desafíos fue lograr una configuración

óptima de los elementos mecánicos para evitar atascos y asegurar un flujo continuo de maíz a través de la máquina

Referencias

Anderson. (2021). *CIMMYT*. Obtenido de CIMMYT: <https://idp.cimmyt.org/limpieza-de-granos-clave-para-reducir-perdidas/>

Andres. (15 de julio de 2023). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/slideshow/desgranadora-de-maizpptx/259233447>

Calderon, E. (3 de junio de 2020). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare:
<https://es.slideshare.net/slideshow/escrito-desgranadora-maz/234919680>

CORDOVA MORENO VICTOR ALEXIS, E. V. (Mayo de 2018). *SCRIBD*. Obtenido de SCRIBD:
<https://es.scribd.com/document/398438420/Proyecto-Maquina-Desgranadora-Cornmachines.com> . (2019).

Obtenido de <https://cornmachines.com/es/history-of-corn-sheller/> FAO. (2011). Obtenido de
<https://www.schaer.com/es-es/a/propiedades-del-maiz>

FAO. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura:
<https://www.fao.org/family-farming/themes/innovation-in-family-farming/es/>

gob. mx. (s.f.). Obtenido de *gob. mx*: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/razas-de-maiz-riqueza-del-campo-mexicano?idiom=es#:~:text=Las%20razas%20de%20ma%C3%ADces%20mexicanos,Jalisco%2C%20Palomero%20Toluque%C3%B1o%20y%20Uruape%C3%B1o>

Hernández & Muñoz. (2024). *Universidad nacional de ingeniería*. Obtenido de Universidad nacional de ingeniería:
<https://camjol.info/index.php/elhigo/article/view/17382>

Hernandez. (enero de 2009). *Indice de revistas mexicanas*. Obtenido de Indice de revistas mexicanas:

https://www.colpos.mx/wb_pdf/Agroproductividad/2018/AP-11-1-2018_ISSN-e.pdf

Herrera. (2017). *UAEH*. Obtenido de UAEH:

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/tepexi/article/view/2387/2391>

Isidro Castelán Herrera, O. V. (s.f.). *UAEH*. Obtenido de UAEH:

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tepeji/n8/a16.html>

LUIS CHRISTIAN CHOLCA CACUANGO, G. A. (diciembre de 2015). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA*. Obtenido de UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA:

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11395/3/UPS-KT01205.pdf>

mx, g. (s.f.). *gob. mx*. Obtenido de gob. mx: [https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de-](https://www.gob.mx/aserca/articulos/maiz-grano-cultivo-representativo-de)

mexico#:~:text=El%20ma%C3%ADz%2C%20es%20uno%20de,importancia%20econ%C3%B3mica%2C%20social%20y%20cultural.

Ramos. (2018). *UNCP*. Obtenido de UNCP:

<https://revistas.uncp.edu.pe/index.php/prospectiva/article/download/855/1070>

Scribd.com . (s.f.). Obtenido de Scribd.com : <https://es.scribd.com/document/520135140/Tipos-de-Desgranadora>

Tapia. (2017). *Redalyc.org*. Obtenido de Redalyc.org:

<https://www.redalyc.org/journal/5722/572261627001/html/>