

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**Propuesta de mejora del proceso de secado artesanal para incrementar la
calidad del arroz cáscara en la Piladora Nueva Horizonte**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Piero Alessandro Placencia Encajima

ASESOR

Pedro Martín Vizconde Meléndez

<https://orcid.org/0000-0001-5673-2225>

Chiclayo, 2026

**Propuesta de mejora del proceso de secado artesanal para
incrementar la calidad del arroz cáscara en la Piladora Nueva
Horizonte**

PRESENTADA POR

Piero Alessandro Placencia Encajima

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Annie Mariella Vidarte LLaja

PRESIDENTE

Abel Enrique Gonzales Wong

SECRETARIO

Pedro Martin Vizconde Melendez

VOCAL

Dedicatoria

Este proyecto de investigación está dedicada a mi familia, en especial, a mis padres por ser mi mayor motivo a seguir adelante, con su amor y apoyo incondicional a lo largo de esta carrera universitaria. A mis amigos de la universidad, quienes estuvieron conmigo en las buenas, en las malas, por compartirme momentos de risas, de tropiezos en cada paso que daba. Sin ellos, no hubiera seguido con esto. Agradezco a estas personas por ser pieza fundamental en mi vida, por animarme y, sobre todo, no dejarme solo.

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia por estar en cada paso que doy, en no dejarme solo y apoyarme en estos nuevos retos para mi vida. A mis amigos, por estar conmigo ahí animándome, por estar en los momentos complicados y que me ayudaron a levantarme. Sin estas grandes personas, no hubiera culminado esta etapa más importante de mi vida. Gracias por acompañarme en este trayecto.

Propuesta de mejora del proceso de secado artesanal para incrementar la calidad del arroz cáscara en la Piladora Nueva Horizonte

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1%
7	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1%
9	repositorio.utc.edu.ec Fuente de Internet	<1%
10	repositorio.uteq.edu.ec Fuente de Internet	<1%
11	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1%

ÍNDICE

Resumen	10
Abstract	11
Introducción.....	12
Revisión De Literatura.....	17
Materiales Y Métodos	27
Resultados y Discusión	34
Conclusiones	39
Recomendaciones	41
Referencias.....	42
Anexos	47

Lista de Tablas

Tabla 1: Cuadro resumen de indicadores de calidad del arroz.....	29
Tabla 2: Alternativas de la solución de mejora	30
Tabla 3: Tabla de ponderación de las alternativas	30
Tabla 4: Tabla de ponderación final.....	30
Tabla 5: Cuadro comparativo de indicadores.....	31
Tabla 6: Tabla comparativa de la situación actual y propuesta de mejora.....	36
Tabla 7: Estado de resultado de la propuesta de mejora	37
Tabla 8: Flujo de caja de la propuesta de mejora	37
Tabla 9: Ingresos del arroz según su calidad.....	37
Tabla 10: Escenario pesimista, moderado y optimista de la propuesta de mejora.....	38
Tabla 11: Parámetros de indicadores de acuerdo con la variedad de grano.....	48
Tabla 12: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Enero)	49
Tabla 13: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Febrero)	50
Tabla 14: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Marzo)	52
Tabla 15: Número de observaciones de % humedad - Enero.....	54
Tabla 16: Número de observaciones de % humedad - Febrero.....	56
Tabla 17: Número de observaciones de % humedad - Marzo.....	59
Tabla 18: Número de observaciones de % quebrado - Enero	61
Tabla 19: Número de observaciones de % quebrado - Febrero	63
Tabla 20: Número de observaciones de % quebrado - Marzo	66
Tabla 21: Tiempo de secado artesanal Enero - Marzo	68
Tabla 22: Operacionalización de variables	72
Tabla 23: Cuadro comparativo de estudios previos	73
Tabla 24: Causas de la mala calidad del arroz	77
Tabla 25: Especificaciones técnicas del grano de arroz	83
Tabla 26: Especificaciones de la propuesta de mejora.....	85

Tabla 27: Especificaciones de los materiales de la propuesta de mejora.....	86
Tabla 28: Manual de usuario de la propuesta de mejora.....	86
Tabla 29: Medidas preventivas y correctivas del prototipo	87
Tabla 30: Plan de mantenimiento de la propuesta de mejora.....	88
Tabla 31: Cronograma de potencial implementación.....	89
Tabla 32: Normas ISO para la propuesta de mejora	90
Tabla 33: Lluvia de ideas del ciclo PHVA.....	91
Tabla 34: Operarios encargados de cada proceso de la piladora Nueva Horizonte	92
Tabla 35: Cronograma de capacitación del ciclo PHVA	93
Tabla 36: Diagnóstico actual de competencias del personal involucrado en el proceso de secado	94
Tabla 37: Capacitaciones por competencias aptitudinales	95
Tabla 38: Capacitaciones por competencias actitudinales	95
Tabla 39: Programa anual de capacitaciones teórico - práctico del proceso de secado del arroz cáscara	96
Tabla 40: Ficha de seguimiento del ciclo PHVA	97
Tabla 41: Ficha de asistencia del ciclo PHVA	98
Tabla 42: Inversión directos de la propuesta sistema automatizado	99
Tabla 43: Inversión directos de la propuesta sistema mecánico	100
Tabla 44: Inversión directos de la propuesta.....	101
Tabla 45: Inversión de mano de obra	101
Tabla 46: Inversión totales del prototipo.....	102
Tabla 47: Gastos Administrativos y de Ventas	102
Tabla 48: Resumen de Costos de Presupuestos.....	102
Tabla 49: Producción anual de arroz cáscara del año 2021 – 2023	103
Tabla 50: Categoría y precio del arroz según su calidad.....	103

Lista de Figuras

Figura 1:Grano de arroz según su forma.....	23
Figura 2: Grano de arroz según color, textura y olor	24
Figura 3: Grano de arroz según el proceso de calidad	24
Figura 4: Carta de autorización de piladora Nueva Horizonte.....	47
Figura 5: Carta de control de % humedad - Enero	55
Figura 6: Carta de control de % humedad - Febrero	58
Figura 7: Carta de control de % humedad - Marzo	60
Figura 8: Carta de control de % quebrado - Enero.....	62
Figura 9: Carta de control de % quebrado - Febrero.....	65
Figura 10: Carta de control de % quebrado - Marzo.....	67
Figura 11: 25 gramos de la parte entera del clasificado de los 100 gramos de arroz pilado	69
Figura 12: Arroz trizado	69
Figura 13: Envasado de muestra de acuerdo con su referencia del proceso de secado artesanal	70
Figura 14:Detector de humedad de arroz	71
Figura 15: Testeador de arroz.....	71
Figura 16: Formato de Control de Parámetros físicos en planta de pilado	74
Figura 17: Área de secado artesanal del arroz cáscara	75
Figura 18: Sacos de arroz secado	75
Figura 19: Diagrama de Ishikawa de la piladora Nueva Horizonte	76
Figura 20: Diagrama de Pareto.....	77
Figura 21: Diagrama de bloques del proceso de secado artesanal	78
Figura 22: Diagrama de bloques de la propuesta de mejora	79
Figura 23: Diagrama de Operaciones del Proceso del arroz cáscara	80
Figura 24: Diagrama de Análisis del Proceso del arroz cáscara	81
Figura 25: Diagrama de Operaciones de la propuesta de mejora.....	82
Figura 26: Propuesta de mejora.....	84

Figura 27: Propuesta de mejora en 3D – vista lateral	84
Figura 28: Propuesta de mejora en 3D – vista frontal.....	85
Figura 29: Propuesta de mejora en 3D – vista superior	85

Resumen

El presente estudio evidenció que el método artesanal era ineficiente, en donde la humedad y el quebrado afectaban el grano de arroz. Se analizó el proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte con el objetivo de proponer mejoras que optimicen la calidad del arroz cáscara. Se emplearon herramientas de gestión de calidad como el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y cartas de control, identificándose como problemas críticos un porcentaje de humedad de 15,3% y un índice de grano quebrado de 8,6%. Como propuesta, se implementó un secador solar, acompañado de un plan de mejora continua (ciclo PHVA) y capacitaciones al personal operativo. Los resultados evidenciaron una mejora en los indicadores de calidad, alcanzando un 13,5% de humedad y un 8% de quebrado. Asimismo, el análisis financiero confirmó la rentabilidad de la propuesta, registrando un VAN de S/ 246 303,44, un TIR de 48,41%, un TMAR de 19,03% y un B/C de 1,28. Se concluye que la implementación del secador solar constituye una alternativa técnica y económicamente viable para mejorar la calidad del arroz cáscara.

Palabras clave: Secado artesanal, calidad, mejora continua, diagrama de Pareto, cartas de control

Abstract

The study revealed the traditional drying method was inefficient, as excessive moisture and grain breakage negatively affected the quality of rice. Analyzed the artisanal drying process at piladora Nueva Horizonte with the aim of proposing improvements to optimize the quality of paddy rice. Quality management tools such as the Ishikawa diagram, Pareto diagram, and control charts were applied, identifying as critical issues a moisture content of 15,3% and a broken grain rate of 8,6%. The improvement proposal consisted of implementing a solar dryer, complemented by a continuous improvement plan (PDCA cycle) and training for operational staff. The results showed an improvement in quality indicators, achieving 13,5% moisture and 8% broken grains. Furthermore, the financial analysis confirmed the profitability of the proposal, with an NPV of S/ 246 303,44 an IRR of 48,41%, a MARR of 19,03%, and a B/C ratio of 1,28. In conclusion, the implementation of the solar dryer represents a technically and economically feasible alternative to improve the quality of paddy rice in artisanal processes.

Keywords: Artisanal drying, quality, continuous improvement, Pareto diagram, control charts

Introducción

La mala calidad del arroz es un problema persistente en la industria agrícola a nivel mundial, y gran parte de este desafío se atribuye a procesos deficientes de secado. El secado inadecuado del arroz puede dar lugar a una serie de problemas, como la formación de hongos y mohos que afectan tanto la apariencia como el sabor del grano. Además, un secado insuficiente puede resultar en un aumento en la humedad residual del arroz, lo que lo hace propenso a la proliferación de insectos y a un deterioro más rápido durante el almacenamiento. Estos problemas no solo disminuyen la calidad del arroz, sino que también impactan negativamente en su valor nutricional y en la salud de quienes lo consumen, subrayando la importancia de mejorar los métodos de secado en la cadena de producción de este alimento básico a nivel global.

Este problema es un desafío que afecta la seguridad alimentaria y la economía de numerosos países. Según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), aproximadamente el 10-15% de la producción mundial de arroz se pierde debido a la baja calidad del grano. [1] Dado a este problema que se presenta, una de las posibles soluciones es elaborar un plan de capacitación para los operarios que se encuentran encargados en dicha área con la finalidad de que realicen una buena labor, puedan evitar los problemas que se encuentran en el arroz cáscara para notar la mejora y así poder cumplir con los parámetros establecidos. También, se podría plantear en agregar un encargado de los operarios para que pueda supervisar tanto a los trabajadores y los cultivos para que se pueda tener todo en orden y así no logre afectar en la calidad del grano.

En Bangladesh, la producción de arroz es esencial para la seguridad alimentaria, ya que el arroz es el alimento básico de la dieta local. Sin embargo, el país enfrenta un problema crónico de mala calidad del arroz, con aproximadamente el 10% de su producción de arroz contaminada por diferentes factores, como impurezas, hongos y plagas. Esto representa una pérdida significativa en términos de valor económico y nutrición, ya que Bangladesh es uno de los mayores consumidores per cápita de arroz en el mundo y el proceso de secado afecta demasiado en lo que va de la calidad del arroz. [1]

Por otro lado, el sacado de arroz en Paraguay es un problema que impacta significativamente en la calidad y la comercialización de este importante cultivo. Según datos proporcionados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), aproximadamente el 15% de la producción de arroz en la región sufre de problemas relacionados con un secado inadecuado. Este fenómeno se debe en parte a la falta de infraestructura y tecnología adecuada para el secado, lo que conduce a un exceso de humedad

en los granos de arroz almacenados. Esto no solo disminuye la calidad del producto, sino que también aumenta el riesgo de moho y la proliferación de hongos, lo que a su vez puede llevar a pérdidas económicas significativas para los agricultores y la cadena de suministro. Abordar la problemática del mal secado de arroz en Latinoamérica es fundamental para garantizar la calidad, la seguridad alimentaria y la sostenibilidad de esta importante fuente de alimento en la región. [1]

El mal secado de arroz en Perú representa una problemática relevante en la cadena de producción de este cereal. Según datos del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) del país, se estima que aproximadamente el 25% del arroz producido en Perú no alcanza los niveles óptimos de humedad después de la cosecha y el secado. El exceso de humedad en el arroz puede llevar a problemas de almacenamiento y calidad, lo que resulta en pérdidas económicas significativas tanto para los agricultores como para la industria arroceras en general. [2]

El arroz es uno de los productos más consumidos a nivel mundial, siendo este el principal cereal en la alimentación diaria, debido a que se tiene una alta producción en el continente asiático. Como primer país productor tenemos a China, ya que presenta una producción anual de casi 213 000 000 de toneladas, seguido de la India y Bangladesh. [3]. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), en el año 2023, se ha estimado que la producción de arroz cascará estará entre los 503 270 000 de toneladas. A comparación del año pasado, que fue de 515 050 millones de toneladas, en donde existe una diferencia de 420 000 toneladas por año. [4]

En el Perú, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la producción de arroz logró ascender 220 000 toneladas y aumentó en 5% en el mes de enero del 2023. Esto se debe a que cuenta con mayores áreas de cosecha y buenas condiciones térmicas que han permitido el correcto desarrollo en la fase de maduración en relación al área de cultivo. Se recalcó que el volumen en Piura (83,1%) que contribuyó el 34,1% del total cosechado, siguiendo la ciudad de San Martín (2,5%) que aportó el 28%; Huánuco (15,1%) y Pasco (5,9%%). Por otro lado, se evidenció que ha disminuido en Junín (-68,8%), Lambayeque (-32,7%), Amazonas (-18%) y Tumbes (17,8%). [5]

En Lambayeque, el arroz junto a la papa toma la posesión en las grandes áreas de cultivo y estos agrupan una gran cantidad de productores que tienen un gran aporte en el Valor Bruto de Producción (VBP) agrícola. Este cereal tiene el 6% del PBI agropecuario y una gran participación a comparación de los demás cultivos tradicionales, dentro de ellos tenemos al café y la caña de azúcar (3% y 4% respectivamente). Por otro lado, se comprende una agroindustria

molinera que es conformada por 600 molinos y la mayor parte de estos se encuentran ubicados en el departamento de Lambayeque. [6]

La empresa piladora Nuevo Horizonte S.A.C con RUC 20480409346, ubicado en Av. Prolongación Miguel Grau (Carretera Monsefú) Lambayeque - Chiclayo La Victoria, se dedica a la prestación de servicios, producción y comercialización de arroz pilado y subproductos como fertilizantes. Se persigue como objetivo crucial la obtención de un arroz entero al 100%, sin embargo, siempre existirá porcentajes de arroz quebrado (0 – 20) % y otras impurezas residuales (0 – 1) %. Frente a esto, en el área de secado, cuenta con 2 máquinas: 1 secadora industrial Kepler y 1 con silos. Se trabaja las 24 horas al día en 3 turnos y 6 días a la semana y el otro tipo de secado, que es el secado artesanal, en dónde el peso de cada lote oscila entre 33 000 kg a 36 kg.

El problema que se presenta es la mala calidad del arroz por un mal proceso de secado artesanal que se genera por varios motivos como una mala labor de los operarios, falta de seguimientos de las cosechas, entre otros.

La justificación de este proyecto radica en la necesidad de optimizar el proceso de secado artesanal del arroz, práctica aún vigente en diversas comunidades rurales, pese a la creciente tendencia hacia métodos industriales. Si bien los sistemas industriales garantizan uniformidad y escalabilidad, suelen implicar altos costos de inversión, dependencia tecnológica y un mayor consumo energético, lo que los hace poco accesibles y menos sostenibles para pequeñas y medianas empresas. En contraste, el secado artesanal continúa siendo una alternativa de bajo costo y menor impacto ambiental, aunque presenta deficiencias en el control de parámetros críticos como temperatura y humedad, lo que repercute negativamente en la calidad final del grano. En este contexto, la investigación busca cubrir un vacío: la escasa atención académica y técnica a la mejora de métodos artesanales, los cuales suelen ser analizados solo desde una perspectiva de limitaciones y no de oportunidades de optimización. Proponer la implementación de mejoras en el secado artesanal no solo permite reducir errores y elevar indicadores de calidad (humedad y grano quebrado), sino que también fortalece la competitividad de la empresa, promueve la sostenibilidad ambiental mediante el uso de tecnologías limpias y contribuye a preservar tradiciones productivas locales. De esta manera, se plantea una alternativa crítica y viable frente al modelo industrial, con beneficios tanto económicos como sociales y culturales. La justificación aplicada es social ya que mejorar la calidad del arroz cáscara beneficia a la comunidad local al proveer un producto con mejores características para el consumo y comercialización, incrementando la confianza del consumidor y contribuyendo al bienestar social. Técnica porque la propuesta optimiza el proceso artesanal

de secado, incrementando la calidad y reduciendo pérdidas, mediante aplicación de técnicas y controles adecuados que responden a estándares de producción más eficientes y confiables. Académica, ya que el estudio aporta al conocimiento académico relacionado con procesos artesanales de agroindustria, especialmente en el manejo de procesos de secado, ampliando el repertorio de metodologías y casos de estudio específicos para Ingeniería Industrial.

Asimismo, se establecieron criterios de selección que permitan garantizar la validez y aplicabilidad de los resultados. En primer lugar, se consideró la representatividad del proceso, seleccionando lotes y etapas de secado que reflejen las condiciones habituales de la piladora Nueva Horizonte, con el fin de asegurar que las mejoras propuestas sean transferibles a la operación general. En segundo lugar, se priorizó la disponibilidad y acceso, de manera que únicamente se incluyeron áreas, equipos y personal con autorización y factibilidad para la recolección de datos en el tiempo planificado. Asimismo, se incluyó como criterio la condición del producto, incorporando arroz con distintos niveles iniciales de humedad y calidad del grano, con el propósito de evaluar el impacto de la propuesta bajo escenarios reales de producción. Finalmente, se consideró la capacidad de influencia, seleccionando aquellos subprocesos del secado artesanal que pueden ser efectivamente intervenidos mediante recursos técnicos y humanos disponibles, lo que asegura la viabilidad práctica de la propuesta de mejora.

Es por ello que se formulamos la siguiente pregunta para poder solucionar este problema en dicha empresa: ¿La mejora del proceso de secado artesanal, incrementa la calidad del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte?

Por lo tanto, se tiene como objetivo general, proponer una mejora del proceso de secado artesanal para incrementar la calidad del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte a través de las herramientas de calidad, y como objetivos específicos el describir situación actual e identificar los problemas que intervienen en el proceso de secado artesanal de la piladora Nueva Horizonte; diseñar las mejoras correctivas a los problemas identificados en el proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte y realizar un análisis del Beneficio – Costo de la propuesta de mejora del secado artesanal del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte.

En este caso, para medir la calidad de arroz, se utilizó el porcentaje de humedad y porcentaje de arroz quebrado como indicadores y muestras realizada en el arroz, ya que serán muy importantes para poder detallar el problema y así poder mejorar dicho indicador.

Este proyecto de investigación es muy importante; ya que, con la propuesta de mejora, se busca que los clientes potenciales en cuanto a los mayoristas que se encuentran en Lima, corresponden el 45% de las ventas comerciales; Piura, 35% y Chiclayo, 20%. Mientras que, el 15%

correspondiente a minoristas puedan verificar que adquieren un producto de mucha calidad y ver lo importante y sacrificado que es aplicar este tipo de secado para el arroz cáscara.

En este trabajo, se estudió a la empresa que se encuentra ubicada en la Av. prolongación Miguel Grau (Carretera Monsefú) Lambayeque – Chiclayo – La Victoria. En dicha empresa ingresa una gran cantidad de lotes de arroz, en donde el arroz que pasa en dicho proceso, separa el grano con la cascarilla de lo que podría ser tóxica en cantidades moderadas. Por lo tanto, es importante tomar medidas de precaución al trabajar con cascarilla de arroz, como usar equipo de protección personal y asegurarse de trabajar en áreas bien ventiladas.

Revisión De Literatura

J. Guzmán y P. Beltra [7] según su proyecto de investigación *Propuesta de mejora en el proceso de secado del molino CONAGRO SAS* que se realizó en Colombia en el año del 2023. Como objetivo, realizó un análisis de estudio que identifiquen las variables para que se pueda implementar una torre de secado en el molino para que este pueda mejorar su proceso de producción. Como metodología, planteó realizar la investigación descriptiva que consiste en tener los objetivos claros y obtener resultados cualitativos y cuantitativos para poder analizarlos y así establecer los parámetros técnicos que se llegaron a utilizar para poder implementar la propuesta de mejora a fin de reducir problemas que presentó. Como resultado, llegó a implementar las torres de secado en donde se determinó que hubo un incremento entre el año 2018 al 2020 de 11,92% a 13,89% y las ventas anuales del año 2016 al 2021 aumentaron de 14 411 toneladas a 14 602 toneladas x año. La viabilidad de instalar torres de secado en el molino es respaldada por su capacidad de generar un aumento del 41% en la producción, ya que esta inversión se considera a mediano plazo.

W.O. Saltos [8] en su investigación *Modelamiento matemático del proceso de secado de arroz en piladoras de la población de Yaguachi* que se realizó en Ecuador en el año 2018. Como objetivo, analizó la relevancia de un modelo matemático para el proceso de secado que se desarrolla en las piladoras de arroz de la población de Yaguachi. La metodología que llegó a usar fue la investigación descriptiva que se encarga en detallar las características en el área para eso poder recolectar toda la información que permita conocer la situación. En este caso, empleó los modelos matemáticos que ayudaron a determinar de manera clara y precisa los diferentes procesos los cuales se necesitan examinar, en este caso, del proceso de secado que el porcentaje de humedad oscila entre 14,4% y 14,9%. Como resultado a esto, pudo reducir la el porcentaje de humedad con la finalidad de que mejore la calidad del arroz. Se logra evidenciar la buena eficiencia de las piladoras para asegurar que los granos estén completamente secos y listos para el almacenamiento. El arroz es un alimento esencial a nivel mundial, y Ecuador tiene condiciones climáticas adecuadas para producirlo durante varias épocas del año, lo que beneficia económicamente al sector agrícola del país. El modelo matemático se basa en la transferencia de calor y masa en el proceso de secado industrial, utilizando ecuaciones de Fourier y Fick para analizar la humedad y el calor en medios porosos.

R. Astuti [9] en su investigación *“The product quality improvement: An example from a rice milling in Indonesia”* que se desarrolló en Tailandia en el año 2020. El objetivo del siguiente estudio determinó las características principales del arroz que son importantes para los consumidores y así cumplir con sus expectativas para que luego se recomienden dichas

características con ayuda de los comentarios de sus consumidores. La metodología que usó para esta investigación fue las encuestas, la cual se repartió a 60 de sus consumidores indicando como se debe de mejorar las características, en este caso, del arroz King banana. Como resultado, se obtuvo que se debe de mejorar los parámetros del arroz y para eso se usó el monitoreo a través de un sistema que mide la temperatura y humedad para que pueda cumplir con los requisitos y a su vez que sus consumidores encuestados estén satisfechos. Se concluye que la empresa de procesamiento de arroz SMJ tiene la capacidad de aplicar diversas sugerencias con el objetivo de elevar la calidad de los productos de arroz de la marca King Banana. Esto incluye supervisar minuciosamente la combinación de granos de calidad A y B, además de incorporar mejoras en el proceso de molienda.

G. Wang [10] en su investigación *“Energy and exergy analyses of rice drying in a novel electric stationary Bed Grain – Drying system with internal circulation of the drying medium”* que se desarrolló en China en el año 2021. El objetivo principal de dicha investigación fue diseñar un sistema que reduzca el consumo de energía con la finalidad de disminuir las cargas contaminantes durante el proceso de secado. Como metodología, realizó experimentos con el arroz para poder determinar las cualidades que presenta durante el secado, dentro de ellas tenemos la temperatura del aire (55°C) y la velocidad que son las más eficientes (0,5 m/s). También, el promedio durante el secado (48,27% - 72,17%). Como resultado a esto, decidió implementar una nueva tecnología que está centrada en la circulación interna del secado. Se obtuvo como resultado que baje la temperatura del aire disminuyó (40°C), la velocidad del aire (0,3m/s) y el promedio del proceso durante el secado. Esto indicó ante la aplicación de esta mejora, se logró evidenciar que fue útil para su optimización y poder dominar el control de proceso para el secado del arroz. El autor concluye que el secado es una operación que consume mucha energía y puede causar contaminación ambiental. Por lo tanto, la industria del secado busca ahorrar energía y proteger el medio ambiente. Una forma de abordar estos desafíos es analizar detalladamente el proceso de secado y encontrar mejores parámetros para llevarlo a cabo. En este artículo, diseñó un dispositivo eléctrico para secar arroz de manera eficiente y se realizó un experimento utilizando este dispositivo. Esto contribuye a la búsqueda de soluciones que promuevan el ahorro de energía y la protección del medio ambiente en el proceso de secado.

M. A. Micha [11] en su investigación *Diseño de la mejora del proceso de pilado de arroz y su impacto en la producción y rendimiento del molino agroindustrial San Francisco* explica que se desarrolló en Cajamarca, Perú en el año 2021. El objetivo de este estudio mencionó que se tiene que diseñar una propuesta de mejora en donde incremente los niveles de producción y el rendimiento de dichas operaciones con la finalidad de poder aumentar su productividad

teniendo en cuenta en reducir los costos y poder mejorar la calidad del producto. La metodología que utilizó en esta investigación fue elaborar encuestas o preguntas dirigidas hacia los operarios para poder saber más del perfil de puesto de trabajo y así poder elaborar un diagnóstico de necesidades en las cuales deben de ser capacitados. Los resultados obtenidos mostraron la eficiencia que los operarios al desempeñarse en las actividades pertenecientes han mejorado de 70,19% a 86,9% a estos como reducción de tiempo estándar de 5878 a 5830 segundos, tiempo de desperdicio de 12,5% a 5% y en la productividad de mano de obra de 84 a 104 sacos x día. La eficacia del plan de mejora de procesos en la compañía Molino Agroindustrial San Francisco se evaluó mediante la medición de la productividad, empleando indicadores de producción y rendimiento de la empresa. Además, se llevó a cabo un análisis económico para determinar si la propuesta era viable, evaluando su factibilidad económica como resultado final.

L. K. Mora [12] en su *investigación Diseñar una línea de producción para el proceso de arroz en la piladora “Dos Hermanos”* que se realizó en la ciudad de Guayaquil, Ecuador en el año 2016. El objetivo de esta investigación fue realizar un diagnóstico dentro de la empresa para poder evaluar la ingeniería que se implementó en el nuevo proyecto y además poder realizar un beneficio costo con la finalidad de poder ver la viabilidad de este. La metodología que se usó fue un análisis sintético, deductivo e inductivo que ayuden a describir sobre los procesos que se involucra en la línea de producción y poder así determinar las fallas para poder hacer un enfoque a ellos. Unos de los problemas que se llegó a detectar fue en el secado de arroz, ya que este se realiza de manera manual y genera muchos retrasos en el proceso que no beneficia en la capacidad predeterminada de la producción instalada. Los resultados fueron la mejorar el proceso de secado y el de descascarado que ayudaría en mejorar dichas condiciones para poder aumentar su producción en la piladora. El autor concluyó que al implementar el diseño de la línea de producción en el proceso de secado en la piladora “Dos Hermanos” es muy rentable ya que al adquirir los componentes que requiere dicha línea es una gran opción para poder solucionar estos problemas y a su vez, en su evaluación económica, al momento de realizar VAN y TIR, se logró demostrar que es un proyecto muy viable económicamente siendo \$8 985,33 y 12% respectivamente.

G. C. García [13] en su *investigación Mejora de la calidad del arroz a través de la optimización de procesos usando la metodología SIX SIGMA en la empresa Molino & CIA SEMPER S.A.C.* en donde habla que se desarrolló en Lambayeque, Perú en el 2019. Como objetivo, se logró la optimización de la calidad del producto de arroz pilado. Para lograr esto, la metodología que se usó es método SIX SIGMA que ayudó a centrar el problema en el contexto adecuado. Esto se

presentó a través de los resultados para poder determinar los problemas de estudio como los procesos, procedimientos, maquinarias con el fin de mejorar la calidad del producto. Uno de los resultados que se llegaron a obtener es la reducción del porcentaje de humedad de arroz de un 14% a un 10% -13%. También, logró reducir el número de ciclo de secado de 8 a 4 ciclos, la eficiencia de la productividad y calidad del arroz en 50% y 75% respectivamente. Al concluir el estudio, se estableció que es de gran importancia realizar un diagnóstico de cada una de las etapas involucradas en la producción de arroz pilado. Esto se debe a que, desde la recepción inicial hasta el empaque final del producto, los procesos siguen una secuencia definida, lo que permite identificar que existe un problema específico en la etapa de secado que requiere solución.

S. Ventura [14] en su investigación *Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz la empresa grano de arroz Dorado SAC para reducir costos de producción* que se desarrolló en Chiclayo, Perú en el año 2021. El objetivo de esta investigación fue mejorar uno de los procesos, en este caso, el proceso de pilado en donde el arroz interviene de la empresa para que se pueda disminuir los costos de producción. Como metodología, se realizó un estudio de análisis de datos que estén relacionados en una directa observación y para esto se realizó el DAP, diagrama de recorrido y se llegó a calcular los indicadores. Como resultado a esto, se redujo en un 84% los elevados costos, los costos de transporte se llegaron a eliminar por completo, en costo de secado disminuyó en un 85,5% y el beneficio – costo es de 1,42 y logró ser beneficioso. El autor concluye que es esencial implementar mejoras en el funcionamiento de una empresa, ya que esto resulta ventajoso para disminuir los gastos y lograr beneficios más favorables. Para lograrlo, resulta crucial identificar de manera precisa las áreas problemáticas que requieren mejoras.

H. R. Oblitas [15] en su investigación *Diseño de una máquina secadora en el molino “San Rafael S.R.L.”* que se desarrolló en Chiclayo, Perú en el año 2018. El objetivo fue el diseño de una máquina secadora de arroz con la finalidad de poder mejorar el sistema de secado en el molino “SAN RAFAEL S.R.L.”. Para esto, la metodología que se fue la investigación Causi experimental que consiste en determinar con exactitud el problema, dar una solución a esto y ver una nueva realidad con la implementación que se ha planteado a través de este método. Entonces, como solución se diseñó una máquina de arroz tipo torre para poder mejorar el secado de arroz en el molino. También, se usó la cascarilla de arroz para poder reemplazar al combustible que requiere la máquina y así el costo pueda disminuir. Como resultado a esto, fue muy rentable el diseño la máquina ya que, haciendo un análisis de TIR y VAN, se obtuvo un 64% y S/. 127 245 respectivamente y a la vez que mejoró la calidad de arroz a través de sus

procesos. El autor concluye que al realizar este diseño sería rentable ya que para el análisis del TIR y VAN es de 64% y S/. 127 245 y a su vez mejore el secado de arroz para poder brindar un buen producto, en este caso, la buena calidad del arroz.

W. J. Llontop [16] en su investigación “*Diagnóstico del proceso de pilado de arroz en la Súper piladora del Norte S.A.C.*” que se ha desarrollado en Chiclayo, Perú en el año 2020. Como objetivo, se determinó el diagnóstico del proceso actual de pilado de la empresa que se encuentra en Mochumí y Lambayeque. Como metodología que se llegó a emplear en dicha investigación fue guía de observaciones, la revisión documentaria presente en la empresa y aplicaciones de diagramas que pudo determinar etapas críticas (proceso de almacenamiento y descascarado y algunas actividades donde se involucren los operarios) que generó una baja productividad que se llegan a involucrar dentro de la empresa Súper piladora del Norte. Es por ello, que se realizó la implementación de capacitaciones (5S) a los operarios que bridó todas las facilidades que pueden realizar dentro de la empresa con la finalidad de mejorar su eficiencia dentro de su jornada laboral, obtener un lugar de trabajo cómodo, ordenado y limpio, puedan obtener una mejora continua y mejorar en la productividad de la empresa. Al examinar los procesos esenciales detectados, se puede concluyó que las razones detrás de los inconvenientes identificados incluyen la carencia de mantenimiento preventivo en las máquinas, la ausencia de capacitación para los operadores y la inexistencia de un manual que describa los procedimientos de pilado del arroz.

F. B. Mendoza [17] en su investigación “*Evaluación de la calidad de los granos de arroz (Oryza sativa) durante el pulimiento*” que se ha desarrollado en Tingo María, Perú en el año 2018. Como objetivo, se logró evaluar la transparencia, blancura, porcentaje de proteínas y el índice de pulimiento de las variedades de granos de arroz esperanza, conquista y puntilla y la evaluación sensorial del arroz cocido en función al tiempo de pulido. La metodología que utilizó el autor fue la metodología experimental para poder ver los cambios que sufre el arroz, para reforzar lo anterior, utilizó diagramas de flujos, la descripción para determinar la calidad del arroz y el índice de porcentaje del arroz. Los resultados fueron analizados por un diseño completo (DCA), prueba de Tukey ($p < 0,05$). Por ende, la mejor variedad fue la conquista a pulimiento (30 segundos), alto porcentaje de proteína (12,10%), de transparencia (0,99%) y pulimiento (23,25%) y el mejor fue para la variedad de esperanza y puntilla con una calificación $5,56 \pm 0,42$, $5,22 \pm 0,13$, y la menor conquista $5,1 \pm 0,79$, con una escala hedónica de 1 a 7.

R. Y. Gaona y L. Chapoñan [18] en su investigación “*Implementación De Un Prototipo Secador Automatizado Tipo Invernadero Con Tiro Forzado Para El Secado De Arroz Con Una Capacidad De 1 Kg*” que se desarrolló en Pimentel, Perú en el año 2017. Como objetivo se

logró implementar un secador solar de tiro forzado para el secado de arroz. La metodología que se llegó a utilizar fue las corridas experimentales, las cuales fueron de ayuda para poder medir la temperatura y humedad. Los instrumentos a usar fueron los sensores DHT22 y DTH11, en donde la humedad inicial arrojó 52% y la humedad, 17,3%. Una vez implementado esta propuesta, la temperatura que se registró fue de 60°C y una humedad relativa al aire de 1,5%. Los resultados que se obtuvo después de usarlo son de una humedad inicial de 17,3%, una humedad final de 11,7% y quebrado de 6%, en donde se obtuvo resultados dentro de los parámetros establecidos y un buen manejo del producto. Como conclusión, el secador solar tiene las características necesarias y cumple con los requisitos para secar los granos de arroz teniendo una buena eficiencia y calidad del producto.

La calidad son las características que son aceptadas o apreciadas por los consumidores; en donde, ellos hacen referencia a un conjunto de cualidades. Estas cualidades abarcan tanto las que son percibidas nuestros sentidos (sabor, olor, color, textura, forma y apariencia) relacionadas con la higiene y valor nutricional. [19]

La excelencia de un producto se debe a la interacción de múltiples elementos diversos. Algunos de estos elementos están vinculados a las características físico-químicas del grano, como su tamaño, forma, peso, color, dureza, temperatura de gelatinización y contenido de amilosa. Otros factores se relacionan con la manera en que se cultiva y se maneja la cosecha, lo que incluye aspectos como la recolección, el secado, el transporte, el procesamiento y el almacenamiento. La evaluación de la calidad del grano se puede abordar desde tres perspectivas diferentes: su aspecto externo, su aptitud para ser molido y su calidad culinaria, que implica su composición físico-química. Se han desarrollado procedimientos y métodos para facilitar la valoración de estas características, lo que resulta beneficioso para los Fito mejoradores al momento de evaluar líneas y variedades de granos. [20]

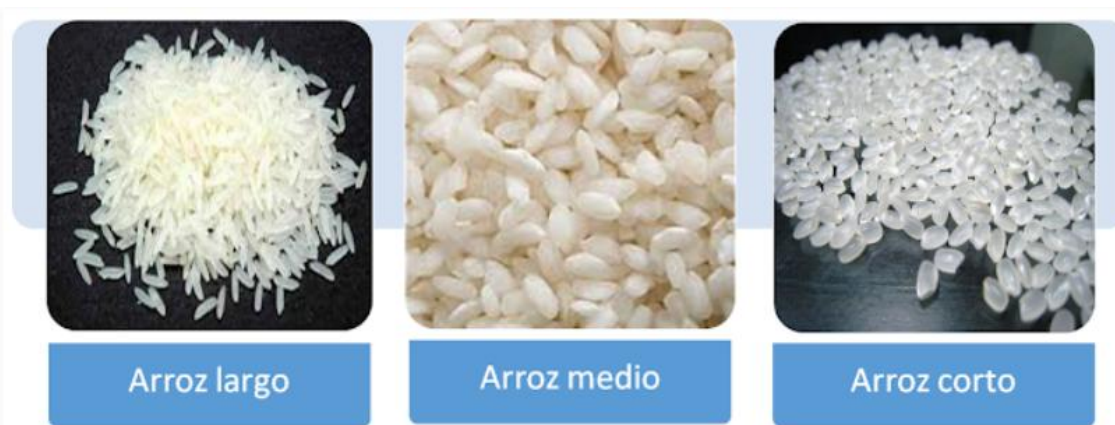
En todo el mundo, se pueden encontrar más de 40 000 variedades de arroz, y todas ellas ofrecen beneficios nutricionales destacados. Son una fuente de energía, fortalecen el sistema inmunológico y facilitan la digestión. Hay alrededor de 10 000 tipos diferentes de arroz, y algunas de estas variedades se categorizan siguiendo la siguiente estructura.

Por su forma, tenemos al grano largo que se caracteriza por tener granos que son notoriamente más largos que anchos, lo que conlleva a un tiempo de cocción más prolongado debido a su alto contenido de almidón, sin embargo, no tiende a pegarse. Algunas variedades incluyen arroz basmati y arroz jazmín.

También, tenemos al grano medio. como su nombre sugiere, tiene granos que se encuentran en un punto intermedio entre el largo y el corto. Este tipo de arroz es ampliamente utilizado en la cocina española, y un ejemplo conocido es el arroz bomba.

Por último, tenemos al grano corto que se caracteriza por tener una forma prácticamente redonda y una tendencia a agruparse fácilmente. Un ejemplo de este tipo de arroz es el arroz arborio. [21]

Figura 1:Grano de arroz según su forma



Fuente: Nutrición

También, por su textura, color y sabor tenemos al arroz glutinoso, también conocido como arroz dulce o arroz pegajoso debido a su elevado contenido de amilasa, presenta la peculiaridad de que sus granos tienden a adherirse entre sí después de la cocción. Para prepararlo adecuadamente, es necesario cocinarlo con una cantidad limitada de agua y ser cuidadoso con el tiempo de cocción. Este tipo de arroz es ampliamente utilizado en la elaboración de postres en las cocinas china y japonesa.

Por otro lado, el arroz aromático hace referencia a variedades de arroz que se caracterizan por poseer distintos aromas. Estos arroces suelen tener granos de longitud media o larga y son especialmente comunes en las cocinas de India y Pakistán, destacando las variedades de basmati y jazmín.

Finalmente, el arroz pigmentado se distingue por la presencia de pigmentos en su capa de salvado, lo que les confiere diversos colores a los granos. No obstante, es importante mencionar que estos colores desaparecen cuando se elimina el salvado de los granos. Además de su versatilidad en la cocina, los arroces pigmentados se consideran altamente beneficiosos para la salud, ya que contribuyen a la reducción del colesterol, poseen propiedades antioxidantes y estimulan el metabolismo. [22]

Figura 2: Grano de arroz según color, textura y olor



Fuente: Nutrición

Luego, para los procesos para obtener una buena calidad de arroz, se usa el arroz integral, también conocido como arroz pardo o marrón, es una variedad de arroz en la que se ha eliminado la capa externa, conservando el salvado que lo rodea, lo que le confiere su distintivo color y una textura ligeramente más firme al masticarlo. Requiere una mayor cantidad de agua y tiempo de cocción en comparación con el arroz blanco, y a pesar de lo que muchas personas creen, no presenta una diferencia significativa en cuanto a contenido calórico en comparación con el arroz blanco convencional.

El arroz vaporizado, por su parte, es el método de preparación más común para diversas variedades de arroz. Consiste en eliminar el salvado mediante un ligero proceso de cocción, lo que transfiere la mayoría de los nutrientes al grano y le otorga el característico color blanco que estamos acostumbrados a ver.

Y por último tenemos al arroz precocido es simplemente arroz al que se le somete a un tratamiento de calor con el propósito de simplificar y reducir el tiempo de cocción necesario al cocinarlo. [22]

Figura 3: Grano de arroz según el proceso de calidad



Fuente: DimeBeneficios

Para poder analizar la calidad del grano, se realiza los siguientes pasos:

En el laboratorio de control de calidad, el analista recibe muestras de arroz cáscara; las cuales deben ser analizadas en cuanto a parámetros del grano como porcentaje de quebrado, tiza total, tiza parcial, panza blanca, mancha, trizado e impurezas. De esta manera, puede observarse su estado posterior al proceso de secado artesanal.

En este caso, se ha observado reiteradamente que los granos secos obtienen un elevado porcentaje de trizado; lo que indica que, existen complicaciones en el área de secado artesanal y están siendo mucho mayor a la resistencia del grano. Se debe resaltar que, este control de temperatura se realiza de acuerdo al porcentaje de humedad que ingresa el grano, y se debe verificar cada hora. Sin embargo, este control se ha descuidado por los operarios de secado. Dado que, no cuentan con capacitaciones periódicas que les permitan reforzar su conocimiento acerca de los controles del grano del arroz de acuerdo con su variedad, esto se refleja el registro de control de humedad y parámetros del arroz de ingreso y descarga.

Después de haber realizado el clasificado, se pesan 25 gramos de la parte entera para poder escoger el grano según sus características de tiza, mancha y trizado.

En este caso, es una variedad de arroz 'Tinajones'; el cual obtiene un 4,4% de trizado, y casi excede el límite del 5%. Si hubiera excedido, se debe avisar al encargado de secado artesanal.

El trizado del arroz se caracteriza por involucrar unas fisuras en el grano, cuando se observan una o dos fisuras corresponde a un trizado por secado; no obstante, si se presentan más de 3 fisuras corresponde a un trizado por humedad.

En este caso, se logró analizar el arroz cáscara de Tinajones; la cual, obtuvo un 4,4% de trizado y ese dato es un indicador que ya excedió los parámetros establecidos por la empresa ocasionado por alguna mala manipulación del mismo operario o problemas presentes en el área de trabajo, en donde se encuentra ubicado en la figura N°12.

El secado artesanal mediante la exposición al sol es una técnica muy antigua y más económica. Este secado es la más adecuada para el secado de frutas y verduras en áreas apartadas, dentro de ellos tenemos al arroz. Sin embargo, este método no logra prevenir todas la propiedades y vitaminas del producto. Incluso, este método tiene una gran demanda, espacio y tiempo, y proporciona un escaso control del proceso. [23]

El enfoque de procesos es un campo de estudio que proporciona los conocimientos, modelos y herramientas necesarios para tomar las decisiones en relación al diseño, funcionamiento y mejora de un sistema de producción. [24]

El proceso de producción es un conjunto de actividades planificadas que se lleva a cabo con el propósito de transformar insumos o elementos en bienes o servicios específicos. Estas

operaciones implican el uso de un proceso tecnológico que suele requerir conocimientos específicos. Su objetivo principal es satisfacer la demanda de la sociedad. [25]

La eficiencia se refiere a la producción entre los recursos empleados en un proyecto y los resultados obtenidos. Se llegan a utilizar cuando se usan menos recursos para poder alcanzar un objetivo o más objetivos con la misma cantidad o menor. [26]

La homogeneidad en el arroz hace referencia a la uniformidad que hay en el lote en cuanto a la elaboración y tipo para fines comerciales y de calidad.

El tiempo de secado consiste a la duración que se necesita para poder reducir o eliminar la humedad que se presenta en el arroz y así poder lograr un correcto y adecuado nivel de humedad. Durante la actividad, el arroz que se está cosechando se expone a condiciones regulables que permite que la humedad se evapore de manera gradual. También, este dependerá de varios factores y una de las importantes es la condición climática.

La temperatura de secado hace referencia a la temperatura que está sometido el arroz durante el proceso de secado. En este caso, la temperatura será un factor muy crítico en el secado de arroz ya que influirá en la velocidad de humedad. Como objetivo o función es eliminar la humedad del arroz de manera eficiente y uniforme.

Porcentaje de humedad se refiere a las partes que aún están húmedas y presentes en el grano de arroz después de que haya acabado en el proceso de secado. El correcto control de porcentaje de humedad es muy importante para una excelente calidad del arroz cáscara.

Porcentaje de quebrado se refiere a las partes de arroz que se encuentra por partes o quebrado que ha sido involucrado en el proceso de secado. Esto quebrado se debe a la aplicación de fuerza, impactos o condiciones de secado inadecuados.

Porcentaje de trizado se refiere a las partes de arroz que se encuentran con grietas o fisuras que ha sido involucrado en el proceso de secado. Este trizado se debe a la aplicación de fuerza, impactos o condiciones de secado inadecuado.

Porcentaje de hongo se refiere a la presencia de bacterias dentro del grano de arroz que ha sido afectado por el crecimiento de hongos dentro del proceso de secado artesanal. El hongo se presenta en áreas húmedas y las temperaturas inadecuadas lo que involucraría en la calidad y no cumpliría con los parámetros establecidos.

Materiales Y Métodos

La investigación realizada es de tipo aplicada, dado que busca resolver un problema específico en el proceso de secado artesanal, proponiendo mejoras orientadas a optimizar la calidad del arroz cáscara con resultados directamente aplicables a la empresa piladora Nueva Horizonte. El nivel de investigación corresponde a descriptivo-explicativo, ya que inicialmente se caracteriza el estado actual del proceso de secado artesanal y se identifican las causas que afectan la calidad del grano, para posteriormente explicar cómo las propuestas de mejora inciden de manera positiva en la producción. El enfoque es cuantitativo, en tanto se recogen, procesan y analizan datos medibles relacionados con los indicadores de calidad del arroz (porcentaje de humedad y grano quebrado) y los parámetros del proceso de secado artesanal. El diseño adoptado es no experimental y transversal, puesto que el estudio se desarrolla en un momento determinado, sin manipular deliberadamente las variables, limitándose a la observación y medición de las condiciones reales del proceso productivo vigente.

En cuanto a la población de la investigación, esta se encuentra conformada por los siete subprocesos que integran el secado artesanal: muestreo y análisis inicial, distribución del lote, descarga y acomodo en camas, secado natural, programación y control, monitoreo continuo y almacenaje temporal. La muestra coincide con la población, es decir, comprende los siete subprocesos señalados, lo que garantiza la representatividad total del objeto de estudio.

Asimismo, se ha elaborado la tabla de operaciones con las siguientes variables: el proceso de secado artesanal (variable independiente) y la calidad del arroz cáscara (variable dependiente). Estas variables definieron lo que influye en una baja calidad del arroz cáscara, confirmando el diagnóstico mostrado en el diagrama causa–efecto. Se puede evidenciar esta operacionalización en la tabla N° 22, donde se detallan las dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos empleados en la investigación.

Para evaluar la calidad del arroz cáscara durante el proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte, se consideró en el periodo de enero – marzo del 2023 por dos razones fundamentales: En el marco del diagnóstico realizado mediante el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y cartas de control, se identificaron múltiples factores que afectan la calidad del arroz durante el secado artesanal, entre ellos las condiciones climáticas, el método de secado y la falta de infraestructura adecuada. Considerando esta problemática, se definió como período de análisis los meses de enero a marzo de 2023, ver tabla N°12 a tabla N°14 , etapa que coincide con la temporada de mayor producción en la región de Lambayeque y que presenta condiciones ambientales críticas —altos niveles de humedad relativa y variaciones de temperatura entre 20 °C y 26 °C— que intensifican los riesgos de deterioro de la calidad del grano. De esta manera,

se garantiza que los datos recolectados reflejen las condiciones más exigentes del proceso artesanal.

Respecto al tamaño muestral, este se estableció en función de la capacidad operativa del secado artesanal, que en promedio procesa alrededor de 100 sacos por ciclo, distribuidos en 25 mantas con un área aproximada de 56 m², evidenciar figura N°16 y figura N°17. Debido a que este método depende de factores como el clima, la mano de obra y la disponibilidad de luz solar. A diferencia de los secadores industriales que pueden procesar hasta 35 toneladas en áreas mucho menores, se requiere un muestreo que capture dicha variabilidad. Por ello, se seleccionaron de manera aleatoria 4 sacos por día durante los 90 días del período de estudio, obteniéndose un total de 360 muestras. Esta cantidad cumple con los lineamientos de la NTP 205.011.2021 (Arroz cáscara: métodos de muestreo), ver tabla N°25, que establece un mínimo del 0,5% de la producción diaria para asegurar representatividad y también en contenido límite del porcentaje de humedad menor a 14%. La elección de este tamaño muestral no solo permitió estimar, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, los valores promedio de los indicadores de calidad (humedad y grano quebrado), sino también reflejar de forma precisa las limitaciones propias del proceso artesanal: tiempos de secado prolongados (2 a 5 días), dependencia climática y menor eficiencia en comparación con el secado industrial. Esta justificación metodológica respalda la pertinencia de los resultados obtenidos y refuerza la necesidad de implementar una propuesta de mejora viable y adaptada a las condiciones reales de la empresa.

Propuesta De Mejora

Se identificaron los principales problemas que afectan la calidad del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte. El diagnóstico determinó que el proceso de secado artesanal presenta deficiencias en el control de humedad, heterogeneidad del grano y pérdidas por quiebre, lo que genera un producto con menor valor comercial. La tabla N°6 muestra los indicadores actuales de calidad del arroz.

Tabla 1: Cuadro resumen de indicadores de calidad del arroz

Fecha	15/01/2023
Variedad	Tinajones
% Humedad	15,3%
% Pilado	73,60%
% Quebrado	8,6%
% Tiza total	6%
% Tiza parcial	1,2%
% Trizado	2%
% Mancha	2%
% Impurezas	2%

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se validaron mediante herramientas de gestión de calidad como el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto, los cuales permitieron determinar las principales causas relacionadas con la falta de control en las etapas del secado artesanal, el manejo inadecuado del volteo del grano y la ausencia de instrumentos para medir la humedad en tiempo real. Así como nos dice L. K. Mora [12] que la herramienta que usó para determinar fue un análisis crítico, sintético y deductivo para que se pueda ver en que se está fallando. Uno de los problemas que se pudo detectar fue el secado de arroz. También, en la investigación de W.O. Saltos [8] nos indica que, para poder detectar el problema en la calidad de arroz, utilizó la metodología de modelos matemáticos para que pueda evaluar la humedad del arroz que se presentaba en el secado, la cual fue entre 14,4% y 14,9%. Por otro lado, G. C. García [13] en su proyecto de investigación usó la metodología SIX SIGMA en donde esta herramienta ayudó en la optimización de la calidad del producto. La mejora a esto fue que la calidad del arroz esté entre 13 a 10 % de humedad y que redujera los ciclos de 8 a 4 y así pueda incrementar la eficiencia y productividad. En la discusión de esta tesis, es muy importante usar estrategias y medidas que puedan mitigar los impactos adversos en la calidad del arroz. Asimismo, R. Y. Gaona y L. Chapañan [18] en su investigación *“Implementación De Un Prototipo Secador Automatizado*

Tipo Invernadero Con Tiro Forzado Para El Secado De Arroz Con Una Capacidad De 1 Kg” tuvo problemas en su producto, en este caso, el grano de arroz. Una vez implementada el secador solar, hubo mejoras en el % de humedad, de un 17,3% a un 11,7%, lo que conlleva a que esta propuesta si fue de gran ayuda y que cumple con lo establecido.

Una vez identificada los problemas y causas que atraviesa la empresa, se plantean diversas alternativas tecnológicas para el secado del arroz. Entre estas alternativas se incluyen el uso de secadoras solares, secadores solares de plástico y máquinas secadoras convencionales. Cada una de estas opciones ofrece ventajas específicas en términos de costos, eficiencia energética y calidad del producto final. La elección de la alternativa más adecuada dependió de factores como la disponibilidad de recursos, las condiciones climáticas locales y las necesidades específicas del proceso de producción. Tal como se observa en la tabla N°1, tabla N°2 y tabla N°3.

Tabla 2: Alternativas de la solución de mejora

	Alternativas	Secador solar	Secador solar de plástico	Máquina secadora
Factores	Capacidad	35m ²	35m ²	50m ²
	Eficiencia	85%	80%	90%
	Tiempo	3 - 4 días	3 - 4 días	1 - 2 días
	Costo	3 000 – 6 000 S/	3 000 – 6 000 S/	15 000 – 30 000 S/,
	Flexibilidad	Sencilla	Sencilla	Difícil

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Tabla de ponderación de las alternativas

Factor	Capacidad	Eficiencia	Tiempo	Costo	Flexibilidad	Conteo	Ponderación
Capacidad	-	1	1	0	1	3	42.86%
Eficiencia	1	-	1	1	0	3	42.86%
Tiempo	0	0	-	0	0	0	0.00%
Costo	0	0	0	-	0	0	0.00%
Flexibilidad	0	1	0	0	-	1	14.29%
TOTAL						7	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Tabla de ponderación final

Alternativas		Secador solar de plástico		Secador solar		Máquina secadora	
Factor	Ponderación	Calificación	Puntos	Calificación	Puntos	Calificación	Puntos
Capacidad	42.86%	1	0,4286	1	0,4286	1	0,4286
Eficiencia	42.86%	3	1,2857	5	2,1429	2	0,8571
Tiempo	0.00%	3	0,0000	5	0,0000	5	0,0000
Costo	0.00%	5	0,0000	5	0,0000	1	0,0000
Flexibilidad	14.29%	5	0,7143	1	0,1429	4	0,5714
Total		17	2,4286	17	2,7143	13	1,8571

Fuente: Elaboración propia

Calificación	
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo

Se puede observar y gracias a la tabla de ponderación, la implementación que tendrá este proyecto de investigación es el “Secador solar” es el adecuado para la propuesta de mejora. Esto se debe porque se realizó una exhaustiva búsqueda de posibles máquinas secadoras, la determinación de los factores y las ventajas que se llegaría a tener una vez implementada dicha secadora. Los demás prototipos se descartaron porque tenían costo de fabricación y se utiliza tecnología a comparación del secador solar ya que como se mencionó al principio, se busca conservar las tradiciones culturales, en este caso, el proceso de secado artesanal debe ser tal cual. Asimismo, se realizó un cronograma de implementación con una duración total de 10 semanas, en donde se presentará en la tabla N° 31, donde nos indica las actividades a realizar y las duraciones de cada actividad con el fin de optimizar su proceso de secado artesanal, elevando los estándares de calidad del arroz cáscara, incrementando su valor comercial y asegurando la sostenibilidad del proceso productivo bajo condiciones controladas y medibles. Una vez realizado la comparación de los prototipos en la tabla N°4, se toma la situación actual, el índice de humedad y quebrado de la empresa piladora Nueva Horizonte en la tabla N°6 y en la propuesta de mejora del proyecto de R. Y. Gaona y L. Chapoñan [18], el índice de humedad y quebrado.

Tabla 5: Cuadro comparativo de indicadores

Indicadores		Situación Actual	Propuesta De Mejora [18]
Índice de humedad	% Humedad	15,3%	11,7%
Índice de quebrado	% Quebrado	8,6%	6%

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Comparación porcentual en humedad: } \frac{15,3 - 11,7}{15,3} \times 100 = 23,52\%$$

$$\text{Comparación porcentual en quebrado: } \frac{8,6 - 6}{8,6} \times 100 = 30,23\%$$

El índice de humedad se reduce en 23,52% y el índice de quebrado disminuye 30,23%, lo que nos demuestra la efectividad de la instalación del prototipo para mejorar la calidad del arroz cáscara.

El mantenimiento adecuado de los componentes del equipo es esencial para garantizar un funcionamiento óptimo y una larga vida útil. En el caso de la pantalla LCD 16x2 y los pulsadores, se recomienda un enfoque proactivo para su limpieza y mantenimiento. [18]

Ciclo PHVA

Para M. Quispe Gutiérrez y S. Sánchez Jaramillo [27], el ciclo PHVA o ciclo Deming habla acerca de un enfoque de mejora continua que tiene como objetivo resolver las deficiencias identificadas en los procedimientos operativos o de producción, con la finalidad de lograr la entrega de productos de alta calidad en un lapso de tiempo óptimo. Para ello, se realizó los siguientes pasos.

1. Planificar

Para poder evidenciar lo que está afectando en la piladora Nueva Horizonte, tenga una baja calidad en el proceso productivo del secado artesanal del arroz cáscara, se realizó la lluvia de ideas, en donde se realizó un encuentro con el personal para poder conocer e identificar los problemas que afectan a la empresa, ver tabla N°33.

Una vez realizado la lluvia de ideas en donde se puede apreciar las causas y soluciones del problema, se elaboró el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto, ver figura N°18 y N°19 respectivamente, para poder determinar con más detalle los principales problemas que afecta en la empresa.

2. Hacer

En esta etapa se realizó las alternativas de plan estratégico en donde se elaboraron los diagramas de bloques, diagrama de operaciones del proceso y diagrama de análisis del proceso de secado artesanal del arroz cáscara, en donde se plantearon 7 actividades y para la propuesta, 8 actividades, en donde se refleja desde la figura N°21 hasta la figura N°25. En este caso fue la implementación del prototipo como etapa después del ensacado para mejorar la calidad del arroz, ver figura N°22.

También, se realizó una tabla en donde se muestra el formato de cuantos operarios participa en cada etapa respectiva, en este caso, son las 8 etapas de la recepción hasta el almacenamiento del arroz cáscara, ver tabla N°34.

Además, se realizó un cronograma con las actividades que se tienen que realizar donde se le dará a cada trabajador para que puedan saber los procedimientos en la capacitación.

En este caso, se dividió en trimestres para una correcta aplicación de los temas presentados para la buena capacitación del ciclo PHVA, ver tabla N°35.

3. Verificar

Se realizó la hoja de control en donde mide los procesos y a través de eso se conoce los problemas que está perjudicando a la empresa, Estas tablas son las más cruciales ya que detalla el porcentaje de humedad y porcentaje de trizado del arroz cáscara en los meses de enero a marzo, ver tabla N°12 hasta tabla N°20.

4. Actuar

Una vez realizado el paso de Verificar, se identificó los errores, se realiza el paso de Actuar para poder darle solución y así dar inicio al ciclo de PHVA.

Para poder realizar todo lo mencionado, se tiene que tener en cuenta estas medidas preventivas y correctivas para poder prevenir accidentes o incidentes, ver tabla N°29. En donde, La tabla presentada resume los parámetros óptimos para el secado del arroz cáscara, destacando que el proceso debe realizarse a temperaturas controladas entre 40 °C y 45 °C, con una humedad relativa del aire entre 40 % y 60 %. Estas condiciones permiten reducir la humedad del grano de un valor inicial de aproximadamente 22 % hasta un 14 %, valor considerado seguro para el almacenamiento. Asimismo, Estos parámetros son fundamentales para preservar la integridad física y las propiedades organolépticas del arroz durante su conservación y comercialización, ver tabla N°25.

Capacitaciones de la propuesta de mejora

Las capacitaciones propuestas forman parte de una estrategia integral orientada al cierre de brechas de competencias identificadas en el diagnóstico inicial del personal. Dichas brechas fueron clasificadas en competencias aptitudinales (técnicas) y actitudinales (conductuales), permitiendo estructurar un programa secuencial que garantice tanto el dominio técnico del proceso de secado como el fortalecimiento de la cultura de calidad y disciplina operativa.

El programa anual de capacitaciones, detallado desde la tabla N° 37 a la N°39, especifica los temas, actividades, responsables, frecuencia y mecanismos de registro, asegurando la adecuada implementación y sostenibilidad de la propuesta de mejora.

Resultados y Discusión

El diagnóstico del proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte permitió identificar las principales causas que afectan la calidad del arroz cáscara, mediante el uso del diagrama de Ishikawa (ver Anexo N°19). Las causas raíz se agrupan en cinco categorías: materia prima, mano de obra, métodos, medio ambiente y medición. Se evidenció que los mayores problemas se concentran en los métodos y la medición: el método de secado artesanal no se encontraba diagramado, carecía de control de humedad y limpieza del campo, lo que generaba un producto con alto porcentaje de humedad (15,3 %), grano quebrado (8,6 %) y un bajo precio de venta (S/ 125,00 por saco).

La propuesta de mejora se centró en la implementación de un secador solar artesanal, el uso de un higrómetro digital para control de humedad, y la aplicación del ciclo PHVA (Planear–Hacer–Verificar–Actuar) junto con capacitaciones técnicas al personal operativo.

Estas acciones buscan optimizar el proceso de secado artesanal sin alterar su naturaleza tradicional, mejorando la eficiencia y uniformidad del secado. En la fase de “Planear” se diseñó el flujo de secado estandarizado; en “Hacer” se aplicó el nuevo método con control de humedad cada dos horas; en “Verificar” se midieron los indicadores de humedad y quiebre del grano; y en “Actuar” se establecieron medidas de mejora continua. También, se elaboró un cronograma potencial de implementación que organiza las principales actividades necesarias para optimizar la calidad del arroz cáscara. Este plan abarca desde la planificación del proyecto y adquisición de materiales, hasta la capacitación del personal, la ejecución piloto y la evaluación final de resultados, con una duración total estimada de 10 semanas. Dicho cronograma puede evidenciarse en la tabla N° 31, donde se detallan las fases y responsables del proceso de implementación. También, en el análisis del DOP muestra un incremento de 14,28% en el número de actividades, debido a la incorporación de control de humedad del prototipo.

$$\text{Comparación porcentual en DOP: } \frac{8 - 7}{7} \times 100 = 14,28\%$$

La tabla N°6 presenta la comparación de los indicadores antes y después de la implementación. Se logró reducir la humedad de 15,3 % a 11,7 % y el porcentaje de grano quebrado de 8,6 % a 6 %. Además, el precio por saco se incrementó de S/ 125,00 a S/ 160,00, generando un ingreso adicional de S/ 511 520,00. Estos resultados confirman que la propuesta técnica eleva la calidad del arroz conforme a la NTP 011.012:2021 del INACAL [28] y al Codex Alimentarius (CXS 198-1995) [29], que establecen un máximo de 14 % de humedad y ausencia de impurezas.

Como parte de la propuesta de mejora del proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte, se implementaron acciones enfocadas en tres dimensiones: Preparación, Secado y

Control. En primer lugar, en preparación, se estandarizó la limpieza y nivelación del terreno y la distribución uniforme del arroz, mejorando la homogeneidad del secado. Luego, en secado, se incorporó un prototipo con cubierta y flujo de aire natural, manteniendo una temperatura estable (35–45 °C) y reduciendo el tiempo de secado en 20 %. Se realizaron mediciones intermedias de humedad para asegurar un secado uniforme. Y, por último, en control, se registró la humedad cada dos horas, identificando el punto óptimo de finalización del proceso. Como resultado, la humedad promedio disminuyó de 15 % a 12 % y el índice de grano quebrado de 10 % a 6 %, evidenciando una mejora significativa en la calidad del arroz.

En la investigación se ha determinado los problemas presentes que afecta la calidad de arroz y las mejoras que se llevaría a cabo, para ello se ha tomado en cuenta las herramientas de calidad que se van a utilizar para verificar con más exactitud. Una de las herramientas a usar en este proyecto de investigación son las cartas de calidad.

En esta investigación se pudo determinar la parte económica y financiera una vez aplicado la propuesta de mejora y detallar todos los puntos de lo mencionado. En este caso, se halló el VAN, TIR y B/C. Estas herramientas financieras que evaluaron la rentabilidad de los proyectos de inversión de una empresa. Para el proyecto, el VAN es de S246 303,44 lo que nos indica que es rentable. El TIR es de 48,41%, lo que nos indica que es viable la propuesta de mejora. El B/C es 1,28 y es mayor a 1, lo que significa que los ingresos son superiores a los costos y el proyecto es rentable. Por otro lado, en el proyecto de L. K. Mora [12] en su investigación Diseñar una línea de producción para el proceso de arroz en la piladora “Dos Hermanos”, nos indica que su propuesta de mejora de su proyecto es rentable, ya que el VAN es de \$8 985.33 y el TIR es de 12%. Haciendo mención el proyecto de S. Ventura [14] titulada *Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz la empresa grano de arroz Dorado SAC para reducir costos de producción*, nos indica que, al realizar la parte económica, su B/C es de 1,42 y es mayor a 1, lo que nos trata de decir que es viable la propuesta de mejora. También, H. R. Oblitas [15] en su investigación *Diseño de una máquina secadora en el molino “San Rafael S.R.L.”* pudo mostrar que su propuesta es rentable, ya que, para el análisis de este, su VAN es de S/. 127 245 y el TIR es de 64%.

Para evaluar la viabilidad económica de la propuesta de mejora del proceso de secado artesanal mediante la implementación de un secador solar en la piladora Nueva Horizonte, se establecieron diversos supuestos financieros que permitieron calcular los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio-Costo (B/C). Se consideró un horizonte de evaluación de tres años, correspondiente a la vida útil técnica estimada del secador, y una inversión inicial de S/ 494 585,00 que incluyó el costo por sistemas

automatizados, mecánicos, costos directos de la propuesta, costo de mano de obra, y la cantidad de prototipos a realizar, en donde se puede ver desde la tabla N°42 a la tabla N°46. Los ingresos se proyectaron en función del incremento del precio de venta del saco de arroz cáscara de S/ 125,00 a S/ 160,00, con una producción anual constante de 3197 sacos, generando ingresos de S/ 511 520,00 en el primer año, S/ 526 8655,60 en el segundo y S/ 542 671,57 en el tercero. Los egresos contemplaron costos operativos de S/ 46 000,00 en el primer año (con incrementos del 3% anual), depreciación contable de S/ 49 458,50 e impuestos a la renta del 29,5%. A partir de estos datos se estimaron los flujos netos de efectivo (FNE) sumando la utilidad neta después de impuestos y la depreciación, obteniéndose S/ 337 705,86 en el primer año, S/ 337 399,33 en el segundo y S/ 357 383,60 en el tercero, aplicando una tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) de 19,03%, asumiendo inflación estable y factor riesgo. Como resultado, el análisis financiero arrojó un VAN de S/ 246 303,44, una TIR de 48,41% y una relación B/C de 1,28, lo que demuestra que los beneficios superan a los costos y que la propuesta es técnica y económicamente viable para mejorar la calidad del arroz cáscara en la planta.

Tabla 6: Tabla comparativa de la situación actual y propuesta de mejora

Indicadores	Situación actual	Propuesta de mejora	Diferencia
% humedad	15,3%	11,7%	3,6%
% quebrado	8,6%	6%	2,6%
Precio x saco	S/ 125,00	S/ 160,00	S/ 35,00
Producción	3197	3197	0
Ingreso	S/ 399 625,00	S/ 511 520,00	S/ 111 895,00
VAN	S/ 73 041,27	S/ 246 303,44	S/ 173 262,17
TIR	28,08 %	48,41%	20,23 %
B/C	1,09	1,28	0,19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Estado de resultado de la propuesta de mejora

Año	0	1	2	3
Ingresos		S/511 520,00	S/526 865,60	S/542 671,57
costos operativos		S/46 000,00	S/47 380,00	S/48 801,40
depreciación		S/49 458,50	S/49 458,50	S/49 458,50
GAV		S/7 200,00	S/7 416,00	S/7 638,48
interés				
utilidad antes de impuestos		S/408 861,50	S/422 611,10	S/436 773,19
Impuestos (29,5%)		S/120 614,14	S/124 670,27	S/128 848,09
utilidad después de impuestos		S/288 247,36	S/297 940,83	S/307 925,10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Flujo de caja de la propuesta de mejora

Año	0	1	2	3
utilidad después de impuestos		S/288 247,36	S/297 940,83	S/307 925,10
depreciación		S/49 458,50	S/49 458,50	S/49 458,50
amortización				
Inversión	S/494 585,00	S/337 705,86	S/347 399,33	S/357 383,60

Año	0	1	2	3
FNE	-S/494 585,00	S/337 705,86	S/347 399,33	S/357 383,60

VAN	S/246 303,44
TIR	48,41%

TMAR 19,03%

Año	0	1	2	3
Ingresos		S/511 520,00	S/526 865,60	S/542 671,57
Egresos	S/494 585,00	S/173 814,14	S/179 466,27	S/185 287,97

VAN Ingresos	S/1 123 483,14
VAN Egresos	S/877 179,71
B/C	1,28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Ingresos del arroz según su calidad

Ingreso			
Año	Cantidad	Precio x saco	Total
2023	3197	S/ 125,00	S/ 399 625,00
2023	3197	S/ 160,00	S/ 511 520,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Escenario pesimista, moderado y optimista de la propuesta de mejora

	ESCENARIOS		
	Pesimista	Moderada	Optimista
Ingresos	S/ 399 625,00	S/ 455 572,50	S/ 511 520,00
Egresos	S/ 494 585,00	S/ 494 585,00	S/ 494 585,00
VAN	S/ 73 041,27	S/ 159 672,36	S/ 246 303,44
TIR	28,08%	38,42%	48,41%
B/C	1,09	1,19	1,28

Fuente: Elaboración propia

Para la estimación de este proyecto de investigación, los ingresos se reflejaron según la categoría del arroz (A y B), ver en tabla N°50, y el volumen de ventas anuales, ver en tabla N°45, que se ha realizado en el año 2023. Por otro lado, los egresos fue la inversión que se desarrolló en la propuesta de mejora, en este caso, el prototipo secado solar que se valorizó en un total S/ 3 352,75 y se llegarán a utilizar 140 prototipos, la cual sería una inversión total de S/ 494 58885,00, en donde se resalta en la tabla N°46. También, se presentó la relación escenarios pesimistas, moderado y optimistas, en donde se tomarán los valores de las categorías A y B de arroz, en donde la categoría A es S/. 160,00 y la B de S/ 125,00. Con esos datos, se reflejó el escenario pesimista, con un ingreso de S/ 399 625,00, VAN de S/ 73 041,27, TIR de 28,08% y B/C de 1,09. Por otro lado, en el escenario moderado de un ingreso de S/ 455 572,50, VAN de S/ 494 585,00, TIR 38,42% y B/C 1,19. Por último, el escenario optimista en el lado optimista de un ingreso de S/ 511 520,00, VAN de S/ 246 303,44, TIR de 48,41% y B/C de 1,28.

Conclusiones

Se logró proponer una mejora del proceso de secado artesanal para incrementar la calidad del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte a través de las herramientas de calidad, en donde dichas herramientas nos ayudarán a determinar con más exactitud los problemas que atraviesa la empresa y en qué está fallando el grano de arroz para poder darle una solución a través de la propuesta de mejora con la finalidad que cumpla con todos los parámetros establecidos, ya que esta mejora no solo impacta en la calidad del producto final, sino también en la eficiencia del proceso, reduciendo pérdidas y aumentando la competitividad en el mercado.

Se logró describir la situación actual e identificar los problemas que intervienen en el proceso de secado artesanal de la piladora Nueva Horizonte. La situación que este atravesaba era la mala calidad del arroz que se encontraba en el proceso de secado artesanal. Se logró determinar cuáles son los equipos que miden las cualidades del arroz con la ayuda del registro de secado artesanal, dentro de ellos tenemos el porcentaje de arroz quebrado (8,6%), porcentaje de arroz trizado (1,2%), porcentaje de arroz húmedo (15,3%), porcentaje de hongos y/o manchas (2%), entre otros. Se describió el proceso de secado artesanal para poder determinar en qué etapa pueda existir algún fallo o algo para poder determinar alguna mejora correctiva para que este mejore.

Se diseñó la mejora correctiva a los problemas que se identificaron en el proceso de secado artesanal en la piladora Nueva Horizonte con la ayuda del diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto y lluvia de ideas. En este punto se usaron las cartas de control como herramienta de calidad para poder mejorar la calidad del arroz durante el proceso de secado artesanal. En donde, nuestros indicadores a usar es el porcentaje de humedad (15,3%) y el porcentaje de quebrado (8,6%) y también, se realizaron varias observaciones en el día del proceso de secado artesanal del mes de enero hasta marzo para poder implementarlo en las cartas de control y así evidenciar con más detalles el problema. Se pudo evidenciar que el indicador de humedad es el principal causante de que el arroz no tenga una buena calidad (excede el 14% del parámetro y de la normativa de calidad) y el indicador de quebrado no influye mucho en su calidad ya que está dentro del parámetro establecido. Por lo tanto, dentro de este objetivo se pudo determinar los indicadores exactos de las variables con la finalidad de hallar puntualmente las fallas y así poder producir arroz de buena calidad en la piladora Nueva Horizonte. La propuesta que se realizó fue un prototipo de panel solar, el ciclo PHVA y capacitaciones. Gracias a esto, se logró disminuir el porcentaje de humedad (11,7%) y el porcentaje de quebrado (6%).

Se logró realizar un análisis del Beneficio – Costo de la propuesta de mejora del secado artesanal del arroz cáscara en la piladora Nueva Horizonte. En donde, una vez implementada la propuesta de mejora, se halló el VAN, TIR y B/C. Estas herramientas financieras que evaluaron la rentabilidad de los proyectos de inversión de una empresa. Para el proyecto, el VAN es de S/ 246 303,44 lo que nos indica que es rentable. El TIR es de 48,41%, lo que nos indica que es viable la propuesta de mejora. El B/C es 1,28 y es mayor a 1, lo que significa que los ingresos son superiores a los costos y el proyecto es rentable.

Recomendaciones

Se sugiere para los investigadores interesados, considerar la adopción de tecnologías modernas, como sensores de temperatura y humedad, así como sistemas de automatización, para garantizar un secado uniforme y óptimo del arroz cáscara.

Además, se recomienda realizar un seguimiento regular de los indicadores de calidad del arroz durante todo el proceso, lo que permitirá identificar y corregir de manera oportuna cualquier desviación que pueda afectar la calidad final del producto.

Asimismo, se sugiere estudiar a profundidad la temperatura y el tiempo de secado para poder llegar al más óptimo para evitar el sobre secado o sub secado del mismo producto para evitar dañar la calidad del arroz.

Referencias

- [1] Food And Agriculture Organization, «Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional,» 23 agosto 2020. [En línea]. Available: Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional. [Último acceso: 16 septiembre 2023].
- [2] Ministerio de Agricultura y riego, «Informe del arroz,» 21 mayo 2017. [En línea]. Available:
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahukewj5gokrubcbaxvmf7kghzn2dqqqfnoecbaqaq&url=https%3a%2f%2fwww.midagri.gob.pe%2fportal%2fanalisis-economico%2fanalisis-2017%3fdownload%3d11200%3aboletin-informe-de-arroz&usg=aovvaw1is9n>.
 [Último acceso: 16 septiembre 2023].
- [3] A. Orus, «Stática,» 21 marzo 2023. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/598933/principales-productores-de-arroz-con-cascara-en-el-mundo/>. [Último acceso: 15 abril 2023].
- [4] producción agrícola mundial , «producción agrícola mundial,» 5 noviembre 2019. [En línea]. Available: <http://www.produccionagricolamundial.com/cultivos/arroz.aspx>. [Último acceso: 15 abril 2023].
- [5] INEI, «Gobierno del Perú,» 27 marzo 2023. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/inei/noticias/734604-produccion-de-arroz-cascara-alcanzo-220-mil-toneladas-y-aumento-en-5-0-durante-enero-de-2023>. [Último acceso: 15 abril 2023].
- [6] La Cadena Alimentaria del Arroz, «Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego,» 2021 febrero 2021. [En línea]. Available: <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/26-sector-agrario/arroz>. [Último acceso: 15 abril 2023].
- [7] P. B. M. Juan Guzmán García, «Propuesta de mejora en el proceso de secado del molino CONAGRO SAS,» 3 enero 2023. [En línea]. Available: http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/7789/3/2022_Juan%20Fernando%20Guzmán%20García%20%26%20Paola%20Beltrán%20Medina.pdf. [Último acceso: 8 mayo 2023].

- [8] w. o. s. herrera, «modelamiento matemático del proceso de secado del arroz en piladoras de la población de yaguachi,» 17 mayo 2018. [en línea]. available: <https://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3895/1/modelamiento%20matem%C3%81tico%20del%20proceso%20de%20secado%20del%20arroz%20en%20piladoras%20de%20la%20poblacion%20de%20yaguachi%20.pdf>. [último acceso: 8 junio 2023].
- [9] R. Astuti, «The Product Quality Improvement: An Example from a Rice Milling in Indonesia,» 15 enero 2020. [En línea]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/515/1/012005/pdf>. [Último acceso: 23 mayo 2023].
- [10] G. Wang, «Energy and Exergy Analyses of Rice Drying in a Novel Electric Stationary Bed Grain-Drying System with Internal Circulation of the Drying Medium,» 31 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/1/101>. [Último acceso: 4 junio 2023].
- [11] M. A. M. Tello, «Diseño de la mejora del proceso de pilado de arroz y su impacto en la producción y rendimiento del molino agroindustrial san francisco s.a.c - 2020»,» 15 noviembre 2021. [En línea]. Available: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/29508/tesis%20completa_miguel%20micha_pdf.pdf?sequence=1&isallowed=y. [Último acceso: 7 mayo 2023].
- [12] L. K. B. Mora, «diseñar una línea de producción para el procesamiento de arroz en la piladora “dos hermanos”,» 21 marzo 2016. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18307/1/TESIS%20BELDOX%20TORRES%2006-07.pdf>. [Último acceso: 17 septiembre 2023].
- [13] G. G. Niquén, «Mejora de la calidad del arroz pilado a través de la optimización de procesos, usando la metodología six sigma en la empresa molino & cia semper s.a.c. lambayeque - 2019,» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6486/García%20Niquén%20C%20Gianfranco%20Celino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 7 mayo 2023].
- [14] S. V. Monjda, «propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz en la empresa molino grano dorado sac para reducir costos de producción,» 2021. [En línea]. Available:

- https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4049/1/TL_VenturaMonjaSozani.pdf.
[Último acceso: 7 mayo 2023].
- [15] H. R. O. Vera, «“Diseño de una máquina secadora de arroz tipo torre para mejorar el sistema de secado en el molino “san rafael s.r.l”,» 15 diciembre 2018. [En línea]. Available:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/27775/Oblitas_VHR.pdf?sequence=6&isAllowed=y. [Último acceso: 7 mayo 2023].
- [16] W. J. L. Santamaría, «“Diagnóstico del proceso de Pilado de arroz en la Súper Piladora Del Norte S.A.C.”»,» 22 junio 2020. [En línea]. Available:
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3443/Wilmer%20Llontop_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
[Último acceso: 8 mayo 2023].
- [17] F. M. Asensio, «Evaluación de la calidad de los granos de arroz (oryza sativa) durante el pulimento,» Tingo María, 2018.
- [18] R. Y. Gaona y L. Torres, «Implementación de un prototipo secador automatizado tipo invernadero con tiro forzado para el secado de arroz con una capacidad de 1 kg.,» Pimentel, 2017.
- [19] Taller de alimentación y hábitos saludables, «Calidad de alimentos,» 3 mayo 2020. [En línea]. Available: https://sitio.unnoba.edu.ar/wp-content/uploads/2020/05/03_Alimentaci%C3%B3n-saludable-clase-15-Calidad-de-alimentos.pdf. [Último acceso: 3 junio 2023].
- [20] C. Valencia, «Evaluación de la calidad del arroz,» 5 septiembre 2018. [En línea]. Available:
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/684/80955_67121.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 17 septiembre 2023].
- [21] Nutrición, «Nutrición,» 17 noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://nutri-enfermeria.blogspot.com/2016/11/el-arroz.html>. [Último acceso: 19 septiembre 2023].
- [22] 20 minutos, «Gatromía,» 9 mayo 2019. [En línea]. Available:
<https://www.20minutos.es/noticia/3631973/0/distinguir-tipos-arroz/>. [Último acceso: 19 septiembre 2023].

- [23] Siarem, «¿Cuáles son las diferentes tecnologías de secado industrial?,» 31 julio 2020. [En línea]. Available: <https://www.saiem.com/es/the-different-industrial-drying-technologies/>. [Último acceso: 6 junio 2023].
- [24] Eumed.net, «la gestión de la producción,» 13 diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1321/produccion.html#:~:text=enfoque%20del%20proceso%20de%20produccion,y%20mejora%20del%20sistema%20productivo..> [Último acceso: 3 junio 2023].
- [25] concepto, «Proceso de producción,» 2 enero 2020. [En línea]. Available: <https://concepto.de/proceso-de-produccion/>. [Último acceso: 2 junio 2023].
- [26] Gestión, «¿Cuáles son las diferencias entre eficiencia y eficacia?,» 29 mayo 2020. [En línea]. Available: ¿Cuáles son las diferencias entre eficiencia y eficacia?. [Último acceso: 3 junio 2023].
- [27] M. Quispe y S. Sanchez, «La metodología PHVA para aumentar la productividad en el área de pilado en la empresa “PILADORA DEL VALLE S.R.L”, San José, La Libertad, Perú 2022.,» 2022. [En línea]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/115738/Quispe_GMA-Sanchez_JSE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [Último acceso: 4 mayo 2024].
- [28] INACAL, «Inacal aprueba norma técnica peruana para impulsar estándares de calidad del arroz,» 4 noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/inacal/noticias/551590-inacal-aprueba-norma-tecnica-peruana-para-impulsar-estandares-de-calidad-del-arroz>. [Último acceso: 3 octubre 2023].
- [29] codex alimentarius, «Normas internacionales de los alimentos,» 2019. [En línea]. Available: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B198-1995%252FCXS_198s.pdf. [Último acceso: 17 mayo 2025].
- [30] universidad eafit, «Normas iso y su cobertura,» 16 mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.eafit.edu.co/escuelas/administracion/publicaciones/panorama-contable/actualidad/Documents/Boletin-1-normas-iso-y-su-cobertura.pdf>. [Último acceso: 16 abril 2024].

- [31] QuestionPro, «Tipos de investigación y sus características,» 18 noviembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>. [Último acceso: 26 septiembre 2023].
- [32] Food and Agriculture Organization of the United Nations, «The quarterly Newsletter of FAO Mozambique,» Mozambique, 2026.
- [33] Smith, «Rice Chemistry and Technology,» New Orleans, 2007.
- [34] F. Castro Jarquín y S. Pérez Áviles, «Evaluación del control de calidad en el beneficiado de arroz, en la empresa Agrip - Corp, en el municipio de San Isidro, departamento de Matagalpa, primer semestre del año 2017.,» Nicaragua, 2017.
- [35] J. Smith, «Optimización de Procesos en la Industria Alimentaria,» 2018.
- [36] Y. Fernandez Arana y K. Olivos Nicudemos, «Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la Empresa Molino Cereales Lambayeque S.R.L. para incrementar la productividad,» Chiclayo, 2023.

Anexos

Figura 4: Carta de autorización de piladora Nueva Horizonte

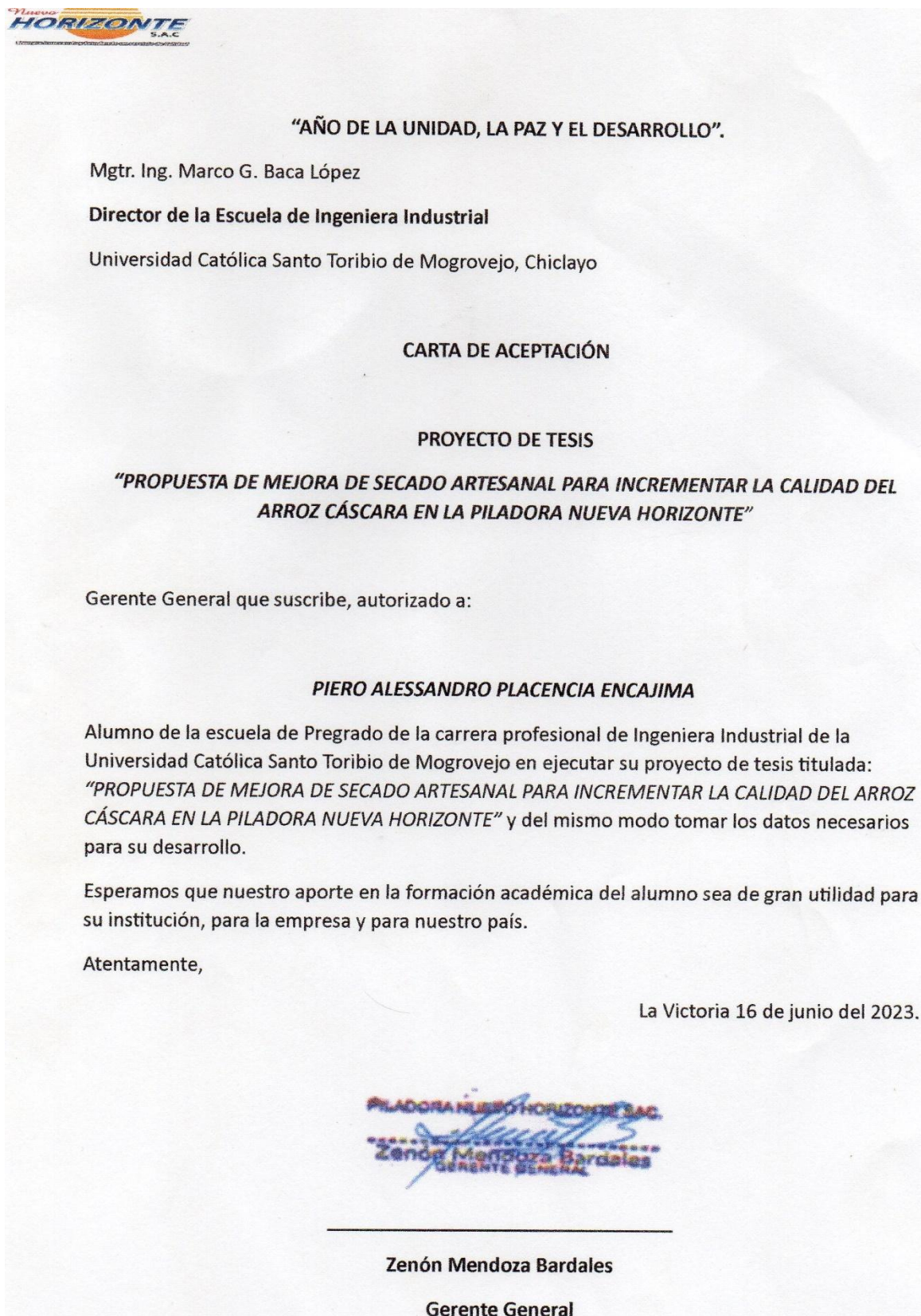


Tabla 11: Parámetros de indicadores de acuerdo con la variedad de grano

Calidad	Envases	Variedad	%Humedad	% Quebrado	%Mancha	%Tiza Parcial	%Trizado
Extra	Celeste	Tinajones	0-10%	0-4%	0%	0-4%	1%
		Nir					
		Mallares					
		Puntilla					
		Capoteña					
		Galan					
		Pakamuros					
Extra	Blanco laminado	Ferón	0-10%	0-4%	0%	0-4%	1%
Extra	Morado	Valor	0-10%	0-4%	0%	0-4%	1%
Superior	Rojo	Valor	0-10%	6-8%	0%	6%	1%
Despuntado	Naranja	Valor	0-10%	10-12%	0.5%	8%	1%
Corriente	Caserita	Valor	0-10%	18% - a más	0.5%	10% - a más	1%
		Esperanza					
		Pitipo					

Fuente: piladora Nueva Horizonte

Tabla 12: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Enero)

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – ENERO

FECHA	LOTE	PESO	VARIEDAD	HORA DE SALIDA	%H.S.	% R. PILADO	%QUEBRADO	%TIZA TOTAL	%TIZA PARCIAL	%P. BLANCA	%TRIZADO	%MANCHA	%IMPUREZAS
8/01/2023	340	35780	TINAJONES	17:15:00	15,1%	72,3%	6,3%	0,8%	4,5%	0,8%	0,8%	0,8%	1,5%
15/01/2023	355	35220	TINAJONES	00:05:00	14,4%	73,60%	8,6%	6,0%	1,2%	0,8%	2,0%	2,0%	2,0%
15/01/2023	370	35690	TINAJONES	03:10:00	15,9%	72,6%	6,8%	0,8%	6%	2,0%	1,5%	1,5%	2,0%
21/01/2023	344	35760	TINAJONES	15:00:00	14,8%	72,0%	5,6%	5,2%	5,6%	0,4%	5,6%	0,0%	1,6%
23/01/2023	372	37260	TINAJONES	23:10:00	13%	72%	9%	8,8%	3,6%	0,8%	2,4%	0,0%	0,8%
25/01/2023	390	36570	TINAJONES	13:00:00	13,9%	73,2%	6,5%	0,4%	6,0%	0,4%	1,6%	1,6%	1,6%
26/01/2023	-	-	TINAJONES	00:00:00	15,0%	73,4%	7,9%	3,6%	3,2%	0,8%	0,8%	1,2%	0,8%
26/01/2023	340	35310	TINAJONES	09:00:00	16,0%	73,4%	7,9%	-	-	-	1,0%	-	0,8%
27/01/2023	360	35930	TINAJONES	01:00:00	14,2%	72,5%	6,2%	-	-	-	0,8%	-	0,8%
28/01/2023	360	36300	TINAJONES	11:00:00	13,9%	73,9%	5,7%	0,4%	2,8%	1,6%	0,4%	0,4%	1,2%
29/01/2023	353	35960	TINAJONES	20:25:00	15,3%	74,3%	7,5%	0,4%	7,6%	2,8%	1,6%	0,4%	0,4%
29/01/2023	397	38930	TINAJONES	02:40:00	16,3%	71,6%	15,6%	-	-	-	3,0%	-	0,8%
31/01/2023	350	36910	TINAJONES	16:30:00	14,3%	72,9%	7,4%	-	-	-	1,5%	-	1,5%
31/01/2023	360	36840	TINAJONES	07:00:00	13,2%	73,0%	7,3%	0,8%	5,2%	0,4%	2,0%	1,2%	1,6%
31/01/2023	350	36160	TINAJONES	10:30:00	13,9%	73,1%	7,1%				0,8%		1,6%
31/01/2023	326	34530	TINAJONES	01:00:00	14,9%	72,9%	7,5%	-	-	-	0,8%	-	2,0%

Fuente: piladora Nueva Horizonte

Tabla 13: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Febrero)

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO													
FECHA	LOTE	PESO	VARIEDAD	HORA DE SALIDA	%H.S.	% R. PILADO	%QUEBRADO	%TIZA TOTAL	%TIZA PARCIAL	%P. BLANCA	%TRIZADO	%MANCHA	%IMPUREZAS
12/02/2023	370	35680	TINAJONES	10:50:00	16,9%	73,3%	8,6%	-	-	-	1,6%	1,2%	1,6%
13/02/2023	350	36380	TINAJONES	00:50:00	15,0%	71,4%	9,2%	6,8%	4,0%	0,8%	2,0%	0,4%	1,6%
13/02/2023	340	36020	TINAJONES	16:00:00	14,0%	71,8%	7,4%	0,4%	5,2%	2,8%	2,0%	1,2%	1,6%
14/02/2023	370	35700	TINAJONES	21:55:00	15,4%	72,9%	8,0%	0,4%	5,6%	3,2%	2,8%	0,4%	0,4%
14/02/2023	348	35580	TINAJONES	07:00:00	16,1%	70,7%	7,2%	-	-	-	0,8%	0,8%	1,5%
14/02/2023	330	34000	TINAJONES	13:50:00	16,6%	71,0%	9,9%	-	-	-	1,6%		1,6%
15/02/2023	350	35990	TINAJONES	10:45:00	16,4%	70,6%	8,2%	-	-	-	0,8%	2,0%	2,5%
15/02/2023	360	35830	TINAJONES	12:45:00	14,00%	71,10%	9,00%	-	-	-	1,00%	1,00%	2,00%
15/02/2023	350	35690	TINAJONES	22:10:00	15,20%	71,0%	8,4%	1,6%	0,8%	0,8%	1,2%	1,2%	2,0%
16/02/2023	370	36510	TINAJONES	09:50:00	16,5%	72,5%	9,1%	-	-	-	1,2%		0,4%
18/02/2023	400	36340	TINAJONES	05:00:00	15,1%	71,6%	6,8%	-	-	-	0,8%	1,5%	1,5%
18/02/2023	349	34670	TINAJONES	12:00:00	15,2%	71,4%	11,4%	3,6%	5,2%	3,2%	2,8%	0,8%	4,4%
18/02/2023	370	35060	TINAJONES	02:35:00	14,4%	71,6%	9,0%	2,8%	2,4%	2,4%	1,0%	1,2%	2,0%
19/02/2023	350	37070	TINAJONES	-	15,0%	70,7%	11,0%	2,8%	2,4%	2,4%	1,5%	1,5%	0,8%
20/02/2023	391	36120	TINAJONES	06:50:00	16,0%	71,2%	9,2%	1,2%	0,8%	0,8%	0,8%	1,2%	2,4%
20/02/2023	360	36000	TINAJONES	07:15:00	15,6%	72,1%	8,9%	-	-	-	1,6%	-	0,8%
21/02/2023	343	33580	TINAJONES	00:15:00	14,8%	71,7%	10,1%	-	-	-	0,8%	0,8%	0,8%
21/02/2023	343	35480	TINAJONES	08:35:00	15,8%	71,4%	8,4%	-	-	-	1,6%	0,8%	1,6%
21/02/2023	345	35540	TINAJONES	16:30:00	15,3%	70,1%	9,8%	-	-	-	1,5%	1,0%	1,5%
21/02/2023	360	35510	TINAJONES	01:35:00	16,0%	71,4%	10,2%	2,8%	0,8%	0,8%	0,8%	1,2%	1,6%
21/02/2023	350	35390	TINAJONES	09:00:00	14,6%	72,2%	8,3%	2,8%	0,8%	2,4%	2,4%	0,4%	1,6%
22/02/2023	448	37910	TINAJONES	19:40:00	15,8%	71,9%	10,3%	-	-	-	3,2%	1,2%	1,2%
22/02/2023	350	35390	TINAJONES	09:00:00	16,6%	72,2%	8,3%	3,8%	5,0%	2,4%	2,4%	0,4%	1,6%
22/02/2023	360	35510	TINAJONES	01:35:00	14,0%	71,4%	10,2%	2,8%	0,8%	80,0%	0,8%	1,2%	1,6%
23/02/2023	448	39290	TINAJONES	07:00:00	14,1%	71,0%	10,2%	-	-	-	0,8%	2,0%	0,8%
23/02/2023	320	33790	TINAJONES	18:20:00	15,0%	70,0%	12,7%	-	-	-	0,8%	1,5%	0,8%

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO

FECHA	LOTE	PESO	VARIEDAD	HORA DE SALIDA	%H.S.	% R. PILADO	%QUEBRADO	%TIZA TOTAL	%TIZA PARCIAL	%P. BLANCA	%TRIZADO	%MANCHA	%IMPUREZAS
24/02/2023	350	36450	TINAJONES	03:00:00	15,0%	71,8%	11,8%	2,8%	3,4%	2,4%	0,8%	0,8%	2,0%
25/02/2023	350	36240	TINAJONES	15:04:00	15,4%	71,9%	7,9%	-	-	-	0,8%	1,6%	1,6%
25/02/2023	360	35600	TINAJONES	12:00:00	14,0%	71,4%	12,0%	2,8%	5,2%	3,8%	0,8%	0,8%	1,6%
26/02/2023	351	35530	TINAJONES	03:30:00	15,3%	71,6%	9,0%	-	-	-	0,8%	1,0%	0,8%
26/02/2023	350	36520	TINAJONES	09:10:00	16,6%	71,2%	12,8%	3,6%	3,8%	3,2%	0,8%	0,8%	0,8%
26/02/2023	333	34580	TINAJONES	15:30:00	14,1%	71,4%	10,6%	-	-	-	1,6%	1,2%	1,2%
27/02/2023	340	36120	TINAJONES	23:45:00	14,0%	71,8%	8,4%	10,8%	3,2%	0,4%	1,6%	0,8%	0,8%
27/02/2023	350	36600	TINAJONES	08:30:00	15,0%	72,0%	8,0%	8,8%	2,4%	0,4%	0,8%	0,4%	0,8%
28/02/2023	380	36870	TINAJONES	00:00:00	15,2%	71,7%	9,9%	-	-	-	2,4%	0,8%	0,4%
28/02/2023	370	36130	TINAJONES	17:15:00	13,9%	72,2%	8,0%	-	-	-	1,6%	0,4%	1,2%
28/02/2023	370	37190	TINAJONES	19:05:00	14,3%	71,7%	11,0%	-	-	-	2,0%	0,8%	1,6%

Fuente: piladora Nueva Horizonte

Tabla 14: Resultados de análisis de arroz del secado artesanal (Marzo)

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL													
FECHA	LOTE	PESO	VARIEDAD	HORA DE SALIDA	%H.S.	% R. PILADO	%QUEBRADO	%TIZA TOTAL	%TIZA PARCIAL	%P. BLANCA	%TRIZADO	%MANCHA	%IMPUREZAS
1/03/2023	340	36040	TINAJONES	07:15:00	14,0%	72,5%	12,2%	7,2%	3,6%	6,2%	0,8%	2,4%	1,2%
1/03/2023	340	35990	TINAJONES	11:55:00	15,0%	71,2%	9,8%	-	-	-	4,0%	1,2%	1,6%
2/03/2023	360	36670	TINAJONES	03:30:00	15,8%	71,2%	7,3%	5,6%	2,3%	0,4%	1,2%	0,4%	1,6%
2/03/2023	364	35990	TINAJONES	06:10:00	16.5%	71.1%	12.2%	-	-	-	1.6%	1.2%	0.8%
2/03/2023	340	35610	TINAJONES	16:40:00	14.1%	71.9%	14.3%	-	-	-	1.2%	0.4%	0.4%
2/03/2023	360	36390	TINAJONES	03:05:00	14.0%	71.8%	10.8%	5.2%	2.8%	2.8%	1.2%	1.0%	0.8%
3/03/2023	347	34740	TINAJONES	13:30:00	15.0%	71.0%	14.0%	3.0%	12.8%	6.2%	0.8%	0.8%	4.8%
3/03/2023	340	35510	TINAJONES	09:45:00	13.4%	72.0%	13.0%	2.8%	7.2%	5.2%	0.8%	1.0%	0.8%
3/03/2023	350	35670	TINAJONES	08:40:00	14.8%	71.2%	12.4%	4.0%	5.8%	2.4%	1.2%	0.8%	0.8%
3/03/2023	350	35390	TINAJONES	15:30:00	14.3%	72.0%	13.3%	-	-	-	3.6%	1.2%	1.2%
6/03/2023	340	35550	TINAJONES	21:50:00	15.1%	71.2%	21.0%	-	-	-	0.8%	0.8%	0.8%
7/03/2023	360	36020	TINAJONES	06:30:00	14.3%	72,8%	8,2%	8,8%	2,8%	0,4%	0,8%	0,8%	0,8%
7/03/2023	340	35930	TINAJONES	14:00:00	15,0%	71,7%	11,6%	8,0%	2,8%	0,4%	1,6%	0,4%	1,6%
8/03/2023	360	35550	TINAJONES	05:30:00	16,0%	69,9%	9,1%	-	-	-	0,8%	1,0%	1,5%
8/03/2023	365	36770	TINAJONES	12:40:00	15,2%	72,2%	11,2%	4,8%	3,2%	4,2%	2,0%	1,2%	1,6%
9/03/2023	370	35230	TINAJONES	19:50:00	14,8%	72,2%	10,0%	2,4%	3,2%	2,4%	1,0%	0,8%	1,0%
11/03/2023	350	36110	TINAJONES	15:30:00	15,0%	71,5%	11,0%	2,8%	3,6%	3,2%	2,4%	0,8%	1,2%
11/03/2023	376	38450	TINAJONES	10:40:00	15,6%	71,5%	8,2%	2,8%	3,6%	3,2%	0,8%	0,8%	2,0%
13/03/2023	340	35870	TINAJONES	19:30:00	14,2%	71,7%	9,5%	2,8%	3,6%	3,2%	2,0%	0,4%	1,2%
14/03/2023	360	36670	TINAJONES	03:30:00	15,8%	71,2%	7,3%	5,6%	2,8%	0,8%	1,2%	0,4%	1,6%
14/03/2023	353	36700	TINAJONES	09:50:00	16,2%	71,2%	10,9%	2,8%	3,2%	2,4%	2,0%	1,6%	0,8%
14/03/2023	354	35680	TINAJONES	18:40:00	16,2%	70,5%	11,4%	2,8%	2,4%	2,4%	2,8%	1,6%	0,8%

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – MARZO

FECHA	LOTE	PESO	VARIEDAD	HORA DE SALIDA	%H.S.	% R. PILADO	%QUEBRADO	%TIZA TOTAL	%TIZA PARCIAL	%P. BLANCA	%TRIZADO	%MANCHA	%IMPUREZAS
15/03/2023	340	35480	TINAJONES	01:40:00	13,9%	71,6%	8,2%	2,8%	2,4%	2,6%	1,0%	4,0%	1,0%
15/03/2023	350	36410	TINAJONES	14:40:00	14,7%	71,2%	14,2%	2,8%	5,2%	2,8%	2,8%	0,8%	2,0%
15/03/2023	350	36030	TINAJONES	22:50:00	15,0%	71,2%	14,0%	2,8%	6,3%	3,6%	1,2%	1,2%	1,6%
15/03/2023	370	36610	TINAJONES	04:30:00	15,3%	71,2%	17,4%	2,8%	5,2%	2,8%	1,6%	0,8%	3,2%
16/03/2023	370	36040	TINAJONES	12:50:00	14,2%	70,4%	14,2%	2,8%	4,8%	3,2%	1,2%	0,8%	3,2%
17/03/2023	340	36680	TINAJONES	14:45:00	15,6%	71,8%	12%	2,8%	5,2%	2,8%	0,8%	0,8%	1,2%
17/03/2023	370	35320	TINAJONES	06:20:00	16%	70,5%	18%	3,6%	7,2%	3,2%	2,4%	0,8%	1,2%
17/03/2023	356	36335	TINAJONES	24:15:00	15,8%	70,6%	16,4%	2,8%	5,2%	3,2%	1%	0,8%	2%
18/03/2023	330	34160	TINAJONES	-	16,5%	71,8%	11,9%	2,8%	3,2%	2,8%	1,2%	0,8%	1%
18/03/2023	350	36510	TINAJONES	13:00:00	15,3%	71%	15%	2,8%	3,2%	2,8%	2,5%	0,8%	0,8%
18/03/2023	350	35730	TINAJONES	20:20:00	16,4%	71,4%	9%	2,8%	3,2%	3,2%	1,6%	0,8%	1,2%
18/03/2023	220	21610	TINAJONES	04:05:00	14%	70,7%	16,6%	9,8%	9,8%	0,8%	3,8%	4%	1%
20/03/2023	350	36510	TINAJONES	13:00:00	14,3%	71,0%	15,0%	3,2%	4,0%	3,2%	2,5%	3,0%	0,8%

Fuente: piladora Nueva Horizonte

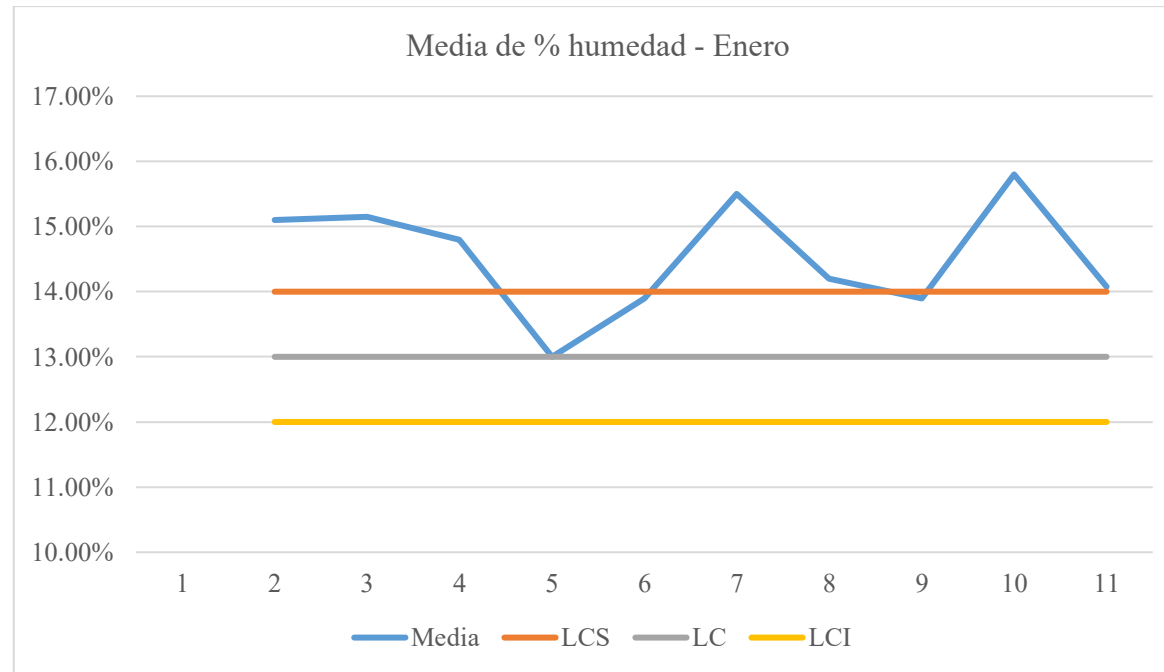
Tabla 15: Número de observaciones de % humedad - Enero

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – ENERO									
n	% humedad					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	15,10%					15,10%	14%	13%	12%
2	14,40%	15,90%				15,15%	14%	13%	12%
3	14,80%					14,80%	14%	13%	12%
4	13,00%					13,00%	14%	13%	12%
5	13,90%					13,90%	14%	13%	12%
6	15,00%	16,00%				15,50%	14%	13%	12%
7	14,20%					14,20%	14%	13%	12%
8	13,90%					13,90%	14%	13%	12%
9	15,30%	16,30%				15,80%	14%	13%	12%
10	14,30%	13,20%	13,90%	14,90%		14,08%	14%	13%	12%
						14,54%			

Fuente: Elaboración propia

LCS	14%
LC	13%
LCI	12%

Ilustración 5: Carta de control de % humedad - Enero



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de humedad del mes de Enero, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, la media serie 1; 2; 3; 4; 7; 8; 10 y 11 no califican como grano de arroz de buena calidad.

Tabla 16: Número de observaciones de % humedad - Febrero

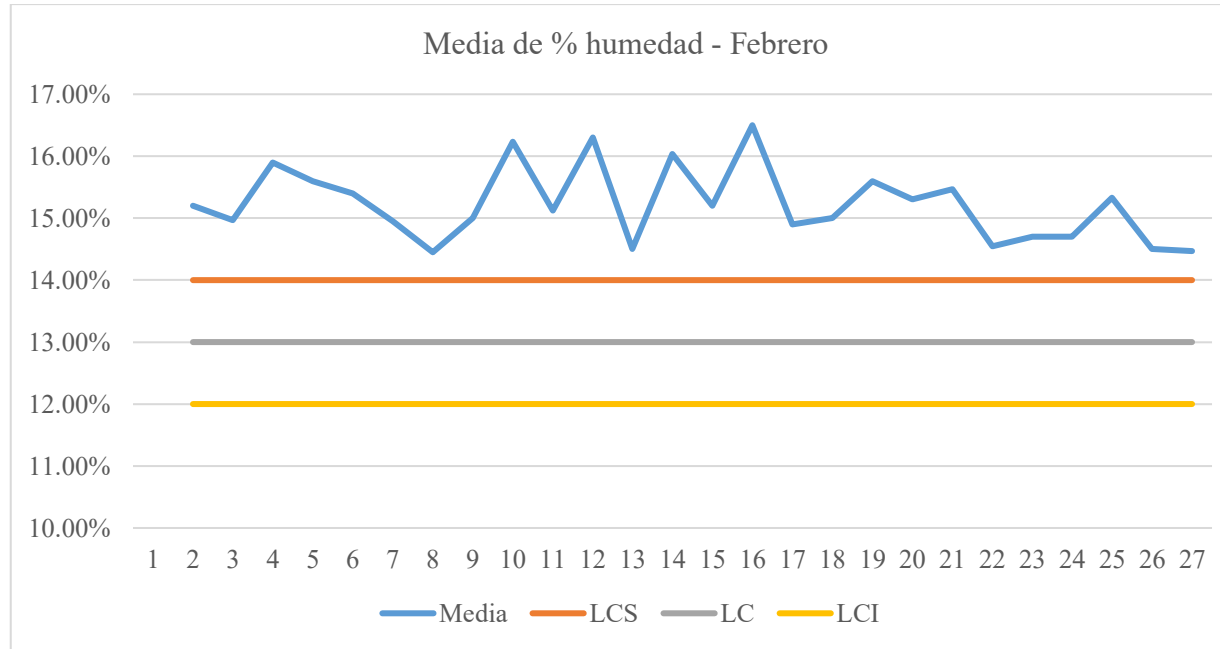
RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO									
n	% humedad					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	16,10%	14,30%				15,20%	14%	13%	12%
2	15,00%	15,70%	14,20%			14,97%	14%	13%	12%
3	15,90%					15,90%	14%	13%	12%
4	16,00%	15,20%				15,60%	14%	13%	12%
5	15,70%	16,30%	14,20%			15,40%	14%	13%	12%
6	15,90%	14,00%				14,95%	14%	13%	12%
7	13,00%	15,90%				14,45%	14%	13%	12%
8	16,00%	14,00%				15,00%	14%	13%	12%
9	16,60%	16,30%	15,80%			16,23%	14%	13%	12%
10	14,40%	16,00%	15,90%	14,20%		15,13%	14%	13%	12%
11	15,70%	16,90%				16,30%	14%	13%	12%
12	15,00%	14,00%				14,50%	14%	13%	12%
13	15,40%	16,10%	16,60%			16,03%	14%	13%	12%
14	16,40%	14,00%	15,20%			15,20%	14%	13%	12%
15	16,50%					16,50%	14%	13%	12%
16	15,10%	15,20%	14,40%			14,90%	14%	13%	12%
17	15,00%					15,00%	14%	13%	12%

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO									
n	% humedad					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
18	15,60%	15,60%				15,60%	14%	13%	12%
19	14,80%	15,80%	15,30%	16,00%	14,60%	15,30%	14%	13%	12%
20	15,80%	16,60%	14,00%			15,47%	14%	13%	12%
21	14,10%	15,00%				14,55%	14%	13%	12%
22	15,00%	15,00%	14,10%			14,70%	14%	13%	12%
23	15,40%	14,00%				14,70%	14%	13%	12%
24	15,30%	16,60%	14,10%			15,33%	14%	13%	12%
25	14,00%	15,00%				14,50%	14%	13%	12%
26	15,20%	13,90%	14,30%			14,47%	14%	13%	12%
						15,23%			

Fuente: Elaboración propia

LCS	14%
LC	13%
LCI	12%

Figura 6: Carta de control de % humedad - Febrero



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de humedad del mes de Febrero, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, todas las medias no califican como grano de arroz de buena calidad.

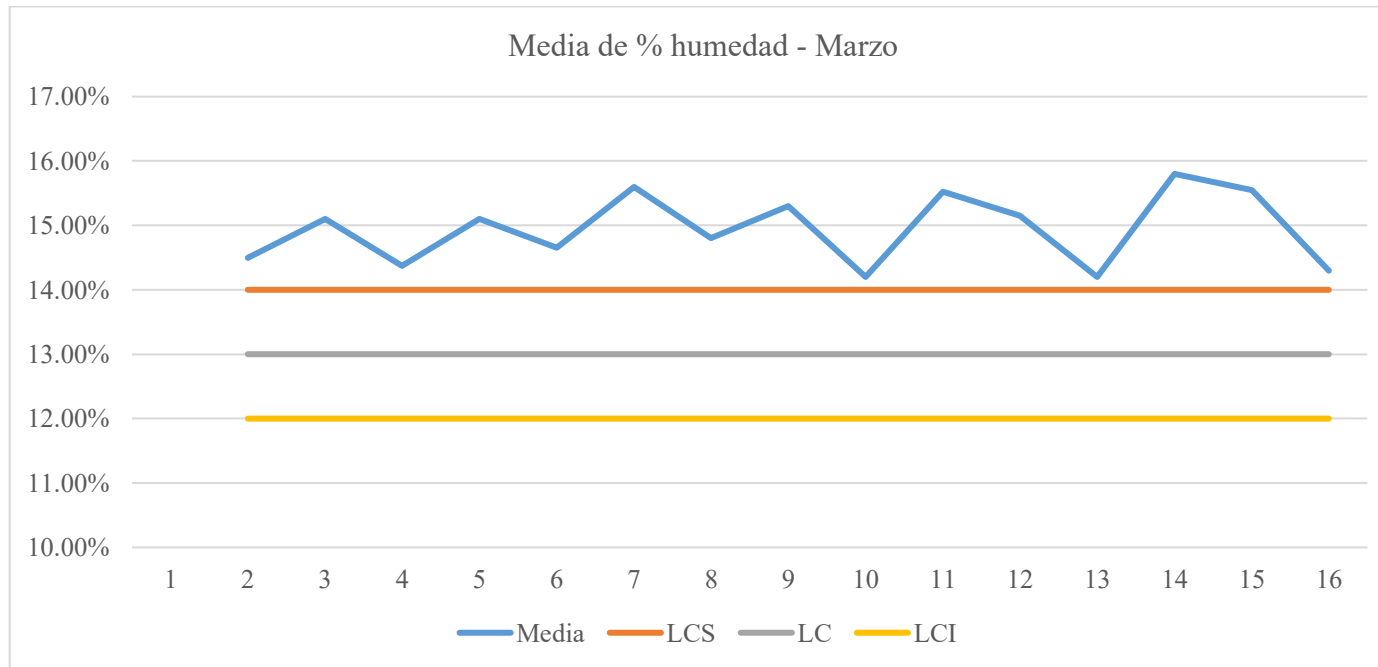
Tabla 17: Número de observaciones de % humedad - Marzo

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – MARZO									
n	% humedad					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	14,00%	15,00%				14,50%	14%	13%	12%
2	15,80%	16,50%	14,10%	14,00%		15,10%	14%	13%	12%
3	15,00%	13,40%	14,80%	14,30%		14,38%	14%	13%	12%
4	15,10%					15,10%	14%	13%	12%
5	14,30%	15,00%				14,65%	14%	13%	12%
6	16,00%	15,20%				15,60%	14%	13%	12%
7	14,80%					14,80%	14%	13%	12%
8	15,00%	15,60%				15,30%	14%	13%	12%
9	14,20%					14,20%	14%	13%	12%
10	15,80%	16,20%	16,20%	13,90%		15,53%	14%	13%	12%
11	15,00%	15,30%				15,15%	14%	13%	12%
12	14,20%					14,20%	14%	13%	12%
13	15,60%	16%	15,80%			15,80%	14%	13%	12%
14	16,50%	15,30%	16,40%	14%		15,55%	14%	13%	12%
15	14,30%					14,30%	14%	13%	12%
						14,94%			

Fuente: Elaboración propia

LCS	14%
LC	13%
LCI	12%

Figura 7: Carta de control de % humedad - Marzo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de humedad del mes de Marzo, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, todas las medias no califican como grano de arroz de buena calidad.

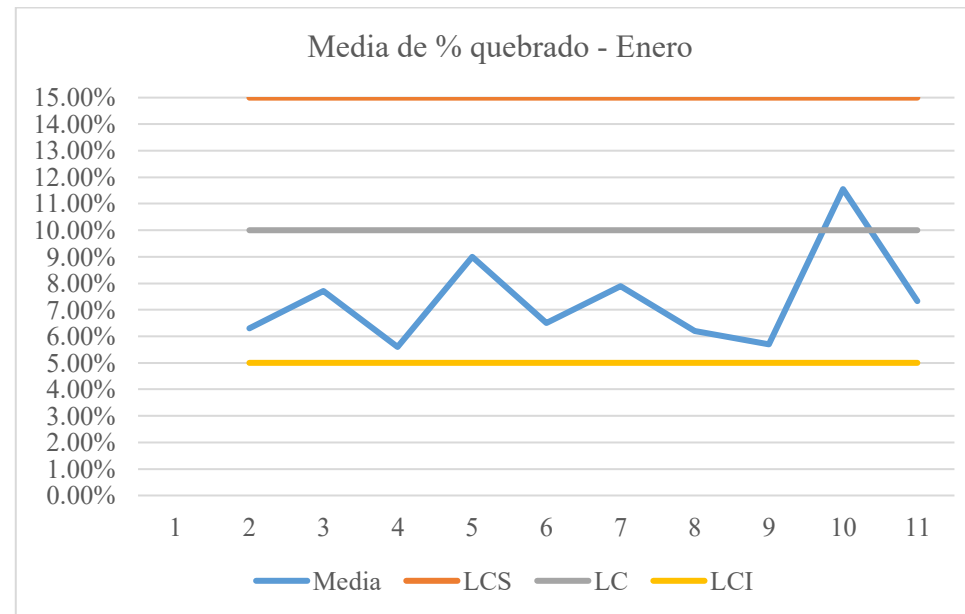
Tabla 18: Número de observaciones de % quebrado - Enero

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – ENERO									
n	% quebrado					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	6,30%					6,30%	15%	10%	5%
2	8,60%	6,80%				7,70%	15%	10%	5%
3	5,60%					5,60%	15%	10%	5%
4	9,00%					9,00%	15%	10%	5%
5	6,50%					6,50%	15%	10%	5%
6	7,90%	7,90%				7,90%	15%	10%	5%
7	6,20%					6,20%	15%	10%	5%
8	5,70%					5,70%	15%	10%	5%
9	7,50%	15,60%				11,55%	15%	10%	5%
10	7,40%	7,30%	7,10%	7,50%		7,33%	15%	10%	5%
						7,38%			

Fuente: Elaboración propia

LCS	15%
LC	10%
LCI	5%

Figura 8: Carta de control de % quebrado - Enero



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de quebrado del mes de Enero, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, todas las medias califican como grano de arroz de buena calidad.

Tabla 19: Número de observaciones de % quebrado - Febrero

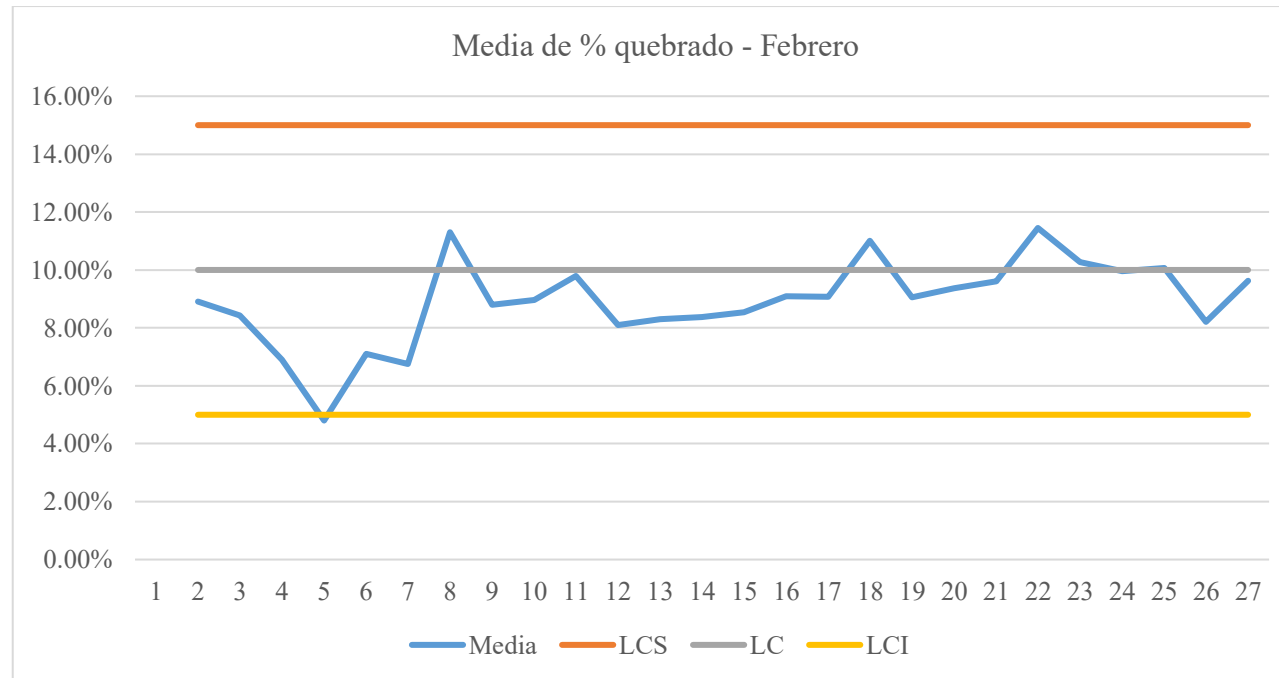
RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO									
n	% quebrado					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	8,00%	9,80%				8,90%	15%	10%	5%
2	10,00%	9,00%	6,30%			8,43%	15%	10%	5%
3	6,90%					6,90%	15%	10%	5%
4	4,80%	4,80%				4,80%	15%	10%	5%
5	4,50%	11,70%	5,10%			7,10%	15%	10%	5%
6	6,80%	6,70%				6,75%	15%	10%	5%
7	1,60%	10,00%				11,30%	15%	10%	5%
8	8,40%	9,20%				8,80%	15%	10%	5%
9	8,70%	8,80%	9,40%			8,97%	15%	10%	5%
10	9,00%	1,20%	9,40%	8,60%		9,80%	15%	10%	5%
11	7,60%	8,60%				8,10%	15%	10%	5%
12	9,20%	7,40%				8,30%	15%	10%	5%
13	8,00%	7,20%	9,90%			8,37%	15%	10%	5%
14	8,20%	9,00%	8,40%			8,53%	15%	10%	5%
15	9,10%					9,10%	15%	10%	5%
16	6,80%	11,40%	9,00%			9,07%	15%	10%	5%
17	11,00%					11,00%	15%	10%	5%
18	9,20%	8,90%				9,05%	15%	10%	5%
19	10,10%	8,40%	9,80%	10,20%	8,30%	9,36%	15%	10%	5%
20	10,30%	8,30%	10,20%			9,60%	15%	10%	5%
21	10,20%	12,70%				11,45%	15%	10%	5%

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – FEBRERO									
n	% quebrado					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
22	11,80%	10,70%	8,30%			10,27%	15%	10%	5%
23	7,90%	12,00%				9,95%	15%	10%	5%
24	9,00%	12,80%	8,40%			10,07%	15%	10%	5%
25	8,40%	8,00%				8,20%	15%	10%	5%
26	9,90%	8,00%	11,00%			9,63%	15%	10%	5%

Fuente: Elaboración propia

LCS	15%
LC	10%
LCI	5%

Figura 9: Carta de control de % quebrado - Febrero



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de quebrado del mes de Febrero, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, todas las medias, excepto la media 5 califican como grano de arroz de buena calidad.

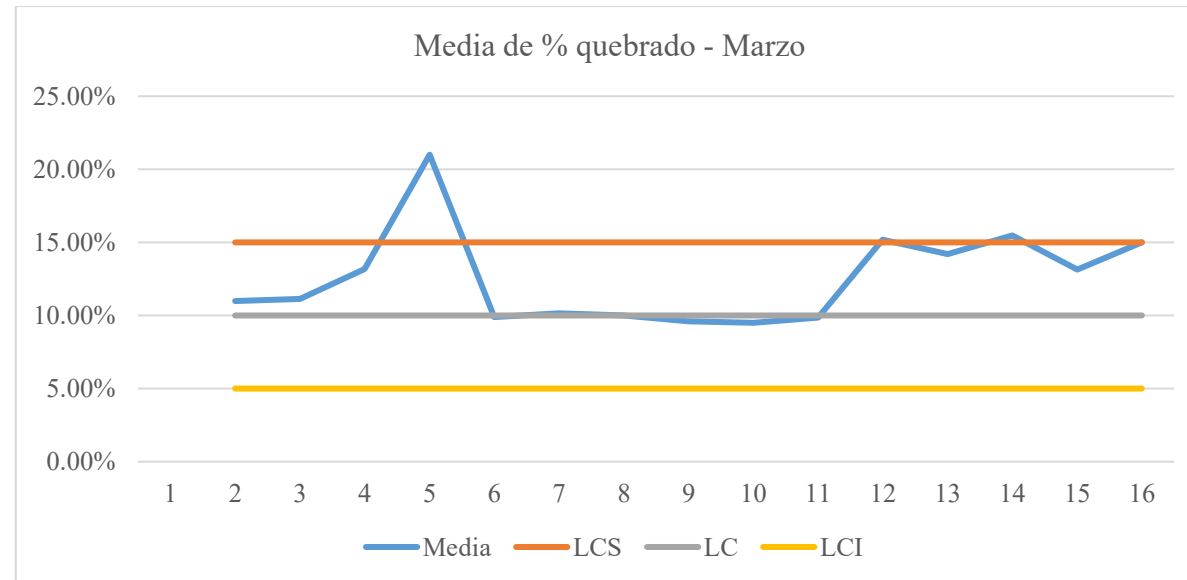
Tabla 20: Número de observaciones de % quebrado - Marzo

RESULTADO DE ANÁLISIS SECOS EN SECADO ARTESANAL – MARZO									
n	% humedad					Media	LCS	LC	LCI
	1	2	3	4	5				
1	12,20%	9,80%				11,00%	15%	10%	5%
2	7,30%	12,20%	14,30%	10,80%		11,15%	15%	10%	5%
3	14,00%	13,00%	12,40%	13,30%		13,18%	15%	10%	5%
4	21,00%					21,00%	15%	10%	5%
5	8,20%	11,60%				9,90%	15%	10%	5%
6	9,10%	1,20%				10,15%	15%	10%	5%
7	10,00%					10,00%	15%	10%	5%
8	11,00%	8,20%				9,60%	15%	10%	5%
9	9,50%					9,50%	15%	10%	5%
10	7,30%	10,90%	11,40%			9,87%	15%	10%	5%
11	8,20%	14,20%	14,00%	17,40%		15,20%	15%	10%	5%
12	14,20%					14,20%	15%	10%	5%
13	12,00%	18,00%	16,40%			15,47%	15%	10%	5%
14	11,90%	15,00%	9,00%	16,60%		13,13%	15%	10%	5%
15	15,00%					15,00%	15%	10%	5%
						12,56%			

Fuente: Elaboración propia

LCS	15%
LC	10%
LCI	5%

Figura 10: Carta de control de % quebrado - Marzo



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Se logra evidenciar que la media del porcentaje de quebrado del mes de Marzo, en algunas observaciones, no está dentro de los límites que corresponde. En este caso, todas las medias, excepto la media 5; 12; 14 y 16 califican como grano de arroz de buena calidad.

Tabla 21: Tiempo de secado artesanal Enero - Marzo

# Observaciones	10
-----------------	----

Tiempo de secado					
ENERO		FEBRERO		MARZO	
#	minutos	#	minutos	#	minutos
1	1 450	1	1 230	1	1 642
2	1 654	2	1 356	2	1 538
3	1 753	3	1 533	3	1 452
4	1 587	4	1 354	4	1 531
5	1 447	5	1 421	5	1 486
6	1 232	6	1 235	6	1 531
7	1 478	7	1 453	7	1 478
8	1 453	8	1 356	8	1 499
9	1 364	9	1 743	9	1 356
10	1 495	10	1 424	10	1 519
SUMA	14 913	SUMA	14 105	SUMA	15 032

ENERO	1 491,3
FEBRERO	1 410,5
MARZO	1 503,2

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Índice de tiempo} = \frac{\Sigma \text{mes}}{\# \text{observaciones}}$$

$$\text{Enero} = \frac{14\,913}{10} = 1\,491,3 \text{ min}$$

$$\text{Febrero} = \frac{14\,105}{10} = 1\,410,5 \text{ min}$$

$$\text{Marzo} = \frac{15\,032}{10} = 1\,503,2 \text{ min}$$

Figura 11: 25 gramos de la parte entera del clasificado de los 100 gramos de arroz pilado



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 12: Arroz trizado



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 13: Envasado de muestra de acuerdo con su referencia del proceso de secado artesanal



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 14: Detector de humedad de arroz



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 15: Testeador de arroz



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Tabla 22: Operacionalización de variables

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Calidad de arroz	Variable dependiente	Índice de humedad	% humedad del grano de arroz	Medición	Hoja de control Testeador Detector de humedad
		Índice de quebrado	% quebrado del grano de arroz	Medición	Hoja de control Testeador
Proceso de secado artesanal	Variable independiente	Preparación	Verificación del terreno limpio, cantidad de sacos preparados	Observación	Registro fotográfico Hoja de control
		Secado	Temperatura final del % de humedad del grano de arroz (°C)	Medición	Testeador Hoja de control
		Control	N° de control de humedad	Observación y registro	Hoja de control Cronometro

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Cuadro comparativo de estudios previos

Autor(es)	Año	Contexto / Lugar	Diseño	Muestra	Instrumentos	Tipo de Análisis
J. Guzmán y P. Beltra	2023	CONAGRO SAS, Colombia	Descriptivo	Variables de operación del molino	Registro de producción, indicadores de humedad y capacidad	Análisis cualitativo-cuantitativo y técnico-económico
W.O. Saltos	2018	Yaguachi, Ecuador	Experimental	Lotes de arroz secado artesanal	Termohigrómetros, balanzas, registro de secado	Estadístico comparativo (medias y desviaciones)
R. Astuti	2020	Tailandia	Cuasi-experimental	Diferentes técnicas de secado solar	Sensores de humedad, curvas de secado, cromatografía	Análisis de varianza (ANOVA) y eficiencia energética
G. Wang	2021	China	Experimental	Arroz en capas y tiempos de secado	Cámaras climáticas, espectrofotometría	Análisis físico-químico y multivariante
M.A. Micha	2021	Molino Agroindustrial San Francisco, Cajamarca	Descriptivo-correlacional	Producción mensual de arroz cáscara	Hojas de control, diagramas de flujo, fichas técnicas	Análisis de correlación y eficiencia operativa
L.K. Mora	2016	piladora Dos Hermanos, Guayaquil	Experimental	Tres variedades: Esperanza, Conquista y Puntilla	Pruebas de pulimiento, medición de proteínas, índice de pulido (DCA)	ANOVA y pruebas de medias (Tukey)
G.C. García	2019	Molino & CIA SEMPER S.A.C., Lambayeque	Descriptivo	Lotes de producción	Control estadístico de procesos (CEP), diagramas de Pareto e Ishikawa	Análisis de control de calidad
S. Ventura	2021	Grano de Arroz Dorado S.A.C., Chiclayo	Experimental-aplicado	Producción de 6 meses	Termómetros digitales, sensores de humedad, cronogramas de secado	Análisis comparativo de rendimiento
H.R. Oblitas	2018	Molino San Rafael S.R.L., Chiclayo	Descriptivo	Datos históricos de producción	Registros contables, diagramas causa-efecto	Análisis de productividad y tendencias
W.J. Llontop	2020	Súper piladora del Norte S.A.C., Chiclayo	Experimental	Tres ciclos de secado artesanal	Pruebas de humedad, pérdida de peso y colorimetría	Análisis estadístico de varianza
F.B. Mendoza	2018	Tingo María, Perú	Cuantitativo-aplicado	5 lotes de arroz	Termohigrómetros, sensores infrarrojos	Análisis de eficiencia energética y térmica
R.Y. Gaona y L. Chapoñan	2017	Pimentel, Perú	Experimental	Lotes de arroz artesanal	Hojas de control de calidad, balanzas de precisión	Análisis comparativo de calidad de grano

Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Área de secado artesanal del arroz cáscara



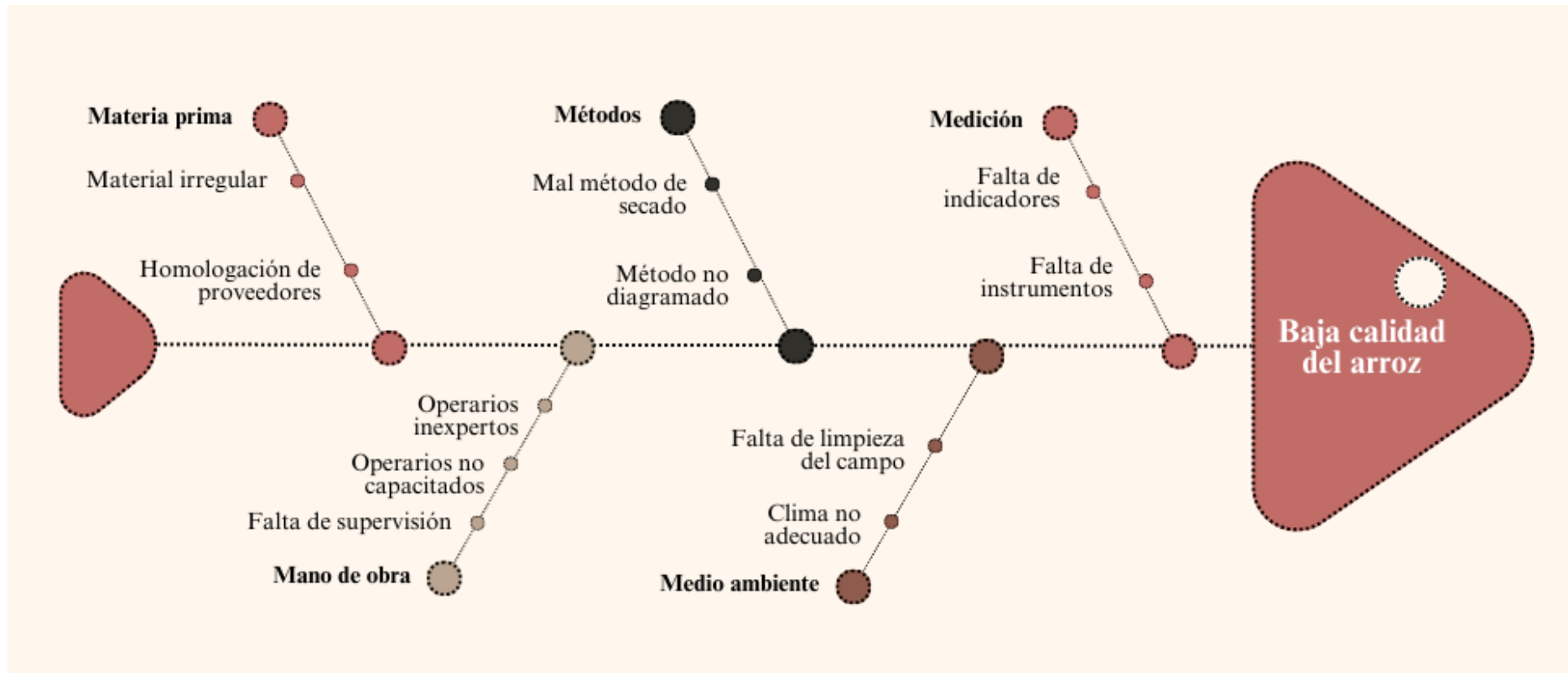
Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 18: Sacos de arroz seco



Fuente: piladora Nueva Horizonte

Figura 19: Diagrama de Ishikawa de la piladora Nueva Horizonte



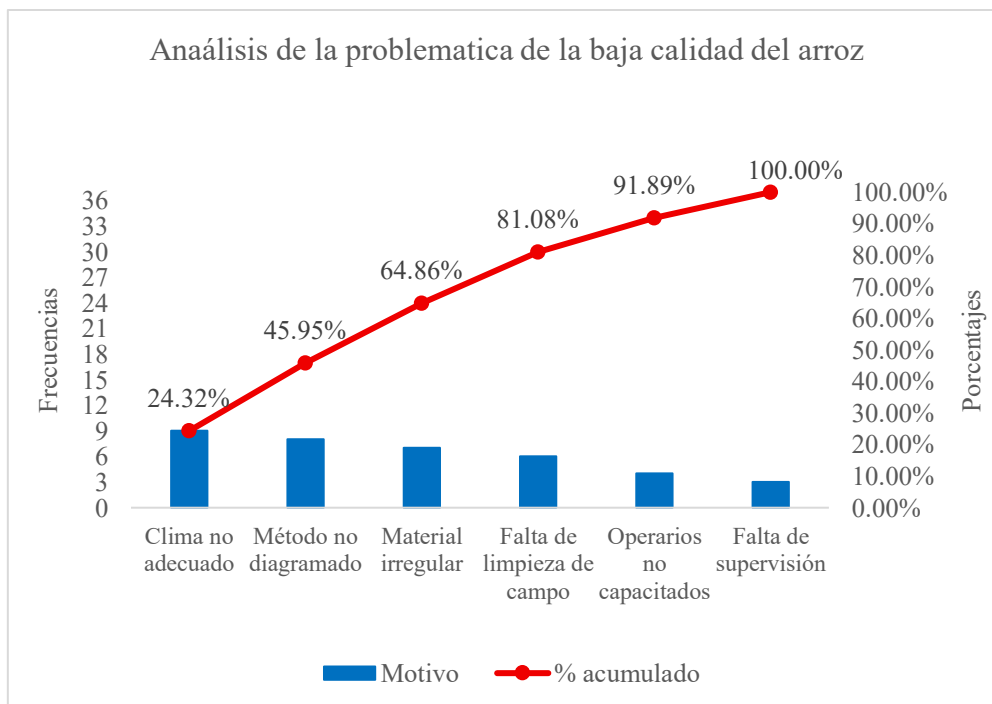
Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Causas de la mala calidad del arroz

Causas	Frecuencia	%	% acumulado
Clima no adecuado	9	24.32%	24.32%
Método no diagramado	8	21.62%	45.95%
Material irregular	7	18.92%	64.86%
Falta de limpieza de campo	6	16.22%	81.08%
Operarios no capacitados	4	10.81%	91.89%
Falta de supervisión	3	8.11%	100.00%
TOTAL	37	100.00%	

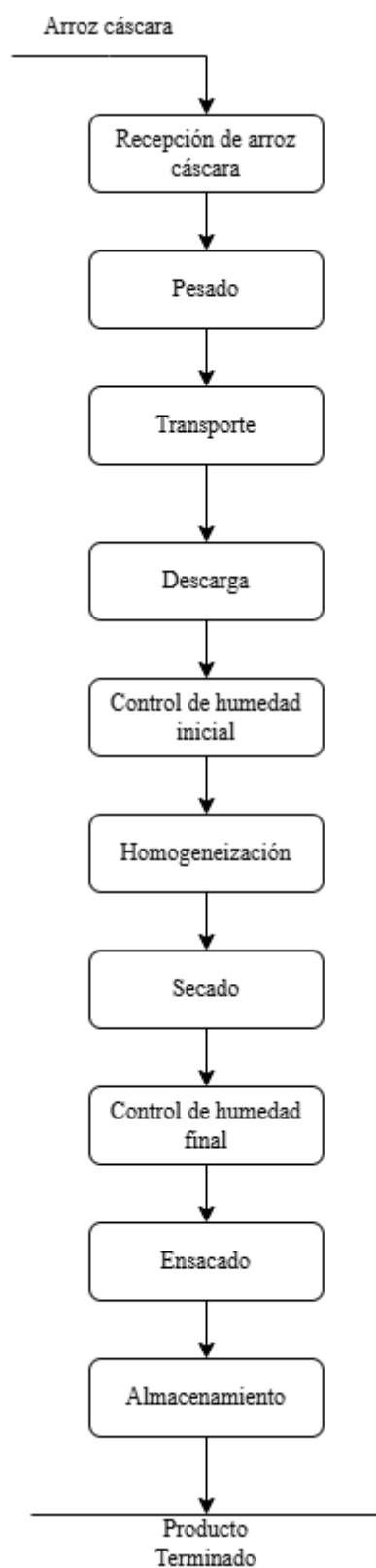
Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Diagrama de Pareto



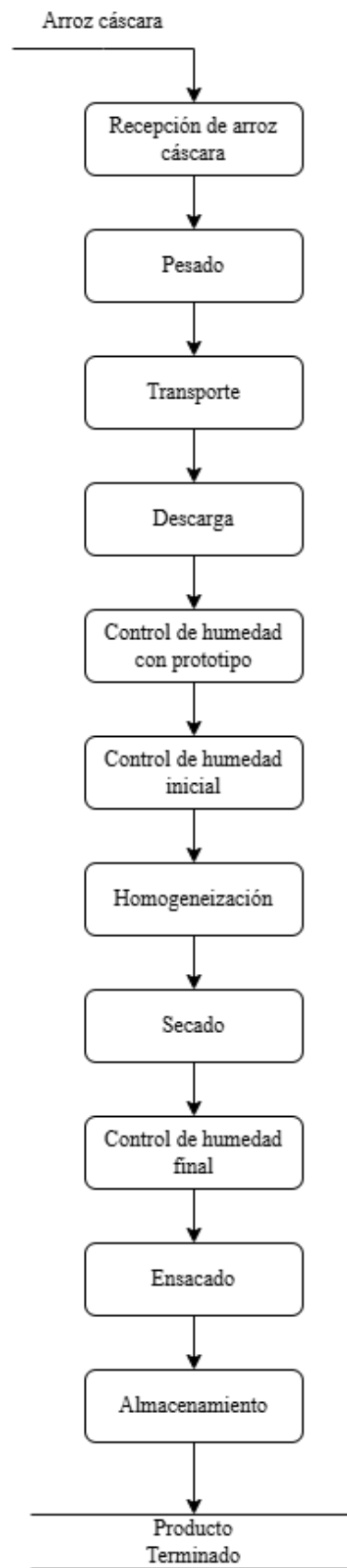
Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Diagrama de bloques del proceso de secado artesanal



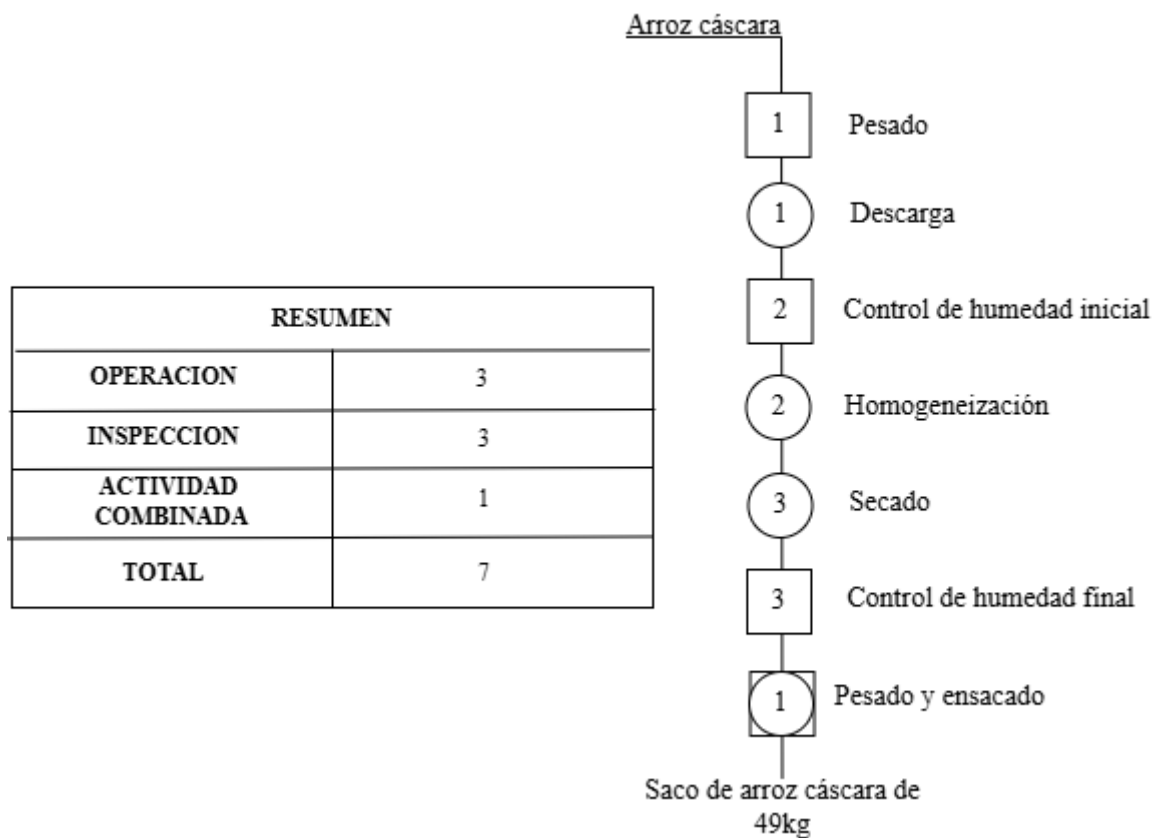
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Diagrama de bloques de la propuesta de mejora



Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Diagrama de Operaciones del Proceso del arroz cáscara



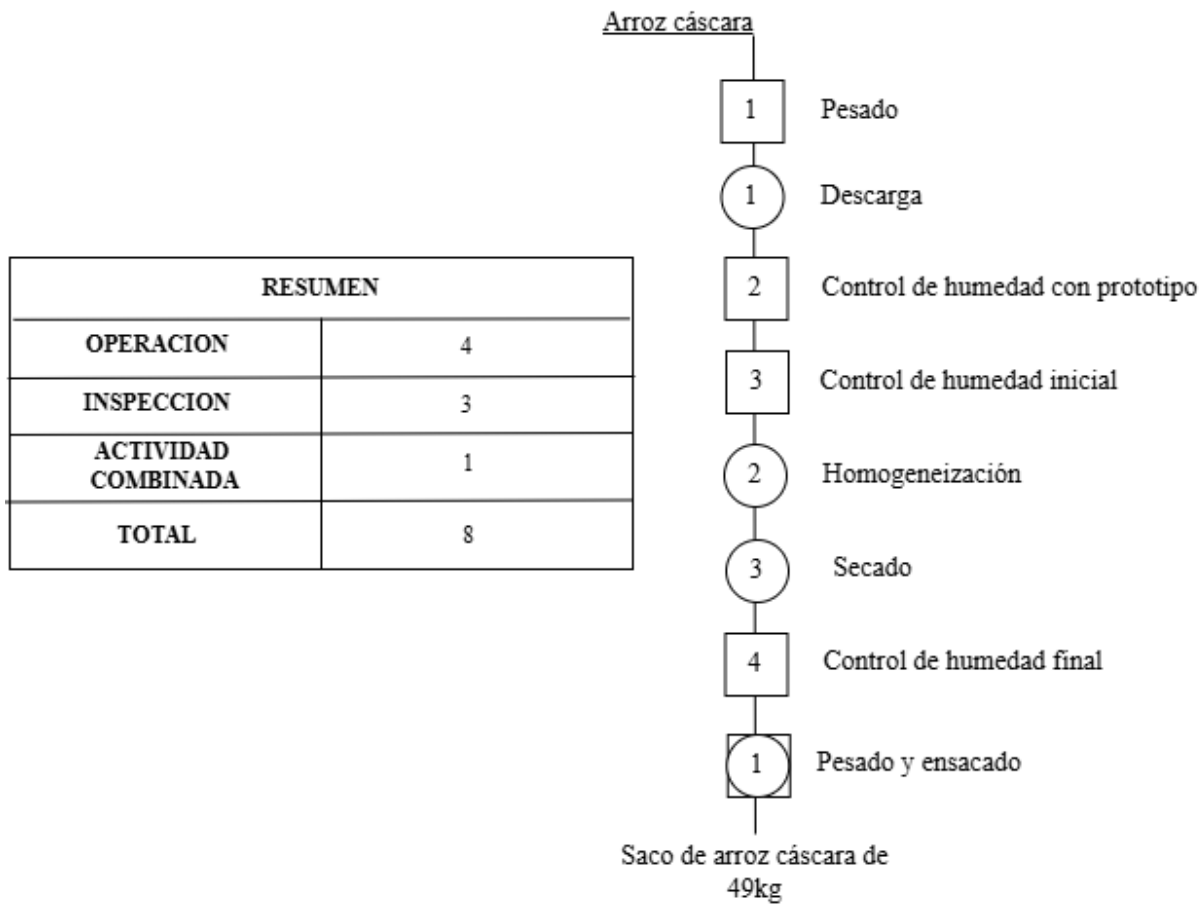
Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Diagrama de Análisis del Proceso del arroz cáscara

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO						
Diagrama N° 1 Hoja N° 1		OPERARIO <input type="checkbox"/>		MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>		EQUIPO <input type="checkbox"/>
RESUMEN						
Objetivo: Aumentar la calidad del arroz cáscara.		ACTIVIDAD		ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA
		Proceso analizado: Proceso de secado artesanal del arroz cáscara.		Operación		3
Metodo: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Transporte		2		
		Espera		0		
Localización: Piladora Nueva Horizonte S. A. C		Inspección		3		
		Actividad combinada		1		
Operario: Trabajador		Distancia (m)		9		
		Tiempo (min)		2730		
Elaborado por: Placencia Encajima, Piero Alessandro		Fecha: 10/06/2024		Comentarios		
Actor	Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolo	Observaciones
Operario	Recepción del arroz cáscara	1	0	10	●	
Operario	Pesado del arroz cáscara	1	0	20	●	
Operario	Transporte del arroz hacia las mantas	1	3	10	●	
Operario	Descarga del arroz cáscara a las mantas	1	0	30	●	
Operario	Homogenización y pateado del arroz cáscara	1	0	550	●	
Operario	Secado del arroz cáscara en la manta	1	0	2000	●	
Operario	Pesado y ensacado del arroz cáscara a los sacos	1	0	90	●	
Operario	Transporte de los sacos de arroz al almacenamiento	1	6	10	●	
Operario	Llegada de los sacos de arroz al almacenamiento	1	0	10	●	
TOTAL		9	9	2730		

Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Diagrama de Operaciones de la propuesta de mejora



Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Especificaciones técnicas del grano de arroz

Versión N° 01	ARROZ	Resolución Ejecutiva N° D000233-2021-MIDIS/PNAEQW-DE
	CÓDIGO: CEG-AR-2022	Pág. 1 de 4

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

1.1 Denominación técnica	Arroz elaborado
1.2 Tipo de alimentos	No Perecible
1.3 Grupo de alimentos	Cereales en Grano
1.4 Descripción general	Es el arroz descascarado del que se ha eliminado parcial o totalmente por elaboración, el salvado y el germen, conocido como arroz elaborado o arroz blanco (arroz descascarado y arroz pilado).

2. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS**2.1 Características Organolépticas**

Característica	Especificación	Referencia
Color	Blanco	NTP 205.011:2021 ARROZ. Arroz elaborado. Requisitos
Olor	Exento de olores extraños	
Aspecto	Exento de ñelén, polvillo y materia extraña. Exento de suciedad (impurezas de origen animal, incluido insectos vivos, muertos o cualesquiera de sus estados fisiológicos), de granos mohosos, germinados o sucios	

2.2 Características Físico Químicas

Característica	Especificación	Referencia		
Contenido de humedad (%)	Máximo 14	NTP 205.011:2021 ARROZ. Arroz elaborado. Requisito.		
Clase de grano	Mediano: De 6.2 mm o más, pero menos de 6.6 mm Largo: De 6.6 mm o más			
Nombre Comercial	Superior		Extra	
	(Tolerancia máx.)		(Tolerancia máx.)	
Grado	2		1	
Granos Rojos (%)	0.5		0.0	
Granos Tizosos (%)	Tizosos totales		4	2
	Tizosos parciales		10	5
Granos Dañados (%)	0.5		0.0	
Mezcla varietal contrastante (%)	5.0		2.5	
Materia extraña (*) (%)	0.25	0.15		
Granos quebrados (%)	15	5		
Granos inmaduros (%)	0.05	0.0		

(*) Se considera sólo materia orgánica. No se permitirá la presencia de materia extraña inorgánica.

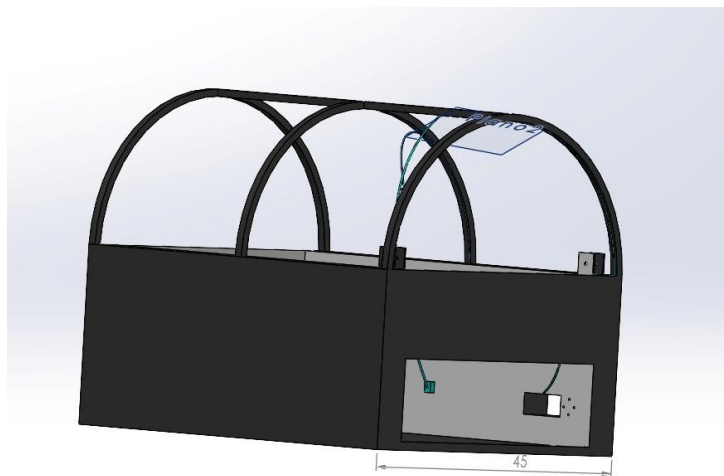
Fuente: INACAL

Figura 26: Propuesta de mejora



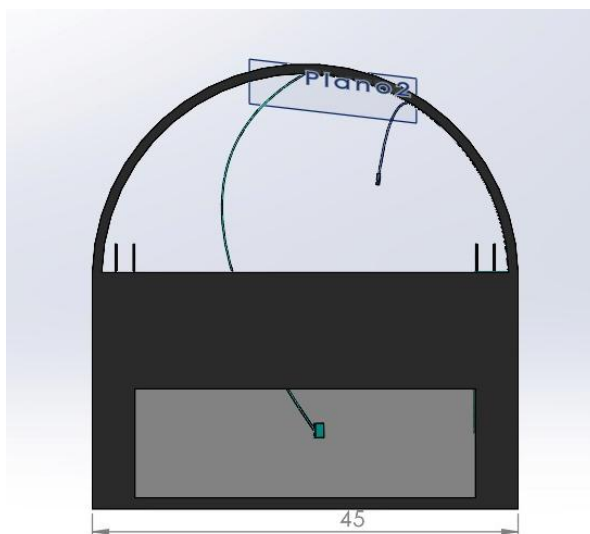
Fuente: Artículo académico [18]

Figura 27: Propuesta de mejora en 3D – vista lateral



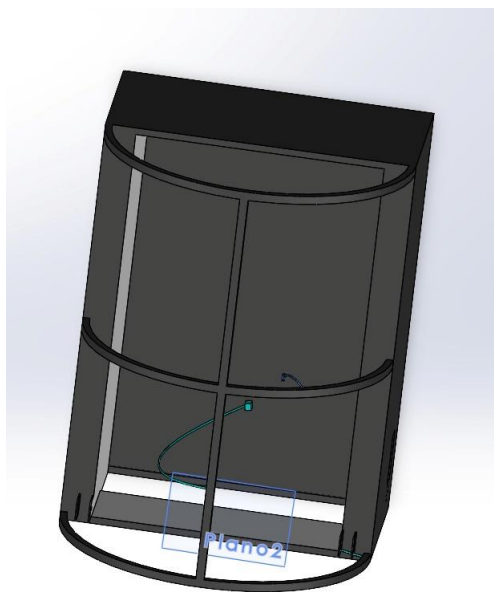
Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Propuesta de mejora en 3D – vista frontal



Fuente: Elaboración propia

Figura 29: Propuesta de mejora en 3D – vista superior



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Especificaciones de la propuesta de mejora

Especificaciones del secador solar		
Largo	Ancho	Alto
mm	mm	Mm
600	450	425

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 27: Especificaciones de los materiales de la propuesta de mejora

Especificaciones de los materiales				
Elemento	Dimensión	Unidades	Espesor	Unidades
Plancha galvanizada	0,98 x 120	m	0,8	mm
Plancha de acero	-	m	0,8	mm
Tubo de fierro	5,80	m	1,2	mm
Acrílico	1,22 x 1,22	m	2,5	mm
Rieles	0,55	m	-	mm
Manija	2,54 x 2,54	m	12	mm
Pernos	0,06 x 25,4	m	-	mm

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 28: Manual de usuario de la propuesta de mejora

Manual De Usuario Del Prototipo Secador Solar	
Pantalla LCD 16x2	Esta pantalla táctil plana está programada con un controlador PID para servir como una terminal remota que permite el control en tiempo real del sistema.
Uso específico	La pantalla LCD se utiliza principalmente en el proceso de secado de arroz del prototipo de secador automatizado. Proporciona la entrada de datos de temperatura y humedad inicial, así como la visualización del proceso y la pérdida de humedad experimentada por el arroz.
Precauciones	Se recomienda no utilizar funciones de entrada de datos que estén fuera de los rangos establecidos para el proceso de secado.
Interfaces hombre-máquina	En entornos industriales, las interfaces hombre-máquina son cruciales para monitorear y controlar equipos. Antes de las pantallas LCD, los operarios tenían que interactuar con equipos a través de botones y luces piloto, lo que era adecuado para equipos simples pero insuficiente para sistemas más complejos que requieren supervisión y ajustes detallados.
Ingreso de datos, indicadores y visualización del proceso	Se introducen dos parámetros clave en el proceso de secado: la temperatura y la humedad inicial. La temperatura, dentro del rango de 0°C a 100°C, se ajusta para optimizar el proceso de secado. La humedad inicial, expresada como un porcentaje, determina las condiciones iniciales de la materia prima y guía el sistema en el reconocimiento de los valores y rangos operativos. Una vez ingresada la temperatura deseada, el indicador de temperatura monitorea y muestra la variación térmica durante el proceso de secado, ofreciendo valores óptimos para el funcionamiento del ventilador en función del aumento de temperatura. El indicador de humedad proporciona información sobre la pérdida de humedad que experimenta la materia prima durante el proceso. Cuando se alcanza el nivel de humedad deseado (14%), el sistema se descarga automáticamente. Los indicadores de capacidad están relacionados con la cantidad de materia prima que entra tanto en la cámara de secado como en el silo, lo que permite visualizar el flujo de materiales en el sistema.
Visualización del proceso	La pantalla muestra una interfaz intuitiva que permite la visualización en tiempo real del proceso de secado, incluyendo el ingreso de materia prima y la descarga del producto final. Este manual proporciona una guía detallada para aprovechar al máximo la funcionalidad de la pantalla LCD en el sistema automatizado de secado de arroz, asegurando un control efectivo y eficiente del proceso.

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 29: Medidas preventivas y correctivas del prototipo

Medidas Preventivas	Medidas Correctivas
<p>En el contexto de la aplicación de la metodología PHVA, es esencial considerar las medidas preventivas apropiadas con el propósito de evitar la ocurrencia de accidentes o incidencias</p>	<p>Es necesario implementar protocolos que aborden las deficiencias o discrepancias detectadas durante el proceso de mejora continua (Ciclo PHVA), con el fin de prevenir su recurrencia en el futuro. Para lograr este objetivo, es fundamental proporcionar información sobre el ciclo PHVA a los colaboradores de la empresa piladora Nueva Horizonte. Esto permitirá establecer un canal de retroalimentación efectivo para abordar preguntas o inquietudes surgidas durante su aplicación o implementación.</p>
<p>Contar con una comunicación efectiva y asertiva entre las distintas áreas las cuales conforman la empresa piladora Nueva Horizonte.</p>	
<p>Contar con los adecuados Elementos de Protección personal (EPP) y utilizarlos durante el desarrollo de las distintas actividades desarrolladas a lo largo del proceso.</p>	
<p>Proporcionar la formación pertinente a todos los operarios de la piladora Nueva Horizonte.</p>	

Fuente: universidad EAFIT [30]

Tabla 30: Plan de mantenimiento de la propuesta de mejora

PLAN DE MANTENIMIENTO						
N°	Actividad	Trabajos en ejecución				
		A diario	A la semana	Al mes	Al trimestre	Al año
1	Limpieza de sensores		X			
2	Revisión de conexiones eléctricas			X		
3	Limpieza de pantalla LCD		X			
4	Limpieza del Arduino		X			
5	Limpieza del ventilador		X			
6	Limpieza de pulsadores			X		

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 31: Cronograma de potencial implementación

Actividad	Descripción	Duración (semanas)	Responsable
Planificación del proyecto	Definición del alcance, recursos y aprobación del plan de mejora.	1	Jefe de Producción / Gerencia
Adquisición de materiales y equipos	Compra del secador solar artesanal, medidor de humedad y materiales auxiliares.	2	Área de Logística
Adecuación del área de secado	Preparación del terreno, instalación del secador solar y disposición de mantas.	2	Área Técnica / Mantenimiento
Capacitación del personal	Entrenamiento en control de humedad, manejo de equipos y aplicación del ciclo PHVA.	2	Jefe de Calidad / Recursos Humanos
Implementación piloto del proceso mejorado	Prueba del secador solar y validación de parámetros de humedad y calidad.	2	Equipo de Producción
Evaluación de resultados y ajustes finales	Revisión de indicadores, elaboración de informe técnico y retroalimentación.	1	Jefe de Proyecto / Gerencia


Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Normas ISO para la propuesta de mejora

NORMAS ISO	
N°	Función
9241	La norma hace referencia Un conjunto de normas globales se centra en la ergonomía de la relación entre las personas y las computadoras. Su meta principal es mejorar la experiencia del usuario al interactuar con productos o servicios digitales, garantizando que estos sean fáciles de usar, eficientes y gratificantes.
9001	La norma hace referencia para el sistema de gestión de calidad (SGC) que ayuda a gestionar y supervisar la calidad dentro de la empresa para que puedan mejorar las áreas de trabajo.
9003	La norma hace referencia al aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales forma parte de un conjunto de tres normas que definen los requisitos para los sistemas de calidad. Estos sistemas pueden ser empleados para garantizar la calidad desde una perspectiva externa.
9126	La norma hace referencia al aspecto que se puede relacionar con la calidad del software puede ser identificado y analizado en función de seis características fundamentales, a saber: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 33: Lluvia de ideas del ciclo PHVA

Lluvia De Ideas			
Área	Laboratorio		
Responsable	Placencia Encajima Piero		
Problema	Baja calidad		
ITEM	CAUSA DEL PROBLEMA	SOLUCIÓN	CALIFICACIÓN
1	Inconsistencia en la temperatura durante el secado	Implementar un sistema de control de temperatura	3
2	Niveles inadecuados de humedad durante el secado	Utilizar sensores de humedad y prototipos automatizados	5
3	Contaminación durante el secado	Implementar prácticas de higiene adecuadas y mantener el área de secado limpia	3
4	Tiempo de secado insuficiente o excesivo	Establecer un tiempo de secado óptimo	3
5	Métodos de secado ineficientes	Implementar técnicas de secado más eficientes	3
6	Manipulación inadecuada durante el secado	Capacitar al personal en técnicas adecuadas de manipulación	5
7	Almacenamiento inadecuado después del secado	Implementar prácticas de almacenamiento adecuadas	1

Fuente: Elaboración propia

Importancia Alta	1
Importancia Media	3
Importancia Baja	5

Tabla 34: Operarios encargados de cada proceso de la piladora Nueva Horizonte

Etapas	Encargado	
Recepción	2	operarios
Pesado	1	operario
Transporte	2	operarios
Descarga	1	operarios
Homogenización y pateado	5	operarios
Secado	2	operarios
Ensayado	2	operarios
Almacenamiento	2	operarios

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: Cronograma de capacitación del ciclo PHVA

Nº	Tema	1er trimestre		2do trimestre		3er trimestre		4to trimestre	
1	Ciclo PHVA	■							
2	Implementación del diagrama		■						
3	Explicación de cada proceso			■					
4	Diagrama de flujo				■				
5	Beneficio al implementar					■			
6	Organigrama						■		
7	Verificación							■	
8	Repetición del ciclo PHVA								■
9	Aplicación ciclo Deming								■

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Diagnóstico actual de competencias del personal involucrado en el proceso de secado

Diagnóstico actual de competencias del personal involucrado en el proceso de secado		
Responsable	Competencias Aptitudinales – Deficiencias actuales	Competencias Actitudinales – Deficiencias actuales
Jefe de Producción	No cuenta con procedimiento estandarizado de secado.	Supervisión limitada del proceso.
	Limitado uso de instrumentos de medición de humedad. Falta de control técnico del tiempo y temperatura de secado.	Escasa cultura de mejora continua.
Operario de secado	Desconocimiento de principios técnicos del secado.	Falta de orden y disciplina en el proceso.
	Manejo empírico del secado solar. No uso sistemático de higrómetro digital.	Baja conciencia sobre impacto en la calidad del producto.
Jefe de calidad	Falta de criterios técnicos claros para identificación de defectos.	Débil enfoque preventivo.
	No uso de registros estandarizados de control.	Escasa retroalimentación al personal operativo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Capacitaciones por competencias aptitudinales

CAPACITACIONES POR COMPETENCIAS APTITUDINALES			
N°	Tema	Tipo de Competencia	Frecuencia
1	Principios del secado del arroz cáscara	Aptitudinal	Anual
2	Operación del secador solar artesanal	Aptitudinal	Anual
3	Control de humedad mediante higrómetro digital	Aptitudinal	Trimestral
4	Identificación de defectos de calidad	Aptitudinal	Anual

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Capacitaciones por competencias actitudinales

CAPACITACIONES POR COMPETENCIAS ACTITUDINALES			
N°	Tema	Tipo de Competencia	Frecuencia
1	Buenas prácticas de limpieza y orden	Actitudinal	Anual
2	Cultura de calidad y mejora continua	Actitudinal	Anual
3	Responsabilidad en el control del proceso	Actitudinal	Anual

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: Programa anual de capacitaciones teórico - práctico del proceso de secado del arroz cáscara

Programa anual de capacitaciones teórico - práctico del proceso de secado del arroz cáscara																	
N°	Tema	Actividad	Responsable	Frecuencia	Registro	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Principios del secado del arroz cáscara	Capacitación teórica sobre fundamentos del secado y su impacto en la calidad del grano	Jefe de producción	Anual	Formato de asistencia y evaluación		P										
2	Operación del secador solar artesanal	Capacitación teórico-práctica sobre carga, descarga y control del proceso de secado	Jefe de producción	Anual	Formato de inducción y registro fotográfico		P										
3	Control de humedad del arroz cáscara	Capacitación práctica sobre uso del higrómetro digital y control de humedad	Jefe de producción	Trimestral	Registro de mediciones y asistencia		P			P			P				
4	Identificación de defectos de calidad	Taller práctico para identificar defectos del arroz (quebrados, humedad e impurezas)	Jefe de calidad	Anual	Lista de asistencia y evaluación		P										
5	Buenas prácticas de limpieza y seguridad	Capacitación sobre orden, limpieza y seguridad en el área de secado	Jefe de producción	Anual	Formato de inducción y lista de asistencia		P										

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Ficha de seguimiento del ciclo PHVA

Ficha de seguimiento y monitoreo de actividades		
PILADORA NUEVA HORIZONTE - PHVA - SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES		
Fecha:		
N°	Actividad	Responsable
1	Recepción	
2	Pesado	
3	Transporte	
4	Descarga	
5	Homogenización y pateado	
6	Secado	
7	Ensacado	
8	Almacenamiento	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Ficha de asistencia del ciclo PHVA

Ficha de asistencia a la capacitación		
PILADORA NUEVA HORIZONTE - PHVA - SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES		
Fecha:		
Dirigido: Operarios de la piladora Nueva Horizonte		
Nº	Operario	Firma
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Inversión directos de la propuesta sistema automatizado

Material	Unidad	Cantidad	Precio (S/.)	Total
Arduino nano	unidad	1	S/ 80,00	S/ 80,00
Pantalla LCD16X2	unidad	1	S/ 100,00	S/ 100,00
Sensor de temperatura DHT22	unidad	1	S/ 70,00	S/ 70,00
Sensor de temperatura DHT11	unidad	1	S/ 70,00	S/ 70,00
Ventilador de PC12V,1A	unidad	1	S/ 50,00	S/ 50,00
Pulsadores de dos pines	unidad	4	S/ 10,00	S/ 40,00
Pulsadores de cuatro pines	unidad	4	S/ 10,00	S/ 40,00
Resistencias de 200 ohm	unidad	6	S/ 2,00	S/ 12,00
Resistencias de 10 ohm	unidad	1	S/ 3,00	S/ 3,00
Cable filamento	metro	5	S/ 7,00	S/ 35,00
Cable doble	metro	1	S/ 7,00	S/ 7,00
Acido térmico	largo	0,50	S/ 13,00	S/ 6,50
Cautín	unidad	1	S/ 30,00	S/ 30,00
Rollo de estaño	unidad	1	S/ 20,00	S/ 20,00
Jack para PCB	unidad	1	S/ 9,00	S/ 9,00
Moley3x2	unidad	2	S/ 10,00	S/ 20,00
LM7805	unidad	1	S/ 6,00	S/ 6,00
Protoboard	unidad	1	S/ 25,00	S/ 25,00
Espadín macho	unidad	1	S/ 4,00	S/ 4,00
Espadín hembra	unidad	2	S/ 4,00	S/ 8,00
Mosfet 50N06	unidad	1	S/ 7,00	S/ 7,00
Impresiones laser	unidad	2	S/ 9,00	S/ 18,00
Placa de fibra de vidrio	unidad	1	S/ 40,00	S/ 40,00
Jumper macho	unidad	12	S/ 4,00	S/ 48,00
Cable sólido	metro	1	S/ 3,00	S/ 3,00
Multímetro	unidad	1	S/ 200,00	S/ 200,00
TOTAL				S/ 951,50

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 43: Inversión directos de la propuesta sistema mecánico

Material	Unidad	Cantidad	Precio (S/.)	Total
Lámina galvanizada	metro	0,98 x 1,2	S/ 100,00	S/ 100,00
Tubo de fierro cuadrado 1/2x1,2 mm	metro	0,6 x 0,45	S/ 80,00	S/ 80,00
Correderas telescópicas de 55 cm	unidad	2	S/ 20,00	S/ 40,00
Lámina de acero inoxidable	metro	55 x 45 cm	S/ 200,00	S/ 200,00
Aislante de fibra de vidrio	metro	12 x 12	S/ 95,00	S/ 95,00
Correas dentadas	metro	3	S/ 30,00	S/ 90,00
Motor de CC caja reductora	unidad	2	S/ 50,00	S/ 100,00
Panel solar de 20 W	unidad	1	S/ 300,00	S/ 300,00
Soporte para panel solar	unidad	1	S/ 60,00	S/ 60,00
Taladro	unidad	1	S/ 300,00	S/ 300,00
Manija de acero cromado	unidad	1	S/ 10,00	S/ 10,00
Pernos de 1/4x1"	unidad	24	S/ 1,00	S/ 24,00
Plancha de acrílico 3/32"	metro	1,22 x 1,22	S/ 130,00	S/ 130,00
Tela	metro	0,6 x 0,55	S/ 50,00	S/ 50,00
TOTAL				S/ 1 579,00

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 44: Inversión directos de la propuesta

Ítem	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Total
Transporte	día	15	S/ 10,00	S/ 150,00
Calculadora	unidad	1	S/ 6,00	S/ 6,00
Folder	unidad	1	S/ 26,00	S/ 26,00
Corrector	unidad	1	S/ 50,00	S/ 50,00
Papel A4	unidad	1	S/ 0,50	S/ 0,50
Impresión	unidad	50	S/ 0,30	S/ 15,00
SUB TOTAL				S/ 247,50
Imprevistos				S/ 24,75
TOTAL				S/ 272,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Inversión de mano de obra

Función	Costo
Soldadura	S/ 300,00
Doble lámina galvanizada	S/ 150,00
Doble de lámina de acero	S/ 200,00
Pintura al horno	S/ 80,00
TOTAL	S/ 730,00

Fuente: Artículo académico [18]

Tabla 46: Inversión totales del prototipo

Costo de cada ítem	Sub Total
Costo por sistema automatizado	S/ 951,50
Costo por sistema mecánico	S/ 1 579,00
Costos directos de la propuesta	S/ 272,25
Costo de mano de obra	S/ 730,00
Sub total	S/ 3 532,75
Cantidad	140
Total	S/ 494 585,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Gastos Administrativos y de Ventas

Descripción	unidad	cantidad	cantidad total	Gasto unitario (S/.)	Gasto total (S/.)
Internet	1	1	5	S/90,00	S/450,00
Artículos oficina	1	1	1	S/5 500,00	S/5 500,00
Luz	1	1	5	S/250,00	S/1 250,00
TOTAL					S/7 200,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48: Resumen de Costos de Presupuestos

PROPUESTA	INVERSION	COSTO ANUAL	DEPRECIACION ANUAL
Prototipo	S/494 585,00	S/1 000,00	S/49 458,50
PHVA	S/0,00	S/30 000,00	S/0,00
Capacitaciones	S/0,00	S/15 000,00	S/0,00
TOTAL	S/494 585,00	S/46 000,00	S/49 458,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49: Producción anual de arroz cáscara del año 2021 – 2023

Año 2021		Año 2023	
Mes	Cantidad	Mes	Cantidad
Enero	123	Enero	1540
Febrero	92	Febrero	1310
Marzo	123	Marzo	500
Abril	244	Abril	760
Mayo	321	Mayo	1134
Junio	353	Junio	506
Julio	456	Julio	1435
Agosto	534	Agosto	243
Setiembre	742	Setiembre	543
Octubre	675	Octubre	254
Noviembre	752	Noviembre	134
Diciembre	863	Diciembre	116
Total	5278	Total	8475

Fuente: piladora Nueva Horizonte

Tabla 50: Categoría y precio del arroz según su calidad

Precio de saco - 49kg			
Categoría	Tipo	Cantidad	Precio
A	Celeste	1	S/ 167,00
	Rojo	1	S/ 160,00
	Extra	1	S/ 160,00
	Naranja	1	S/ 155,00
B	Amarillo	1	S/ 125,00

Fuente: piladora Nueva Horizonte