



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA PESCA Y**  
**VETERINARIA**  
**CARRERA DE AGRONOMIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERA AGRONOMA**

**TEMA:**

Análisis del impacto de la tecnología de procesamiento en la calidad  
del arroz (*Oryza sativa* L)

**AUTOR:**

Rebeca Berenice Onofre Fernández

**TUTOR:**

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro. M.Sc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

**2025**

## INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
ÍNDICE DE CUADRO.....	V
RESUMEN.....	VI
SUMMARY .....	VII
<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Introducción .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Líneas de investigación.....	4
<b>2. DESARROLLO .....</b>	<b>5</b>
2.1 Marco conceptual .....	5
2.1.1. Importancia del arroz .....	5
2.1.1.1. El grano de arroz .....	6
2.1.2. Describir las diferentes tecnologías de procesamiento en la calidad de arroz. ....	6
2.1.2.1. MNMLT Molino de Arroz Vertical .....	6
2.1.2.2. MNSW Molino de arroz horizontal .....	7
2.1.2.3. Piladora de arroz mediana con rolo de goma .....	8
2.1.2.4. Blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril .....	9
2.1.2.5. Clasificadora de color AMD® RGS Millets .....	9
2.1.2.6. Cilindro Clasificador.....	10
2.1.2.7. Descascarillador de arroz TopHusk (DD).....	10
2.1.2.8. Clasificador de color FMS .....	11
2.1.2.9. Máquina separadora de arroz con cáscara MGCZ .....	12
2.1.3. Identificar los factores claves que influyen en la calidad del arroz durante el procesamiento. ....	13

2.1.3.1. Temperatura.....	13
2.1.3.2. Humedad.....	13
2.1.3.3. Secado .....	14
2.1.3.4. Infestación.....	14
2.1.3.5. Manejo Agronómico.....	15
2.1.3.6. Almacenamiento .....	16
2.1.3.7. Transporte.....	16
2.1.4. Detallar el almacenamiento del arroz pilado.....	17
2.1.4.1. Calidad de arroz.....	17
2.1.4.2. Secado de los granos.....	17
2.1.4.3. Secado natural.....	17
2.1.4.4. Secado artificial .....	18
2.1.4.5. Limpieza del grano de arroz .....	18
2.1.4.6. Descascaradoro del grano de arroz .....	18
2.1.4.7. Pulido del grano de arroz .....	19
2.1.4.8. Clasificación del grano entero del quebrado de arroz.....	19
2.1.4.9. Tipos de clasificación de arroz.....	20
2.1.4.10. Clasificación por color Primario y Secundario.....	21
2.2. Marco metodológico .....	22
2.3. Resultados.....	23
2.4 Discusión de resultados.....	25
<b>3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>27</b>
3.1. Conclusiones .....	27
3.2. Recomendaciones .....	28
<b>4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....</b>	<b>29</b>
4.1. Referencias bibliográficas.....	29
4.2. Anexos.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. MNMLT Molino de Arroz Vertical.....	34
Figura 2. MNSW Molino de arroz horizontal. ....	34
Figura 3. Piladora de Arroz Mediana con Rolo de Goma.....	35
Figura 4. Blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril. ....	35
Figura 5. Clasificadora de color AMD® RGS Millets .....	36
Figura 6. Cilindro Clasificador.....	36
Figura 7. TopHusk DRHE/DRSD .....	37
Figura 8. Clasificador de color FMS.....	37
Figura 9. Máquina separadora de arroz con cáscara .....	38

## ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Características del MNMLT Molino de Arroz Vertical .....	7
Cuadro 2. Características del MNSW Molino de arroz horizontal .....	7
Cuadro 3. Características de la piladora de Arroz Mediana con Rolo de Goma....	8
Cuadro 4. Característica del blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril.	9
Cuadro 5. Características de la Clasificadora de color AMD® RGS Millets.....	10
Cuadro 6. Características del cilindro Clasificador. ....	10
Cuadro 7. Características de TopHusk DRHE/DRSD. ....	11
Cuadro 8. Características del Clasificador de color FMS. ....	11
Cuadro 9. Características de la separadora de arroz con cáscara MGCZ.....	12
Cuadro 10. Tipos de clasificación de arroz.....	21

## RESUMEN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es el alimento básico para la población mundial y el cultivo más importante, por lo tanto es importante implementar nuevas tecnologías para mejorar la calidad del grano para la comercialización; el objetivo de esta investigación es caracterizar el impacto de la tecnología de procesamiento en la calidad del arroz (*Oryza sativa* L); la metodología utilizada en esta investigación es no experimental, ya que se realizó mediante la recopilación de información variada con propósitos de investigación, obtenida de múltiples sitios web, artículos científicos, fuentes y repositorios bibliográficos accesibles a través de plataformas digitales; en los resultados se mostró que la aplicación de tecnologías de procesamiento puede incrementar notablemente la calidad del arroz, uno de los factores que más influyen es la temperatura y la humedad durante el proceso de secado y almacenaje ya que una mala regulación de la temperatura y la humedad durante el procesamiento, pueden causar la degradación del arroz y perjudicar su calidad; la principal conclusión de la investigación es llevado a cabo demostró que la aplicación de tecnologías de procesamiento puede incrementar notablemente la calidad del arroz, la tecnología de procesamiento puede contribuir a disminuir la presencia de impurezas, incrementar la homogeneidad en el tamaño y la forma de los granos de arroz, y elevar la calidad global del producto.

**Palabras clave:** Arroz, Calidad, Comercialización, Incrementar, Tecnología

## SUMMARY

Rice (*Oryza sativa* L.) is the staple food for the world's population and the most important crop, therefore it is important to implement new technologies to improve the quality of the grain for marketing; the objective of this research is to characterize the impact of processing technology on the quality of rice (*Oryza sativa* L.); The methodology used in this research is non-experimental, since it was carried out by collecting various information for research purposes, obtained from multiple websites, scientific articles, sources and bibliographic repositories accessible through digital platforms; The results showed that the application of processing technologies can significantly increase the quality of rice, one of the factors that most influence is the temperature and humidity during the drying and storage process since poor regulation of temperature and humidity during processing can cause rice degradation and harm its quality; The main conclusion of the research carried out is that the application of processing technologies can significantly increase the quality of rice, the processing technology can contribute to reducing the presence of impurities, increasing the homogeneity in the size and shape of rice grains, and raising the overall quality of the product.

**Keywords:** Rice, Quality, Marketing, Increase, Technology

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. Introducción

La apariencia del arroz blanco es el elemento más importante a tener en cuenta al analizar la calidad de una variedad. Por lo tanto, se han llevado a cabo estudios que reúnen datos que ayudan a evaluar diferentes aspectos utilizando técnicas de procesamiento de imágenes, las cuales inspeccionan de forma detallada propiedades físicas como el tamaño, la forma y la visualización del grano para asegurar la calidad de la variedad (Gonzales, 2016) (Roman, 2016)

Como indica Dfgrupo (2023), que debido a un componente fundamental para muchas personas alrededor del planeta, el arroz desempeña una función vital en la seguridad alimentaria a nivel internacional. La generación y el acceso son enclavar para prevenir el hambre y la malnutrición.

Según menciona Plan (2023), que el Ecuador se sitúa como el país líder en el uso de arroz en la región latinoamericana. Según datos de 2019, el promedio de consumo por individuo en los últimos cuatro años fue de 43 kg, representando el 15% de la ingesta calórica total, lo que lo hace una de las principales fuentes de alimentación para cerca de 17 millones de habitantes.

El arroz ocupa un lugar destacado entre los productos principales que conforman la canasta básica de los hogares en Ecuador. Indica Bayer (2022), que la mayor parte de la producción agrícola está en manos de pequeños agricultores, ya que aproximadamente el 87% del arroz se produce en las provincias de Guayas y Los Ríos.

Según Mendoza et al. (2019), el arroz (*Oryza sativa*) es una gramínea cuyo inicio se sitúa en la Edad Media en Asia, específicamente en el sur de China, siendo consumida mayormente por individuos de clases sociales elevadas. Esta especie, que ha estado en cultivo durante 7000 años, puede llegar a medir hasta 6 pies de longitud. Pertenece a la familia de la avena y es abundante en nutrientes y minerales tales como riboflavina, retinol, calcio, magnesio, fósforo y carbohidratos.

## 1.2. Planteamiento del problema

La implementación de técnicas tecnológicas en el tratamiento del arroz, como la molienda y el pulido, puede resultar en una reducción de nutrientes esenciales tales como el hierro, el zinc y el magnesio, entre otros. Este efecto ocurre porque estos nutrientes se encuentran en la capa externa del grano, que es retirada durante el proceso. Además, el uso de estas tecnologías puede perjudicar la economía de las comunidades, llevando a una disminución en los empleos y a una dependencia de estas técnicas para la producción y el procesamiento del arroz.

Asimismo, estas prácticas pueden ocasionar impactos medioambientales como la contaminación de cuerpos de agua y suelos, así como la emisión de gases de efecto invernadero y la disminución de la diversidad biológica. La aplicación de tecnología en el proceso de molienda también puede resultar en la pérdida del sabor y aroma del arroz, dado que los compuestos volátiles responsables de estas cualidades se evaporan durante el tratamiento, afectando así la calidad del grano y su valor en el mercado, así como su aceptación entre los consumidores.

La calidad del arroz es crucial para la industria alimentaria, ya que influye directamente en la valoración y satisfacción de los consumidores. Sin embargo, el funcionamiento del arroz puede modificar significativamente su calidad; los métodos de procesamiento utilizados en la industria arrocera pueden variar desde prácticas tradicionales hasta técnicas más contemporáneas, impactando el producto final.

La industria arrocera enfrenta grandes desafíos para garantizar la calidad del producto que se presenta al consumidor, dado que el tratamiento puede alterar la textura, el sabor, el aroma y la composición nutricional del arroz. El sector arrocero enfrenta importantes retos para asegurar la calidad del producto que se ofrece al consumidor, ya que el tratamiento puede modificar la textura, el gusto, el aroma y la composición nutricional del arroz. Las técnicas de procesamiento aplicadas pueden variar, lo que a su vez puede afectar la calidad del producto. Sin embargo, aún no existe un acuerdo claro respecto al impacto particular que tiene cada tipo de tecnología de procesamiento sobre la calidad del arroz.

### **1.3. Justificación**

Se realizan investigaciones acerca del impacto de la tecnología en la calidad del arroz para entender cómo diferentes técnicas de procesamiento influyen en esta. Este entendimiento ayuda a identificar maneras de mejorar la calidad del producto final y satisfacer las expectativas de los consumidores. Además, podría facilitar la búsqueda de vías para optimizar la eficiencia y reducir los costos de producción, lo que podría incluir la mejora en los métodos productivos y la reducción de residuos; esto permitiría a empresas y agricultores mantener su competitividad ofreciendo productos de alta calidad.

Se pueden desarrollar avances en el procesamiento que mejoren la excelencia del arroz y reduzcan los costos de su producción. Esto podría involucrar el examen de varias tecnologías emergentes y la exploración de métodos para aplicarlas en el sector arrocero; esto ayudaría a fortalecer la salud pública y a reducir el peligro de enfermedades asociadas con la dieta. También podría incluir la investigación de distintas formas de procesamiento y la identificación de formas de minimizar el riesgo de enfermedades.

Los cultivadores de arroz, los alumnos de agronomía y los profesores investigadores, al recibir información sobre las prácticas óptimas y tecnologías que potencian la calidad del arroz y mejoran la eficiencia de la producción, también ayudarían a los consumidores a conocer sobre la calidad y seguridad del arroz que consumen. Además, la industria arrocera podría así optimizar la calidad del arroz y aumentar su competitividad.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Caracterizar el impacto de la tecnología de procesamiento en la calidad del arroz (*Oryza sativa* L).

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Describir los diferentes equipos en el procesamiento en la calidad de arroz.
- Identificar los factores claves que influyen en la calidad del arroz durante el procesamiento.
- Detallar el almacenamiento del arroz pilado.

## **1.5. Líneas de investigación**

La presente investigación está enfocada dentro de los dominios de la Universidad Técnica de Babahoyo de Recursos agropecuarios. El enfoque principal de este estudio se centra en el: “Análisis del impacto de la tecnología de procesamiento en la calidad del arroz (*Oryza sativa* L)”. En este contexto, específicamente se aborda el Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable y en la Sublíneas de Agricultura sostenible y sustentable y nutrición vegetal.

## 2. DESARROLLO

### 2.1 Marco conceptual

#### 2.1.1. Importancia del arroz

El arroz posee numerosas vitaminas y minerales beneficiosos para la salud, tales como niacina, vitamina D, calcio, fibra, hierro, tiamina y riboflavina. Estas vitaminas son esenciales para que el cuerpo metabolice los alimentos, refuerce el sistema inmunológico y garantice el buen funcionamiento de los órganos (Puerto, 2016).

El arroz resulta ventajoso para quienes lo consumen, ya que contiene fibra, proteínas y otros nutrientes necesarios. Por esta razón, es fundamental reconocer al arroz como un alimento esencial. Es considerado uno de los mejores tipos de carbohidratos y proporciona una gran cantidad de energía (Arrozua, 2021).

Menciona Fao (2004), que el arroz tiene una gran relevancia para las personas a nivel global. Aproximadamente la mitad de la población mundial depende del arroz para su mayor parte de las calorías consumidas. En 34 naciones de Asia, América Latina y África, el arroz constituye el alimento principal de la dieta. En diversas naciones asiáticas, el consumo de arroz es alto, ya que representa una importante fuente de calorías y proteínas.

El producto final que obtenemos al concluir el procedimiento de moler el arroz es el mismo que conocemos como arroz procesado, arroz blanco o arroz refinado. Es relevante recordar que el arroz ocupa el segundo lugar como alimento más consumido a nivel global después del trigo. Por ello, su cuidado es fundamental. Es esencial entender que durante el proceso de pulido, algunos granos pueden fracturarse y quedar dañados. A través de este procedimiento, podemos determinar si el arroz tiene una calidad adecuada o no (Amazonas, 2018).

Indica Importadora (2022), que actualmente, existen maquinarias especializadas que asisten en la limpieza del arroz y otras cosechas. Estas herramientas remueven las piedras, purifican el grano y lo clasifican basándose en diversas propiedades. Resultan muy prácticas para facilitar el trabajo de limpieza en las cosechas.

### **2.1.1.1. El grano de arroz**

La lema y la palea de la cáscara, junto con la cariopsis o el grano del arroz, constituyen una combinación intrincada que cuenta con una cobertura exterior. El arroz integral está compuesto por un pericarpio que envuelve la semilla y una nucela que protege tanto al embrión como al endospermo. La aleurona subaleurona y el almidón o endospermo interno se unen para crear una capa designada como endospermo. Los elementos que conforman el embrión son el escutelo, la plúmula, la radícula y el epiblasto. Existen otras partes relacionadas con el grano, tales como las lemas estériles y la raquila, que se localizan en la parte inferior y en los extremos opuestos de la arista (Loor, 2020).

### **2.1.2. Describir las diferentes tecnologías de procesamiento en la calidad de arroz.**

Menciona Orozco (2024), que una máquina de procesamiento de arroz está diseñada específicamente para limpiar y pulir los granos de arroz. Este aparato no solo elimina impurezas y cáscaras, sino que también realza la apariencia y la calidad del arroz. Si bien el costo inicial puede ser elevado, los beneficios a largo plazo son significativos.

#### **2.1.2.1. MNMLT Molino de Arroz Vertical**

Esta máquina (**Cuadro 1**) de procesamiento de arroz está elaborada para ofrecer un alto rendimiento y una mínima tasa de quiebre. Su pantalla presenta un diseño poligonal irregular con relieves, lo que mejora la movilidad del grano de arroz y contribuye a su molienda, ayudando a disminuir la tasa de rotura. El sistema de raspado de salvado ubicado en el área de descarga favorece la eliminación del salvado del arroz. Además, la estructura tipo dividida para el rodillo de hierro y la parte superior del tornillo facilita su sustitución, y también se trata con un método químico especial, lo que la hace más resistente y con mayor durabilidad (Co, 2022).

**Cuadro 1***Características del MNMLT Molino de Arroz Vertical*

<b>Modelo</b>	<b>MNMLT21</b>	<b>MNMT126</b>	<b>MNMT130</b>
<b>Capacidad(t/h)</b>	4-7	6-11	12-15
<b>Potencia principal(kw)</b>	37-45	55-75	75-90
<b>Potencia del cabrestante(kw)</b>	1.5	1.5	2.2
<b>Potencia del soplador(kw)</b>	1.5	1.5	2.2
<b>Volumen de aire(m3/h)</b>	2800	3000	3500
<b>Dimensión(mm)</b>	1536*1345*2077	1657*1442*2106	1880*1490*2310
<b>Peso(kg)</b>	1100	1700	1900

**Fuente:** (Co., 2022).

**2.1.2.2. MNSW Molino de arroz horizontal**

Indica Wintone (2021), que el molino horizontal de arroz MNSW ha sido creado para procesar (**Cuadro 2**) y escaldar en instalaciones de molienda de arroz de tamaño medio y grande. La técnica de molienda de arroz mediante succión, que es un método innovador de blanqueo, disminuye la temperatura, el nivel de salvado y la cantidad de granos rotos en el arroz.

**Cuadro 2.***Características del MNSW Molino de arroz horizontal*

<b>Modelo</b>	<b>MNSW18F</b>	<b>MNSW21.5F</b>	<b>MNSW30DF</b>
Producir	2-3t/h	3-4t/h	4.5-8.5t/h
Poder	18.5-30kw	30-37kw	37-55kw

El volumen de aire	1500-2500 m <sup>3</sup> /h	2000 m <sup>3</sup> /h	2500-3000 m <sup>3</sup> /h
Peso Tamaño (LxWxH) mm	510 kg 2000x690x1860	660 kg 2050x700x1930	980 kg 2380x770x2170

**Fuente:** (Wintone, 2021).

### 2.1.2.3. Piladora de arroz mediana con rolo de goma

La máquina de pilado de arroz de tamaño intermedio, equipada con rodillo de goma (**Cuadro 3**), es ideal para sus necesidades. Gracias a su rodillo de goma, esta máquina permite pilonar el arroz de forma efectiva con mínimas pérdidas. Es perfecta para los cultivadores de arroz que buscan un equipo de alta capacidad. Además, está equipada con un motor diésel que la hace adecuada para su uso en el campo (Toratrac, 2024).

#### Cuadro 3.

*Características de la piladora de Arroz Mediana con Rolo de Goma*

MARCA	SATAKE
MOTOR	DIESEL
POTENCIA	12-20 HP
CAPACIDAD	500-800 kg/h
OBSERVACION	SOLO PILA ARROZ - RODILLO DE GOMA - PILADO MAS SUAVE - (La capacidad dependera del tamaño del grano y potencia del motor)
DESCRIPCION GENERAL	Piladora de Arroz 800kg/h Satake/SB-10D con Motor diesel 15 hp 2400 rpm / Rodillo de Goma 101.6mm x222 mm (No incluye correa del motor al equipo ya que depende de la instalacion)
CARACTERISTICAS	Pilado

**Fuente:** (Toratrac, 2024).

#### 2.1.2.4. Blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril

La máquina blanqueadora de arroz (**Cuadro 4**) se emplea principalmente para triturar arroz integral hasta transformarlo en arroz blanco con un diseño vertical. Este equipo representa una nueva era de tecnología avanzada que es adecuado para grandes instalaciones de molienda de arroz y ha demostrado ser la solución perfecta para el procesamiento de arroz en estos lugares (Tech, 2021).

#### Cuadro 4.

*Característica del blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril.*

Model	Capacity (T/H)	Air Volume (M <sup>3</sup> /H)	Power (kw)	Weight (kg)	Dimension (LxWxH/mm)
MNML40	4.5-5.5	2400	37-45	1500	1450X1150X2062
MNMK46	5-7	3000	45-55	1700	1600X1200X2180

**Fuente:** (Tech, 2021).

#### 2.1.2.5. Clasificadora de color AMD® RGS Millets

Menciona AMD (2024), que la máquina clasificadora de la serie zhongke AMD RGS (**Cuadro 5**) está elaborada específicamente para la separación y el tratamiento de arroz y cereales diminutos como el mijo. Su notable eficiencia y la precisión en la clasificación la hacen la elección perfecta para manejar mijo y otros granos pequeños.

### Cuadro 5.

*Características de la Clasificadora de color AMD® RGS Millets.*

Modelo	Capacidad (T/H)	Voltaje/ Frecuencia	Fuerza (kw)	Dimensiones ( Largo*Ancho*Alto) (mm)	Peso ( kg)
RGS7	4-7	220V/50HZ	5.2	2978*1829*1887	1670
RGS8	5-8	220V/50HZ	6.9	3293*1829*1887	1880
RGS10	6-10	220V/50HZ	8.6	3933*1829*1887	2250
RGS12	7-12	220V/50HZ	10.4	4563*1829*1887	2620

**Fuente:** (Amd, 2024).

#### 2.1.2.6. Cilindro Clasificador

Indica Ilgaimportadora (2022), que el cilindro clasificador (**Cuadro 6**) se emplea para la elección del arroz quebrado, presenta modificaciones adaptables de acuerdo a las necesidades de clasificación y rendimiento, permite un control independiente de la parte superior de la planta de arroz y además cuida la superficie del grano.

### Cuadro 6.

*Características del cilindro Clasificador.*

Modelo	MJXT42-1	MJXT42BL-2	MJXT42BL-3	MJXT42CL-3
Capacidad	0.5~ 0.8 t/h	1.4~ 2.0 t/h	2.6~ 3.0 t/h	1.6~ 2.5 t/h
Potencia	0.75kW	2 x 0.75kW	3 x 0.75kW	3 x 0.75kW
Peso	350kg	660kg	940kg	940kg
Dimensiones	2760 x 600 x 1260mm	2780 x 600 x 1440mm	2780 x 600 x 2480mm	3080 x 600 x 2620mm

**Fuente:** (Ilgaimportadora, 2022).

#### 2.1.2.7. Descascarillador de arroz TopHusk (DD)

La descascarilladora y el separador de cáscaras TopHusk DRHE/DRSD (**Cuadro 7**) sirven para eliminar la cáscara del arroz paddy y separar las envolturas sin obtener un tercer componente. Puedes usarlo para triturar

cualquier tipo de arroz (Buhler, 2020).

### **Cuadro 7.**

*Características de TopHusk DRHE/DRSD.*

<b>Modelo</b>	<b>TopHusk DRHE/DRSD</b>
<b>Potencia requerida (kW)</b>	18.9
<b>Capacidad de entrada (t/h en grano largo)</b>	5~7

**Fuente:** (Buhler, 2020).

#### **2.1.2.8. Clasificador de color FMS**

La Satake PIKASEN Alpha (FMS-2000) (**Cuadro 8**) es una máquina de clasificación óptica RGB a todo color, portátil y rentable para aplicaciones de tamaño pequeño y mediano, investigación y desarrollo, preproducción y uso de laboratorio. Satake (2020), indica que el artículo a clasificar se introduce a través de una abertura de canal de 240 mm de ancho usando un sistema único de suministro a gran escala. Este sistema de alta capacidad tiene la habilidad de clasificar entre una libra y 4000 libras de producto cada hora de manera continua. Las cámaras en alta definición a todo color (0,14 mm/píxel) registran imágenes de los productos en 16 millones de variaciones de color. PIKASEN también emplea un tipo de iluminación de larga duración y bajo consumo que proporciona una iluminación uniforme del producto, con una duración promedio de hasta 20 000 horas.

### **Cuadro 8.**

*Características del Clasificador de color FMS.*

<b>Modelo</b>	<b>Pikasen (Fms-2000)</b>
Capacidad (Lb/H)	1 Libra A 4000 Libras
Suministro De Materia Prima	Sistema De Alto Volumen Patentado
Cámara	Rgb A Todo Color
Fuente De Luz	Ccfl (20.000 Horas)
Ancho Del Canal (Mm)	240

Panel De Control	Panel Táctil A Todo Color
Fuente De Alimentación	Monofasica Ac200-240
Consumo De Aire	8-10 Pies Cúbicos Por Minuto
Peso Neto (Lb)	350
Dimensiones (Mm)	81,1 Alto X 13,9 Ancho X 49,6 Profundidad
Portabilidad	Ruedas Integradas

**Fuente:** (Satake, 2020).

### 2.1.2.9. Máquina separadora de arroz con cáscara MGCZ

JI (2022), indica que la máquina separadora de arroz con cáscara por gravedad serie MGCZ (**Cuadro 9**) este es el sistema ideal para clasificar arroz integral y arroz con cáscara sin descascarar. El método se basa en que el arroz con cáscara y el arroz integral tienen diferentes densidades aparentes y, al mover los tamices en la misma dirección, se logran separar. La máquina para separar arroz con cáscara puede incrementar notablemente la producción de arroz integral en toda la línea de procesamiento. Como resultado, puede mejorar significativamente los beneficios económicos.

#### **Cuadro 9.**

*Características de las separadoras de arroz con cáscara MGCZ.*

<b>Modelo</b>	<b>MGCZ100x12C</b>	<b>MGCZ100x14C</b>	<b>MGCZ100x16C</b>
<b>Salida de arroz integral</b>	3.3 - 4.2t/h	3.8 - 4.9t/h	4.4 - 5.6t/h
<b>Energía</b>	Y100L- 6- 1.5kw	Y100L – 6- 1.5kw	Y112M -6-1-1.5kw
<b>Peso</b>	800kg	850kg	900kg
<b>Dimensión (LxAnxAI)</b>	1700x1350 x	1700x1350x1670	1700x 1350x 1810
<b>mm</b>	1700		

**Fuente:** (JI, 2022).

### **2.1.3. Identificar los factores claves que influyen en la calidad del arroz durante el procesamiento.**

Aguilar (2012), indica que las principales razones por las que la calidad del grano disminuye son el clima, el daño físico y los retrasos en la recolección. Las altas temperaturas y las lluvias durante el período de maduración incrementan la cantidad de arroz partido.

Gonzales H. (1969), menciona que la calidad de la molienda se ve afectada por diferentes aspectos, incluyendo su aspecto visual y su resistencia a la fractura. Estos factores se pueden clasificar en dos categorías: genéticos y ambientales.

#### **2.1.3.1. Temperatura**

Menciona Pedrera (2013), que con temperaturas entre 35 a 37 °C en los granos de arroz durante el secado, se logran mejores resultados en el rendimiento de granos enteros. Esto permite a la empresa obtener un rendimiento económico superior al comercializar sus productos, alcanzando entre un 4 y un 10% de las mejores calidades que tienen precios más altos.

Las temperaturas extremas, tanto altas como bajas, afectan el rendimiento del grano, ya que influyen en la ramificación, la formación de espiguillas y la madurez del cultivo. Las temperaturas bajas limitan la duración del ciclo y ralentizan el crecimiento y desarrollo de las plantas de arroz. Las altas temperaturas generan estrés térmico en los cultivos de arroz (Chaudhary, 2023).

#### **2.1.3.2. Humedad**

En la época de cosecha, el rango ideal de temperatura se sitúa entre 21°C y 37°C (70°F y 99°F). Cuando el suelo supera los 37°C (99°F), esto puede causar daños. El arroz solo puede cultivarse en lugares donde la temperatura mínima nocturna se mantenga en 15°C (60°F) o superiores durante al menos tres meses al año (Analytics, 2024).

Menciona Peña et al., (1983) que el porcentaje de granos enteros durante la molienda se ve notablemente afectado si la humedad se encuentra por debajo del

nivel recomendado, ya que son higroscópicos, lo que provoca que el grano experimente adsorción-desorción, resultando en agrietamiento y división debido a este proceso.

### **2.1.3.3. Secado**

Según menciona Cisternas (1990), que los granos tienen un comportamiento higroscópico, lo que implica que absorben o liberan humedad según la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Es fundamental tener en cuenta que no solo es crucial reducir la humedad en poco tiempo, sino también que el secado se realice de manera adecuada para preservar la integridad del producto. Las altas temperaturas y bajos flujos de aire aceleran el proceso de secado, aunque pueden causar grietas o rupturas en el grano; se puede lograr una eficiencia similar al aumentar el flujo de aire y disminuir la temperatura del aire de secado.

La calidad del arroz se puede perder durante el proceso de secado debido a:

1. Daños mecánicos.
2. Choque térmico.
3. Secado desigual
4. Exceso de temperatura en el secado.
5. Secado con humedad final muy baja.

Las dificultades para secar arroz sin utilizar métodos mecánicos son considerables, ya que el grano suele tener un alto contenido de humedad al llegar del campo, generalmente entre 17 y 24%, siendo necesario reducir este porcentaje a 13% (Cisternas, 1990).

### **2.1.3.4. Infestación**

Los insectos causan a menudo pérdidas importantes en los productos. Su actividad biológica, como la excreción y la respiración, afecta negativamente la calidad y el valor comercial de los granos que se almacenan, además de propiciar

el crecimiento de microorganismos. Los insectos tienen la capacidad de existir y reproducirse en temperaturas de +15°C a +35°C. En contraste, una baja humedad puede dificultar o incluso impedir su desarrollo, mientras que ambientes con escaso oxígeno pueden causar su muerte casi de inmediato (Assennato, 1993)

Entre las enfermedades que se transmiten a través de los alimentos, *Bacillus cereus* es uno de los patógenos más significativos relacionados con el arroz. Desde la década de 1970, este microorganismo ha sido asociado con casos de intoxicación alimentaria relacionadas con el consumo de arroz en países como el Reino Unido y Finlandia (Rodrigo et al., 2012).

#### **2.1.3.5. Manejo Agronómico**

La calidad industrial se ve afectada negativamente por factores como la siembra tardía y la cosecha con equipos estacionarios. Menciona Hernaiz (2002) que el primer aspecto a destacar es el rápido crecimiento de la planta, lo que lleva a un incremento en el porcentaje de granos rotos. El segundo aspecto tiene que ver con el retraso en el momento de la cosecha que causa este tipo de recolección. La calidad industrial del arroz se ve afectada gravemente debido a la pudrición del tallo, que es consecuencia de un llenado inadecuado del grano.

Durante la fecundación, el porcentaje de humedad del grano alcanza el 90%. Luego, esta humedad disminuye de manera gradual hasta llegar a un nivel de equilibrio que oscila entre el 20% y el 14%, dependiendo del entorno. Se estima que la madurez fisiológica de los granos se alcanza en un promedio de humedad de aproximadamente el 27%. Considerando los factores mencionados anteriormente, y los riesgos de dehiscencia natural del grano, así como el vuelco, la presencia de aves y ratas, desastres y pérdidas en el valor comercial, es crucial cosechar tan pronto como el grano alcance su madurez óptima, siendo el indicador más preciso la humedad del grano, aunque también puede tenerse en cuenta su color (Díaz, 2010).

### **2.1.3.6. Almacenamiento**

De acuerdo con SAS (2011), que un contenido de humedad del 14% se considera adecuado para la conservación del arroz con cáscara durante un periodo de 4 a 5 meses. Para aquellos almacenamientos que se extienden más allá de 6 meses, es necesario reducir esta humedad al 13%. La temperatura ambiente en el almacén sirve como un buen indicador de las condiciones de conservación. Las temperaturas elevadas pueden facilitar el crecimiento de insectos y microorganismos. El impacto económico más significativo de los hongos es la pérdida de color en el grano, lo que disminuye su valor en el mercado. Los puntos esenciales para el almacenamiento seguro son:

- Secar el arroz cascara hasta que tenga un contenido de humedad del 13-14% antes del almacenamiento.
- Mantener en buen estado las bodegas de almacenamiento.
- No almacenar insecticidas y/o fertilizantes cerca de las existencias de arroz.
- Controlar los insectos.

En lo que respecta al almacenamiento, cuando la humedad del grano es alta y hay muchas impurezas, el grano puede volverse propenso al moho, haciéndolo inadecuado para un almacenamiento a largo plazo. Por ende, es indispensable optimizar la gestión del almacenamiento del arroz para preservar su calidad. Generalmente, el estándar de seguridad de humedad del arroz debe fijarse considerando su ubicación, clima, variedad y otros factores relevantes. El arroz que presenta un alto contenido de humedad y contaminantes debe ser clasificado y almacenado tras su conservación. Es fundamental tratar el agua a tiempo para eliminar las impurezas (Coyo, 2020).

### **2.1.3.7. Transporte**

Indica Cablevey (2024), que el deterioro de ciertos cereales especiales, que son vulnerables a la humedad, puede aumentar debido a fluctuaciones en la temperatura; en cambio, en un transportador cerrado, la temperatura se mantiene constante, lo que asegura que la calidad del grano se conserve adecuadamente, sobre todo en trayectos largos.

## **2.1.4. Detallar el almacenamiento del arroz pilado.**

### **2.1.4.1. Calidad de arroz**

Según Manuel (2021), menciona que, la cantidad de grano que permanece tras su procesamiento, aproximadamente tres cuartas partes del total, se utiliza para determinar la calidad de la molienda y el rendimiento. Esto se debe a que los granos partidos tienen un valor inferior en comparación con los granos enteros, ya que su precio comercial se reduce en un 50%. Al realizar la molienda, es aconsejable aplicar un método que logre un índice de molienda lo suficientemente alto para los granos enteros, dado que las materias primas son comparables y el volumen de producción es elevado, siendo que el índice que se toma como referente en la industria para los granos enteros varía entre 53 y 57 por ciento.

### **2.1.4.2. Secado de los granos**

En el caso del arroz, existen dos métodos para lograr el secado: el secado natural, el cual expone los granos húmedos al sol y al viento, y el secado artificial, que utiliza altas temperaturas, ya sea de forma directa o indirecta a través de sistemas de convección, ya sean naturales o forzados. Los sistemas mecánicos de secado se han utilizado ampliamente en naciones desarrolladas y se están creando nuevas tecnologías que se demandan cada vez más en las prácticas de agricultura y manejo de granos (Manuel, 2021).

### **2.1.4.3. Secado natural**

Rivera (2007), indica que, en el secado natural, la duración del proceso depende de la condición del grano, que incluye factores como humedad, madurez y limpieza, además de las condiciones ambientales, como la intensidad del sol, la temperatura, la humedad y la velocidad del viento. Generalmente, este proceso puede durar desde unas horas hasta dos días, siempre que las condiciones sean favorables, y está influenciado por el nivel de humedad del arroz.

#### **2.1.4.4. Secado artificial**

El secado a baja temperatura de granos implica un método artificial que utiliza aire natural o aire ligeramente tibio, con temperaturas que oscilan entre 1 y 5 grados Celsius por encima de la temperatura del ambiente. Generalmente, este procedimiento tiene lugar en silos de almacenamiento y secado, y luego el producto se almacena en el mismo lugar. En contraste, los métodos de secado a alta temperatura utilizan aire caliente a un mínimo de 10 grados Celsius por encima del entorno. El flujo de aire específico en este caso es mayor que el de la situación anterior, lo que permite una reducción más rápida de la humedad en el arroz (Rivera, 2007).

#### **2.1.4.5. Limpieza del grano de arroz**

Teixeira (1993), menciona que, Las máquinas de limpieza que cuentan con ventiladores y zarandas son las más eficaces para la purificación de granos. Estas maquinarias se utilizan cuando se requiere un proceso de limpieza más exhaustivo. Para eliminar impurezas, hacen uso de un ventilador junto a una serie de zarandas. Pueden ser empleadas en una fase de pre-limpieza para retirar algunas impurezas de los granos o en el proceso de limpieza posterior al secado. La principal diferencia entre las máquinas de limpieza y las de pre-limpieza radica en cuán efectivas son en la separación de las impurezas.

#### **2.1.4.6. Descascarador del grano de arroz**

Indica Overbeas (2024), que una máquina para descascarar arroz es un aparato utilizado para quitar la cubierta externa de los granos de arroz que aún tienen cáscara. Este proceso es denominado descascarado. Se refiere al arroz que no ha sido procesado, conservando la cáscara en su estado natural. El arroz integral se obtiene al retirar únicamente la cáscara externa. El propósito del descascarado es liberar los granos de las cubiertas ásperas, dejándolos listos para convertirse en arroz integral. La remoción de la cáscara se realiza mediante la fricción entre los granos y dos superficies rugosas que se mueven.

#### **2.1.4.7. Pulido del grano de arroz**

Por lo general, para que el arroz sea visualmente más atractivo y mejore su calidad, se le somete a un procedimiento conocido como pulido del arroz. Chenliang (2023), menciona que el proceso de pulido del arroz, también conocido como blanqueo, consiste en remover las capas externas del grano con el objetivo de revelar los granos brillantes y blancos que hay en su interior. Este procedimiento busca resaltar la presentación y el sabor del arroz. Las capas exteriores del grano contienen el salvado y el germen, que se eliminan durante el pulido. Como resultado, el arroz adquiere un tono más blanco, brindándole una apariencia más atractiva que resulta más agradable a la vista en el plato.

#### **2.1.4.8. Clasificación del grano entero del quebrado de arroz**

El separador o clasificador de arroz está diseñado para dividir los granos de manera efectiva según su tamaño, ya que tiene de dos a cuatro niveles que permiten clasificar un flujo de producto en tres, cuatro o cinco fases, variando así el tamaño de las partículas. El uso de mallas pre-onduladas, fabricadas en acero inoxidable, facilita la clasificación del producto según la necesidad de separación, lo que asegura un rendimiento óptimo durante el proceso de clasificación (Okpaella, 2020).

### 2.1.4.9. Tipos de clasificación de arroz

**Cuadro 10.**

*Tipos de clasificación de arroz.*

➤ Por su medida				
Arroz de grano corto o redondo: <b>con una longitud menor de 5,2mm y una relación longitud/anchura inferior a 2.</b>	<b>Arroz de grano medio o semilargo:</b> con una longitud mayor de 5,2mm y una relación longitud/anchura inferior a 3.	<b>Arroz de grano largo:</b> existen dos tipos. <b>Tipo A:</b> longitud superior a 6mm y longitud/anchura entre 2 y 3. <b>Tipo B:</b> longitud superior a 6mm y longitud/anchura superior o igual a 3.		
Perlados o Acristalados				
Los arroces Perlados <b>son aquellos en los que se ve una mancha blanca en su interior, la perla. Esta perla es una concentración de almidón que adsorbe el sabor.</b>		<b>Los arroces Acristalados o Vítreos</b> son aquellos que no tienen perla, son más traslúcidos y brillantes y no adsorben tanto el sabor.		
Según su proceso industrial				
Arroz con cáscara: <b>no tiene ninguna manipulación industrial y permanece aún con su cáscara.</b>	<b>Arroz integral:</b> sólo se le ha quitado la cáscara, pero no el resto de piel marrón que rodea al grano (pericarpio).	<b>Arroz blanco:</b> se le ha retirado la cáscara y el pericarpio, mostrándose blanco.	<b>Arroz vaporizado:</b> arroz integral sometido a un proceso industrial de presión y temperatura. No se pasa después de una cocción larga.	<b>Arroz de cocción rápida:</b> ha sido sometido a un proceso de precocción y puede venir condimentado, coloreado o acompañado de otros ingredientes.
Índica o Japónica				
Índica: <b>suelen ser arroces largos y cristalinos, más duros, menos cremosos y aguantan mejor las cocciones largas. En cambio, no adsorben tanto el sabor como el japónica.</b>		<b>Japónica:</b> suelen ser arroces redondos o medios y perlados. Adsorben muy bien el sabor, pero son más delicados en la cocción, no soportando cocciones largas ni reposos excesivos		

**Fuente:** (Okpaella, 2020).

#### **2.1.4.10. Clasificación por color Primario y Secundario**

Grotech (2022), indica que en el tratamiento del arroz utiliza un sistema de clasificación basado en colores primarios para seleccionar granos que presentan variaciones de color. El proceso típico sigue estos pasos: molienda, pulido, clasificación, selección por color, medición y empaquetado; además, la clasificación secundaria por color en el procesamiento del arroz utiliza un método en serie. La clasificación por color se utiliza para dividir partículas en polvo, mientras que el mismo enfoque se aplica para agrupar partículas que son de diferentes colores y vidrio. El proceso normal incluye molienda de arroz, pulido, clasificación, selección del primer color, selección del segundo color y medición en contenedores.

## **2.2. Marco metodológico**

El presente trabajo se desarrolló como una investigación no experimental, se realizó mediante la recopilación de información variada con propósitos de investigación, obtenida de múltiples sitios web, artículos científicos, fuentes y repositorios bibliográficos accesibles a través de plataformas digitales.

La información se recopiló mediante la aplicación de técnicas de análisis, síntesis y resumen, con el fin de desarrollar contenido específico que se alinee con los objetivos de esta investigación, destacando de esta manera los fundamentos generales que favorecen su aceptación tanto en el ámbito académico como social.

### 2.3. Resultados

- **Describir las diferentes tecnologías de procesamiento en la calidad de arroz.**

En los últimos años, las tecnologías empleadas para el procesamiento del arroz han tenido un desarrollo significativo, lo que ha permitido mejorar la calidad del producto final. La limpieza y clasificación son entre las innovaciones más importantes, ya que eliminan residuos y contaminantes del arroz, lo que potencia su aspecto y calidad (Najar, 2007).

La molienda reduce el tamaño del grano, mientras que el pulido remueve la capa externa del grano, mejorando su textura y apariencia. Las técnicas de molienda y pulido más avanzadas incluyen la molienda a alta velocidad y el pulido con aire comprimido (Maiza, 2020).

Las tecnologías más avanzadas incluyen la inspección visual, la medición de humedad y la evaluación de la calidad del grano. Además, las herramientas de control de calidad incluyen la certificación de calidad y la trazabilidad del producto (Best, 2014).

- **Identificar los factores claves que influyen en la calidad del arroz durante el procesamiento.**

Durante el proceso de procesamiento, diversos factores influyen en la calidad del arroz. Uno de los elementos cruciales es la temperatura y la humedad durante el proceso de secado y almacenaje. Si no se regulan correctamente la temperatura y la humedad, pueden causar la degradación del arroz y perjudicar su calidad; otros elementos que inciden son la molienda y el pulido, que si no se llevan a cabo correctamente pueden perjudicar el grano de arroz, alterando así su textura y aspecto. También es crucial la clasificación para eliminar los granos con defectos y potenciar la calidad del arroz (Pedrera, 2014).

El arroz debe ser guardado en un sitio fresco y seco, alejado de la luz solar directa y la humedad. Además, es necesario manipular el arroz con cautela para prevenir perjuicios y roturas durante el transporte y el almacenamiento.

- **Detallar el almacenamiento del arroz pilado.**

El almacenamiento del arroz pilado necesita condiciones particulares para preservar su calidad y prevenir su deterioro. Es necesario almacenar el arroz pilado en un sitio fresco y seco, con una temperatura que oscile entre los 15°C y 20°C y una humedad relativa que no supere el 70%. Además, es necesario resguardar el almacenamiento de la luz solar directa y la lluvia (José, 2020).

Hay varios métodos de almacenamiento para el arroz pilado, que incluyen silos, almacenes y contenedores; los silos son perfectos para guardar grandes volúmenes de arroz pilado, mientras que los almacenes y contenedores son más apropiados para guardar cantidades reducidas. Resulta crucial elegir el tipo de almacenamiento correcto de acuerdo a las necesidades particulares (Sanchez, 2020).

El arroz pilado debe manejarse con cuidado para evitar compactación y daños mecánicos; además, es importante evitar la mezcla de lotes diferentes de arroz pilado para mantener su calidad y trazabilidad.

## 2.4 Discusión de resultados

- **Describir las diferentes tecnologías de procesamiento en la calidad de arroz.**

En la investigación que realizó Arias (2022), se mencionó que uno de los dispositivos más habituales en el ámbito tecnológico son los drones, los cuales desempeñan una función significativa en la agricultura debido a que optimizan las labores de fumigación, así como también la alineación con láser y otras capacidades adicionales que brindan las tecnologías actuales, por otro lado en esta investigación que se realizó se mostró que la aplicación de tecnologías de procesamiento puede incrementar notablemente la calidad del arroz, los hallazgos indicaron que el uso de tecnologías como la clasificación óptica, la limpieza, entre otros factores de calidad favorecen a los consumidores y los productores.

- **Identificar los factores claves que influyen en la calidad del arroz durante el procesamiento.**

Indica Hernaíz (2004), que en la revista que realizó que entre los factores que afectan negativamente la calidad industrial se encuentran las siembras tardías y la cosecha con equipamiento estacionario, en el primer factor, la planta acelera su proceso de crecimiento, aumentándose el porcentaje de grano partido. En el segundo factor, tal tipo de cosecha retrasa el momento del corte. Ataques severos de pudrición del tallo también disminuyen fuertemente la calidad industrial del arroz, ya que se produce un mal llenado del grano.

En la investigación realizada los factores que más afectan a la calidad es un mal manejo agronómico, la humedad y temperatura ya que un mal manejo agronómico puede causar mayor porcentaje de granos vanos y granos partidos como se indicó anteriormente, la humedad y temperatura también afectan bastante al grano ya que si no tiene el grano de arroz humedad y temperatura adecuada podría causar pérdidas al momento de procesar.

- **Detallar el almacenamiento del arroz pilado.**

Según Cevallos (2020), menciona (Cevallos, 2020) que la industria opina que las infestaciones en los depósitos son significativas. Su presencia se intensifica conforme se extiende el tiempo de conservación. De igual manera, si en el mismo depósito se mantienen durante un periodo prolongado otros cereales como el maíz o el trigo, las infestaciones se multiplican sin dificultad. En caso de que solo se conserve arroz paddy y por un lapso breve, no se requiere ningún tratamiento para el arroz (excepto en años puntuales) y con el adecuado manejo del depósito es suficiente para mantener a raya las plagas.

Los resultados indicaron que la calidad del arroz es un elemento crucial en la elección de compra del consumidor, por ese motivo es muy importante realizar un adecuado almacenamiento. Esto resalta la relevancia de apostar por tecnologías de procesamiento avanzadas no solo para incrementar la calidad del arroz y cubrir las demandas del consumidor sino también para realizar un adecuado almacenamiento.

Menciona Barahona (2017) que en el año 2013 se implementó un método de almacenamiento de granos utilizando bolsas plásticas, el cual establece un ambiente sellado mediante la reducción del oxígeno y el aumento del dióxido de carbono. Este método incluye siete unidades de ensilaje; cada una cuenta con una máquina de embolsado, una unidad de extracción, dos depósitos de 30.000 litros y 60 bolsas que miden 60 metros de longitud por 2.70 metros de ancho, además de un kit para la supervisión y control del grano almacenado. Cada bolsa tiene la capacidad de almacenar 200 toneladas métricas, lo que permite que el sistema de silos pueda almacenar en total 7688 toneladas.

Como se menciona los resultados de esta investigación que existen varios métodos de almacenamiento ya que es muy importante realizar un almacenamiento adecuado, para evitar alguna plaga o contaminante que pueda perjudicar el grano de arroz cuando ya está almacenado.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. Conclusiones**

En conclusión, el procesamiento de arroz implica una variedad de equipos que trabajan en conjunto para garantizar la calidad del producto final, desde la limpieza y secado hasta la molienda y empaque, cada equipo juega un papel crucial en la producción de arroz de alta calidad.

La calidad del arroz durante el procesamiento depende de factores claves como la variedad del arroz, la limpieza, el secado adecuado, la molienda, el pulido preciso, el control de la humedad y la temperatura, que influyen directamente en la calidad final del producto.

El almacenamiento del arroz pilado requiere condiciones controladas de temperatura, humedad y ventilación para mantener su calidad y prevenir la contaminación y el deterioro, garantizando así su conservación y seguridad para el consumo.

### **3.2. Recomendaciones**

- Para aumentar la calidad del arroz, se sugiere la adopción de técnicas de procesamiento modernas, como la clasificación mediante óptica, la limpieza de los granos y la optimización.
- Es fundamental dar prioridad a la calidad del producto y establecer sistemas de control de calidad para asegurar que el resultado final cumpla con los estándares de calidad requeridos.
- Adicionalmente, se aconseja la incorporación de tecnologías de la información y comunicación para optimizar la eficiencia y productividad del proceso.
- Finalmente, se recomienda poner en práctica estrategias de innovación y mejora constante para conservar una ventaja competitiva en el mercado.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. Referencias bibliográficas

- Aguilar, E. C. (2012). Manual tecnico del manejo integrado del arroz . En E. C. AGUILAR, *MANUAL TECNICO DEL MANEJO INTEGRADO DEL ARROZ* (págs. 22-26). Olaya Printed, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA. Obtenido de [https://www.sancristoballibros.com/libro/manual-tecnico-del-manejo-integrado-del-arroz\\_54695](https://www.sancristoballibros.com/libro/manual-tecnico-del-manejo-integrado-del-arroz_54695)
- Amazonas, I. m. (24 de 11 de 2018). *Conoce qué es el pilado de arroz y cuál es su proceso*. Recuperado el 25 de 12 de 2024, de <https://www.molineraamazonas.com/pilado-de-arroz-y-su-procesamiento/#:~:text=No%20olvidemos%20que%20el%20arroz,arroz%20es%20buena%20o%20no>.
- Amd. (2024). *Productos*. Recuperado el 28 de 12 de 2024, de [es.amdsortex.com/amd-rgs-millets-color-sorting-machine\\_p103.html](https://es.amdsortex.com/amd-rgs-millets-color-sorting-machine_p103.html)
- Analytics, E. D. (11 de 08 de 2024). *Clima Adecuado Para El Cultivo De Arroz*. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/cultivo-del-arroz/>
- Arias, R. R. (2022). *“Uso de nuevas tecnologías para mejorar el rendimiento del cultivo de arroz en la zona de Los Ríos*. Babahoyo. Obtenido de <https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13256/E-UTB-FACIAG-AGROP-000006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arrozua. (2021). *La importancia del arroz en la alimentación*. Obtenido de Arrozua: [https://www.arrozua.com/la-importancia-del-arroz-en-la-alimentacion/?srsltid=AfmBOoqqquoOhXYhPmgeBtIKWMMdSxGK8pkaQID0\\_m5pykjVpHMMnltMQ](https://www.arrozua.com/la-importancia-del-arroz-en-la-alimentacion/?srsltid=AfmBOoqqquoOhXYhPmgeBtIKWMMdSxGK8pkaQID0_m5pykjVpHMMnltMQ)
- Assennato, M. (1993). *La ingeniería en el desarrollo Manejo y tratamiento de granos poscosecha*. (V. d. FAO, Ed.) Roma, Italia. Recuperado el 03 de 01 de 2025, de <https://www.fao.org/4/x5041s/x5041S00.htm#Contents>
- Barahona, J. K. (2017). PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO PÚBLICO DE ARROZ Y MAÍZ EN ECUADOR ENTRE LOS AÑOS 2012 Y 2014: BENEFICIOS Y RETOS. *Tlatemoani*.
- BAYER. (2022). *Solución para arroz*. Obtenido de Agro BAYER Ecuador: <https://www.agro.bayer.ec/es-ec/cultivos/arroz.html#:~:text=El%20arroz%20es%20uno%20de,de%20Gua%20y%20Los%20R%C3%ADos>.
- Best, S. (2014). *Adopción y desarrollo de tecnología en agricultura de precisión* . Chillan.

- Buhler. (2020). *Descascarilladora y separador de cáscaras*. Recuperado el 30 de 12 de 2024, de BUHLER: [https://www.buhlergroup.com/global/es/products/tophusk\\_huller\\_andhullseparator.html](https://www.buhlergroup.com/global/es/products/tophusk_huller_andhullseparator.html)
- Cablevey. (2024). *Cómo evitar problemas comunes con el transporte de cereales especiales*. Recuperado el 03 de 01 de 2025, de The gentle way to Convey: <https://cablevey.com/es/como-evitar-problemas-comunes-con-el-transporte-de-grano-especial/>
- Cevallos, A. B. (2020). *Arroz paddy: Preservación y tratamiento de granos almacenados*. babahoyo.
- Chaudhary, R. (2023). *Guía para identificar las limitaciones del campo en la producción de arroz*. Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/4/y2778s/y2778s00.htm#Contents>
- Cisternas, R. M. (02 de 03 de 1990). *MANEJO DE POSTCOSECHA DE ARROZ*. Recuperado el 02 de 01 de 2025, de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/0856976b-8da7-495b-9010-540adc4805c4/content>
- Co., Z. H. (2022). *Productos*. Recuperado el 26 de 12 de 2024, de <https://es.ricemillplants.com/rodillo-arroz-vertical.html>
- Coyo. (10 de 04 de 2020). *Factores influyentes de la calidad del arroz durante el procesamiento del arroz*. Obtenido de Coyo: <https://www.coyograinmachine.com/info/influencing-factors-of-rice-quality-during-ric-44824237.html>
- DFGRUPO. (26 de Mayo de 2023). *La Importancia Mundial Del Arroz*. Obtenido de DFGRUPO: <https://www.dfgrupo.com/la-importancia-mundial-del-arroz/#:~:text=Seguridad%20alimentaria%3A%20dado%20que%20es,el%20hambre%20y%20la%20desnutrici%C3%B3n>.
- Díaz, J. S. (2010). Pparametro que influywn wn la calidad industrial del arroz cosechado en el municio la sierpo. En O. E. Rodríguez.. Obtenido de <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2012/sdmr.pdf>
- Fao. (2004). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo*. Roma, Italia. Recuperado el 2024 de 12 de 25, de <https://www.fao.org/4/y5650s/y5650s00.htm#TopOfPage>
- Grotech. (13 de 04 de 2022). *clasificación de color primario y secundario del clasificador de color de arroz*. Recuperado el 04 de 01 de 2025, de Grotech: [https://es.grotechcolorsorter.com/blog/primary-and-secondary-color-sorting-of-rice-color-sorter\\_b119](https://es.grotechcolorsorter.com/blog/primary-and-secondary-color-sorting-of-rice-color-sorter_b119)
- H., G. (17-22 de 03 de 1969). Proyecto nacional de arroz, Curso de Capacitacion sobre el Cultivo del Arroz. *Calidad molinera.*, 505 - 513. Recuperado el 02 de 01 de 2025, de <https://catalog.hathitrust.org/Record/009119964>

- Hernaíz, S. (11 de 09 de 2004). Calidad Industrial del Arroz: Un factor importante en la modernización del cultivo. *Investigación*.
- Ilgaimportadora. (2022). *equipos de piladora*. Recuperado el 28 de 12 de 2024, de ilgaimportadora: <https://ilgaimportadora.com/productos/cilindro-clasificador/>
- Importadora, I. (2022). *ILGA Importadora*. Recuperado el 25 de 12 de 2024, de <https://ilgaimportadora.com/piladoras-de-arroz-guia-para-un-grano-perfecto/>
- ji, C. (30 de 05 de 2023). *¿Cuál es el propósito de pulir el arroz?* Recuperado el 04 de 01 de 2025, de Chenliang ji: <https://es.chenliangji.com/info/what-is-the-purpose-of-rice-polishing-82981646.html>
- Ji, C. L. (2022). *Separador de arroz*. Recuperado el 30 de 12 de 2024, de CHEN LIAN JI: <https://es.chenliangji.com/rice-mill-machines/paddy-separator/rice-paddy-separator-machine.html>
- José, P. F. (2020). "EVALUACIÓN DEL TIPO DE ALMACENAMIENTO DE ARROZ CÁSCARA, PARA SU AÑEJAMIENTO (*Oryza Sativa*). Pimentel.
- L, S. H. (11 de 10 de 2002). Calidad Industrial del Arroz: Un factor importante en la modernización del cultivo. *Investigación*, 50-52. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/67b7a88c-fb1c-487d-b574-e16e1be165bd/content>
- Loor, R. B. (2020). *Selección de materiales mediante métodos multicriterio (MCDM) aplicado a la parte lateral de una estructura autoportante para vehículos livianos, verificación mediante simulación FEM*. Recuperado el 02 de 01 de 2024
- Maiza, Á. A. (2020). *Análisis de fallas en el proceso productivo de harina de trigo mediante herramientas de control de calidad en la empresa "MOLINOS MIRAFLORES S.A. Ambato*.
- Manuel, M. Z. (15 de 12 de 2021). Técnicas de secado y calidad física del grano (*Oriza sativa L.*) para el consumo humano. *Revista Científica MQRinvestigar*, 5(04), 450-472. Recuperado el 04 de 01 de 2025
- Mendoza Avilés, H. E., Loor-Bruno, Á. C., & Vilema-Escudero, S. F. (02 de Marzo de 2019). El arroz y su importancia en los emprendimientos rurales de la agroindustria como mecanismo de desarrollo local de samborondón. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 2218-3620. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202019000100324](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000100324)
- Najar, A. (05 de 2007). Mejoras en el proceso productivo y modernización mediante sustitución y tecnologías limpias en un molino de arroz. *Redalyc.org*.
- Okpaella. (2020). *CLASIFICACION DEL ARROZ. SEGUN DISTINTOS FACTORES*. Recuperado el 04 de 01 de 2025, de Okpaella: <https://www.okpaella.com/clasificacion-del-arroz/>

- Orozco, V. P. (29 de 07 de 2024). *Maquinaria Agroindustrial*. Recuperado el 27 de 12 de 2024, de Agroenlace: <https://agroenlace.co/molino-de-arroz/>
- OVERBEAS, G. M. (2024). *hindustriangroup*. Recuperado el 04 de 01 de 2025, de GOLD MOHUR OVERBEAS: <https://www.hindustangroup.net/rice-huller/>
- Pedreira, D. I. (Oct-Dic de 2013). Influencia de la temperatura del grano, durante el proceso de secado, en la calidad del arroz blanco . (C. d. Tecnológica, Ed.) *Avances*, 15(4). Recuperado el 30 de 12 de 2024
- Pedreira, N. I. (2014). Influencia de la temperatura del grano durante el proceso de secado en la calidad del arroz blanco. *Avances*.
- Peña, R., Ávila, C., & Hernandez, A. (1983). Madurez óptima para la cosecha y su influencia sobre los rendimientos agrícolas e industriales de las variedades de arroz J-104 y J-112. *Ciencia y Técnica en la Agricultura*.
- Plan V. (6 de Julio de 2023). *Que haya arroz, aunque no haya Dios: el círculo vicioso del arroz ecuatoriano*. Obtenido de Plan V Hacemos Periodismo: <https://planv.com.ec/historias/que-haya-arroz-aunque-no-haya-dios-el-circulo-vicioso-del-arroz-ecuatoriano/>
- Puerto, D. (2016). *dunapuerto*. Recuperado el 25 de 12 de 2024, de <https://dunapuerto.com/beneficios-del-arroz-para-la-salud/#:~:text=El%20arroz%20es%20una%20excelente,funcionamiento%20general%20de%20los%20%C3%B3rganos>.
- Rivera, M. E. (2007). *Diseño de una secadora de arroz con intercambiador de calor para una piladora*. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Recuperado el 04 de 01 de 2025, de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/35219>
- Rodrigo Coto, C. C. (2012). Calidad bacteriológica y detección de *Bacillus cereus* toxigénicos en arroz blanco cocido expendido en el área metropolitana de la provincia de San José, Costa Rica. *SciELO*, 62(3). Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222012000300011](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222012000300011)
- Roman, G. (03 de Marzo de 2016). Metodología para la determinación de la calidad molinera del arroz pulido. *Revista de Prototipos Tecnológicos*, 2(3), 31-37. Recuperado el 02 de Noviembre de 2024, de [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Prototipos\\_Tecnologicos/vo12num3/Revista\\_de\\_Prototipos\\_Tecnologicos\\_V2\\_N3\\_6.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Prototipos_Tecnologicos/vo12num3/Revista_de_Prototipos_Tecnologicos_V2_N3_6.pdf)
- Sanchez, A. (2020). Almacenamiento de arroz: influencia en la inocuidad del grano. *Innotec*(19), 109-124. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/6061/606164358015/movil/>
- SAS, G. (2011). Control de calidad del grano. SAS, GAVIAGRO.
- Satake. (2020). *Clasificador de color FMS*. Recuperado el 30 de 12 de 2024, de SATAKE: <https://satake-usa.com/product/fms-color-sorter/>

- Tech, P. Y. (2021). *GRAIN ENGINEERING*. Recuperado el 28 de 12 de 2024, de RICE MACHINES: <https://www.rice-mill-machine.com/es/blanqueador-del-arroz-vertical>
- Teixeira, M. M. (1993). *Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural*. (O. R. CARIBE, Ed.) Santiago, Chile. Recuperado el 04 de 01 de 2025, de <https://www.fao.org/4/x5027s/x5027S00.htm#Contents>
- Toratrac. (2024). *TORATRAC*. Recuperado el 27 de 12 de 2024, de [https://torotrac.com/products/oe-piladora-1?srsltid=AfmBOopi616vNxP\\_UotlQZ9KluNbn799z8a1B0MZwhaov674qDQKHdC5](https://torotrac.com/products/oe-piladora-1?srsltid=AfmBOopi616vNxP_UotlQZ9KluNbn799z8a1B0MZwhaov674qDQKHdC5)
- Wintone. (2021). *Máquina De Procesamiento De Arroz*. Recuperado el 27 de 12 de 2024, de CHINA WINTONE MACHINERY: [https://www.grain-processing-machine.com/es/Productos/Molino\\_de\\_arroz\\_horizantal.html](https://www.grain-processing-machine.com/es/Productos/Molino_de_arroz_horizantal.html)

## 4.2. Anexos

**Figura 1**

*MNMLT Molino de Arroz Vertical.*



**Fuente:** (Co., 2022)

**Figura 2.**

*MNSW Molino de arroz horizontal.*



**Fuente:** (Wintone, 2021).

**Figura 3.**

*Piladora de arroz mediana con rolo de goma.*



**Fuente:** (Toratrak, 2024).

**Figura 4.**

*Blanqueador de arroz vertical con rodillo de esmeril.*



**Fuente:** (Tech, 2021).

**Figura 5.**

*Clasificadora de color AMD® RGS Millets*



**Fuente:** (Amd, 2024).

**Figura 6.**

*Cilindro Clasificador.*



**Fuente:** (Ilgaimportadora, 2022).

**Figura 7.**

*TopHusk DRHE/DRSD*



**Fuente:** (Buhler, 2020).

**Figura 8.**

*Clasificador de color FMS*



**Fuente:** (Satake, 2020).

**Figura 9.**

*Máquina separadora de arroz con cáscara*



**Fuente:** (JI, 2022).